

8051268



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

June 23, 2020

**THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED IS A TRUE COPY FROM THE
RECORDS OF THIS OFFICE OF THE FILE WRAPPER AND CONTENTS
OF:**

APPLICATION NUMBER: 10/553,107

FILING DATE: *October 14, 2005*

PATENT NUMBER: 7280551

ISSUE DATE: *October 09, 2007*



MediaTek Ex. 1002
MediaTek v. Nippon

Certified by

Under Secretary of Commerce
for Intellectual Property
and Director of the United States
Patent and Trademark Office

1020 F2355 14 OCT 2003

PTO-1390 (Rev. 07-2005)

Approved for use through 03/31/2007. OMB 0651-0021

U. S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL LETTER TO THE UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) CONCERNING A SUBMISSION UNDER 35 U.S.C. 371		ATTORNEY'S DOCKET NUMBER 6268-000010/US/NP U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5) 90/553107
INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2004/013483	INTERNATIONAL FILING DATE 9 September 2004	PRIORITY DATE CLAIMED 9 September 2003
TITLE OF INVENTION WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS		
APPLICANT(S) FOR DO/EO/US Kengo Nagata et al.		
Applicant herewith submits to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) the following items and other information:		
1. ☒ This is a FIRST submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 2. ☐ This is a SECOND or SUBSEQUENT submission of items concerning a submission under 35 U.S.C. 371. 3. ☒ This is an express request to begin national examination procedures (35 U.S.C. 371(f)). The submission must include items (5), (6), (9) and (21) indicated below. 4. ☒ The US has been elected (Article 31). 5. ☒ A copy of the International Application as filed (35 U.S.C. 371 (c)(2)) a. ☐ is attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. ☒ has been communicated by the International Bureau. c. ☐ is not required, as the application was filed in the United States Receiving Office (RO/US). 6. ☒ An English language translation of the International Application as filed (35 U.S.C. 371(c)(2)). a. ☒ is attached hereto. b. ☐ has been previously submitted under 35 U.S.C. 154(d)(4). 7. ☒ Amendments to the claims of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)) a. ☐ are attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau). b. ☐ have been communicated by the International Bureau. c. ☐ have not been made; however, the time limit for making such amendments has NOT expired. d. ☒ have not been made and will not be made. 8. ☐ An English language translation of the amendments to the claims under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)). 9. ☒ An oath or declaration of the inventor(s) (35 U.S.C. 371(c)(4)). 10. ☐ An English language translation of the annexes of the International Preliminary Examination Report under PCT Article 36 (35 U.S.C. 371(c)(5)). Items 11 to 20 below concern document(s) or information included: 11. ☒ An Information Disclosure Statement under 37 CFR 1.97 and 1.98. 12. ☒ An assignment document for recording. A separate cover sheet in compliance with 37 CFR 3.28 and 3.31 is included. 13. ☒ A preliminary amendment. 14. ☒ An Application Data Sheet under 37 CFR 1.76. 15. ☐ A substitute specification. 16. ☐ A power of attorney and/or change of address letter. 17. ☐ A computer-readable form of the sequence listing in accordance with PCT Rule 13ter.2 and 37 CFR 1.821 – 1.825. 18. ☐ A second copy of the published International Application under 35 U.S.C. 154(d)(4). 19. ☐ A second copy of the English language translation of the international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).		

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2003

PTO-1390 (Rev. 07-2005)

Approved for use through 03/31/2007. OMB 0651-0021

U. S. Patent and Trademark Office, U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995; no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

U.S. APPLICATION NO. (filed only) 37 CFR 1.51 10/553107	INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP2004/013483	ATTORNEY'S DOCKET NUMBER 6268-000010/US/NP
20. ☒ Other items or information: Certificate of Express Mailing (Label EV 717 340 356 US); Check; English Translation of Formal Drawings - Figs. 1-17 (12 pages); Form HDP-1449 citing 7 refs, (7 encl) w/ISR & Written Opinion of ISA; Copy of Published Int'l App WO 2005/027555 A1; Return Receipt Postcard		
The following fees have been submitted		
21. ☒ Basic national fee (37 CFR 1.492(a)) \$300	CALCULATIONS \$ 300.00	PTO USE ONLY
22. ☒ Examination fee (37 CFR 1.492(c)) If the written opinion of the ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 All other situations \$200	\$ 200.00	
23. ☒ Search fee (37 CFR 1.492(b)) If the written opinion of the ISA/US or the international preliminary examination report prepared by IPEA/US indicates all claims satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) \$0 Search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) has been paid on the international application to the USPTO as an International Searching Authority \$100 International Search Report prepared by an ISA other than the US and provided to the Office or previously communicated to the US by the IB \$400 All other situations \$500	\$ 400.00	
TOTAL OF 21, 22 and 23 =		\$ 900.00
☐ Additional fee for specification and drawings filed in paper over 100 sheets (excluding sequence listing in compliance with 37 CFR 1.821(c) or (e) or computer program listing in an electronic medium) (37 CFR 1.492(j)). The fee is \$250 for each additional 50 sheets of paper or fraction thereof.		
Total Sheets 24 - 100 =	Extra Sheets /50 =	Number of each additional 50 or fraction thereof (round up to a whole number) x \$250.00
Surcharge of \$130 for furnishing any of the search fee, examination fee, or the oath or declaration after the date of commencement of the national stage (37 CFR 1.492(h)).		\$
CLAIMS Total claims Independent claims	NUMBER FILED 12 - 20 = 4 - 3 =	NUMBER EXTRA 1
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM(S) (if applicable)		RATE x x 200.00 + 360.00
TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS =		\$ 1,460.00
☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27. Fees above are reduced by 1/2.		
SUBTOTAL =		\$ 1,460.00
Processing fee of \$130.00 for furnishing the English translation later than 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492(i)).		
TOTAL NATIONAL FEE =		\$ 1,460.00
Fee for recording the enclosed assignment (37 CFR 1.21(h)). The assignment must be accompanied by an appropriate cover sheet (37 CFR 3.28, 3.31). \$40.00 per property		\$ 40.00
TOTAL FEES ENCLOSED =		\$ 1,500.00
Amount to be refunded:		\$
Amount to be charged		\$

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

- a. ☒ A check in the amount of \$ 1,500.00 to cover the above fees is enclosed.
- b. ☐ Please charge my Deposit Account No. _____ in the amount of \$ _____ to cover the above fees.
A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- c. ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment to Deposit Account No. 08-0750. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- d. ☐ Fees are to be charged to a credit card. **WARNING:** Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038

NOTE: Where an appropriate time limit under 37 CFR 1.495 has not been met, a petition to revive (37 CFR 1.137(a) or (b)) must be filed and granted to restore the International Application to pending status.

SEND ALL CORRESPONDENCE TO:

Gregory A. Stobbs
HARNES, DICKEY & PIERCE, PLC
5445 Corporate Drive, Suite 400
Troy, Michigan 48098

CUSTOMER NUMBER: 27572


SIGNATURE

Gregory A. Stobbs
NAME

28,764
REGISTRATION NUMBER

Dated: October 14, 2005

10/553107

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2009

Application No. (if known): Not Yet Assigned

Attorney Docket No.: 6268-000010/US/NP

Certificate of Express Mailing Under 37 CFR 1.10

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail, Airbill No. **EV 717 340 356 US** in an envelope addressed to:

MS PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

on October 14, 2005
Date



Signature

Gregory A. Stobbs

Typed or printed name of person signing Certificate

28,764

Registration Number, if applicable

(248) 641-1214

Telephone Number

Note: Each paper must have its own certificate of mailing, or this certificate must identify each submitted paper.

Certificate of Express Mailing (Label EV 717 340 356 US)
Check in the amount of \$1,500.00
Transmittal Letter to the United States Designated-Elected Office (3 pages, in duplicate)
Application Data Sheet (4 pages)
English language translation of the International application (24 pages)
English Translation of Formal Drawings showing Figs. 1-17 (12 pages)
Signed Declaration and Power of Attorney (4 pages)
First Preliminary Amendment (12 pages)
Recordation Cover sheet and Signed Assignment (3 pages)
IDS (Citation) by Applicant (7 references enclosed) with ISR and Written Opinion of ISA
Copy of Published International Application WO 2005/027555 A1
Return Receipt Postcard

12/pets

10/553107

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2005

WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS

PACKET COMMUNICATION APPARATUS

TECHNICAL FIELD

5 The present invention relates to a wireless packet communication method and a wireless packet communication apparatus for simultaneously transmitting a plurality of wireless packets by using multiple wireless channels or Multiple Input Multiple Output (hereinafter, MIMO).

BACKGROUND ART

10 In a conventional wireless packet communication apparatus, a wireless channel to be used is determined in advance. Prior to transmission of a data packet, the wireless packet communication apparatus performs carrier sense to detect whether or not that wireless channel is idle. Only when that wireless channel is idle, the wireless packet
15 communication apparatus transmits one data packet. This management allows a plurality of stations (hereinafter, STA) to share one wireless channel in a staggered manner ((1) IEEE 802.11 "MAC and PHY Specification for Metropolitan Area Networks", IEEE 802.11, 1998, (2) "Low-powered Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) Standard", ARIB SDT-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and
20 Businesses, settled in 2000).

 On the other hand, a wireless packet communication method is known in which, when multiple wireless channels are found idle by carrier sense, a plurality of wireless packets are transmitted simultaneously by using the wireless channels. This method is generally described with reference to Figs. 13 and 14.

25 Fig. 13(1) shows a case where two wireless channels are idle for three wireless

packets. Two of the three wireless packets are transmitted simultaneously by using the two wireless channels. Fig. 13(2) shows a case where three wireless channels are idle for two wireless packets. All (two) wireless packets are transmitted simultaneously by using the two wireless channels.

5 Fig. 14 shows a case where a known MIMO technique (Kurosaki et al., "100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications", Technical Reports of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, A · P 2001-96, RCS2001-135(2001-10)) is used together. In MIMO, different wireless packets are transmitted from a plurality of antennas at the same time on the same wireless channel.
10 Those wireless packets transmitted at the same time on the same wireless channel are separated from each other by digital signal processing that can deal with a difference between propagation coefficients of the wireless packets received by a plurality of antennas in an opposed STA. The number of MIMOs is determined in accordance with the propagation coefficients and the like.

15 Fig. 14(1) shows a case where three wireless channels are idle for seven wireless packets when the number of MIMOs of each wireless channel is two. When MIMO is applied to each of the three wireless channels, up to six wireless packets can be transmitted simultaneously. Therefore, six of the above seven wireless packets are transmitted simultaneously by using the three wireless channels.

20 Figs. 14(2) and (3) show cases where three wireless channels are idle for four wireless packets when the Number of MIMOs of each wireless channel is two. When MIMO is applied to each of the three wireless channels, up to six wireless packets can be transmitted simultaneously. However, the number of transmission-standby wireless packets is four. Therefore, MIMO is applied to a part of the three wireless channels. For
25 example, one of the wireless channels transmits two wireless packets by using MIMO, while

each of the remaining two wireless channels transmits one wireless packet without using MIMO, as shown in Fig. 14(2). Thus, four wireless packets are transmitted simultaneously by using the three wireless channels in total. Alternatively, four wireless packets are transmitted simultaneously on two wireless channels each using MIMO, as show in Fig. 5 14(3).

In the case where center frequencies of multiple wireless channels used at the same time are close to each other, an effect of leakage power from one wireless channel to a frequency region used by another wireless channel becomes large. In general, in case of transferring a wireless packet, a transmit-side STA transmits the wireless packet and 10 thereafter a receive-side STA transmits an acknowledgment packet (Ack) for the received wireless packet to the transmit-side STA. When the transmit-side STA tries to receive this acknowledgment packet (hereinafter, ACK packet), the effect of leakage power from another wireless channel used for simultaneous transmission becomes a problem.

For example, a case is considered where center frequencies of wireless channels #1 15 and #2 are close to each other and transmission times of wireless packets transmitted simultaneously from the respective wireless channels are different from each other, as shown in Fig. 15. In this case, the wireless packet transmitted on the wireless channel #1 is shorter. Thus, when an ACK packet (Ack1) for that wireless packet is received, the wireless channel #2 is performing transmission. Therefore, the wireless channel #1 may not receive 20 that ACK packet (Ack1) because of leakage power from the wireless channel #2. In this situation, throughput cannot be improved even if simultaneous transmission is performed using multiple wireless channels at the same time.

In a wireless LAN system, for example, data sizes of data frames input from a network are not constant. Thus, in case of sequentially converting the input data frames 25 into wireless packets for transmission, packet time lengths of the wireless packets are also

different. Therefore, even when a plurality of wireless packets are transmitted simultaneously at the same time, as shown in Fig. 15, the transmission time of each wireless packet is different. This increases a possibility of unsuccessful receiving of the ACK packet.

5 In order to overcome the above problem, there is a known method in which transmission of a plurality of wireless packets is terminated at the same time or substantially at the same time by making equal or equivalent packet time lengths (time required to transmit the wireless packets) of the wireless packets transmitted simultaneously. In this case, a transmit-side STA is not performing transmission at a
10 timing at which ACK packets for the respective wireless packets reach the transmit-side STA. Thus, the transmit-side STA can receive all the ACK packets without being affected by leakage power between wireless channels or the like. Therefore, the throughput can be improved.

However, even if the packet time lengths of the wireless packets transmitted
15 simultaneously are made the same, the effect of leakage power may become a problem. This case is now described with reference to Fig. 16.

At timing t1, wireless channels #1 and #2 of a transmit-side STA are idle, while a wireless channel #3 is busy. Thus, the transmit-side STA transmits wireless packets having the same packet time length by using the idle wireless channels #1 and #2. Therefore, the
20 effect of leakage power can be avoided between the wireless channels #1 and #2. When the wireless channel #3 becomes idle during transmission of those wireless packets (at timing t2), another STA may determine that the wireless channel #3 is idle and may transmit a wireless packet to the above transmit-side STA by using the wireless channel #3. However, the transmit-side STA is transmitting the wireless packets by using the wireless
25 channels #1 and #2 and therefore cannot receive the wireless packet on the wireless

channel #3 because of leakage power from the wireless channels #1 and #2. In other words, the STA in transmission cannot receive a wireless packet transmitted on a wireless channel that is adjacent to the wireless channel being in transmission. This problem occurs not only in case of simultaneous transmission using multiple wireless channels but also in a conventional case where wireless packets are transmitted by using one wireless channel and an adjacent wireless channel that is affected by leakage power receives the wireless packets.

It is an object of the present invention to avoid leakage power from affecting an adjacent channel so as to improve throughput by simultaneous transmission.

10

DISCLOSURE OF THE INVENTION

The invention of claim 1 provides a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication method includes setting a mandatory channel that is always used for transmission and transmitting the wireless packets by using a wireless channel or wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

20 In other words, for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously, transmission is performed by using the wireless channel(s) including the mandatory channel. Transmission is not performed when the mandatory channel is not idle. Moreover, wireless packets are always transmitted via wireless channels including the mandatory channel, and when the mandatory channel is busy, transmission is not performed even if there is another wireless channel. In other words, the mandatory channel can be regarded as a wireless

25

channel having the highest priority among wireless channels that have a plurality of priorities.

The invention of claim 2 provides a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication method includes distinguishing an STA A, for which a mandatory channel always used for transmission is set, from an STA B for which no mandatory channel is set. Wireless packets addressed to the STA A are transmitted by using the wireless channel(s) including the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle. Wireless packets addressed to the STA B are transmitted by using the idle wireless channel(s).

The STA A has a similar function as that of the invention of claim 1. The STA B for which no mandatory channel is set, is made transmittable even when the mandatory channel is busy.

The invention of claim 3 is such that the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have the same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time in the invention of claim 1 or 2.

The invention of claim 4 is such that in the invention recited in claim 1 or 2, wireless packets are simultaneously transmitted selectively using the multiple wireless channels or MIMO in accordance with the number of pieces of data or the number of MIMOs that depends on a channel condition.

The invention of claim 5 provides a wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet

communication apparatus includes a unit setting a mandatory channel that is always used for transmission and transmitting the wireless packets by using the multiple wireless channels or the wireless channel that include/includes the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

5 The invention of claim 6 provides a wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication apparatus includes a unit distinguishing an STA A, for which a mandatory
10 channel that is always used for transmission is set, from an STA B for which no mandatory channel is set, and determining destinations of the wireless packets. In case of wireless packets addressed to the STA A, the unit transmits the wireless packets by using the multiple wireless channels or the wireless channel that include/includes the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle. In case of wireless packets addressed to
15 the STA B, the unit transmits the wireless packets by using idle wireless channel or channels.

The invention of claim 7 is such that in the invention recited in claim 5 or 6, the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have the same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

The invention of claim 8 is such that in the invention recited in claim 5 or 6,
20 wireless packets are simultaneously transmitted selectively using the multiple wireless channels or MIMO in accordance with the number of pieces of data or the number of MIMOs that depends on a channel condition.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

25 Fig. 1 is a flowchart according to a first embodiment of the present invention.

Fig. 2 is a time chart of an exemplary operation in the first embodiment of the present invention.

Fig. 3 explains methods for reconstructing a data packet.

Fig. 4 is a flowchart according to a second embodiment of the present invention.

5 Fig. 5 is a time chart of an exemplary operation in the second embodiment of the present invention.

Fig. 6 is a flowchart according to a third embodiment of the present invention.

Fig. 7 is a flowchart according to a fourth embodiment of the present invention.

Fig. 8 is a flowchart according to a fifth embodiment of the present invention.

10 Fig. 9 is a flowchart according to a sixth embodiment of the present invention.

Fig. 10 is a flowchart according to a seventh embodiment of the present invention.

Fig. 11 is a flowchart according to an eighth embodiment of the present invention.

Fig. 12 is a block diagram of an exemplary wireless packet communication apparatus according to the present invention.

15 Fig. 13 explains exemplary methods for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels.

Fig. 14 explains exemplary methods for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels (and MIMO).

Fig. 15 explains an effect of leakage power of a wireless channel.

20 Fig. 16 explains a case where the effect of leakage power becomes a problem even if packet time lengths of wireless packets transmitted simultaneously are made the same.

Fig. 17 shows a structure of a wireless packet used in the wireless packet communication apparatus of the present invention.

BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

[First Embodiment]

Fig. 1 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the first embodiment of the present invention. Fig. 2 is a time chart of the wireless communication method according to the first embodiment of the present invention. In this embodiment, wireless channels #1, #2, and #3 are provided, and the wireless channel #1 is set as a mandatory channel for every STA. Each STA is regularly notified of the mandatory channel. When the mandatory channel is busy, each STA does not perform transmission even if there is other idle wireless channel. That is, no transmission is performed. It is assumed that the wireless channels #1, #2, and #3 affect each other due to a leakage and that when one of the wireless channels is in transmission, the other channels cannot receive data.

When data is stored in a transmission buffer, an idle wireless channel is searched by carrier sense (S1 and S2). In this example, it is found that the wireless channel #3 is busy at a timing data is generated (1), and the wireless channels #1 and #2 are idle. Then, it is determined whether or not the mandatory channel is idle (S3). When the mandatory channel is busy, a procedure goes back to the search of an idle wireless channel. On the other hand, when the mandatory channel is idle, data packets are reconstructed to data packets having the same packet time length for every wireless channel in accordance with the number of idle channels and the number of transmission stand-by data packets. The reconstructed data packets are transmitted (simultaneously) (S4). In this example, since the wireless channel #1 as the mandatory channel is idle, the wireless packets is simultaneously transmitted by using two wireless channels as the wireless channels #1 and #2.

The following three methods are known data packet reconstruction methods. In

the case where there is one data packet and two idle channels, for example, two data packets having the same packet time length are generated by fragmenting the data packet, as shown in Fig. 3(1). In the case where there are three data packets and two idle channels, a data packet 2 is divided into two portions and the two portions are connected to data packets 1 and 3, respectively, for example, as shown in Fig. 3(2). In this manner, two data packets having the same packet time length are generated. Alternatively, the two data packets having the same packet time length can be generated by connecting the three data packets into one block and then dividing the block into two. Alternatively, the data packets 1 and 2 may be aggregated to each other and dummy data is added to the data packet 3, as shown in Fig. 3(3), thereby obtaining two data packets having the same packet time length. Moreover, in the case where multiple wireless channels having different transmission rates are used, the packet time lengths of data packets are adjusted to be the same by associating a size ratio of each data packet with a ratio of the transmission rates.

Even when the wireless channel #3 becomes idle, another STA does not perform transmission because the wireless channel #1 set as the mandatory channel is busy. On the other hand, at a timing data is generated (2), all the wireless channels including the wireless channel #1 set as the mandatory channel are idle. Therefore, each STA becomes transmittable. For example, in the case where an STA transmits the wireless packets at the timing data is generated (1), another STA transmits a wireless packet to the STA having transmitted at the timing data is generated (2).

[Second Embodiment]

Fig. 4 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the second embodiment of the present invention. Fig. 5 is a time chart of that wireless packet communication method. In this embodiment, there are an STA A for which a mandatory channel is set and an STA B for which no mandatory channel is set. There is no specific

limitation to transmission to the STA B, while transmission to the STA A is allowed only when the mandatory channel is idle, and is not performed when the mandatory channel is busy even if another wireless channel is idle. Please note that in the first embodiment a mandatory channel is set for every STA so that packet transmission is always performed via
5 wireless channels including the mandatory channel without an address of a wireless packet being considered.

First, when data is stored in a transmission buffer, an idle wireless channel is searched by carrier sense (S1 and S2). In this example, it is found that at a timing data is generated (1), a wireless channel #3 is busy and wireless channels #1 and #2 are idle.
10 Then, an address of one data packet stored in the transmission buffer is decoded (S11), and it is determined whether or not any mandatory channel is set for an STA that is the decoded address (S12). When a mandatory channel is set for the receive-side STA, it is determined whether or not that mandatory channel is idle (S13). When that mandatory channel is idle, transmission stand-by data packets are reconstructed to have the same packet time length
15 for every wireless channel in accordance with the number of idle channels and the number of the transmission stand-by data packets. The reconstructed data packets are transmitted (simultaneously) (S4). In this example, for wireless packets addressed to the STA A, simultaneous transmission is performed using two wireless channels as the wireless channels #1 and #2 because the wireless channel #1 set as the mandatory channel is idle.

20 On the other hand, when no mandatory channel is set for the receive-side STA in S12, the state of the mandatory channel need not be considered so that the transmission stand-by data packets are reconstructed to have the same packet time length for every wireless channel in accordance with the number of idle channels and the number of the transmission stand-by data packets. The reconstructed data packets are transmitted
25 (simultaneously) (S4). Moreover, when the mandatory channel is not idle in S13, the

wireless packet cannot be transmitted to the STA A for which the mandatory channel is set. Therefore, it is then determined whether or not there is another data packet in the transmission buffer (S14). With a presence of a data packet therein, a procedure returns to decoding of an address of the data packet in S11. With no data packet, an idle channel is
5 searched in S2.

In this example, when the wireless channel #3 becomes idle, transmission of a wireless packet to the STA B in which no mandatory channel is set using the wireless channel #3 becomes possible. On the other hand, transmission of a wireless packet to the STA A using the wireless channel #3 is not performed because the wireless channel #1 is
10 busy, and has to wait until the wireless channel #1 becomes idle.

At a timing data is generated (2), the wireless channels #1 and #2 are idle. Therefore, wireless packets addressed to the STA A for which the mandatory channel is set and to the STA B for which no mandatory channel is set can be transmitted by using the wireless channels #1 and #2.

15 [Third Embodiment]

Fig. 6 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the third embodiment of the present invention. This embodiment has a feature in using MIMO additionally for simultaneous transmission of wireless packets in the first embodiment as well as in reconstructing wireless packets in S4 in the first embodiment such that
20 reconstructed wireless packets have the same packet time length for the number of simultaneous transmissions that corresponds to a total number of MIMOs of idle channels (S5). Except for the above, this embodiment is the same as the first embodiment.

[Fourth Embodiment]

Fig. 7 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the
25 fourth embodiment of the present invention. This embodiment has the following feature

In case of applying MIMO to simultaneous transmission of wireless packets, antenna correlation is obtained from propagation coefficients prior to reconstruction of wireless packets to wireless packets having the same packet time length for the number of simultaneous transmissions that corresponds to a total number of MIMOs of idle channels in S5 in the third embodiment. Then, the number of MIMOs that that can be multiplexed in one channel is obtained by using a predetermined threshold value (S6). Except for the above, this embodiment is the same as the third embodiment.

[Fifth Embodiment]

Fig. 8 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the fifth embodiment of the present invention. This embodiment has a feature that simultaneous transmission using multiple wireless channels as described in the first embodiment or simultaneous transmission using MIMO as described in the third embodiment is selected in accordance with the number of pieces of data stored in the transmission buffer or the number of MIMOs as described in the fourth embodiment that depends on a channel condition (S7). In accordance with this selection, wireless packets are reconstructed to have the same packet time length for the number of idle channels or the Number of MIMOs. The reconstructed packets are transmitted simultaneously (S4 and S8). Except for the above, this embodiment is the same as the first embodiment.

[Sixth Embodiment]

Fig. 9 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the sixth embodiment of the present invention. This embodiment has a feature that MIMO is applied to simultaneous transmission of wireless packets in the second embodiment. More specifically, wireless packets in S4 in the second embodiment is reconstructed in such a manner that reconstructed wireless packets have the same packet time length for the number of simultaneous transmissions that corresponds to a total number of MIMOs of idle

channels (S5). Except for the above, this embodiment is the same as the second embodiment.

[Seventh Embodiment]

Fig. 10 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the seventh embodiment of the present invention. This embodiment has the following feature. In case of applying MIMO to simultaneous transmission of wireless packets, antenna correlation is obtained from propagation coefficients prior to reconstruction of wireless packets to wireless packets having the same packet time length for the number of simultaneous transmissions that corresponds to a total number of MIMOs of idle channels in S5 in the sixth embodiment. Then, the number of MIMOs that can be multiplexed in one channel is obtained by using a predetermined threshold value (S6). Except for the above, this embodiment is the same as the sixth embodiment.

[Eighth Embodiment]

Fig. 11 is a flowchart of a wireless packet communication method according to the eighth embodiment of the present invention. This embodiment has a feature that simultaneous transmission using multiple wireless channels as described in the second embodiment or simultaneous transmission using MIMO as described in the sixth embodiment is selected in accordance with the number of pieces of data stored in the transmission buffer or the number of MIMOs described in the seventh embodiment that depends on a channel condition (S7). In accordance with this selection, reconstruction of wireless packets is performed in such a manner that reconstructed wireless packets have the same packet time length for the number of idle channels or the Number of MIMOs. The reconstructed wireless packets are transmitted simultaneously (S4 and S8). Except for the above, this embodiment is the same as the second embodiment.

[Exemplary structure of a wireless packet communication apparatus]

Fig. 12 shows an exemplary structure of a wireless packet communication apparatus of the present invention. Although the following description will be directed to the structure of the wireless packet communication apparatus capable of transmitting and receiving three wireless packets simultaneously by using three wireless channels #1, #2, and #3, the number of simultaneously transmittable/receivable wireless packets may be set arbitrarily. Where MIMO is used for each wireless channel, wireless packets can be transmitted and received simultaneously in the number of simultaneous transmissions that is equal to the sum of MIMO numbers of multiple wireless channels. However, the MIMO will not be taken into consideration in the following description as well as a case where multiple wireless channels are independently used.

In Fig. 12, the wireless packet communication apparatus includes a transmission/reception block 10-1, 10-2, and 10-3, a transmission buffer 21, a data packet generating block 22, a data frame management block 23, an analyzer of channels' occupation status 24, a packet switching block 25, a packet order management block 26, and a data frame extraction block 27.

The transmission/reception blocks 10-1, 10-2, and 10-3 perform wireless communication via different wireless channels #1, #2, and #3, respectively. These wireless channels are independent of each other because they have different wireless frequencies from each other, therefore, the blocks can perform wireless communication using multiple wireless channels at the same time. Each transmission/reception block 10 includes a modulator 11, a transmitter 12, an antenna 13, a receiver 14, a demodulator 15, a frame selection block 16, and a carrier sense block 17.

Radio frequency signals transmitted from another wireless packet communication apparatus via different wireless channels #1, #2, and #3 are input to the receivers 14 through the antennas 13 of the transmission/reception block 10-1, 10-2, and 10-3,

respectively. Each receiver 14 corresponding to each wireless channel performs a reception processing on the input radio frequency signal. The reception processing contains frequency conversion, filtering, quadrature detection, and AD conversion. A radio frequency signal on a wireless propagation path of each wireless channel is always input to the corresponding receiver 14 except during periods the antenna 13 connected to the receiver 14 is used for transmission. The receiver 14 outputs, to the carrier sense block 17, an RSSI signal indicating a received electric field strength of each wireless channel. When receiving a radio frequency signal on the corresponding wireless channel, the receiver 14 outputs to the demodulator 15 a baseband signal for which the reception processing is performed.

The demodulator 15 performs a demodulation processing on the baseband signal input from the receiver 14, and outputs a resulting data packet to the frame selection block 16. The frame selection block 16 performs CRC check on the input data packet. In the case where the data packet has been received correctly, the frame selection block 16 determines whether or not the data packet is directed to an own STA. More specifically, the frame selection block 16 determines whether or not a receive-side STA ID of the data packet is coincident with ID of the own STA. Then, the frame selection block 16 outputs the data packet addressed to the own STA to the packet order management block 26 while transmitting to the modulator 11 an ACK packet generated in an ACK packet generating block (not shown) and performs a reply processing. In transmission of the ACK packet, a transmission mode may be set in such a manner that a transmission rate is set or MIMO is not applied. On the other hand, when the data packet is not directed to the own STA, the frame selection block 16 discards the data packet.

The packet order management block 26 checks sequence numbers added to received data packets and rearranges the received data packets in an appropriate order, i.e.,

in order of sequence numbers. The rearranged data packets are output to the data frame extraction block 27 as received data packets. The data frame extraction block 27 removes a packet header from each of the data packets contained in the received data packets, and outputs the resulting data packets as received data frames.

5 When receiving an RSSI signal, the carrier sense block 17 compares a value of a received electric field strength represented by the RSSI signal with a preset threshold value. When a state where the received electric field strength is smaller than the threshold value continues for a predetermined period, the carrier sense block 17 determines that the assigned wireless channel is idle. Otherwise, the carrier sense block 17 determines that the
10 assigned wireless channel is busy. The carrier sense blocks 17 corresponding to the respective wireless channels output the determination results as carrier sense results CS1 to CS3. Please note that in each transmission/reception block 10, no RSSI signal is input to the carrier sense block 17 while the antenna 13 is in transmission. Moreover, in the case where the antenna 13 has already been in a transmission state, it is not possible to
15 simultaneously transmit another data packet as a radio frequency signal by means of the same antenna 13. Therefore, when receiving the RSSI signal, each carrier sense block 17 outputs the carrier sense result indicating that the wireless channel assigned thereto is busy.

The carrier sense results CS1 to CS3 that are output from the carrier sense blocks 17 corresponding to the respective wireless channels are input to the analyzer of channels' occupation status 24. The analyzer of channels' occupation status 24 manages an idle
20 status of each wireless channel based on the corresponding carrier sense result and notifies the data frame management block 23 of information on an idle wireless channel, the number of idle channels, and the like (Fig. 12, a).

On the other hand, sent data frames to be transmitted are input to and buffered in
25 the transmission buffer 21. The sent data frames consists one or more data frames. The

transmission buffer 21 successively notifies the data frame management block 23 of the number of data frames the transmission buffer 21 currently stores, ID information of a receive-side wireless packet communication apparatus, a data size, address information indicating a position in the buffer, and other information (b).

5 The data frame management block 23 determines how to generate data packets from which data frame and on which wireless channel to transmit, according to information about data frames for each receive-side STA ID from the transmission buffer 21 and information about the wireless channels from the analyzer of channels' occupation status 24. The data frame management block 23 then notifies the transmission buffer 21, the
10 data packet generating block 22, and the data packet switching block 25 of the determined data frame, generation manner, and wireless channel, respectively (c, d, and e). For example, in the case where the number N of idle wireless channels including the mandatory channel is smaller than the number K of transmission stand-by data frames in the transmission buffer 21, the number N of idle wireless channels including the mandatory
15 channel is determined as the number of data packets transmitted simultaneously. The transmission buffer 21 is notified of address information to designate N data frames from the K data frames (c). The data packet generating block 22 is notified of information necessary for generating N data packets from data frames input from the transmission buffer 21 (d). The packet switching block 25 is instructed to associate the N data packets
20 generated by the data packet generating block 22 with the idle wireless channels (e).

 According to an output instruction, the transmission buffer 21 outputs the data frames to the data packet generating block 22 (f). The data packet generating block 22 extracts data fields from the respective data frames to generate a plurality of data blocks having the same packet time length, and adds a packet header and a CRC code (FCS region)
25 to each of the data blocks to generate data packets shown in Fig. 17. The packet header

contains ID information on a receive-side STA as a destination of the corresponding data packet, control information such as a sequence number indicating an order of the data frame, and other information. The control information also contains information required for a receive-side STA to convert a data packet into the original data frame when it receives the data packet. The packet switching block 25 associates the data packets input from the data packet generating block 22 with the respective wireless channels.

As a result, the data packet associated with the wireless channel #1 is input to the modulator 11 in the transmission/reception block 10-1; the data packet associated with the wireless channel #2 is input to the modulator 11 in the transmission/reception block 10-2; and the data packet associated with the wireless channel #3 is input to the modulator 11 in the transmission/reception block 10-3. When receiving a data packet from the packet switching block 25, each modulator 11 performs a predetermined modulation processing on the data packet and outputs the processed data packet to the transmitter 12. Each transmitter 12 performs a transmission processing on the modulated data packet input from the modulator 11. The transmission processing contains DA conversion, frequency conversion, filtering, and power amplification. After the transmission processing, each transmitter 12 transmits the processed data packet as a wireless packet on the corresponding wireless channel via the corresponding antenna 13.

The processings described in the first to eight embodiments are performed under a control of the data frame management block 23 with the mandatory channel taken into consideration. This can prevent a situation that a wireless packet cannot be received by use of multiple wireless channels because of leakage of power from one channel to an adjacent channel.

INDUSTRIAL AVAILABILITY

According to the present invention, while a transmit-side STA is in transmission using one or more wireless channels including a mandatory channel, the other STAs do not perform transmission to the transmit-side STA. Thus, it is possible to avoid a situation
5 that the transmit-side STA cannot receive a wireless packet addressed to an own STA. On the other hand, the other STAs can surely transfer a wireless packet to the transmit-side STA by transmitting the wireless packet after the mandatory channel becomes idle. Thus, throughput can be improved,

Moreover, in the case where there is an STA for which no mandatory channel is set,
10 transmission is enabled between STAs including the STA even when the mandatory channel is busy. Thus, reduction of the throughput can be suppressed.

CLAIMS

1. A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method characterized by comprising:

setting a mandatory channel that is always used for transmission; and
transmitting the wireless packets by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

2. A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method characterized by comprising:

distinguishing an STA A from an STA B, the STA A for which a mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set, the mandatory channel being always used for transmission; and

when wireless packets are addressed to said STA A, transmitting the wireless packets to said STA A by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle; and

when wireless packets are addressed to said STA B, transmitting the wireless packets to said STA B by using idle wireless channel(s).

3. The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2, characterized in that

the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

4. The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2,

characterized by further comprising

simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

- 5 5. A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the apparatus characterized by comprising

a unit setting a mandatory channel that is always used for transmission, and
10 transmitting the wireless packets only when the mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include the mandatory channel.

6. A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless
15 channels and the MIMO, the apparatus characterized by comprising

a unit distinguishing an STA A from an STA B and determining destinations of the wireless packets so as to transmit wireless packets addressed to said STA A only when said mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include a mandatory channel, and to transmit wireless packets addressed to said
20 STA B by using idle wireless channel or channels, the mandatory channel being always used for transmission, the STA A for which the mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set.

7. The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, characterized in that

25 the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same

or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

8. The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, characterized by further comprising:

5 a unit simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

ABSTRACT

In a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channel
5 and the MIMO, a mandatory channel that is always used for transmission is set. The wireless packets are transmitted by using the wireless channel(s) including the mandatory channel only when the mandatory channel is idle. That is, in case of transmitting a plurality of wireless packets simultaneously, transmission is performed by using the wireless channel(s) including the mandatory channel, and transmission is not performed when the
10 mandatory channel is not idle.

1/12

FIG. 1

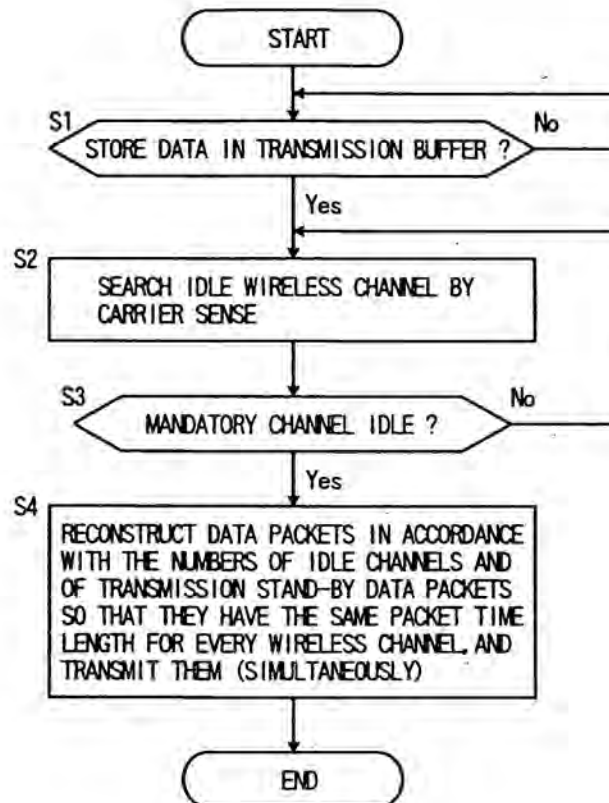
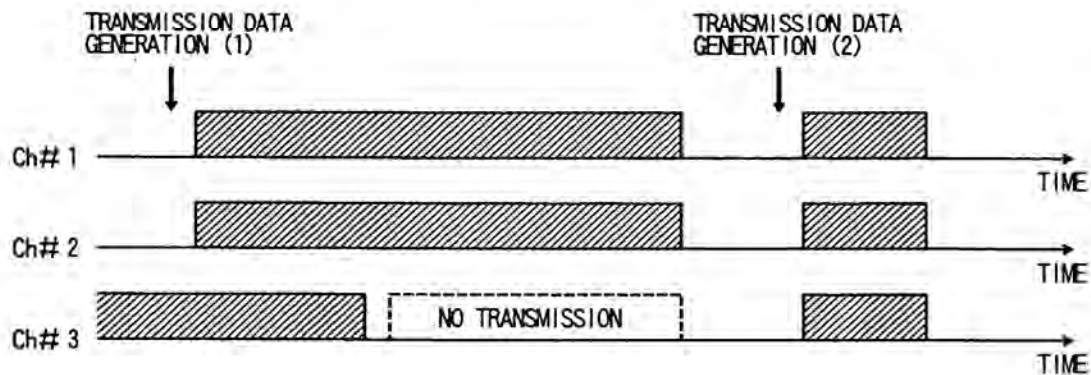


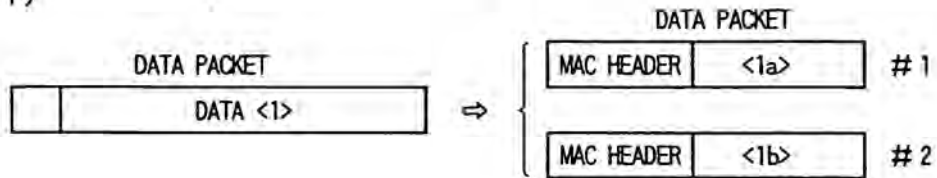
FIG. 2



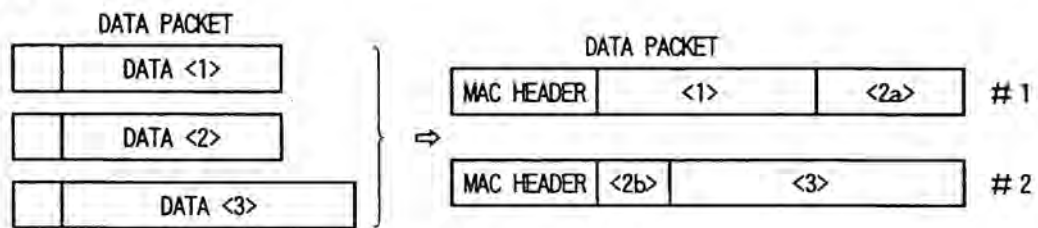
2 / 12

FIG. 3

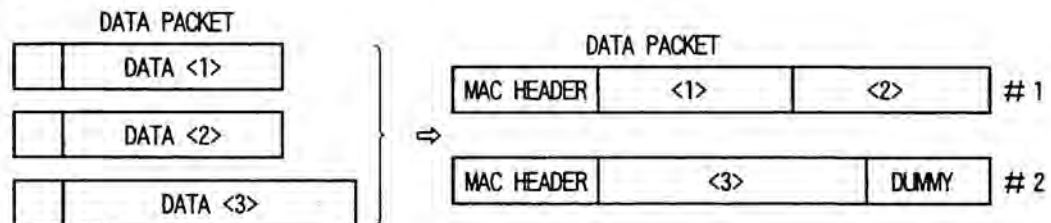
(1)



(2)



(3)



3 / 1 2

FIG. 4

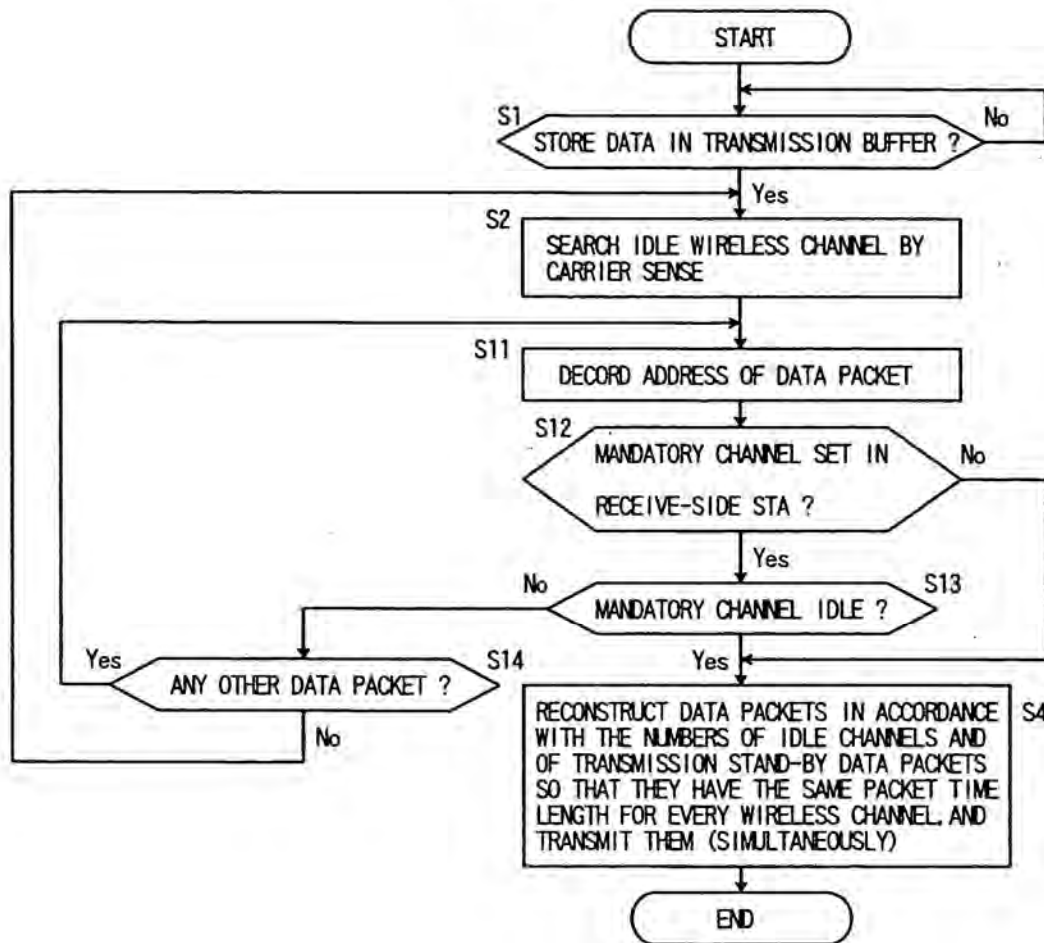
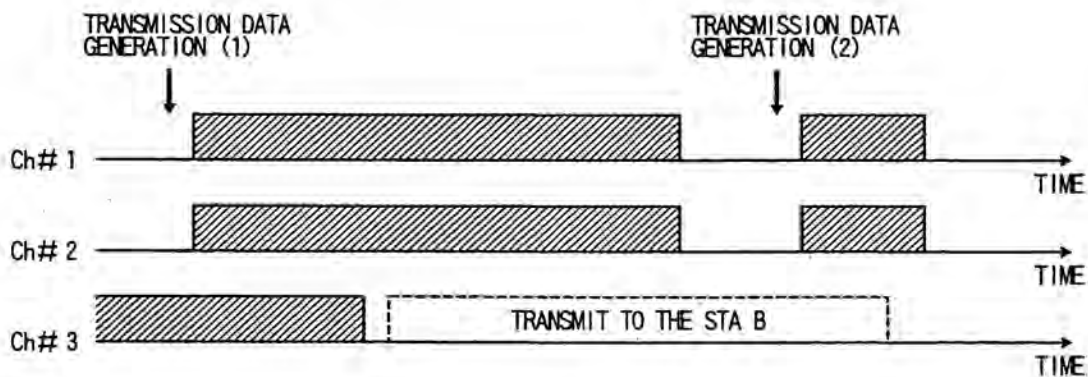
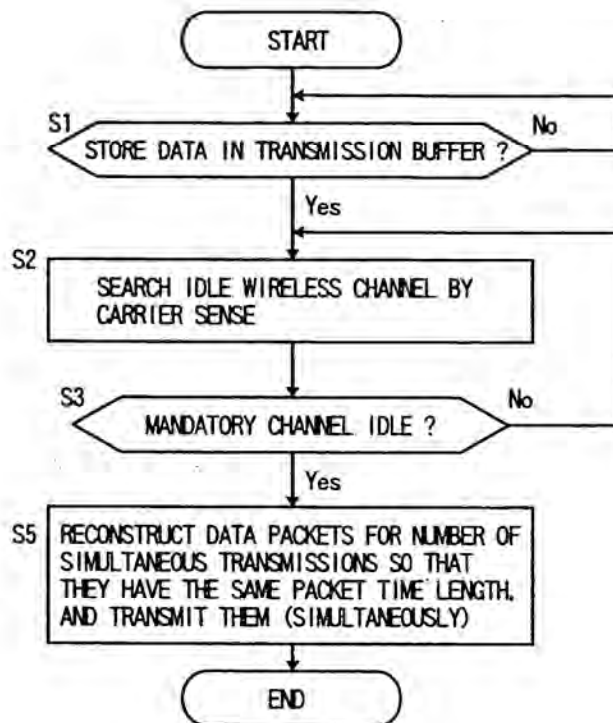


FIG. 5



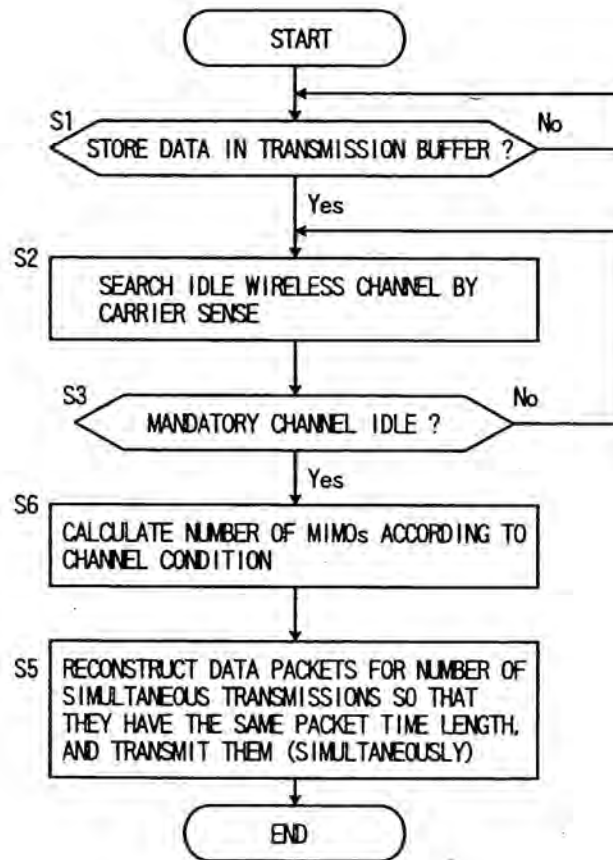
4 / 12

FIG. 6



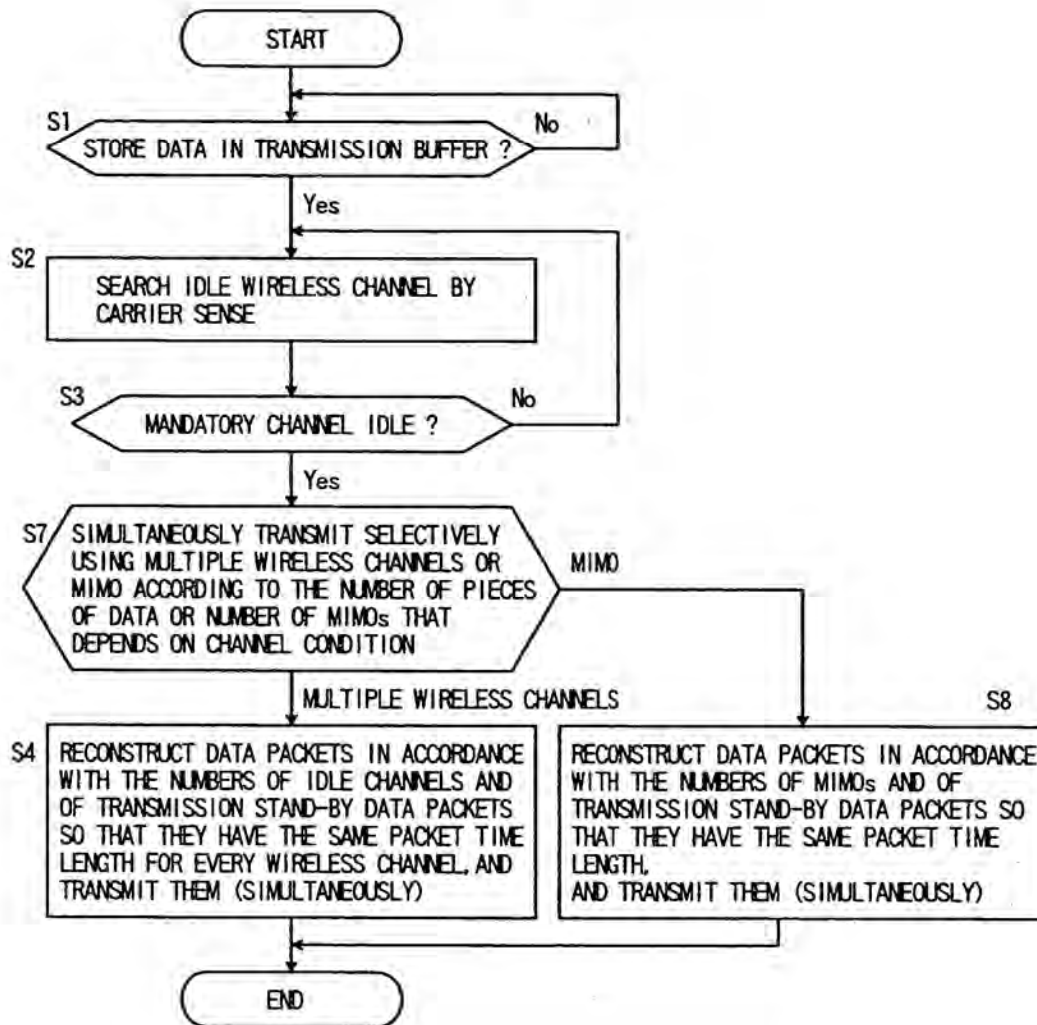
5 / 12

FIG. 7



6 / 12

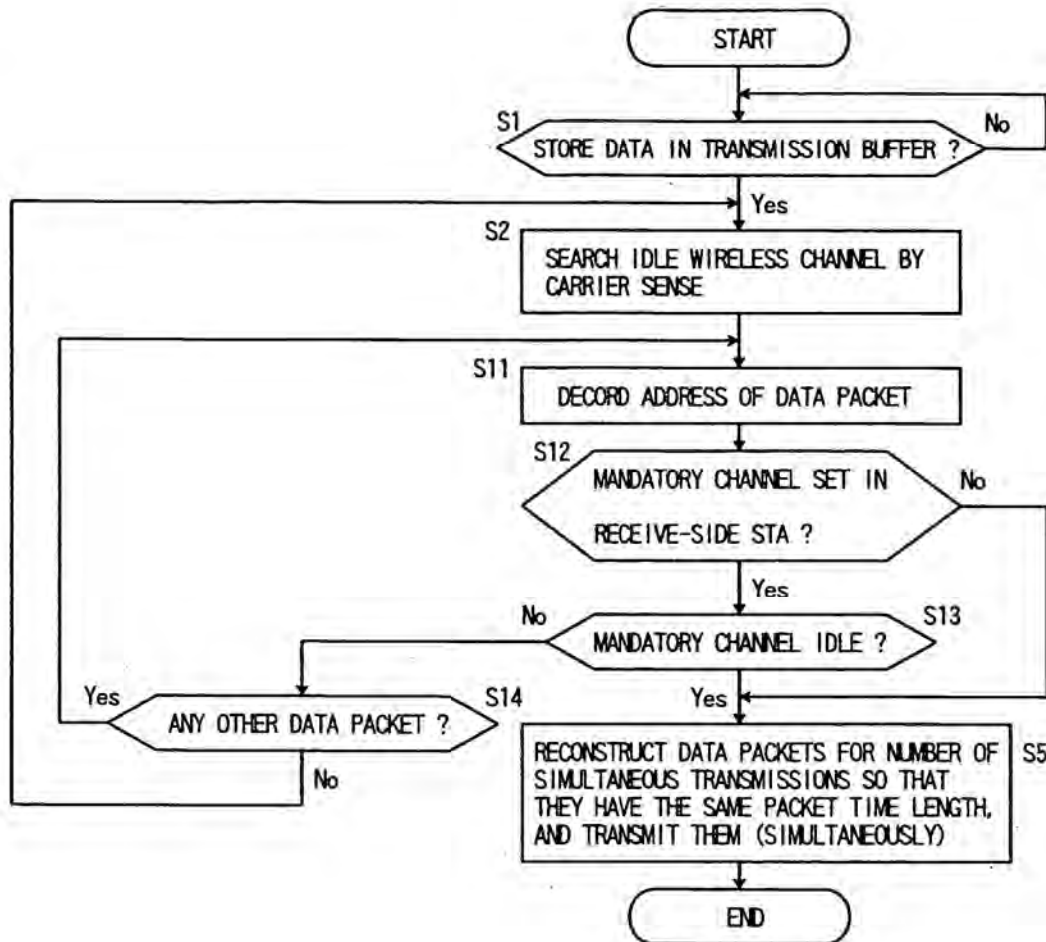
FIG. 8



40/353107

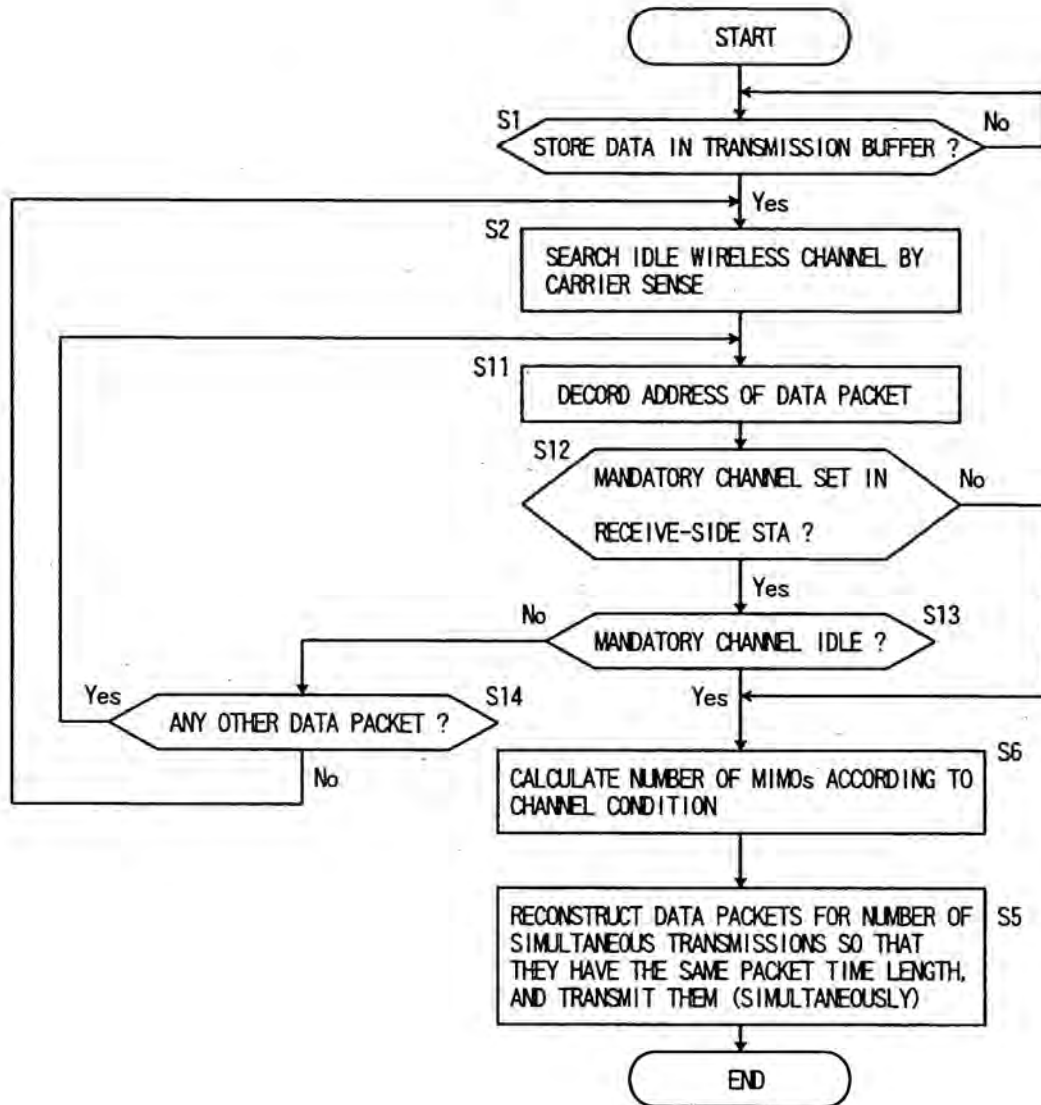
7/12

FIG. 9



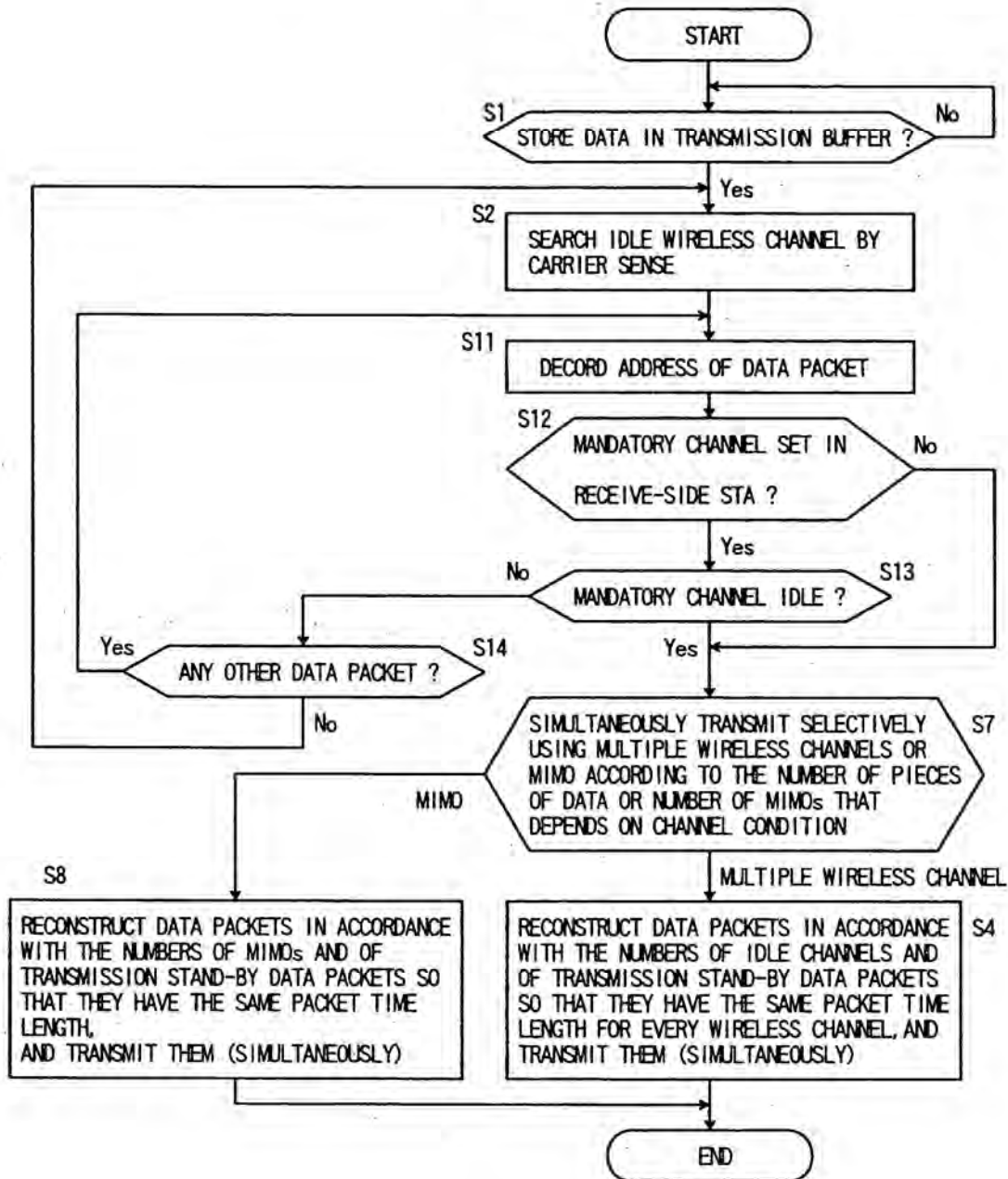
8/12

FIG. 10



9/12

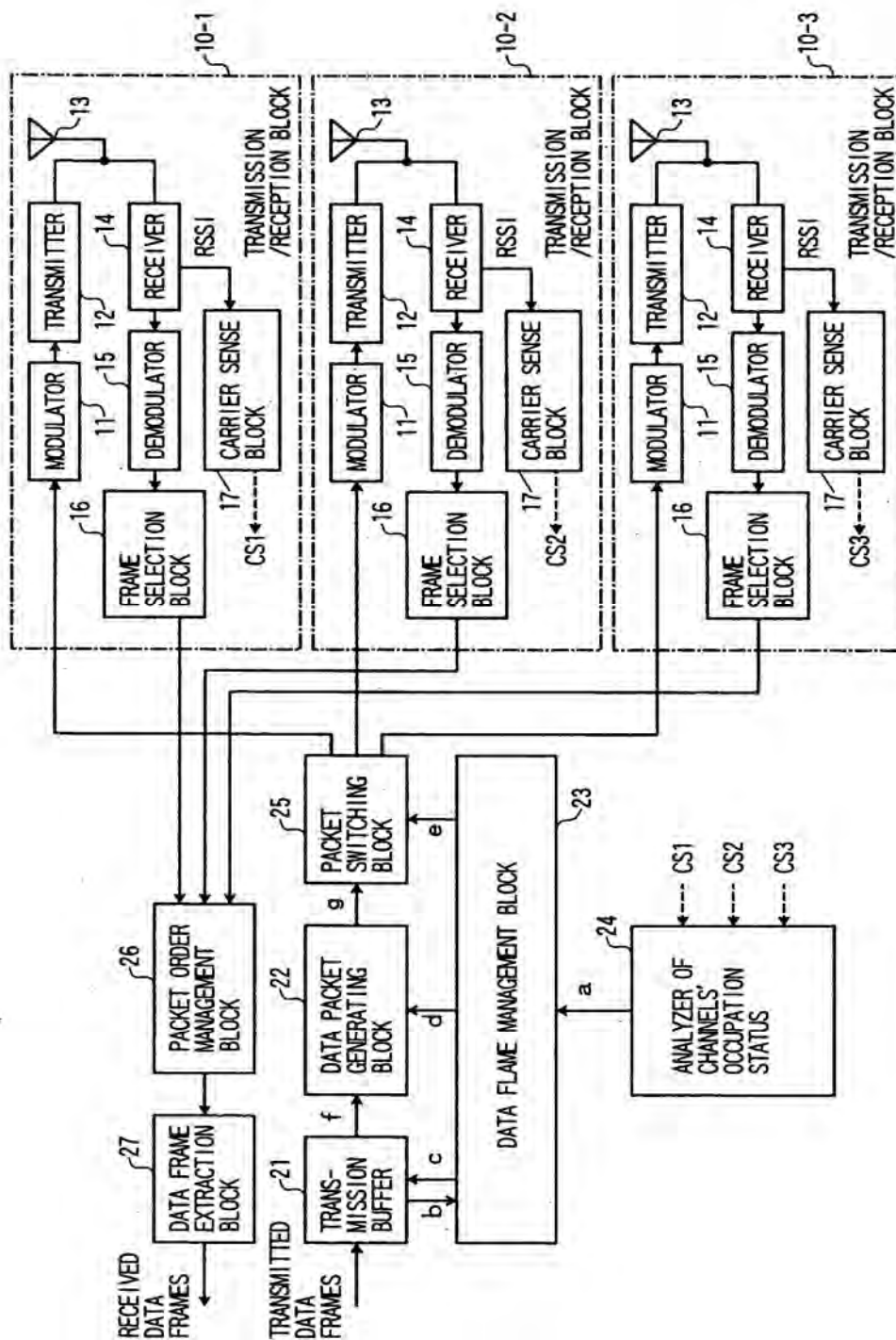
FIG. 11



80/553107

10/12

FIG. 12



11/12

FIG. 13

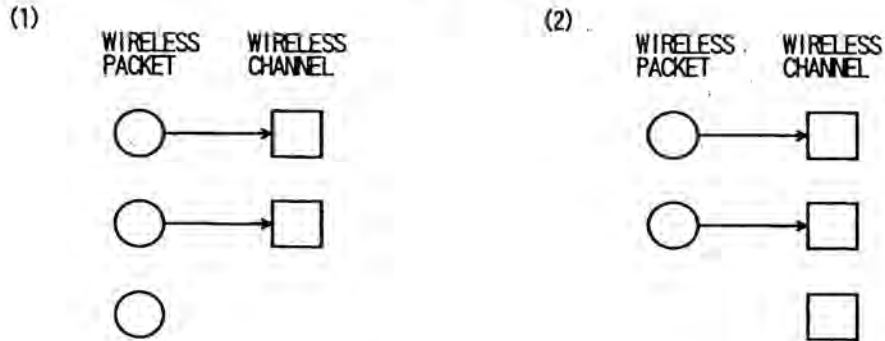
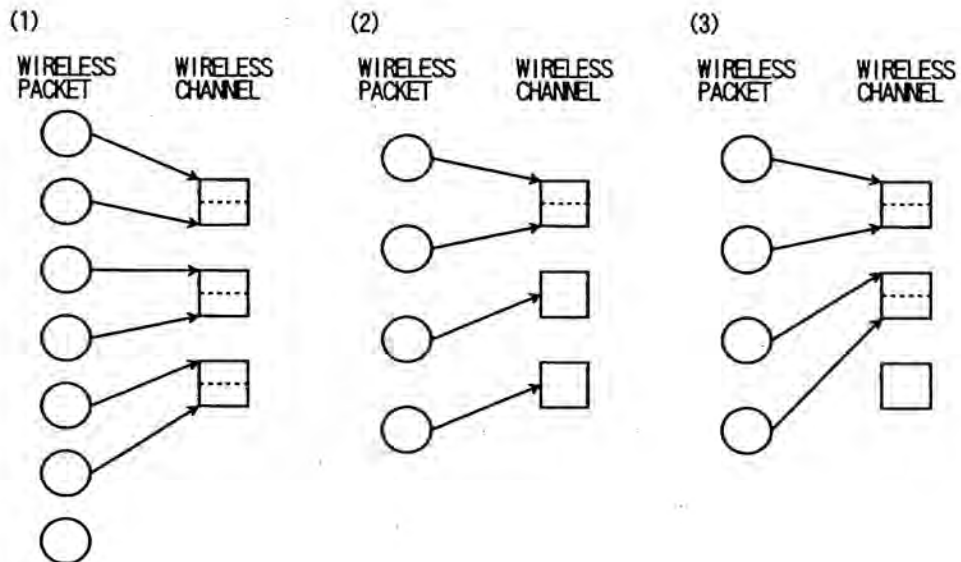


FIG. 14



12/12

FIG. 15

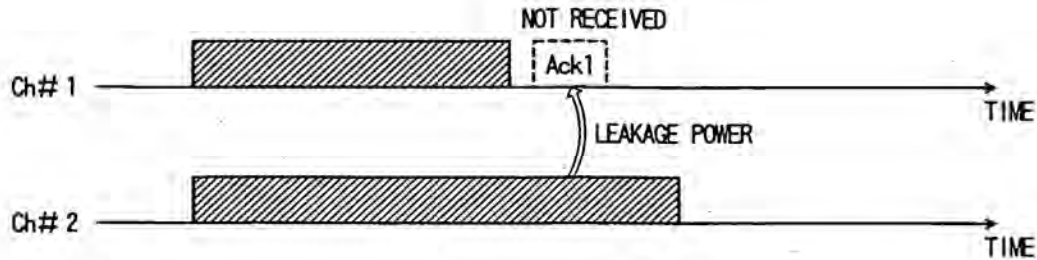


FIG. 16

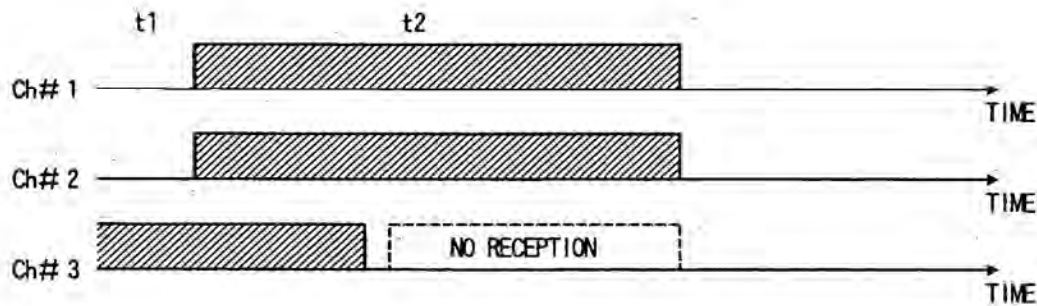
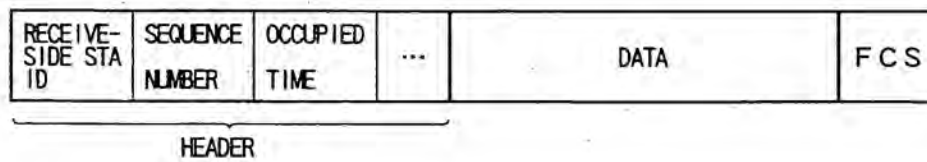


FIG. 17



DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY

Atty. Dkt. No.: 6268-000010/NP

DECLARATION

I hereby declare that:

Each inventor's residence, mailing address and citizenship are as stated below next to their name,

I believe the inventor(s) named below to be the original and first inventor(s) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:

WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS

the specification of which (check one)

- ☐ is attached hereto.
or
☒ was filed on September 9, 2004, as United States Application Number or PCT International Application No. PCT/JP2004/013483 and was amended on _____ (if applicable).

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment specifically referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR § 1.56, including for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of the continuation-in-part application.

I hereby claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. §§ 119(a)-(d) or (f), or 365(b) of any foreign application(s) for patent, inventor's or plant breeder's rights certificate(s), or 365(a) of any PCT international application which designated at least one country other than the United States of America, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent, inventor's or plant breeder's rights certificate, or any PCT international application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

PRIOR FOREIGN APPLICATION(S)				
APPN. SERIAL NO.	COUNTRY	DATE FILED (MM/DD/YYYY)	PRIORITY CLAIM	
			Yes	No
2003-317100	JAPAN	09/09/2003	☒	☐
			☐	☐
			☐	☐

DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under 18 U.S.C. § 1001 and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

POWER OF ATTORNEY

I hereby appoint each practitioner at Customer No. 27572 of Harness, Dickey & Pierce, P.L.C., my attorney with full power of substitution and revocation, to prosecute this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith.

CORRESPONDENCE ADDRESS

I request the Patent and Trademark Office to direct all correspondence and telephone calls relative to this application to Customer No. 27572, Harness, Dickey & Pierce, P.L.C., P. O. Box 828, Bloomfield Hills, Michigan 48303 (248) 641-1600.

DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY

Full name of sole or first inventor: Kengo Nagata

Inventor's signature: Kengo Nagata

Date: August 24, 2005

Residence: 4-6-103, Kamariya Minami 4-Chome, Kanazawa-ku, Yokohama-shi,
Kanagawa, Japan

Citizenship: JAPAN

Mailing Address: c/o NTT Intellectual Property Center

9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180-8585 Japan

Full name of second joint inventor, if any: Tomoaki Kumagai

Inventor's signature: Tomoaki Kumagai

Date: August 24, 2005

Residence: 7-503, Green Heights 7-Chome, Yokosuka-shi, Kanagawa, Japan

Citizenship: JAPAN

Mailing Address: c/o NTT Intellectual Property Center

9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180-8585 Japan

Full name of third joint inventor, if any: Shinya Otsuki

Inventor's signature: Shinya Otsuki

Date: August 24, 2005

Residence: D-407, 2-12, Sugita 9-Chome, Isogo-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, Japan

Citizenship: JAPAN

Mailing Address: c/o NTT Intellectual Property Center

9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180-8585 Japan

Full name of fourth joint inventor, if any: Kazuyoshi Saito

Inventor's signature: Kazuyoshi Saito

Date: August 24, 2005

Residence: A-311, Kobiki-cho 469-1, Hachioji-shi, Tokyo, Japan

Citizenship: JAPAN

Mailing Address: c/o NTT Intellectual Property Center

9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180-8585 Japan

DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY

Full name of fifth joint inventor, if any: Satoru Aikawa

Inventor's signature: Satoru Aikawa

Date: August 24, 2005

Residence: 1-27, Nagahama 2-Chome, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa,
Japan

Citizenship: JAPAN

Mailing Address: c/o NTT Intellectual Property Center

9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi, Tokyo 180-8585 Japan

FILED UNDER 35 U.S.C. 371

PATENT NUMBER and
ISSUE DATE

U.S. UTILITY Patent Application

10/553107

BEST AVAILABLE COPY

APPLICATION NUMBER	FILING DATE	CLASS	SUBCLASS	GROUP ART UNIT	EXAMINER
-----------------------	-------------	-------	----------	----------------	----------

(FACE)

NOTICE OF ALLOWANCE MAILED		Assistant Examiner	CLAIMS ALLOWED	
			Total Claims	Print Claim for O.G.
ISSUE FEE		Primary Examiner	DRAWING	
Amount Due	Date Paid		Sheets Drwg.	Figs. Drwg.
☐ TERMINAL DISCLAIMER		PREPARED FOR ISSUE	Application Examiner	
WARNING: The information disclosed herein may be restricted. Unauthorized disclosure may be prohibited by the United States Code Title 35, Sections 122, 181 and 368, Possession outside the U.S. Patent & Trademark Office is restricted to authorized employees and contractors only.				

FILED WITH:

☐ DISK (CRF)☐ CD-ROM

(Attached in pocket on right inside flap)

PATENT APPLICATION SERIAL NO. _____

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
PATENT AND TRADEMARK OFFICE
FEE RECORD SHEET

10/21/2005 MKAYPAGH 00000110 10553107

01 FC:1631	300.00 OP
02 FC:1642	400.00 OP
03 FC:1633	200.00 OP
04 FC:1614	200.00 OP
05 FC:1616	360.00 OP

PTO-1556
(5/87)

U.S. Government Printing Office: 2002 — 489-287/89033

10/553107

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2005

Express Mail Label No. EV 717 340 356 US Dated: October 14, 2005

Docket No.: 6268-000010/US/NP
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kengo Nagata et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.: N/A

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: WIRELESS PACKET COMMUNICATION
METHOD AND WIRELESS PACKET
COMMUNICATION APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

FIRST PRELIMINARY AMENDMENT

MS PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INTRODUCTORY COMMENTS

Prior to examination on the merits, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Specification begin on page 2 of this paper.

Listing of the Claims begins on page 9 of this paper.

Remarks begin on page 122 of this paper.

GAS/smc

Page 1

AMENDMENTS TO THE SPECIFICATION

On Page 1, please add the following paragraph after the title, and before the heading "*TECHNICAL FIELD*":

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION

This application is based upon and claims the benefit of priority from Japanese Patent Application No. 2003-317100, filed on September 9, 2003, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

Please replace the Paragraph beginning on Line 11 of Page 1 and after the heading "*BACKGROUND ART*" with the following paragraph rewritten in amendment format:

In a conventional wireless packet communication apparatus, a wireless channel to be used is determined in advance. Prior to transmission of a data packet, the wireless packet communication apparatus performs carrier sense to detect whether or not that wireless channel is idle. Only when that wireless channel is idle, the wireless packet communication apparatus transmits one data packet. This management allows a plurality of stations (hereinafter, STA) to share one wireless channel in a staggered manner ((1) ~~IEEE 802.11 "MAC and PHY Specification for Metropolitan Area Networks", IEEE 802.11, 1998, ((1) International Standard ISO/IEC 8802-11 ANSI/IEEE Std. 802.11, 1999 edition, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications; (2) "Low-powered~~

Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) Standard", ~~ARIB STD-T71~~ ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Businesses, settled in 2000).

In the section titled "*DISCLOSURE OF THE INVENTION*", please replace the following paragraphs as indicated below.

Please replace the Paragraph beginning on Line 12 of Page 5 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 4~~ A first aspect of the invention provides a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication method includes setting a mandatory channel that is always used for transmission and transmitting the wireless packets by using a wireless channel or wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

Please replace the Paragraph beginning on Line 3 of Page 6 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 2~~ A second aspect of the invention provides a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication method includes distinguishing an STA A, for which a mandatory channel always used for transmission is set, from an STA B for which no mandatory channel is set. Wireless packets addressed to the STA A are transmitted by using the wireless channel(s) including the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle. Wireless packets addressed to the STA B are transmitted by using the idle wireless channel(s).

Please replace the Paragraph beginning on Line 12 of Page 6 with the following paragraph rewritten in amendment format:

The STA A has a similar function as that of the ~~invention of claim 1~~ first aspect of the invention. The STA B for which no mandatory channel is set, is made transmittable even when the mandatory channel is busy.

Please replace the Paragraph beginning on Line 15 of Page 6 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 3~~ A third aspect of the invention is such that the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have the same or equivalent packet

time length that corresponds to a packet size or a transmission time in the invention of ~~claim 1 or 2~~ in the first or second aspect of the invention.

Please replace the Paragraph beginning on Line 18 of Page 6 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 4 is such that in the invention recited in claim 1 or 2,~~ A fourth aspect of the invention is such that in the first or second aspect of the invention, wireless packets are simultaneously transmitted selectively using the multiple wireless channels or MIMO in accordance with the number of pieces of data or the number of MIMOs that depends on a channel condition.

Please replace the Paragraph beginning on Line 22 of Page 6 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 5~~ A fifth aspect of the invention provides a wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication apparatus includes a unit setting a mandatory channel that is always used for transmission and transmitting the wireless packets by using the multiple wireless channels or the wireless channel that include/includes the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

Please replace the Paragraph beginning on Line 5 of Page 7 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 6~~ A sixth aspect of the invention provides a wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO. The wireless packet communication apparatus includes a unit distinguishing an STA A, for which a mandatory channel that is always used for transmission is set, from an STA B for which no mandatory channel is set, and determining destinations of the wireless packets. In case of wireless packets addressed to the STA A, the unit transmits the wireless packets by using the multiple wireless channels or the wireless channel that include/includes the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle. In case of wireless packets addressed to the STA B, the unit transmits the wireless packets by using idle wireless channel or channels.

Please replace the Paragraph beginning on Line 16 of Page 7 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 7 is such that in the invention recited in claim 5 or 6,~~ A seventh aspect of the invention is such that in the fifth or sixth aspect of the invention, the

plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have the same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

Please replace the Paragraph beginning on Line 19 of Page 7 with the following paragraph rewritten in amendment format:

~~The invention of claim 8 is such that in the invention recited in claim 5 or 6, An~~
eighth aspect of the invention is such that in the fifth or sixth aspect of the invention,
wireless packets are simultaneously transmitted selectively using the multiple wireless channels or MIMO in accordance with the number of pieces of data or the number of MIMOs that depends on a channel condition.

On page 7, please add the following paragraph beginning on line 25 and after the heading *"BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS"*:

The nature, principle, and utility of the invention will become more apparent from the following detailed description when read in conjunction with the accompanying drawings in which like parts are designated by identical reference numbers, in which:

On Page 19, please add the following paragraph beginning on Line 24, at the end of the "*BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION*" section and before the heading "*INDUSTRIAL APPLICABILITY*":

The invention is not limited to the above embodiments and various modifications may be made without departing from the spirit and scope of the invention. Any improvement may be made in part or all of the components.

LISTING OF THE CLAIMS

The following listing of claims will replace all prior versions and listings of claims in the application.

LISTING OF CLAIMS

1. (original) A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method characterized by comprising:

setting a mandatory channel that is always used for transmission; and

transmitting the wireless packets by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

2. (original) A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method characterized by comprising:

distinguishing an STA A from an STA B, the STA A for which a mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set, the mandatory channel being always used for transmission; and

when wireless packets are addressed to said STA A, transmitting the wireless packets to said STA A by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle; and

when wireless packets are addressed to said STA B, transmitting the wireless packets to said STA B by using idle wireless channel(s).

3. (original) The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2, characterized in that

the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

4. (original) The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2, characterized by further comprising

simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

5. (original) A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the apparatus characterized by comprising

a unit setting a mandatory channel that is always used for transmission, and transmitting the wireless packets only when the mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include the mandatory channel.

6. (original) A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle

by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the apparatus characterized by comprising

a unit distinguishing an STA A from an STA B and determining destinations of the wireless packets so as to transmit wireless packets addressed to said STA A only when said mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include a mandatory channel, and to transmit wireless packets addressed to said STA B by using idle wireless channel or channels, the mandatory channel being always used for transmission, the STA A for which the mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set.

7. (original) The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, characterized in that

the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

8. (original) The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, characterized by further comprising:

a unit simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

Application No. Not Yet Assigned
Amendment dated October 13, 2005
First Preliminary Amendment

Docket No.: 6268-000010/US/NP

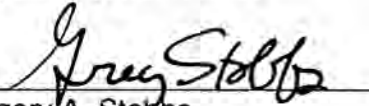
REMARKS

In view of the above amendment, applicant believes the pending application is in condition for allowance.

Applicant believes no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 08-0750, under Order No. 6268-000010/US/NP from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: October 14, 2005

Respectfully submitted,

By 

Gregory A. Stobbs
Registration No.: 28,764
HARNES, DICKY & PIERCE, P.L.C.
5445 Corporate Drive
Suite 400
Troy, Michigan 48098
(248) 641-1214
Attorney for Applicant

Express Mail Label No. EV 717 340 356 US Dated: October 14, 2005

10/553107
JC20 Rec'd PGT/PTO 4 OCT 2005

Docket No.: 6268-000010/US/NP
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kengo Nagata et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.: N/A

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: WIRELESS PACKET COMMUNICATION
METHOD AND WIRELESS PACKET
COMMUNICATION APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

Director of the United States Patent and Trademark Office
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Sir:

Pursuant to 37 C.F.R. §§ 1.56, 1.97 and 1.98, Applicant hereby submits an Information Disclosure Statement for consideration by the Examiner.

I. LIST OF PATENTS, PUBLICATIONS, AND OTHER INFORMATION

The patents, publications and other information requested to be considered by the Office (except unpublished U.S. patent applications) are listed on Form 1449 attached hereto.

II. COPIES

A. ☒ Submitted herewith is a legible copy of (i) each foreign patent; (ii) each publication or that portion which caused it to be listed, other than U.S. patents and U.S. patent application publications unless required by the Office; (iii) each unpublished U.S. application listed below in Section IV (i.e., including the specification, claims, and any drawing of the application, or that portion of the application which caused it to be listed, including any claims directed to that portion), except for such applications filed on or after June 30, 2003, pursuant to the Waiver of the Copy Requirement in 37 C.F.R. 1.98 (OG Notice dated October 19, 2004); and (iv) all other information or that portion which caused it to be listed.

B. ☐ Any patents, publications or other information which are listed on Form 1449 or on the copies of PTO-892, but which are not enclosed herewith, were previously cited by or submitted to the PTO in one of the following applications which has been relied upon for an earlier filing date under 35 U.S.C. § 120:

U.S. Serial Number

U.S. Filing Date

C. ☒ This is a PCT application in the entry of the National Phase in the United States. A copy of the International Search Report is attached for the Examiner's information. The documents listed on the International Search report are listed on the attached Form 1449 for consideration by the Examiner and for listing on any patent resulting from this application. If the International Search report was from the US, EPO, or JPO search authorities, copies of these references should have been supplied to the USPTO under the trilateral agreement and are believed to be in the file of the above-identified application. (MPEP 1893.03(g).)

III. CONCISE EXPLANATION OF THE RELEVANCE (check at least one box)

A. ☐ Except as may be indicated below in (B), all of the patents, publications or other information are in the English language (concise explanation not required).

B. ☒ A concise explanation of the relevance of each patent, publication or other information listed that is not in the English language is as follows (see 37 C.F.R. § 1.98(a)(3)):

1. ☒ See the attached foreign patent office communication from a counterpart foreign application:

International Search Report (with English Translation) and Written
Opinion of the International Searching Authority for
PCT/JP2004/013483, dated 12/06/2004

2. ☒ English translations are provided:
As noted on Form HDP-1449

3. ☒ Other:
Prior Art Information List

C. ☐ The following additional information is provided for the Examiner's consideration.

IV. CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATION(S)

A. ☐ The Examiner is advised that the following co-pending application(s) contain(s) subject matter that may be related to the present application. By bringing this(these) application(s) to the Examiner's attention, Applicant(s) does (do) not waive the confidentiality provisions of 35 U.S.C. § 122.

Serial No.

Filing Date

Art Unit

V. THIS IDS IS BEING FILED UNDER

A. ☒ **37 C.F.R. § 1.97(b):** (check only one box)

1. ☐ within three months of the filing date of a national application other than a continued prosecution application under § 1.53(d) (37 C.F.R. § 1.97(b)(1)). No fee or certification is required.
2. ☒ within three months of the date of entry of the national stage as set forth in § 1.491 in an international application (37 C.F.R. § 1.97(b)(2)). No fee or certification is required.
3. ☐ before the mailing of a first Office Action on the merits (37 C.F.R. § 1.97(b)(3)). No fee or certification is required. In the event that a first Office Action on the merits has been issued, please consider this IDS under 37 C.F.R. § 1.97(c) and see the certification under 37 C.F.R. § 1.97(e) below; or, if no certification has been made, charge our deposit account a fee in the amount of \$180.00 as required by 37 C.F.R. § 1.17(p).
4. ☐ before the mailing of a first Office Action after the filing of a request for continued examination under 37 C.F.R. § 1.114. No fee or certification is required.

B. ☐ **37 C.F.R. § 1.97(c):** (check only one box)

before the mailing date of either any Final Office Action under 37 C.F.R. § 1.113, a Notice of Allowance under 37 C.F.R. § 1.311, or an action that otherwise closes prosecution.

1. ☐ No certification; therefore, a fee in the amount of \$180.00 is required by 37 C.F.R. § 1.17(p).
2. ☐ See the certification below. No fee is required.

C. ☐ 37 C.F.R. § 1.97(d):

after the mailing date of either a Final Office Action under 37 C.F.R. § 1.113 or a Notice of Allowance under 37 C.F.R. § 1.311, yet on or before payment of the issue fee.

1. ☐ See the certification below. A fee in the amount of \$180.00 is required by 37 C.F.R. § 1.17(p).

VI. CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e): (check only one box)

The undersigned hereby certifies that:

A. ☐ each item of information contained in this IDS was first cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS (See 37 C.F.R. § 1.97(e)(1)). See further statement under 37 C.F.R. 1.704(d) below in section VII, if applicable; or

B. ☐ no item of information contained in this IDS was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the undersigned after making reasonable inquiry, no item of information contained in this IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this IDS (See 37 C.F.R. § 1.97(e)(2)).

C. ☐ some of the items of information were first cited in a communication from a foreign patent office. As to this information, the undersigned hereby certifies that each item of information contained in this IDS was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this IDS. As to the remaining information, the undersigned hereby certifies that no item of this remaining information contained in this IDS was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the undersigned after making reasonable inquiry, no item of information contained in this IDS was known to any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than three months prior to the filing of this IDS.

VII. STATEMENT UNDER 37 C.F.R. 1.704(d)

The undersigned hereby states that:

☐ each item of information contained in this IDS was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart application and this communication was not received by any individual designated in 37 C.F.R. § 1.56(c) more than thirty days prior to the filing of this IDS.

10/553107

VIII. PAYMENT OF FEES (check only one box)

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2005

- A. ☐ A check in the amount of \$180.00 is enclosed for the above identified fee.
- B. ☐ Please charge Deposit Account No. 08-0750 in the amount of \$180.00 for the above-indicated fee. A duplicate copy of this paper is attached.

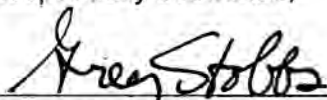
The above references are being cited only in the interest of candor and without any admission that they constitute statutory prior art, contain matter which anticipates the invention, or which would render the same obvious, either singly or in combination, to a person of ordinary skill in the art. Furthermore, this Information Disclosure Statement shall not be construed as a representation that a search has been made.

If it is determined that this IDS has been filed under the wrong rule, the PTO is requested to consider this IDS under the proper rule (with a petition if necessary) and charge the appropriate fee to Deposit Account No. 08-0750.

Please charge any additional fees or credit any overpayment pursuant to 37 C.F.R. § 1.16 or § 1.17 to Deposit Account No. 08-0750.

Respectfully submitted,

Dated: October 14, 2005

By: 
Gregory A. Stobbs
Reg. No. 28,764

Harness, Dickey & Pierce, P.L.C.
P.O. Box 828
Bloomfield Hills, Michigan 48303
(248) 641-1600

GAS/smc

PRIOR ART INFORMATION LIST

your case No.	
our case No.	0003219_NT_PCT-US

Inventor, Patent Number, Country Author, Title, Name of Document	Issue date	Concise Explanation of the Relevance (indication of page, column, line figure of the relevant portion)
International Standard ISO/IEC 8802-11 ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	1999	Technological background
IEEE Std 802.11-1997, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	1997	Technological background
Low-powered Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) standard, ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Businesses	settled in 2000	Technological background 6.2.4.1.1, 6.2.4.2 – 6.2.4.2.10
Kurosaki et al., “100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications”, Technical Report of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, A·P2001-96, RCS2001-135	2001-10	Technological background

JC20 Rec'd PCT/PTO 1 4 OCT 2005

PTO/SB/08a/b (07-05)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/B/PTO				Complete if Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT <i>(Use as many sheets as necessary)</i>				Application Number	2005-05107
				Filing Date	Concurrently Herewith
				First Named Inventor	Kengo Nagata
				Art Unit	N/A
				Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	1	of	1	Attorney Docket Number	6268-000010/US/NP

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number Number-Kind Code ² (if known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁶
	BA	JP-2003-259430-A	09-12-2003			✓
	BB	JP-2002-198933-A	07-12-2002			✓
	BC	JP-07-303090-A	11-14-1995			✓

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²
	CA	International Standard ISO/IEC 8802-11 ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	
	CB	IEEE Std 802.11-1997, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	
	CC	Low-powered Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) standard, ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Businesses (with English Translation)	
	CD	Kurosaki et al., "100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications", Technical Report of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, A P2001-96, RCS2001-135	

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

Examiner Signature		Date Considered	
--------------------	--	-----------------	--

GAS/

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-259430

(P2003-259430A)

(43) 公開日 平成15年9月12日 (2003.9.12)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

ページ (参考)

H 0 4 Q 7/36

H 0 4 B 7/26

1 0 5 D 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-57563 (P2002-57563)

(22) 出願日 平成14年3月4日 (2002.3.4)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71) 出願人 301023711

三洋テレコミュニケーションズ株式会社

大阪府大東市三洋町1番1号

(72) 発明者 宮田 健雄

大阪府大東市三洋町1番1号 三洋テレコ

ミュニケーションズ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

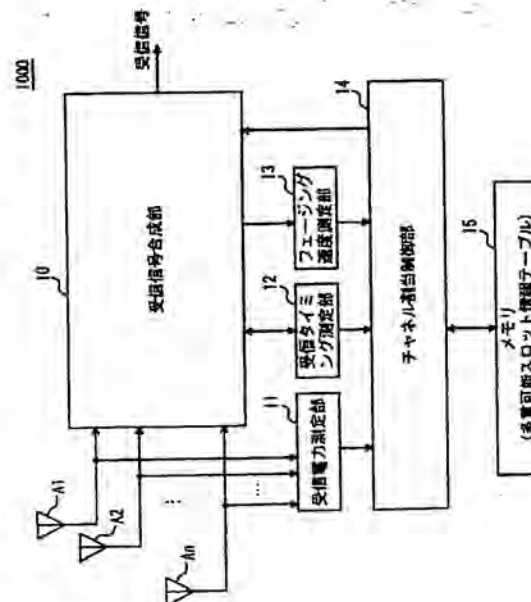
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線基地装置、スロット割当方法、およびスロット割当プログラム

(57) 【要約】

【課題】 空間多重可能スロットと空間多重制限スロットとが混在する場合に効率良くスロット割当を行うことができる無線基地装置、スロット割当方法、およびスロット割当プログラムを提供する。

【解決手段】 空間多重基地局1000のチャネル割当制御部14は、上り受信電力、上り受信タイミングずれ、および端末フェージング速度に基づいて、スロット割当を要求する端末が、空間多重に適した端末か適さない端末かを判定する。チャネル割当制御部14は、メモリ15の多重可能スロット情報テーブルに基づいて、空間多重に適さない端末を多重制限スロットに優先的に割当て、空間多重に適した端末を多重可能スロットに優先的に割当てる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置であって、前記複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、前記複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含み、

スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定する多重容易度判定手段と、前記多重容易度判定手段によって空間多重に適していると判定された移動端末装置を前記空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を前記空間多重が制限されるスロットに割当てるスロット割当手段とを備える、無線基地装置。

【請求項 2】 前記複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与する割当優先順位付与手段をさらに備える、請求項 1 に記載の無線基地装置。

【請求項 3】 前記多重容易度判定手段は、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定し、

前記スロット割当手段は、前記多重容易度判定手段によって中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、前記通常割当優先順位に従って割当てる、請求項 2 に記載の無線基地装置。

【請求項 4】 前記スロット割当手段は、前記空間多重に適していると判定された移動端末装置を、前記空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる、請求項 2 または 3 に記載の無線基地装置。

【請求項 5】 前記スロット割当手段は、前記空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、前記空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる、請求項 2 または 3 に記載の無線基地装置。

【請求項 6】 前記多重容易度判定手段は、前記割当優先順位付与手段によって通常割当優先順位が 2 つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう、請求項 2 から 5 のいずれかに記載の無線基地装置。

【請求項 7】 前記多重容易度判定手段は、前記スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の無線基地装置。

【請求項 8】 前記多重容易度判定手段は、前記スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の無線基地装置。

【請求項 9】 前記多重容易度判定手段は、前記スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づいて

多重容易度の判定を行なう、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の無線基地装置。

【請求項 10】 複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置におけるスロット割当方法であって、前記複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、前記複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含み、

スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定するステップと、

空間多重に適していると判定された移動端末装置を前記空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を前記空間多重が制限されるスロットに割当てるステップとを備える、スロット割当方法。

【請求項 11】 前記複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与するステップをさらに備える、請求項 10 に記載のスロット割当方法。

【請求項 12】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定するステップを含み、

前記スロットを割当てるステップは、前記中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、前記通常割当優先順位に従って割当てるステップを含む、請求項 11 に記載のスロット割当方法。

【請求項 13】 前記スロットを割当てるステップは、前記空間多重に適していると判定された移動端末装置を、前記空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる、請求項 11 または 12 に記載のスロット割当方法。

【請求項 14】 前記スロットを割当てるステップは、前記空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、前記空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる、請求項 11 または 12 に記載のスロット割当方法。

【請求項 15】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記通常割当優先順位が 2 つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう、請求項 11 から 14 のいずれかに記載のスロット割当方法。

【請求項 16】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう、請求項 10 から 15 のいずれかに記載のスロット割当方法。

【請求項 17】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記スロットの割当を必要とする移

動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう。請求項10から15のいずれかに記載のスロット割当方法。

【請求項18】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づいて多重容易度の判定を行なう。請求項10から15のいずれかに記載のスロット割当方法。

【請求項19】 複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置におけるスロット割当プログラムであって、前記複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、前記複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含み、コンピュータに、スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定するステップと、空間多重に適していると判定された移動端末装置を前記空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を前記空間多重が制限されるスロットに割当てるステップとを実行させる、スロット割当プログラム。

【請求項20】 前記複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与するステップをさらにコンピュータに実行させる。請求項19に記載のスロット割当プログラム。

【請求項21】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定するステップを含み、前記スロットを割当てるステップは、前記中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、前記通常割当優先順位に従って割当てるステップを含む。請求項20に記載のスロット割当プログラム。

【請求項22】 前記スロットを割当てるステップは、前記空間多重に適していると判定された移動端末装置を、前記空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる。請求項20または21に記載のスロット割当プログラム。

【請求項23】 前記スロットを割当てるステップは、前記空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、前記空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、前記通常割当優先順位に従って割当てる。請求項20または21に記載のスロット割当プログラム。

【請求項24】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記通常割当優先順位が2つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう。請求項20から23のいずれかに記載のスロット割当プログラム。

【請求項25】 前記空間多重に適しているか否かを判

定するステップは、前記スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう。請求項19から24のいずれかに記載のスロット割当プログラム。

【請求項26】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう。請求項19から24のいずれかに記載のスロット割当プログラム。

【請求項27】 前記空間多重に適しているか否かを判定するステップは、前記スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づいて多重容易度の判定を行なう。請求項19から24のいずれかに記載のスロット割当プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線基地装置、スロット割当方法、およびスロット割当プログラムに関し、特に、複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置、およびそのような無線基地装置におけるスロット割当方法およびスロット割当プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、急速に発達しつつある移動体通信システム（たとえば、Personal Handyphone System：以下、PHS）では、電波の周波数利用効率を高めるために、1つのタイムスロット（以下、スロット）を周波数分割するとともに、同一スロットの同一周波数をさらに空間的に分割することにより複数ユーザの移動無線端末装置（端末）を無線基地局（基地局）に空間（パス）多重接続させることができるPDMA（Path Division Multiple Access）方式が提案されている。

【0003】このPDMA方式では、現在のところアダプティブアレイ技術が採用されている。アダプティブアレイ処理とは、端末からの受信信号に基づいて、基地局のアンテナごとの受信係数（ウェイト）からなるウェイトベクトルを計算して適応制御することによって、所望の端末からの信号を正確に抽出する処理である。

【0004】このようなアダプティブアレイ処理により、各ユーザ端末のアンテナからの上り信号は、基地局のアレイアンテナによって受信され、受信指向性を伴って分離抽出されるとともに、基地局から当該端末への下り信号は、端末のアンテナに対する送信指向性を伴ってアレイアンテナから送信される。

【0005】このようなアダプティブアレイ処理は周知の技術であり、たとえば菊間信良著の「アレイアンテナによる適応信号処理」（科学技術出版）の第35頁～第49頁の「第3章 MMS Eアダプティブアレイ」に詳細に説明されているので、ここではその動作原理についての説明を省略する。

【0006】このように、アダプティブアレイ技術を用いて複数のユーザ端末が空間多重接続可能な基地局を空間多重基地局と称する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような空間多重基地局では、理想的には、すべてのスロットで空間多重接続可能なことが望ましい。

【0008】しかしながら、空間多重基地局において、アダプティブアレイ処理などのデジタル信号処理を行なうためのハードウェア（たとえばデジタル信号処理装置 DSP）には、コストなど様々な要因により、その性能（たとえば DSP クロック速度）に制限が課せられることがある。

【0009】たとえば、高価な DSP を用いて構成された空間多重基地局では、すべてのスロットで空間多重が可能のように構成することもできるが、安価な DSP を用いて構成された空間多重基地局では、空間多重可能なスロットと空間多重不可のスロットとが混在する場合がある。

【0010】図 6 は、上述のように空間多重可能なスロットと空間多重不可のスロットとが混在する場合を模式的に示す図である。この例では 4 スロット単位で上りまたは下りの通信が行なわれているものとする。

【0011】まず、4 スロットのうち、1 つのスロットには、制御チャンネル（Control Channel: CCH）が割当てられる。CCH が割当てられたスロットでは空間多重は不可である。図 6 の例では、スロット 3 に CCH が割当てられているものとする。

【0012】一般に、ハードウェア上の制約から、CCH が割当てられたスロットに対し、一定の関係を有するスロットの空間多重が制限される。図 6 の例では、CCH が割当てられたスロット 3 に 1 つ先行するスロット 2 において空間多重は不可とされ、残りのスロット 1 および 4 では、空間多重は可能となる。

【0013】このような空間多重の制限は、基地局のハードウェア、コストなど、製品上の種々の都合により、部分的に発生するものであり、その態様も場合により様々であり、図 6 に示される態様に限られるものではない。

【0014】一方、ユーザ端末には、その位置、その移動速度などにより、基地局への空間多重接続に適した端末と、適していない端末とがある。

【0015】上述のように空間多重可能なスロットと空間多重が制限されるスロットとが混在する空間多重基地局において、ユーザ端末が空間多重接続に適した端末と適さない端末とからなる場合、当該基地局に接続を要求するすべてのユーザ端末が接続することができるように効率良くスロットの割当を行なうことは困難であるという問題があった。

【0016】それゆえに、この発明の目的は、空間多重

可能なスロットと空間多重が制限されるスロットとが混在する場合であっても、接続を要するすべてのユーザ端末に接続できるように、効率良くスロット割当を行うことができる無線基地装置、スロット割当方法、およびスロット割当プログラムを提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の 1 つの局面によれば、複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置は、多重容易度判定手段と、スロット割当手段とを備える。複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含む。多重容易度判定手段は、スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定する。スロット割当手段は、多重容易度判定手段によって空間多重に適していると判定された移動端末装置を空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を空間多重が制限されるスロットに割当てる。

【0018】好ましくは、無線基地装置は、複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与する割当優先順位付与手段をさらに備える。

【0019】好ましくは、多重容易度判定手段は、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定し、スロット割当手段は、多重容易度判定手段によって中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0020】好ましくは、スロット割当手段は、空間多重に適していると判定された移動端末装置を、空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0021】好ましくは、スロット割当手段は、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0022】好ましくは、多重容易度判定手段は、割当優先順位付与手段によって通常割当優先順位が 2 つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう。

【0023】好ましくは、多重容易度判定手段は、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0024】好ましくは、多重容易度判定手段は、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0025】好ましくは、多重容易度判定手段は、スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づい

て多重容易度の判定を行なう。

【0026】この発明の他の局面によれば、複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基地装置におけるスロット割当方法であって、複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含む。スロット割当方法は、スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定するステップと、空間多重に適していると判定された移動端末装置を空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を空間多重が制限されるスロットに割当てるステップとを備える。

【0027】好ましくは、スロット割当方法は、複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与するステップをさらに備える。

【0028】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定するステップを含み、スロットを割当てるステップは、中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、通常割当優先順位に従って割当てるステップを含む。

【0029】好ましくは、スロットを割当てるステップは、空間多重に適していると判定された移動端末装置を、空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0030】好ましくは、スロットを割当てるステップは、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0031】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、通常割当優先順位が2つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう。

【0032】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0033】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0034】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0035】この発明のさらに他の局面によれば、複数の移動端末装置が空間多重接続することができる無線基

地装置におけるスロット割当プログラムであって、複数の移動端末装置との通信は複数のスロット単位で行なわれ、複数のスロットは、空間多重が可能なスロットと、空間多重が制限されるスロットとを含む。スロット割当プログラムは、コンピュータに、スロットの割当を必要とする移動端末装置が空間多重に適しているか否かを判定するステップと、空間多重に適していると判定された移動端末装置を空間多重が可能なスロットに割当て、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を空間多重が制限されるスロットに割当てるステップとを実行させる。

【0036】好ましくは、スロット割当プログラムは、複数のスロットのそれぞれにおける干渉レベルの程度に基づいて、干渉レベルの低いスロットから優先的に割当てる通常割当優先順位を付与するステップをさらにコンピュータに実行させる。

【0037】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、空間多重に適している移動端末装置および空間多重に適していない移動端末装置の中間の多重容易度の移動端末装置を判定するステップを含み、スロットを割当てるステップは、中間の多重容易度であると判定された移動端末装置を、通常割当優先順位に従って割当てるステップを含む。

【0038】好ましくは、スロットを割当てるステップは、空間多重に適していると判定された移動端末装置を、空間多重が可能なスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0039】好ましくは、スロットを割当てるステップは、空間多重に適していないと判定された移動端末装置を、空間多重が制限されるスロットに空きが無ければ、通常割当優先順位に従って割当てる。

【0040】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、通常割当優先順位が2つ以上のスロットに付与されたときに、多重容易度の判定を行なう。

【0041】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信電力レベルに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0042】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を必要とする移動端末装置からの受信タイミングに基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0043】好ましくは、空間多重に適しているか否かを判定するステップは、スロットの割当を要求する移動端末装置の移動速度に基づいて多重容易度の判定を行なう。

【0044】したがって、この発明では、スロットの割当を必要としている移動端末装置が空間多重に適しているか否かに応じて、当該移動端末装置に空間多重可能な

スロットまたは空間多重が制限されるスロットを振分けるように構成しているため、スロット割当を要求するすべての移動端末装置が接続できる効率的なスロット割当を実現することができる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0046】まず、この発明の原理について説明する。前述のようにユーザ端末には、空間多重接続に適した（容易な）端末と、適していない（容易でない）端末とが存在する。

【0047】図1は、このようなユーザ端末ごとの空間多重容易度を模式的に説明する図である。

【0048】図1を参照して、空間多重基地局1はエリア2内のユーザ端末3～6と通信する。ここで、エリア2の端に位置する遠方の端末3からの基地局1における上り受信電力レベルは低く、同一スロットにおいて他のユーザ端末と多重接続するのに適していない。

【0049】なぜなら、このような空間多重接続を許容する基地局では、多重接続している複数のユーザ端末同士の上り受信信号の電力比（Desired user's power; Desired user's power、以下DD比）が互いに揃っていることが望ましいからである。

【0050】というのは、もしも複数のユーザ端末からの受信電力に大きな差があれば、アダプティブアレイ処理の干渉除去能力が及ばなくなり、受信電力の低い方の受信信号は、受信エラーとみなされてしまう可能性があるからである。端末3のようなエリアの端に同等の上り受信電力の他ユーザが存在している可能性は低く、したがって、端末3は、他ユーザとの多重接続に適していない（多重しにくい）。

【0051】一方、図1を参照して、基地局1に近接する端末4からの基地局1における上り受信電力レベルは大きく、また基地局1に近接した狭いエリアに他ユーザが存在している可能性も低い。したがって、上述の理由により、この端末4もまた同一スロットにおいて他のユーザ端末と多重接続するのに適していない。

【0052】その他のユーザ端末5、6は、ユーザが最も分布しているエリアのユーザ端末と考えられ、これらの端末からの基地局1における上り受信電力レベルはほぼ中間的な値で揃っており、ユーザ端末同士の多重接続に適しているものと考えられる。

【0053】このような状況において、たとえば空間多重可能なスロットに空間多重に適さないユーザ端末を割当ててしまうと、そのスロットにはもはや他のユーザ端末を割当てることができなくなってしまい、割当の効率を著しく損なうことになる。

【0054】このように、従来、空間多重基地局では、空間多重可能なスロットと空間多重が制限されるスロ

ットとが混在していたため、効率的なスロット割当が困難であったが、この発明では、接続を要求しているユーザ端末が空間多重に適しているか否かに応じて、空間多重可能なスロットまたは空間多重が制限されるスロットを振分けることにより、効率的なスロット割当を実現しようとするものである。

【0055】より具体的に、この発明によれば、空間多重に適したユーザ端末、すなわち空間多重が容易なユーザ端末から接続（スロット割当）の要求があれば、この端末を空間多重が可能なスロットに優先的に割当てて。これに対し、空間多重に適さないユーザ端末、すなわち空間多重が容易でないユーザ端末から接続の要求があれば、この端末を空間多重が制限される（多重不可）スロットに優先的に割当てて。

【0056】すなわち、空間多重が容易でない端末がスロット割当を要求してきた場合、空間多重可能なスロットを割当ててしまうと、そのスロットについては、前述のように、後から接続を要求してきたユーザがもはや多重接続する機会を失ってしまうことになる。そこで、この発明では、空間多重が容易でない端末からスロット割当要求があれば、この端末を空間多重が制限されるスロットに優先的に割当てることにより、後からスロット割当を要求してきた空間多重が容易なユーザ端末ができるだけ多く空間多重可能スロットに割当られるようスロット割当を制御するように構成したものである。

【0057】なお、以上の原理説明では、接続を要求する端末からの上り受信電力を、端末の空間多重接続の容易性の判断要素として用いていたが、これは上り受信電力に限られるものではなく、当該端末のスロット内の予想受信タイミング位置（同期位置）からの上り受信タイミングのずれの大きさ、当該端末の移動速度を表わすフエージング速度など、様々な判断要素を用いることができる。また、これらの複数種類の判断要素を適宜組合せて、多重容易性の判断に用いても良い。

【0058】図2は、この発明の実施の形態による空間多重基地局1000の構成を示す概略ブロック図である。

【0059】図2を参照して、空間多重基地局1000は、複数本のアンテナ、たとえばn本のアンテナA1、A2、・・・、Anからなるアレイアンテナを備えている。アンテナA1、A2、・・・、Anは、受信信号合成部10に接続される。

【0060】受信信号合成部10に与えられた受信信号は、そこで、増幅、周波数変換などの各種のアナログ信号処理が施された後、デジタル信号に変換されて、デジタル信号処理が施される。

【0061】より具体的に、受信信号合成部10は、前述した周知のアダプティブアレイ処理により、各ユーザ端末からの信号を分離抽出し、受信信号として出力する。出力された受信信号は、図示しないモデムに与えら

れる。

【0062】空間多重基地局1000はさらに、受信電力測定部11と、受信タイミング測定部12と、フェージング速度測定部13と、チャネル割当制御部14と、メモリ15とを備えている。

【0063】受信電力測定部11は、アンテナA1、A2、・・・、Anのそれぞれから受信信号を受け、接続（スロット割当）を要求するユーザ端末の受信電力レベルの瞬時値であるRSSIを測定し、チャネル割当制御部14に与える。

【0064】受信タイミング測定部12は、受信信号合成部10から与えられる受信信号から、周知の相関同期法などを用いて、接続を要求するユーザ端末の受信タイミングを測定し、受信タイミング情報として受信信号合成部10およびチャネル割当制御部14に与える。

【0065】すなわち、通常、1つのスロットに多重接続する複数ユーザの分離を容易にするため、スロット内のそれぞれの受信タイミング位置（同期位置）が互いに十分離れるように、多重ユーザの受信タイミング位置が予想される。受信タイミング部12は、接続を要求するユーザ端末の受信タイミングと、予想される受信タイミングとのずれを算出して、上記受信タイミング情報を生成する。

【0066】フェージング速度測定部13は、受信信号合成部10から与えられる受信信号から、接続を要求するユーザ端末のフェージング速度を測定し、チャネル割当制御部14に与える。

【0067】ユーザ端末からの伝搬路の伝搬環境は、たとえば伝搬路の受信係数の変動、すなわちフェージング速度によって表わされる。フェージング速度は物理量としては、いわゆるドップラー周波数（ f_D ）によって表現される。

【0068】伝搬環境におけるドップラー周波数 f_D はたとえば次のようにして推定される。すなわち、アダプティブアレイ処理で抽出された当該ユーザの受信信号の時間的に前後する2つの受信応答ベクトルの相関値を計算する。フェージングがなければ、2つの受信応答ベクトルは一致し、相関値は1となる。一方、フェージングが激しければ受信応答ベクトルの差は大きくなり、相関値は小さくなる。このような受信応答ベクトルの相関値とドップラー周波数 f_D との関係を予め実験的に求め、そのテーブルをメモリに保持しておけば、受信応答ベクトルの相関値を算出することによって、そのときのドップラー周波数 f_D を推定することができる。

【0069】チャネル割当制御部14は、受信電力測定部11で測定されたRSSIと、受信タイミング測定部12で測定された受信タイミング情報と、フェージング速度測定部13で測定されたドップラー周波数 f_D とに基づいて、メモリ15に保持されている後述する多重可能スロット情報テーブルを参照して、この発明によるス

ロット割当制御を実行する。

【0070】図2に示した受信信号合成部10、受信電力測定部11、受信タイミング測定部12、フェージング速度測定部13、およびチャネル割当制御部14の処理は、実際には、基地局のDSPを用いてソフトウェアで実現される。

【0071】次に、図3は、図2に示した空間多重基地局1000のメモリ15に格納されている多重可能スロット情報テーブルの一例を示す図である。

【0072】この多重可能スロット情報テーブルは、当該空間多重基地局1000においてCCHが入るスロット（CCH番号）によって決まる空間多重可能なスロットと空間多重不可のスロットとを示すものである。

【0073】図3を参照して、スロット1にCCHが割当てられた場合には、スロット2、3および4は、すべて空間多重可能スロットとなる。次に、スロット2にCCHが割当てられた場合には、スロット1、3および4はすべて空間多重可能スロットとなる。次に、スロット3にCCHが割当てられた場合には、スロット2および4は空間多重可能スロットとなるが、スロット1は空間多重不可スロットとなる。最後に、スロット4にCCHが割当てられた場合には、スロット1および3は空間多重可能スロットとなるが、スロット2は空間多重不可スロットとなる。

【0074】図2のチャネル割当制御部14は、図3のテーブルを参照して、実際にCCHが割当てられたスロット（CCH番号）から、空間多重可能なスロットと空間多重不可のスロットとを特定し、後述するスロット割当処理に用いる。

【0075】図4は、図2の空間多重基地局1000の図示しないDSPで実行される、この発明の実施の形態によるスロット割当処理を示すフロー図である。

【0076】以下に説明する実施の形態の処理では、ユーザ端末の多重容易度を判定する要素として、上り受信信号レベル（RSSI）、上り受信タイミングのずれ、端末のフェージング速度（ドップラー周波数 f_D ）を組合せて使用しているが、この発明はこのような組合せに限定されるものではなく、ユーザ端末の空間多重容易度を判定することができる要素であればどのような要素でも、単独でもまたは組合せても用いることができる。

【0077】図4を参照して、まずステップS1において、スロット選択動作が開始される。このようなスロット選択動作が起動されるのは、たとえば次のようなイベントが生じた場合である。

【0078】たとえば、あるユーザ端末が新規に当該基地局に対し発呼してきた（リンクチャネルを要求してきた）時点でスロット選択が起動される。または何らかの原因により当該基地局の別スロットからのチャネル切替（TCH切替）が要求された場合にも起動される。

【0079】さらに、一旦スロットが割当てられた後の

端末との通常通信状態においても、基地局は、通信状態（たとえば上り受信電力、上り受信タイミングのずれ、フェージング速度など）を常時監視しており、状態に変化が生じた場合にはスロット選択を起動する。

【0080】たとえば遠方に位置していた空間多重に適さないユーザ端末が基地局に接近して空間多重に適した端末に変化した場合には、スロット選択を起動して多重不可スロットから多重可能スロットへの割当の変更を実施する。反対に、空間多重に適していたユーザ端末が遠方に移動して空間多重に適さない端末に変化した場合には、スロット選択を起動して多重可能スロットから多重不可スロットへの割当の変更を実施する。

【0081】これらの場合にステップS1においてスロット選択は開始され、次にステップS2において、通常のスロット選択によるスロット優先順位付けが実行される。

【0082】このステップにおいては、スロット1〜4のそれぞれにおいて干渉波のレベルを測定し、干渉波のレベルがしきい値を超えるスロットには端末の割当を行わない。そして、しきい値を超えないスロットのなかで、干渉波のレベルの低い方から順に割当の優先順位を付与していく。その結果、スロット割当の対象となるスロットが2つ以上あれば、ステップS3に進んで、以下に説明するように、ユーザ端末の多重容易性を判定してスロット割当を決定する。

【0083】なお、スロット割当の対象となるスロットがなければスロット割当を禁止し、1つしかなければ、以下の判定処理を行なうことなく当該端末をそのスロットに割当てる。

【0084】ステップS3においては、スロット割当を求めるユーザ端末の上り受信電力（RSSI）、上り受信タイミングのずれ、フェージング速度に基づいて、当該ユーザ端末が、空間多重に適していないユーザか否かの判定を行う。

【0085】この例で、空間多重に適していない（多重容易でない）ユーザ端末とは、まず図1に関連して先に説明したように、当該端末からの上り受信電力RSSIが大き過ぎるか（たとえば55dBより大きい）、または小さ過ぎるか（たとえば20dBより小さい）端末である。

【0086】あるいは、上り受信タイミングからみれば、空間多重に適していない端末とは、当該ユーザの受信タイミングが、予想される受信タイミングから大きくずれた（たとえば1シンボル以上ずれた）端末である。

【0087】あるいは、フェージング速度からみれば、空間多重に適していない端末とは、当該ユーザのフェージング速度（移動速度）が大き過ぎるか（たとえばドップラー周波数fDが60Hzより大きい）端末である。

【0088】したがって、ステップS3において、スロット割当を要求している端末が、RSSI、受信タイミ

ングずれ、およびドップラー周波数fDに関する上述の条件のいずれか1つでも満たしていれば、当該端末は、空間多重に適さない端末であると判定され、ステップS4に進む。

【0089】このステップS4では、空間多重が制限されるスロットのうちに空きがあれば、当該スロットに優先的に当該端末を割当て、空きがなければ、ステップS2で決定した通常の優先順位に基づいて、多重可能スロットに割当てる。

【0090】一方、ステップS3のすべての条件を満たさない場合、当該スロットは、空間多重に適さない端末ではないとして、ステップS5に進む。

【0091】このステップS5では、空間多重可能スロットのうちに空きがあれば、当該スロットに優先的に当該端末を割当て、空きがなければ、ステップS2で決定した通常の優先順位に基づいて、多重が制限されるスロットに割当てる。

【0092】この図4の実施の形態によるスロット割当では、空間多重に適していないユーザ端末を優先的に多重制限スロットに割当てるように制御しているので、空間多重可能スロットを、空間多重に適したユーザ端末のために空けておくことができ、効率的なスロット割当を行うことができる。

【0093】ところで、図4のステップS3に示した条件は、空間多重に適していない端末を判定するための条件であり、厳密には、この条件を満たしていない端末はすべて空間多重に適した端末であるとは必ずしもいうことはできない。

【0094】すなわち、厳密に、空間多重に適した（多重容易な）端末であることを判定するためには、ステップSの条件を満たさないだけでなく、さらに条件が加重される。図5は、このような条件がさらに課されたスロット割当処理の他の例を示すフロー図である。

【0095】この図5の処理のステップS11〜14は、図4の処理のステップS1〜4と同じなので説明を省略する。

【0096】図5のステップS13において、接続を要求しているユーザ端末が、ステップS13に規定されている受信電力RSSI、受信タイミングのずれ、フェージング速度のいずれも満たしていない場合、すなわち空間多重に適さない端末ではないことが判定されると、ステップS15に進み、真に空間多重に適した（多重容易な）端末であるか否かの判定がなされる。

【0097】この例で、真に空間多重に適している（多重容易な）ユーザ端末とは、まず図1に関連して先に説明したように、当該端末からの上り受信電力RSSIが大き過ぎずかつ小さ過ぎず、一定の適正な範囲内（たとえば35dB〜45dB）にあり、同時に、上り受信タイミングからみれば、当該ユーザの受信タイミングが、予想される受信タイミングのすぐ近く（たとえば0.5

シンボル以内のずれ)にあり、同時に、フェージング速度からみれば、当該ユーザのフェージング速度(移動速度)が小さい(たとえばドップラー周波数 f_D が40Hzより小さい)端末である。

【0098】したがって、ステップS15において、スロット割当を要求している端末が、RSSI、受信タイミングずれ、およびドップラー周波数 f_D に関する上述の条件のすべてを満たしていれば、当該端末は、厳密に、空間多重に適した端末であると判定され、ステップS16に進む。

【0099】このステップS16では、空間多重可能スロットのうちに空きがあれば、当該スロットに優先的に当該端末を割当て、空きがなければ、ステップS12で決定した通常の優先順位に基づいて、多重が制限されるスロットに割当てる。

【0100】ステップS15のRSSI、受信タイミングずれ、およびドップラー周波数 f_D に関する条件の1つでも満たさなければ、当該ユーザ端末は、空間多重に適している端末と適していない端末との中間的なグレーゾーンの端末と判定され、ステップS17に進む。

【0101】ステップS17では、ステップS12で決定された通常の優先順位に基づいて、当該ユーザにスロットが割当られる。

【0102】この図5の実施の形態によるスロット割当では、空間多重に適していないユーザ端末を優先的に多重制限スロットに割当てるとともに空間多重に適しているユーザ端末を優先的に多重可能スロットに割当てるように制御しているので、空間多重可能スロットを、空間多重に適したユーザ端末に有効に割当てることができ、効率的なスロット割当を行うことができる。

【0103】今回開示された実施の形態はすべての点で

例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0104】

【発明の効果】以上のように、この発明では、接続を要求しているユーザ端末が空間多重に適しているか否かに応じて、当該ユーザ端末に空間多重可能なスロットまたは空間多重が制限されるスロットを振分けるように構成しているので、接続を要求するすべてのユーザが接続できる効率的なスロット割当を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 空間多重基地局のエリア内のユーザ端末の分布状態を示す模式図である。

【図2】 この発明の実施の形態による空間多重基地局の構成を示す機能ブロック図である。

【図3】 この発明の実施の形態による空間多重基地局の多重可能スロット情報テーブルを示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態によるスロット割当制御を示すフロー図である。

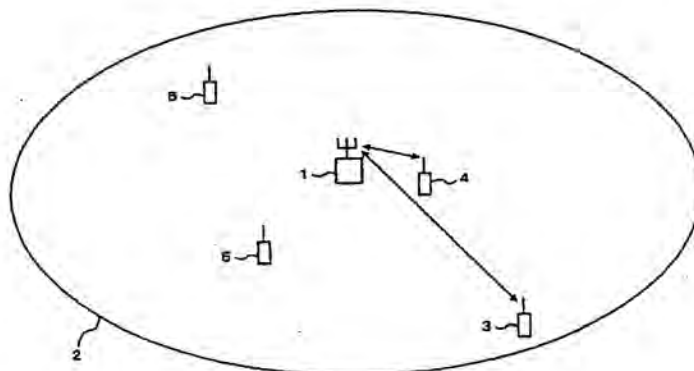
【図5】 この発明の実施の形態によるスロット割当制御の他の例を示すフロー図である。

【図6】 空間多重可能スロットと空間多重不可スロットとが混在する状態を示す模式図である。

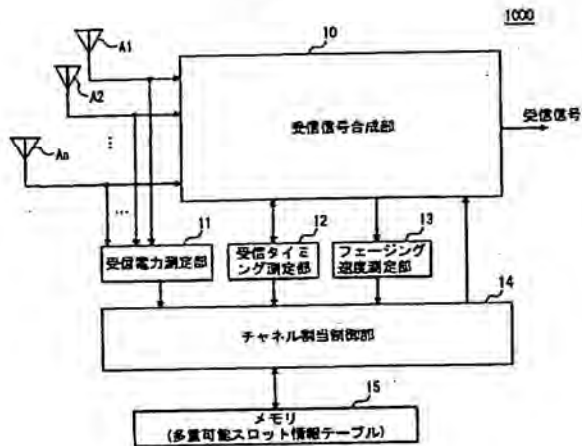
【符号の説明】

1 空間多重基地局、2 エリア、3、4、5、6 ユーザ端末、10 受信信号合成部、11 受信電力測定部、12 受信タイミング測定部、13 フェージング速度測定部、14 チャンネル割当制御部、15 メモリ、A1、A2、・・・、An アンテナ。

【図1】



【図2】



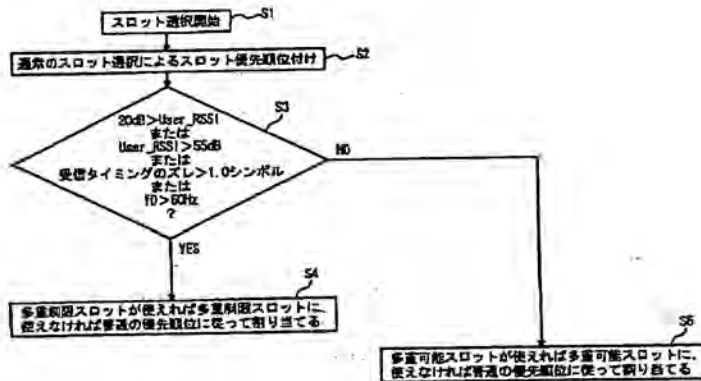
【図3】

CCH番号による多重可否 (例)

CCH番号 \ 多重可否	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4
Slot 1	○	○	×	○
Slot 2	○	○	○	×
Slot 3	○	○	○	○
Slot 4	○	○	○	○

○ : 多重可能スロット
 × : 多重不可スロット

【図4】

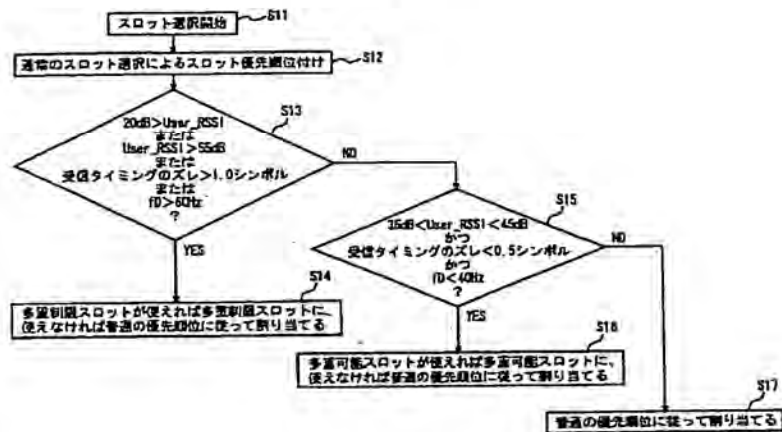


【図6】

Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4
○	×	CCH	○

○ : 多重可能スロット
 × : 多重不可スロット

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 直樹
大阪府大東市三洋町1番1号 三洋テレコ
ミュニケーションズ株式会社内
(72)発明者 土居 義晴
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 中尾 正悟
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
Fターム(参考) 5K067 AA03 AA13 BB04 BB08 CC02
CC05 DD34 EE02 EE10 EE63
EE65 EE71 JJ02 JJ12 JJ43
KK01 KK13

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198933

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl. H04J 15/00
H04J 3/00
H04Q 7/36

(21)Application number : 2001-377661

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 01.07.1998

(72)Inventor : DOI YOSHIHARU

(30)Priority

Priority number : 09295405
10045180

Priority date : 28.10.1997
26.02.1998

Priority country : JP

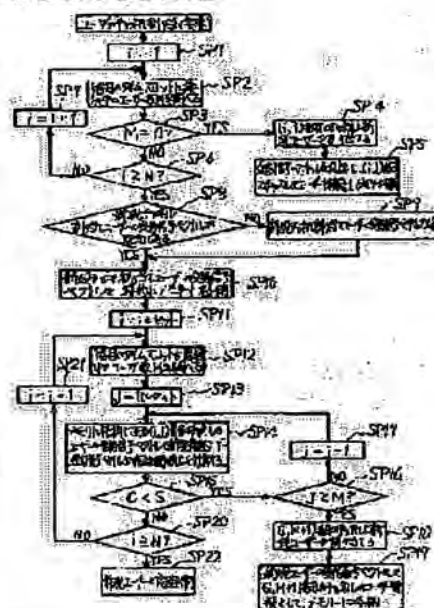
JP

(54) TRANSMITTING CHANNEL ASSIGNMENT METHOD AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a PDMA channel assignment method which can set a channel to a user who requests a connection using either a receiving signal coefficient vector, a weight vector, or an arriving direction.

SOLUTION: According to this method, a channel of i -th time-slot which is not used by other users is assigned to a new connection-requesting user, and the receiving signal coefficient vector at the time is measured and is memorized in a memory; if a user's channel already connected is interfered by the new user's channel comparing the receiving signal coefficient vector of the user's channel already connected and the one of the new user's channel, the other channel is assigned to the new user.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3561705

[Date of registration] 04.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2002-198933

(P2002-198933A)

(43)公開日 平成14年7月12日(2002.7.12)

(5) Int.Cl. ⁷	識別記号	F J	テロト ⁷ (参考)
H 0 4 J 15/00		H 0 4 J 15/00	5 K 0 2 2
3/00		3/00	Z 5 K 0 2 8
H 0 4 Q 7/36		H 0 4 B 7/26	1 0 5 D 5 K 0 6 7

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 40 頁)

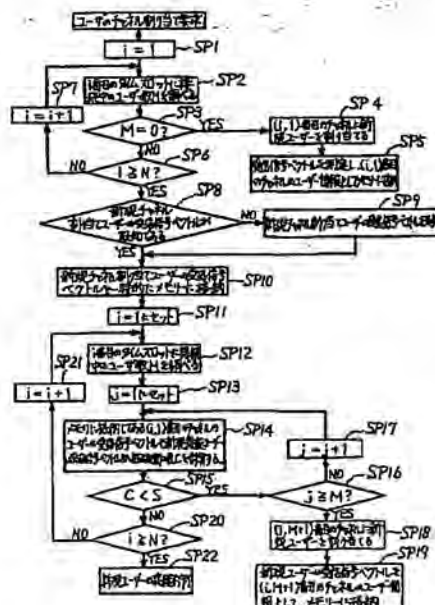
(21)出願番号	特願2001-377661(P2001-377661)	(71)出願人	000001889
(62)分割の表示	特願平10-186312の分割		三洋電機株式会社
(22)出願日	平成10年7月1日(1998.7.1)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(31)優先権主張番号	特願平9-295405	(72)発明者	土居 義晴
(32)優先日	平成9年10月28日(1997.10.28)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
(33)優先権主張国	日本(JP)		洋電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平10-45180	(74)代理人	100111383
(32)優先日	平成10年2月26日(1998.2.26)		弁理士 芝野 正雅
(33)優先権主張国	日本(JP)	Fターム(参考)	5K022 FP00
			5K028 AA06 BB06 KK01 LL02
			5K067 AA03 AA11 BB04 CC01 CC04
			EE02 EE10 JJ11 JJ17

(54) 【発明の名称】 伝送チャネル割当方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 受信信号係数ベクトル、ウエイトベクトル、到来方向のいずれかを用いて、接続を要求するユーザに対してチャンネルの設定が可能なP D M Aチャンネル割当方法を提供する。

【解決手段】 ユーザに対してi番目のタイムスロットの他のユーザが使用していないチャンネルを割当て、そのときの受信信号係数ベクトルを測定してメモリに記憶しておき、既に接続中のユーザのチャンネルの受信信号係数ベクトルと新規ユーザの受信信号係数ベクトルとを比較し、干渉するようであれば新規ユーザのチャンネルを別のチャンネルに割当てる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ユーザが多重接続を用いて端末装置でデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための方法であって、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有してい

て、前記ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったときバス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当ててことを特徴とする、伝送チャンネル割当方法。

【請求項2】 バス多重方向のチャンネルの割当を時間軸方向にタイミングをずらしながら行なうことを特徴とする、請求項1に記載の伝送チャンネル割当方法。

【請求項3】 ユーザが多重接続を用いて端末装置でデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための方法であって、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有してい

て、前記ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当ててことを特徴とする、伝送チャンネル割当方法。

【請求項4】 ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための方法であって、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、

前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割当ててことを特徴とする、伝送チャンネル割当方法。

【請求項5】 ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための方法であって、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを有していて、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、

前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャンネルを割当ててことを特徴とする、伝送チャンネル割当方法。

【請求項6】 送信側のユーザに接続の優先度が予め付されており、割当てべき空きチャンネルが存在しない場合に、優先度の低い既存のユーザのチャンネルを、干渉を実質的に除去できる限りにおいて優先度の高い新規ユーザに強制的に割当ててことを特徴とする、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の伝送チャンネル割当方法。

【請求項7】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための装置であって、

前記ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて手段を備えた、伝送チャンネル割当装置。

【請求項8】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための装置であって、

前記ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて手段を備えた、伝送チャンネル割当装置。

【請求項9】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てするための装置であって、

前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定し、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割当てて手段を備えた、伝送チャンネル割当装置。

【請求項10】 複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、

時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャンネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合

に、接続を要求するユーザが使用するチャンネルを割当てるための装置であって、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てる手段を備えた、伝送チャンネル割当装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は伝送チャンネル割当方法およびその装置に関し、特に、PDMA (Path Division Multiple Access) 方式の通信システムにおいて、複数のユーザが同一周波数および同一時刻のチャンネルを使用して音声や映像などのデータを送受信する場合に、接続を要求するユーザに、伝送に使用するチャンネルを割当てるための伝送チャンネル割当方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、急速に発達しつつある携帯型電話機のような移動通信システムにおいて、周波数の有効利用を図るべく種々の伝送チャンネル割当方法が提案されており、その一部のものは実用化されている。図38は周波数分割多重接続 (Frequency Division Multiple Access: FDMA)、時分割多重接続 (Time Division Multiple Access: TDMA) およびPDMAの各種の通信システムにおけるチャンネルの配置図である。まず、図38を参照して、FDMA、TDMAおよびPDMAについて簡単に説明する。図38(a)はFDMAを示す図であって、異なる周波数 $f_1 \sim f_4$ の電波でユーザ1～4のアナログ信号が周波数分割されて伝送され、各ユーザ1～4の信号は周波数フィルタによって分離される。

【0003】図38(b)に示すTDMAにおいては、各ユーザのデジタル化された信号が、異なる周波数 $f_1 \sim f_4$ の電波で、かつ一定の時間 (タイムスロット) ごとに時分割されて伝送され、各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とにより分離される。一方、最近では、携帯型電話機の普及により電波の周波数利用効率を高めるために、PDMA方式が提案されている。このPDMA方式は、図38(c)に示すように、同じ周波数における1つのタイムスロットを空間的に分割して複数のユーザのデータを伝送するものである。このPDMAでは各ユーザの信号は周波数フィルタと基地局および各ユーザ移動端末装置間の時間同期とアダプティブアレイなどの相互干渉除去装置とを用いて分離される。

【0004】図39は従来のPDMA用基地局の受信システムを示す図である。この例では、ユーザ1と2とを識別するために、4本のアンテナ3～6が設けられていて、それぞれのアンテナの出力は周波数変換回路7～1

0に与えられて局部発振信号 L_0 によって周波数変換され、A/D変換器11によってデジタル信号に変換されてDSP (Digital Signal Processor) 12に与えられる。

【0005】DSP12にはチャンネル割当基準計算機121とチャンネル割当装置122とアダプティブアレイ131と132とが設けられている。チャンネル割当基準計算機121は2人のユーザ信号がアダプティブアレイによって分離可能かどうかを予め計算し、その計算結果に応じてチャンネル割当装置122は、周波数と時間とを選択するユーザ情報を含むチャンネル割当情報を各アダプティブアレイ131、132に与える。アダプティブアレイ131、132はたとえば図40に示すような信号合成回路で構成され、特定のユーザの信号のみを選択する働きにより各ユーザごとの信号を分離する。

【0006】図40は従来のアダプティブアレイのブロック図である。この例では、複数のユーザ信号を含む入力信号から希望するユーザの信号を抽出するため、4つの入力ポート14～17が設けられていて、各入力ポート14～17に入力された信号がウェイトベクトル計算機18と乗算器20～23とに与えられる。ウェイトベクトル計算機18は、入力信号と予めメモリ19に記憶されている特定のユーザの信号に対応したトレーニング信号あるいは加算器24の出力を用いて、ウェイトベクトル $w_1 \sim w_4$ を計算する。乗算器20～23は各入力ポート14～17の入力信号とウェイトベクトル $w_1 \sim w_4$ とをそれぞれ乗算し、加算器24へ送る。加算器24は乗算器20～23の出力信号を加算して出力ポート25および (あるいは) ウェイトベクトル計算機18へ出力信号を送る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ここで、PDMA通信における受信信号ベクトルについて簡単に説明する。2つのアンテナのそれぞれにユーザ1から $A s_1(t)$ と $B s_1(t)$ という信号が受信されると、それぞれのアンテナの受信信号 $x_1(t)$ と $x_2(t)$ は次式で表わされる。

【0008】 $x_1(t) = A s_1(t) + n_1(t)$

$x_2(t) = B s_1(t) + n_2(t)$

上述の式でA、Bはユーザ1から送信され、各アンテナに受信された信号の係数であり、 $n_1(t)$ 、 $n_2(t)$ はノイズ成分である。ここで、ユーザ1の受信信号ベクトル U_1 は次式で表わされる。

【0009】

【数1】

$$U_1 = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}$$

【0010】一方、上述の2つのアンテナにユーザ2からの $C s_2(t)$ と $D s_2(t)$ という信号が受信され

ると、各アンテナの受信信号 $x_1(t)$ と $x_2(t)$ とは次式で表わされる。

$$x_1(t) = A s_1(t) + C s_2(t) + n_1(t)$$

$$x_2(t) = B s_1(t) + D s_2(t) + n_2(t)$$

ここで、ユーザ2の受信信号ベクトル U_2 は次式で表わされる。

$$[0011]$$

【数2】

$$U_2 = \begin{bmatrix} C \\ D \end{bmatrix}$$

【0012】ユーザが1人の場合、受信信号ベクトル U_1 は簡単に求まるが、ユーザが2人になると信号が混じり合うため、それぞれの信号を分離するのが困難となる。また、ユーザが1人であっても複数の受信信号が到来することもある。受信信号ベクトル U_1 、 U_2 の相関値が小さい値であれば、2人のユーザからの信号は、図40に示したアダプティブアレイで分離できるので、同一の周波数および同一時刻（タイムスロット）に属するチャンネルを使用して通信を行なうことが可能となる。しかし、受信信号ベクトル U_1 、 U_2 の相関値が大きい場合、アダプティブアレイでの分離が困難となるため、同一の周波数および同一時刻（タイムスロット）に属するチャンネルを使用して通信を行なうことができなくなる。

【0013】次に、ウエイトベクトルについて説明する。2つのアンテナにユーザ1の信号 $s_1(t)$ とユーザ2の信号 $s_2(t)$ が受信されると、次式が得られる。

$$x_1(t) = A s_1(t) + C s_2(t) + n_1(t)$$

$$x_2(t) = B s_1(t) + D s_2(t) + n_2(t)$$

ここで、図47のアダプティブアレイ131がチャンネル割当装置122からの情報に従いユーザ1の信号を抽出する場合、すなわち、図48に示されたアダプティブアレイにおいて、入力ポート14、15にそれぞれ $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ が入力され、ウエイトベクトル計算機18がユーザ1の信号を抽出するように理想的なウエイト w_{11} 、 w_{12} を計算する場合、出力信号 $y_1(t)$ は次式で表わされる。

$$[0014] \quad y_1(t) = w_{11}(t) x_1(t) + w_{12}(t) x_2(t) = s_1(t) + n(t)$$

ここで、ユーザ1のウエイトベクトル W_1 は次式で表わされる。

$$W_1 = [w_{11}, w_{12}]^T$$

一方、同様に図47のアダプティブアレイ132がチャンネル割当装置122からの情報に従いユーザ2の信号を抽出する場合、出力信号 $y_2(t)$ は次式で表わされる。

$$[0015] \quad y_2(t) = w_{21}(t) x_1(t) + w_{22}(t) x_2(t) = s_2(t) + n(t)$$

ここで、ユーザ2のウエイトベクトル W_2 は次式で表わ

される。

$$W_2 = [w_{21}, w_{22}]^T$$

この2人ユーザのウエイトベクトルの相関値が大きい場合には、アダプティブアレイ131、132を用いても2人のユーザの分離は困難となるため、同一の周波数および同一の時刻に属するチャンネルを使用して通信を行なうことはできなくなる。

【0016】一方、最近の携帯型電話機の急速な普及により、チャンネルの利用効率は限界に近づきつつあり、将来、利用可能な伝送チャンネル数をユーザからの割当要求が上回る事態が予想される。このような事態に、何らかの合理的な取決めをもって望まなければ、移動通信システムの運用自体に大きな混乱が生じてしまうおそれがある。

【0017】それゆえに、この発明の他の目的は、チャンネルの利用効率が限界に達した場合に合理的な伝送チャンネルの割当が可能な伝送チャンネル割当方法およびその装置を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはパス多重方向に複数のチャンネルを有していて、ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てて、空きスロットがなくなったときパス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てる。

【0019】請求項2に係る発明では、パス多重方向のチャンネルの割当を時間軸方向にタイミングをずらしながら行なう。請求項3に係る発明では、ユーザがチャンネル割当要求を出したとき、パス多重方法の空きスロットのチャンネルを割当て、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャンネルを割当てる。

【0020】請求項4に係る発明では、多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送受信する場合に、非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定しておき、非対応の端末装置からの要求に応じて特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャンネルを割当てる。

【0021】請求項5に係る発明では、非対応の端末装置からの要求に応じて特定のタイムスロットのチャンネルを割当て、対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットを割当て、空きスロットがなくなったとき、パス多重方向の空きスロットのチャンネルを割当てる。請求項6に係る発明では、送信側のユーザに接続の優先度が予め付されており、割当てべき空きチャンネルが存在しない場合に、優先度の低い既存のユーザのチャンネルを、干渉を実質的に除去できる限りにおいて優先度の高い新規ユーザに強制的に割当てる。

【0022】請求項7に係る発明では、複数のアンテナ

と複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記ユーザがチャネル割当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャネルを割当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当てて手段を備えて構成される。

【0023】請求項8に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記ユーザがチャネル割当要求を出したとき、バス多重方向の空きスロットのチャネルを割当てて、空きスロットがなくなったとき時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当てて手段を備えて構成される。

【0024】請求項9に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを設定し、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて他のタイムスロットのチャネルを割当てて手段を備えて構成される。

【0025】請求項10に係る発明では、複数のアンテナと複数の受信回路を持つ受信機を用いて通信を行なうデジタル無線通信システムにおいて、時間軸方向に複数のタイムスロットが設けられ、各タイムスロットはバス多重方向に複数のチャネルを設けて多重接続を行い、ユーザが多重接続対応の端末装置と非対応の端末装置を用いてデータを送信または受信する場合に、接続を要求するユーザが使用するチャネルを割当てするための装置であって、前記非対応の端末装置からの要求に応じて、前記特定のタイムスロットのチャネルを割当て、前記対応の端末装置からの要求に応じて時間軸方向の空きスロットのチャネルを割当て、空きスロットがなくなったとき多重方向の空きスロットのチャネルを割当てて手段を備えて構成される。

【0026】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の第1の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この発明では、同一時間、同一周波数に属する複数のチャ

ネルをタイムスロットと総称し、図1の例では3個のタイムスロット1〜3が示されている。また、同一タイムスロット内で到来方向別に分離できる複数のユーザが通信しているとき、各ユーザが使用しているエリアをチャネルと称し、図1の例では合計9個のチャネルが示されている。この発明の第1の実施形態では、新規ユーザに対してi方向（時間方向）に順次チャネルを割当てて空きタイムスロットを埋め、空きスロットがなくなると、j方向にチャネルを割当て（あるいはj方向にチャネルを変更して）バス多重を開始する。

【0027】図2はこの発明の第2の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この実施形態では、j方向に順次チャネルを割当てて1番目のタイムスロット1をバス多重で埋め、バス多重できなくなると、次のタイムスロット2でj方向に順次チャネルを割当てて。図3はこの発明の第3の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この実施形態では、特定のタイムスロット（たとえばタイムスロット1）を、PDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用として予め確保しておく。このタイムスロットは、PDMAのプロトコルに未対応であるため、1タイムスロットに1ユーザしか接続できない。

【0028】接続要求端末装置がPDMA対応であれば、i方向に順次チャネルを割当ててPDMA用の空きタイムスロットを埋め、PDMAの空きスロットがなくなると、j方向にチャネルを割当ててバス多重を開始する。そして、接続要求端末装置がPDMA未対応であれば、PDMA未対応端末専用スロットを割当てて。図4はこの発明の第4の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この図4に示した実施形態は、図1と同様にして新規ユーザに対してi方向（時間方向）に順次チャネルを割当てて空きスロットを埋め、空きスロットがなくなるとj方向にチャネルを割当ててが、j方向に割当てるときにタイムスロットの接続タイミングがi方向にずらされている（T(1)→T(2)→T(3)）。このようにタイムスロットを時間的にずらせることによって、各タイムスロットの識別がしやすくなり、バスの分離がより容易になる。

【0029】図5はこの発明の第5の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。この図5に示した実施形態は、図3と同様に、特定のタイムスロット（たとえばタイムスロット1）をPDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用として予め確保しておく。したがってこのタイムスロットはPDMAのプロトコルに未対応であるため、1タイムスロットに1ユーザしか接続できない。そして、接続要求端末装置がPDMAに対応していれば、j方向に順次チャネルを割当て、1番目のタイムスロット2をバス多重で埋めて、バス多重できなくなると、i方向すなわち次のタイムスロット3にチャネルを割当てて。接続要求端末装置がPD

MA未対応であれば、PDMA未対応端末専用タイムスロットに割当てて。

【0030】図6はこの発明の第6の実施形態によるチャネル割当手順を説明するための図である。前述の図3および図5の実施形態では、PDMA未対応の端末装置に対して専用のタイムスロット（タイムスロット1）を割当てようとしたが、この図6に示した実施形態では、PDMA未対応の端末装置に対してタイムスロットを適宜決定する。すなわち、接続要求があると、その端末装置がPDMA対応であるか否かを調べ、PDMA未対応であれば、適宜空いているタイムスロットをPDMA未対応端末用チャネルと決定する。一方、接続要求があった端末装置がPDMA対応であれば、既に割り振られたPDMA用タイムスロットに接続できれば接続し、接続できなければ他の空きタイムスロットをPDMA端末用に割り振って接続させる。

【0031】図7は、図1に示した第1の実施形態によるチャネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。このフローチャートに基づくプログラムは、図39に示したチャネル割当基準計算機121によって実行される。図7において、新規にユーザからチャネル割当要求があると、ステップ（図示ではSPと略称する）SP1において、図1に示した1方向（時間方向）に $i=1$ がセットされ、ステップSP2において、1番目のタイムスロット1に接続中のユーザ数Mが調べられる。そして、ステップSP3で、接続中のユーザ数Mが0か否かが判別される。

【0032】タイムスロット1のユーザ数Mが0であれば、図1に示したチャネル（1, 1）は空きチャネルであることがわかるので、ステップSP4において、そのチャネル（1, 1）に、このユーザが割当てられる。このユーザは以後、チャネル（1, 1）を伝送チャネルとして通信を行なうことになる。また、ステップSP5では、このチャネル（1, 1）における当該ユーザからの受信信号の受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報として図示しないメモリに記憶される。この受信信号ベクトルの測定方法については後で説明する。

【0033】一方、ステップSP3で、タイムスロット1に接続中のユーザ数Mが0でないことが判別されると、少なくともチャネル（1, 1）は既にあるユーザとの伝送に割当てられていることがわかるので、次のタイムスロット2のチャネル（2, 1）での割当の可能性を調べる必要がある。このため、まずステップSP6において、ステップSP1において設定した $i=1$ が、1つの周波数に対して予め決められているタイムスロット数Nよりも大きいかが判別される。Nは、たとえばPHSでは通常3に設定されており、先に述べたようにこの発明の各実施形態においてもN=3に設定されているものとする。

【0034】 $i (=1)$ はN (=3) よりも小さいた

め、ステップSP7において i は1だけインクリメントされて $i=2$ にセットされ、ステップSP2において2番目のタイムスロット2に接続中のユーザ数Mが調べられる。そして、ステップSP3でユーザ数Mが0か否かが判別される。タイムスロット2のユーザ数Mが0であれば、図1に示したチャネル（2, 1）は空きチャネルであることがわかるので、ステップSP4において、そのチャネル（2, 1）に、この新規ユーザが割当てられる。このユーザは以後、チャネル（2, 1）を伝送チャネルとして通信を行なうことになる。また、ステップSP5では、このチャネル（2, 1）における当該ユーザからの受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報としてメモリに記憶される。

【0035】一方、ステップSP3で、タイムスロット2に接続中のユーザ数Mが0でないことが判別されると、少なくともチャネル（2, 1）は既にあるユーザとの伝送に割当てられていることがわかるので、次のタイムスロット3のチャネル（3, 1）への割当の可能性を調べる必要がある。以下、ステップSP2～SP7を繰返し、1方向の1番目のタイムスロット1のユーザ数Mが0であれば、当該ユーザはそのタイムスロットのチャネル（ i , 1）に割当てられ（SP4）、そのユーザの受信信号ベクトルが測定され、メモリに記憶されることになる（ステップSP5）。

【0036】一方、N (=3) 番目のタイムスロットNに至っても空きスロットが見つからない場合、すなわちタイムスロットNのチャネル（N, 1）が空きチャネルでない場合には、ステップSP6で $i=N$ が判別され、ステップSP8に進む。ステップSP8では、現在割当要求を行なっている当該ユーザの受信信号ベクトルが既知であるかあるいは未知であるかが判別される。すなわち、割当要求を行なっている当該ユーザが、過去にチャネルへの割当を既に受けているユーザであることが特定されれば、先行するチャネルへの接続時に既に受信信号ベクトルが測定され記憶されているので、その受信信号ベクトルは既知である。一方、割当要求を行なっている当該ユーザが、チャネルへの初めての割当を要求しているユーザであることが特定されれば、その受信信号ベクトルは未知であるため、ステップSP9においてその受信信号ベクトルが測定される。

【0037】新規に割当要求を行なっている当該ユーザの既知の受信信号ベクトルまたはステップSP9で新たに測定された受信信号ベクトルが、以下に説明する処理のために、ステップSP10において、メモリに一時的に記憶される。この第1の実施形態では、ステップSP6において、1方向に空きタイムスロットがないことが判別された場合、j方向にチャネルの割当を行なうことにより、同一タイムスロット内のいわゆるパス多重を開始することになる。

【0038】そのためには、同一タイムスロット内にお

いて、既にチャンネルに接続している既存のユーザの信号と、バス多重で割当を要求している新規のユーザの信号とが干渉するかどうかを判別する必要がある。まず、ステップSP11において、 i 方向に $i=1$ がセットされ、ステップSP12において、1番目のタイムスロット1に接続中のユーザ数 M が調べられる。そして、ステップSP13において、 j 方向(バス多重方向)に $j=1$ がセットされる。

【0039】そして、SP14において、前述のステップSP4において測定されかつステップSP5においてメモリに記憶された受信信号ベクトルのうち、チャンネル($i=1, j=1$)の受信信号ベクトルと、ステップSP10でメモリに一時的に記憶された、現在割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルとが読出されて、それらの間の相互相関値 C が計算される。

【0040】次に、ステップSP15において、ステップSP14において計算された相互相関値 C が、信号間の干渉の発生の判断基準となるある基準値 S (S は0よりも大きく1よりも小さい)よりも小さいかが判別される。そして、相互相関値 C が基準値 S よりも小さいと判別されれば、既に接続されているチャンネル($i=1, j=1$)の既存のユーザの信号と、割当を要求している新規ユーザの信号との間には実質的に干渉が生じないものと判断する。

【0041】この場合には、ステップSP16において、ステップSP13で設定した $j=1$ が、ステップSP12で調べられたユーザ数 M 以上か否かが判別される。タイムスロット1においてチャンネル($i=1, j=1$)だけが既存のユーザと接続中であれば、 $j=M=1$ であるため、ステップSP18に進み、タイムスロット1のチャンネル($i=1, M+1=2$)に新規ユーザの伝送チャンネルが割当てられ、タイムスロット1内のバス多重が行なわれる。そして、ステップSP19で、このチャンネル($i=1, j=2$)における当該ユーザからの受信信号ベクトルが測定され、ユーザ情報として図示しないメモリに記憶される。

【0042】一方、タイムスロット1において既にバス多重が行なわれていて2以上のユーザが接続している場合には、ステップSP16で j が M 以上でないことが判別され、ステップSP17で j を1だけインクリメントしてステップSP14に戻り、メモリに記憶されているチャンネル($i=1, j=2$)の受信信号ベクトルと、新規ユーザの受信信号ベクトルとの相互相関値 C が計算される。そして、相互相関値 C が基準値 S よりも小さいことがステップSP15で判別され、 j が M 以上であることがステップSP16で判別されれば、ステップSP18でチャンネル($i=1, M+1$)に当該新規ユーザの伝送チャンネルが割当てられる。

【0043】一方、ステップSP15において、相互相関値 C が基準値 S よりも小さくないと判別されれば、タ

イムスロット1において既に接続しているチャンネルの既存のユーザの信号と、割当を要求している新規ユーザの信号との間には実質的に干渉が生じるものと判断する。この場合には、次のタイムスロット2におけるバス多重の可能性を調べる必要がある。

【0044】このため、ステップSP20において、ステップSP11で設定した $i=1$ がタイムスロット数 N ($=3$)以上か否かが判別され、 i ($=1$)は N ($=3$)よりも小さいため、ステップSP21において i は1だけインクリメントされて $i=2$ にセットされる。そして、ステップSP12～ステップSP15の処理を反復し、相互相関値 C が基準値 S よりも小さくなくなれば、ステップSP20で $i=N$ ($=3$)が判別されるまで、 i を1ずつインクリメントしながらステップSP12～ステップSP15の処理が繰返される。相互相関値 C が基準値 S よりも小さいタイムスロットが見つければ、ステップSP16～SP18において、チャンネル($i, M+1$)に新規ユーザが割当てられる。一方、ステップSP20で $i=N$ ($=3$)が判別されるまで、相互相関値 C が基準値 S よりも小さいタイムスロットが見つからなければ、いずれのタイムスロットにおいてもバス多重はできないものとして、ステップSP22において当該新規ユーザの接続は不許可となる。

【0045】以上のように、この発明の第1の実施形態によれば、同一タイムスロット内の接続中の既存のユーザの信号との干渉が生じない限り、新規ユーザに対し j 方向のバス多重を行ない、タイムスロットの空きを埋めている。なお、上述の実施形態では、受信信号ベクトルをチャンネル割当基準の計算に用いるようにしたが、これに限ることなくウェイトベクトルまたは到来方向ベクトルを並列的に用いてチャンネル割当基準を計算するようにしてもよい。

【0046】図8は図7に示した第1の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、図7に示したステップSP8～SP10の動作を、ユーザのチャンネル割当要求があれば、直ちに行なうようにしたものである。それ以外のステップSP1～SP6、SP11～SP22の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0047】図9は図7に示した第1の実施形態の他の変形例を示すフローチャートである。この例はチャンネル割当基準にウェイトベクトルを用いるようにしたものであり、図7のステップSP5、SP8、SP9、SP10、SP14、SP19における受信信号ベクトルを、ステップSP31～SP36でウェイトベクトルに置き換えたものである。それ以外の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0048】図10は図9に示した実施形態のさらなる変形例を示すフローチャートである。この例は、図8の変形例と同様に、図9に示したステップSP32～SP

34の動作を、ユーザのチャネル割当要求があれば直ちに行なうものである。それ以外の動作は図9と同じであるので、説明を省略する。図11は図7に示した第1の実施形態のさらに他の変形例を示すフローチャートである。この例はチャネル割当基準にユーザ信号の到来方向を用いるようにし、信号間の干渉発生基準値を角度差 S (S は0度から360度)としたものであり、図7のステップSP5、SP8、SP9、SP10、SP14、SP19における受信信号ベクトルを、ステップSP37~SP42でユーザ信号の到来方向に、ステップSP14における相互相関値をステップSP41で到来角度差にそれぞれ置き換えたものである。それ以外の動作は図7と同じであるので、説明を省略する。

【0049】図12は図11に示した実施形態のさらなる変形例を示すフローチャートである。この例も、図8の変形例と同様に、図11のステップSP38~SP40の動作を、ユーザのチャネル割当要求があれば直ちに行なうものである。それ以外の動作は図11と同じであるので、説明を省略する。図13は図2に示した第2の実施形態によるチャネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図7に示した第1の実施形態のフローチャートでは、ユーザからチャネル割当要求があると、ステップSP2~SP7のループでタイムスロット1に空きがあるかを判別し、空きがあればそのタイムスロット内にチャネル割当を行ない、空きがなければステップSP7で i を1だけインクリメントし、次のタイムスロットに空きがあるかを判別を行なうようにした。

【0050】これに対して、図13に示した第2の実施形態では、タイムスロット1内に接続しているユーザがいなければステップSP2~SP5でその空きのチャネルにチャネル割当を行ない、既に接続しているユーザがいれば、ステップSP8~SP10で新規チャネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルを測定する。ステップSP14で当該タイムスロット内の既存ユーザの信号と新規ユーザの信号との相互相関値 C を計算し、ステップSP15で既存のユーザと新規ユーザとが干渉するかを判別する。干渉せずかつタイムスロット内に空きがあればステップSP18でチャネル($i, M+1$)に新規ユーザのチャネルを割当てる。干渉する場合にはステップSP21で i を1だけインクリメントしてステップSP2~SP20を反復し、次のタイムスロットにおいてチャネルの割当。すなわちパス多重を行なうための処理を行なう。

【0051】図14は図13に示した第2の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、ユーザからのチャネル割当要求があれば、図13のステップSP8~SP10の動作を直ちに実行して、新規チャネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルを測定してメモリに記憶するようにしたものである。それ以外の

動作は図13と同じであるので、説明を省略する。

【0052】図15は図3に示した第3の実施形態によるチャネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図3で説明したように、この第3の実施形態では、たとえばタイムスロット1がPDMAのプロトコルに対応していない端末装置の専用タイムスロットとして予め確保されている。図15のステップSP51において新規チャネル割当を要求しているユーザの端末装置がPDMA対応であるかを判別し、PDMA対応の端末装置であればステップSP1で $i=k+1$ を設定し、図7の第1の実施形態と同様にしてチャネル割当を行なう。ここで、 k はPDMA非対応端末専用のスロットの番号であり、PDMA対応の端末装置では k 番目のタイムスロットを避けてチャネル割当が行なわれる。

【0053】ステップSP51でユーザ端末装置がPDMAに対応していないことが判別されると、ステップ52でPDMA非対応端末専用としてタイムスロット1を設定するために $k=1$ を設定する。ステップSP53において k 番目のタイムスロットに接続中のユーザがあるかを判別し、なければステップSP54で k 番目のタイムスロットに新規ユーザを割当てる。しかし、既にユーザがいればステップSP55において $k \geq L$ であるかを判別する。ここで、 L は予め決められているPDMA非対応端末専用のタイムスロットの数である。 k が L よりも小さければステップSP56において k を1だけインクリメントし、再びステップSP53で、次のPDMA非対応端末専用タイムスロットに既にユーザがいるかを判別する。いなければステップSP54で新規ユーザのチャネルを割当てる。もし、ステップSP55において $k \geq L$ であればステップSP57において新規ユーザの接続を不許可にする。

【0054】図16は図15に示した第3の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この変形例では、ステップSP51でPDMA対応の端末装置であることを判別した後、ステップSP8~SP10を直ちに実行して新規チャネル割当を要求しているユーザの受信信号ベクトルをメモリに記憶している。その後、ステップSP1~SP7、SP1~SP22の動作を実行する。それ以外の動作は図15と同じであるので、説明を省略する。

【0055】図17は、図4に示した第4の実施形態によるチャネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図4で説明したように、この第4の実施形態では、 j 方向にチャネルを割当てる際に、チャネルの接続タイミングが i 方向にずらされている($T(1) \rightarrow T(2) \rightarrow T(3)$)。図17のステップSP43(図7のステップSP4に対応)において、チャネル($i, 1$)に新規ユーザを割当てる際に、当該チャネルの接続タイミング $T(1)$ が指定される(たとえば基

準時間 $T(1) = 0$ に指定される)。

【0056】次に、図17のステップSP44 (図7のステップSP18に対応)において、チャンネル $(i, M+1)$ に新規ユーザを割当てる際に、チャンネルの接続タイミング $(M+1)$ が指定される。それ以外の動作は、図7と同じであるので、説明を省略する。図18は図5に示した第5の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図5で説明したように、タイムスロット1がPDMA非対応端末専用タイムスロットとして割当てられており、ステップSP51でPDMA非対応端末装置であることが判別されると、図15の第3の実施形態の説明と同様に、ステップSP52～SP57が実行される。しかし、PDMA対応の端末装置であれば、図13の第2の実施形態と同じ動作を実行する。すなわち、接続を要求する端末装置がPDMA対応であれば、PDMA非対応端末専用タイムスロット以外のタイムスロットをステップSP18でバス多重で割当てる。そして、バス多重ができなくなると、ステップSP2、3で次のタイムスロットの空き状態を判別し、ステップSP4でそのタイムスロットの最初のチャンネルに新規ユーザのチャンネルを割当てる。

【0057】図19は図18に示した第5の実施形態の変形例を示すフローチャートであり、図18のステップSP8～SP10の処理をステップSP51の後で行なっている。その後のステップSP1～SP5、SP10、SP13～SP22の動作は図18と同じなので、説明を省略する。図20は図6に示した第6の実施形態によるチャンネル割当の具体的な動作を説明するためのフローチャートである。図6で説明したように、この第6の実施形態では、PDMA未対応端末用のタイムスロットを予め決めておくことなく適宜決定する。このために、ユーザのチャンネル割当要求があると、ステップSP51においてユーザ端末がPDMA未対応端末であるか否かを判別し、PDMA未対応端末であることを判別すると、ステップSP52～SP57を実行してタイムスロットを適宜割当てる。

【0058】一方、ステップSP51でユーザ端末がPDMA対応であることを判別すると、ステップSP1で $i = 1$ に設定した後、ステップSP2で1番目のタイムスロットに接続しているユーザ数 M を調べる。ステップSP3でユーザ数 M が0でなければ、ステップSP60でそのタイムスロットに接続中のユーザ端末がPDMA対応端末であるか否かを判別し、PDMA未対応のユーザであることが判別されれば、ステップSP61で i を1だけインクリメントして他のタイムスロットでのバス多重を実行しようとする。

【0059】図21は図20に示した第6の実施形態の変形例を示すフローチャートである。図21の例は、ステップSP51でPDMA対応のユーザ端末であること

を判別した後、図20に示したステップSP8とSP9の処理を実行するものである。その後のステップSP1以下の動作は図20と同じなので、説明を省略する。以上で、第1ないし第6の基本的な伝送チャンネル割当方法の実施形態の説明を終り、以下のこれらの実施形態に付随する種々の追加の実施の形態について説明する。

【0060】図22は、この発明の第7の実施形態として、通話中のユーザが移動する場合のチャンネル割当の具体的な動作を説明する図である。この第7の実施形態によれば、通信中のユーザが移動することにより2人のユーザの信号間に実質的に干渉が生じ、アクティブアレイを用いてユーザの信号を分離できなくなった場合に、ユーザの伝送チャンネルを、ユーザ同士の間で実質的に干渉しないタイムスロットに移動させるものである。

【0061】すなわち、ユーザの通信中には、相互干渉の監視命令が出され、まずステップSP71で i 方向に $i = 1$ がセットされ、ステップSP72において、タイムスロット1に接続中のユーザ数 M が調べられる。そして、ステップSP73で、タイムスロット1に2人以上のユーザが接続されていることが判別されると、タイムスロット1内でユーザ同士の信号の干渉が生じている可能性があるため、そのような干渉の有無を調べる必要がある。

【0062】まず、ステップSP76で j 方向に $j = 1$ がセットされてタイムスロット1のチャンネル $(1, j) = (1, 1)$ が指定され、次いでステップSP77で j 方向に $k = j + 1 = 2$ がセットされてタイムスロット1のチャンネル $(1, k) = (1, 2)$ が指定される。次に、これら同一タイムスロットに含まれる2つのチャンネル $(1, 1)$ 、 $(1, 2)$ の間の干渉の有無を判別するために、ステップSP78において、双方のチャンネルに接続されているユーザ信号のウェイトベクトルの相互相関値 C が計算される。

【0063】次に、ステップSP79において、ステップSP78において計算された相互相関値 C が、信号間の干渉の発生の判断基準となる基準値 S よりも小さいかが判別される。そして、相互相関値 C が基準値 S よりも大きければ、同一タイムスロットの2つのチャンネル

$(1, 1)$ 、 $(1, 2)$ に接続している2つのユーザ信号が実質的に干渉しているものと判別され、ステップSP80において、チャンネル $(1, 2)$ に接続しているユーザ信号を別のチャンネルに割当てるため、プログラムは前述の第1ないし第6の実施の形態のいずれかのチャンネル割当方法のルーチンに進む。

【0064】そして、ステップSP81において、 k がタイムスロット1のユーザ数 M 以上でないことが判別されれば、ステップSP82において k を1だけインクリメントして、ステップSP78においてチャンネル $(1, 1)$ 、 $(1, 3)$ に接続しているユーザ信号のウェイトベクトルの相互相関値 C が計算される。そして、両者の

間で実質的に干渉しているものと判別されると、前述のようにステップSP80でチャンネルの再割当が行なわれる。

【0065】上述のステップSP78～SP82の処理が繰返されてステップSP81においてkがタイムスロット1のユーザ数Mに達したことが判別されると、ステップSP83でjがM-1以上か否かが判別される。jがM-1に達していなければ、ステップSP84でjが1だけインクリメントされ、以後、ステップSP77～SP82を介してチャンネル(1, 2)とチャンネル(1, k)との間の干渉の有無が判別される。そして、両者の間で干渉しているものと判断されると、前述のようにステップSP80でチャンネルの再割当が行なわれる。

【0066】上述のステップSP77～SP84の処理が繰返され、ステップSP83でjがM-1以上であることが判別されると、タイムスロット1に含まれる2以上のユーザのチャンネルのすべての対の間の実質的な干渉の有無が判断されたことになる。そして、次のタイムスロット2での実質的な干渉の可能性を調べる必要がある。そこで、プログラムはステップSP74に進む。

【0067】一方、ステップSP73で、タイムスロット1に2人以上のユーザが接続されていないことが判別されると、タイムスロット1内ではユーザ同士の信号の干渉がないことがわかるので、次のタイムスロット2での実質的な干渉の可能性を調べる必要がある。そして、この場合にもプログラムはステップSP74に進み、ステップSP71で設定した $i=1$ がタイムスロット数M以上か否かが判別される。ここで、 $i(=1)$ は $N(=3)$ よりも小さいため、ステップSP75において i は1だけインクリメントされて $i=2$ にセットされ、ステップSP72においてタイムスロット2に接続中のユーザ数Mが調べられる。

【0068】以下、上述のステップSP73～SP84が繰返され、N個のタイムスロットのすべてにおいて、ユーザ間の実質的な干渉の有無が判断され、実質的な干渉が判断されると一方のユーザの伝送チャンネルの移動(再割当)が実行される。図23は、図22に示した第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。図22に示した例では、ステップSP80でタイムスロット1のチャンネル(1, k)のユーザを別のチャンネルに移動させた後、ステップSP81, SP82に進み、チャンネル(1, j)を固定したままで、チャンネル(1, k)をj方向にインクリメントするようにしている。これに対し、図23に示した例では、チャンネル(1, k)のユーザの別チャンネルへの移動後に、ステップSP83, SP84に進み、タイムスロット1のチャンネル(1, j), (1, k)の双方をインクリメントするように構成したものである。それ以外の動作は図22と同じであるので、説明を省略する。

【0069】図24は図22に示した第7の実施形態の

変形例を示すフローチャートである。図22に示した例では、ステップ78においてタイムスロット1のチャンネル(1, j)のユーザ信号とタイムスロット1のチャンネル(1, k)のユーザ信号との実質的な干渉を判別するために、双方のユーザ信号のウェイトベクトルの相関値Cを調べるようにしたが、図24に示した例では、ステップSP85で双方のユーザ信号の受信信号ベクトルの相関値Cを調べるようにしたものであり、それ以外の動作は図22と同じであるので、説明を省略する。

【0070】図25は図23に示した実施形態の変形例である。この例は、図24と同様にして、ステップSP85で双方のユーザ信号の受信信号ベクトルの相関値Cを調べるようにしたものである。図26は図22に示した第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例は、ステップSP86において双方のユーザ信号の到来方向の角度差Cを求めるものである。

【0071】図27は図23に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。この例も、ステップSP86において双方のユーザ信号の到来方向の角度差Cを求めるものである。図28は通信中に受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。通信中にユーザが移動しているときに、受信信号ベクトルを通信中随時に測定することによって、ユーザ間の信号の干渉量の増減を調べるものである。

【0072】図28は1タイムスロットに1人または2人以上のユーザがいる場合の受信信号ベクトルの更新動作を示している。図28のステップSP91において、1方向に $i=1$ にセットしてタイムスロット1を選択し、ステップSP92でタイムスロット1に接続されているユーザ数Mを調べる。ステップSP93で1以上のユーザがタイムスロット1に接続されていることを判別すると、ステップSP94でユーザが2以上であるか否かを判別する。ステップSP94において、ユーザ数が2より少ないこと、すなわちユーザ数が1であることが判別されれば、ステップSP99においてタイムスロット1の1番目のチャンネル(1, 1)のユーザの受信信号ベクトルを計算してメモリされている値を更新する。このようにユーザ数Mが1の場合の受信信号ベクトルは、図32および図33を参照して後述されるM=1の場合に適用される受信信号ベクトル計算方法を用いて正確に計算される。

【0073】一方、ユーザ数が2以上であればステップSP95で $j=1$ にセットしてタイムスロット1のチャンネル(1, 1)を設定する。ステップSP96においてタイムスロット1のチャンネル(1, 1)のユーザの受信信号ベクトルを計算し、メモリされている値を更新する。このようにユーザ数Mが2以上の場合の受信信号ベクトルは、図30および図31を参照して後述されるM=1またはM ≥ 2 の場合に適用される受信信号ベクトル計算方法を用いて正確に計算される。

【0074】そして、ステップSP97において、j方向のチャネル番号jがユーザ数M以上になったか否かを判別し、以上でなければ、ステップSP98においてjを1だけインクリメントして次のチャネル(1, j)の受信信号ベクトルを計算してメモリに記憶されている値を更新する。図29も、1タイムスロットにユーザが何人いる場合でも受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。前述の図28ではユーザが1人の場合に限り特別な計算方法を用いているのでステップSP94とSP99の処理が必要であったのに対して、

$$\begin{aligned} X(t) &= [x_1(t), x_2(t)]^T \\ x_1(t) &= h_{11}s_1(t) + h_{12}s_2(t) + n_1(t) \\ x_2(t) &= h_{21}s_1(t) + h_{22}s_2(t) + n_2(t) \end{aligned}$$

ここで、 $x_1(t)$ は1番目のアンテナの受信信号であり、 $s_1(t)$ は1番目のユーザの信号であり、 $n_1(t)$ は1番目のアンテナの熱雑音であり、 h_{ij} はi番目のアンテナに受信されたj番目のユーザ信号の係数を示し、 $[\cdot]^T$ は行列 $[\cdot]$ の転置を表す。

【0076】ここで、アダプティブアレイが良好に動作していると、ユーザ信号を分離し、取出しているため、 $s_1(t)$ はすべて既知となる。そこで、受信信号と既知となったユーザ信号とを掛け合わせ、アンサンブル平均(時間平均)を計算すると、次式で表わされる。

$$E[x_1(t)s_1(t)] = h_{11}E[s_1(t)s_1(t)] + h_{12}E[s_2(t)s_1(t)] + E[n_1(t)s_1(t)]$$

ここで、平均時間が十分長いと、上述の式の右辺第1項の $E[s_1(t)s_1(t)] = 1$ となり、第2項はユーザ1の信号とユーザ2の信号に相関がないため、 $E[s_2(t)s_1(t)] = 0$ となり、第3項はユーザ1の信号と雑音信号に相関がないため、 $E[n_1(t)s_1(t)] = 0$ となるので、1番目のユーザの1番目のアンテナに受信されたベクトル値 h_{11} は次式で計算できる。

$$E[x_1(t)s_1(t)] = h_{11}$$

以下、アンテナを順番に変えて同様にしてベクトル値 h_{21} は次式で計算できる。

$$E[x_2(t)s_1(t)] = h_{21}$$

これにより、ユーザ1の受信信号ベクトル $R_1 = [h_{11}, h_{21}]^T$ も計算できる。

【0078】図30は上述の各ユーザの受信信号ベクトル計算方法を示すフローチャートである。図30において、ステップSP101で時刻を示すパラメータkを設定し、ステップSP102でアンテナ素子を示すパラメータ $m=1$ 、 $e_m=0$ を設定する。なお、 e_m はアンテナの素子数だけある。ステップSP103で $e_m = e_m + x_m(k)s_j(k)$ を演算する。ここで、 $x_m(k)$ はm番目のアンテナの時刻kの受信信号であり、 $s_j(k)$ はj番目のユーザの変調された信号であり、アダプティブアレイにより分離された信号である。

図29では、ステップSP96で、図30および図31に示される $M=1$ または $M \geq 2$ の場合に適用される計算方法を用いているので、これらの処理を省略しており、それ以外の動作は図28と同じである。

【0075】次に、1個のタイムスロットに2人以上のユーザが接続しているときの各ユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明する。アンテナ素子数を2本とし、1つのタイムスロットに接続中のユーザ数を2人とした場合、受信信号は次式で表わされる。

【0079】ステップSP104で $m \geq$ アンテナ素子数Nか否かを判別し、mがNよりも小さければステップSP105でパラメータmを1だけインクリメントし、ステップSP103、SP104を繰返す。ステップSP104でパラメータmがアンテナ素子数Nと等しくなるかあるいは大きくなると、ステップSP106で時刻を示すパラメータkが時間平均を行なう所定のシンボル数T以上か否かを判別する。大きければステップSP107でkを1だけインクリメントし、次の時刻におけるステップSP102～SP106の処理を繰返す。そして、 $k=T$ になると、ステップSP108で $m=1$ に設定し、ステップSP109で e_m をTで除算して平均値 h_{mj} を求める。ステップSP110で $m \geq N$ でないことを判別すると、ステップSP111でパラメータmを1だけインクリメントし、ステップSP109で次のアンテナ素子の平均値を求める。ステップSP110でパラメータmがNになったことを判別すると、受信信号ベクトル $R_j = [h_{1j}, \dots, h_{Nj}]^T$ を出力する。

【0080】図31は図30に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。前述の図30に示した例では、ステップSP103～SP105のループで各アンテナ素子ごとの受信信号 e_m を加算し、ステップSP109でアンサンブル平均値を求めるようにしたが、この図31に示した例では、ステップSP112で加算とアンサンブル平均を求めるようにしたものであり、それ以外の動作は図30と同じである。

【0081】上述の説明は1個のタイムスロットに1人以上のユーザが接続しているときの各ユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明したが、次に1個のタイムスロットに1人のユーザが接続しているときのそのユーザの受信信号ベクトル計算方法について説明する。アンテナ素子数を2本とし、接続中のユーザ数を1人とした場合、受信信号は次式で示される。

$$\begin{aligned} X(t) &= [x_1(t), x_2(t)]^T \\ x_1(t) &= h_{11}s_1(t) + n_1(t) \\ x_2(t) &= h_{21}s_1(t) + n_2(t) \end{aligned}$$

ただし、 $x_i(t)$ は i 番目のアンテナの受信信号であり、 $s_i(t)$ は i 番目のユーザの信号であり、 $n_i(t)$ は i 番目のアンテナの熱雑音であり、 h_{ij} は i 番目のアンテナに受信された j 番目のユーザ信号がフェージングなどの影響を受け、結果として変動した位相と振幅値を示す。 $[\cdot]^T$ は行列 $[\cdot]$ の転置を表す。
 【0083】ここで、アダプティブアレイが良好に動作していると、ユーザ信号を分離し、取出しているため、 $s_i(t)$ は既知となる。そこで、受信信号を既知となったユーザ信号 $s_i(t)$ で割算し、アンサンブル平均（時間平均）を計算する。

$$E[x_i(t) \div s_i(t)] = h_{ii} E[s_i(t) \div s_i(t)] + E[n_i(t) \div s_i(t)]$$

ここで、平均時間が十分長いと、 $E[s_i(t) \div s_i(t)] = 1$ であり、雑音のランダム性により $E[n_i(t) \div s_i(t)] = 0$ なので、 i 番目のユーザの i 番目のアンテナに受信されたベクトル値 h_{ii} が計算できる。

$$【0084】 E[x_i(t) \div s_i(t)] = h_{ii}$$

以下、アンテナを順番に変えて同様に

$$E[x_z(t) \div s_i(t)] = h_{zi}$$

となり、ユーザ i の受信信号ベクトル $R_i = [h_{ii}, h_{zi}]^T$ が計算できる。図32は上述の受信信号ベクトル計算方法を実行するためのフローチャートであり、ステップSP114のみが図30のSP103と異なる。すなわち、ステップSP114において各アンテナ素子ごとに時刻 k の受信信号 $x_j(k)$ を j 番目の変調された信号 $s_j(k)$ で割算したものを受信信号 e_j に加算していき、ステップSP109において T で除算して h_{ij} が求められる。

【0085】図33は図32の変形例を示すフローチャートであり、図31の変形例に対応している。すなわち、図32のステップSP109での T による除算をステップSP115で行なうようにしたものであり、それ以外の動作は図32と同じである。上述の説明ではいずれも図39に示した構成を用いて複数のユーザが通信する場合について説明したが、次に図34を参照して1人のユーザが複数のパスを利用して通信を行なう場合にチャンネルを割当てる実施形態について説明する。

【0086】図34において、DSP12内には、図39と同様にしてチャンネル割当計算機121とチャンネル割当装置122とアダプティブアレイ131と132とが設けられるとともに、データ合成器123が設けられる。アダプティブアレイ131のユーザ1から送信されたチャンネル(1, 1)の信号を抽出し、アダプティブアレイ132は、チャンネル(1, 2)を用いて通信している同じユーザ1から送信されたチャンネル(1, 1)で送信された信号とは異なる信号を抽出する。この例では、チャンネル(1, 1)の信号として32Kbpsの信号がデータ合成器123に与えられ、チャンネル(1, 2)の

信号として32Kbpsの信号がデータ合成器123に与えられ、データ合成器123から64Kbpsの信号系列に並び換えられたデータが出力される。

【0087】ところで、最近の携帯型電話機の急速な普及により、たとえ上述のようなPDMA方式を採用したとしても、近い将来、周波数の利用効率に限界に達する事態が想定される。すなわち、新規のユーザからの接続要求があっても、どのタイムスロットにも接続可能な空きチャンネルがなく、結局接続不許可になることが予想される。このような事態を放置すれば、移动通信システムの運用に著しい支障が生じることになる。

【0088】このような事態の対策の1つとして、加入料金等の差に応じて、ユーザ間に合理的な接続の優先度を設け、空きチャンネルがない場合に、接続状態にある優先度の低いユーザの接続を強制的に切断して当該チャンネルに優先度の高いユーザを割当てる方法が考えられる。図35および図36は、このようなユーザの優先度に基づくチャンネル割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。図35に示したチャンネル割当動作は、以下の点を除いて、基本的に図7に示した第1の実施形態の動作と同じである。

【0089】すなわち、図7の第1の実施形態では、ステップSP20で、接続可能な空きチャンネルが N 個のタイムスロットのいずれにも存在しないことが判断されると、ステップSP22で新規ユーザの接続を不許可としている。これに対し、図35の実施形態では、ステップSP201で、新規にチャンネル割当を要求しているユーザの予め決められた接続優先度が最下位か否かが判断される。

【0090】最下位であることが判断されると、このユーザには、他のユーザを排除してまでチャンネルが割当てられる余地は全くないため、ステップSP202で接続拒否される。一方、最下位でないことが判断されると、より優先度の低い他のユーザを排除してチャンネルが割当てられる可能性があるため、図36の優先ユーザ接続ルーチンに移行する。

【0091】図36において、ステップSP203でまず i 方向に $l = 1$ がセットされ、ステップSP204でタイムスロット l に接続中のユーザ数 M が調べられ、メモリに格納される。次に、ステップSP205で j 方向に $k = 1$ がセットされ、ステップSP206において、チャンネル $(i, k) = (1, 1)$ に既に接続中のユーザの優先度を調べてメモリに格納する。ステップSP207で k がユーザ数 M 以上でないことが判断されると、ステップSP208で k を1だけインクリメントし、チャンネル $(i, 2)$ のユーザの優先度を調べてメモリに格納する。

【0092】このステップSP206～SP208を繰返し、ステップSP207において k がユーザ数 M に達したことが判断されると、ステップSP209におい

て、タイムスロット1に接続中のすべてのユーザを、優先度の低い順にソートする。ただし、ソート結果はこのルーチンの中でのみ保持されかつ有効であり、実際のチャネル配置の変更を伴わない。

【0093】次に、ステップSP210において、j方向に $k=1$ がセットされ、1つのタイムスロット内の、新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続ユーザ数を示すパラメータNGを0にセットする。ステップSP211において、新規にチャネル割当を要求しているユーザの優先度と、チャネル(1, k) = (1, 1)に接続中のユーザの優先度とが比較される。新規ユーザの優先度の方がチャネル(1, 1)の既存ユーザの優先度よりも低いと判断されると、ステップSP209で当該タイムスロットのユーザは既に優先度の低い順にソートされているので、新規ユーザの優先度は他の接続中のユーザと比較しても低いはずである。そこで、ステップSP212でiがタイムスロット数Nに達したことが判断されるまで、ステップSP213でiを1ずつインクリメントしながらステップSP211での優先度の比較が繰返される。

【0094】一方、ステップSP211で新規ユーザの優先度がチャネル(1, k)の既存ユーザの優先度よりも高いことが判断されると、ステップSP214でj方向に $m=1$ がセットされる。ステップSP215で $m=k$ か否かが判断され、ステップSP216で新規ユーザの受信信号ベクトルと、 $m=k$ であるチャネル(1, m)のユーザの受信信号ベクトルとの相互相関値Cが計算される。

【0095】ステップSP217において、ステップSP216において計算された相互相関値Cが、信号間の干渉の発生の判断基準となる基準値Sよりも小さいか否かが判断される。そして、相互相関値Cが基準値Sよりも小さいと判断されると、新規ユーザをタイムスロット1のチャネル(1, k)に割当てても、チャネル(1, m)のユーザ信号との間で実質的に干渉は起こらないことが理解される。

【0096】ステップSP218でmがユーザ数Mに達したことが判断されるまで、ステップSP219でmを1ずつインクリメントしながら、ステップSP215～SP218を繰返し、タイムスロット1内の $m=k$ 以外のすべてのチャネル(1, m)との間で、新規ユーザの信号が実質的な干渉を引き起こさないか否かが判断される。

【0097】そして、ステップSP218でmがユーザ数Mに達し、タイムスロット1内で実質的な干渉の発生がないことが判断されると、ステップSP220で、チャネル(1, k)に接続していたユーザの接続を強制的に切断し、ステップSP221でチャネル(1, k)に新規ユーザを割当てる。そして、ステップSP222で、新規ユーザの受信信号ベクトルをチャネル(1,

k)のユーザ情報としてメモリに格納する。

【0098】一方、ステップSP217で、タイムスロット1内のいずれかのチャネル(1, m)に関して、相互相関値Cが基準値Sよりも小さくなく、タイムスロット1内での実質的な干渉の発生が判断されると、ステップSP223で $NG \geq 1$ か否かが判断される。 $NG=0$ にセットされているのでステップSP224でNGを1だけインクリメントし、ステップSP225で $k=m$ としてステップSP211で優先度の判断を行なう。すなわち、同一タイムスロット内で新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続中ユーザが1人見つかったのでその接続ユーザとしか新規ユーザはチャネルの置換をすることができない。そこで、 $k=m$ として2回目の優先度の判定を行なうことにした。

【0099】その後、ステップSP217で $C < S$ が再度判定されると、ステップSP223で $NG \geq 1$ と判定される。すなわち、同一タイムスロット内で新規ユーザとの相関値が基準値を超える接続中ユーザが2人以上存在していることが判定されたことになる。この場合、新規ユーザをたとえどちらか一方の接続ユーザと置換しても他方のユーザとの実質的な相互干渉量が大きく、結局通話不能となる。したがって、この場合は、新規ユーザに対する当該タイムスロット内での割当は断念し、次のタイムスロットでの割当の可能性を調べることになる。

【0100】そこで、ステップSP212で、1がタイムスロット数Nに達していないと判断されれば、ステップSP213でiを1だけインクリメントして、次のタイムスロットに対し、ステップSP204～SP225の処理を行なう。そして、1つのタイムスロット内のいずれかのチャネルに接続しているユーザよりも新規ユーザの優先度が高いことがステップSP211で判断され、かつそのタイムスロット内の他のチャネルに接続しているユーザとの間で実質的な干渉が生じないことがステップSP214～SP225で確認されれば、当該チャネルの優先度の低いユーザの切断をステップSP220で強制的に切断し、ステップSP221でそのチャネルに新規ユーザを割当てる。

【0101】以上のように、加入料金の差などの合理的理由によりユーザ間の差別化を図ることにより、移動通信システムの周波数利用効率が限界に近づいた状況においても、システムの効率的な運用を図ることが可能となる。次に、図37は、基本的に図22の第7の実施形態に対応し、通信中のユーザが移動することによりユーザの信号間に実質的な干渉が生じた場合に、予め決められた優先度に基づき、別のチャネルに移動させられるべきユーザを決定しようとするものである。

【0102】この図37の例は、以下の点を除いて図22の第7の実施形態と同じである。すなわち、図22の第7の実施形態では、同一タイムスロットに属する2つのチャネル間でユーザ信号の干渉が生じることが判断さ

れた場合に、ステップS P 8 0において、チャンネル (i, j) およびチャンネル (i, k) のうちチャンネル (i, k) に接続しているユーザを別のタイムスロットのチャンネルに移動させるようにしている。これに対し、図37の実施形態では、同一タイムスロットに属する2つのチャンネル間で実質的な干渉の発生が判断された場合、これら2つのチャンネルにそれぞれ接続しているユーザの優先度を比較し、優先度の低い方のユーザを、別のタイムスロットのチャンネルに移動させるように制御している。したがって、優先度の高い方のユーザは接続中のチャンネルに残留することが認められるので、他のチャンネルへの再割当動作に入る必要がなく接続不許可になるようなおそれはない。したがってこの場合にも移動通信システムの合理的な運用が可能となる。

【0103】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、各ユーザの受信信号ベクトル、ウェイトベクトルまたは到来方向のいずれかを使用して干渉除去装置を用いて干渉を除去できるチャンネルをユーザに割当てることができる。また、通信中のユーザが移動しているとき、各ユーザの受信信号ベクトル、ウェイトベクトルまたは到来方向のいずれかを使用して同一タイムスロットのユーザ同士の干渉量を計算して、干渉除去装置を用いて干渉を除去できる新たなチャンネルを割当てることができる。

【0104】さらに、PDMA非対応の端末装置に対して、特定のタイムスロットを予め設定しておき、PDMA対応、非対応の端末装置からの要求があっても、PDMA非対応の端末装置に対して特定のタイムスロットを割当てることができる。さらに、チャンネルの利用効率に限界に近づいた場合にも合理的なチャンネルの割当が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図2】この発明の第2の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図3】この発明の第3の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図4】この発明の第4の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図5】この発明の第5の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図6】この発明の第6の実施形態におけるチャンネル割当手順を説明するための図である。

【図7】図1に示した第1の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】第1の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図9】第1の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図10】図9に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図11】第1の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図12】図11に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図13】図2に示した第2の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図14】第2の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図15】図3に示した第3の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図16】第3の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図17】図4に示した第4の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図18】図5に示した第5の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図19】第5の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図20】図6に示した第6の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図21】第6の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図22】第7の実施形態の動作を説明するフローチャートである。

【図23】第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図24】第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図25】図23に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図26】第7の実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図27】図23に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図28】通信中に受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図29】通信中の受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図30】1タイムスロットに1ユーザしかいない場合の受信信号ベクトルを更新する動作を示すフローチャートである。

【図31】図30に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図32】1個のタイムスロットに1人のユーザが接続しているときのそのユーザの受信信号ベクトル計算方法を示すフローチャートである。

【図33】図31に示した実施形態の変形例を示すフローチャートである。

【図34】1人のユーザが複数のバス多重チャネルを利用して通信を行なう場合の実施形態を示す図である。

【図35】優先度に基づくチャネル割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

【図36】優先度に基づくチャネル再割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

【図37】優先度に基づくチャネル再割当を行なう実施形態の動作を説明するフロー図である。

【図38】FDMA、TDMAおよびPDMAにおけるユーザ信号の配置図である。

【図39】従来のPDMA用基地局の受信システムを示す図である。

【図40】従来のアダプティブアレイのブロック図である。

【符号の説明】

3～6 アンテナ

7～10 周波数変換回路

11 A/D変換器

12 DSP

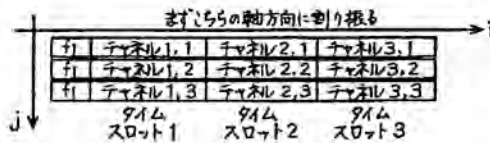
121 チャネル割当基準計算機

122 チャネル割当装置

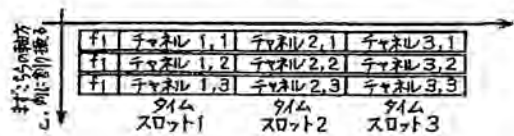
10 123 データ合成器

131, 132 アダプティブアレイ

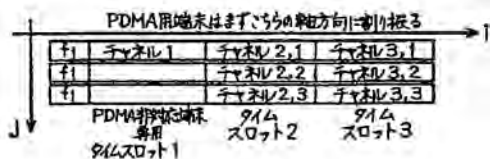
【図1】



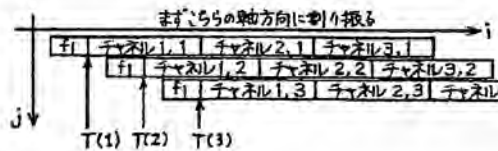
【図2】



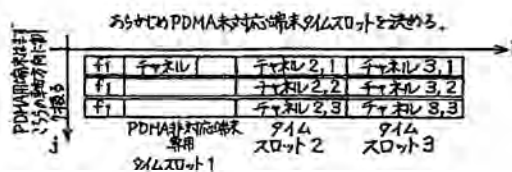
【図3】



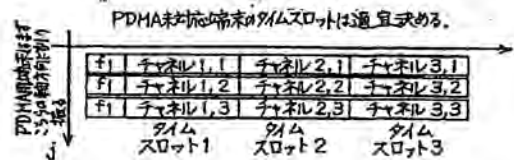
【図4】



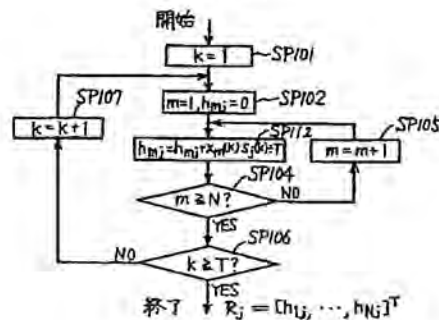
【図5】



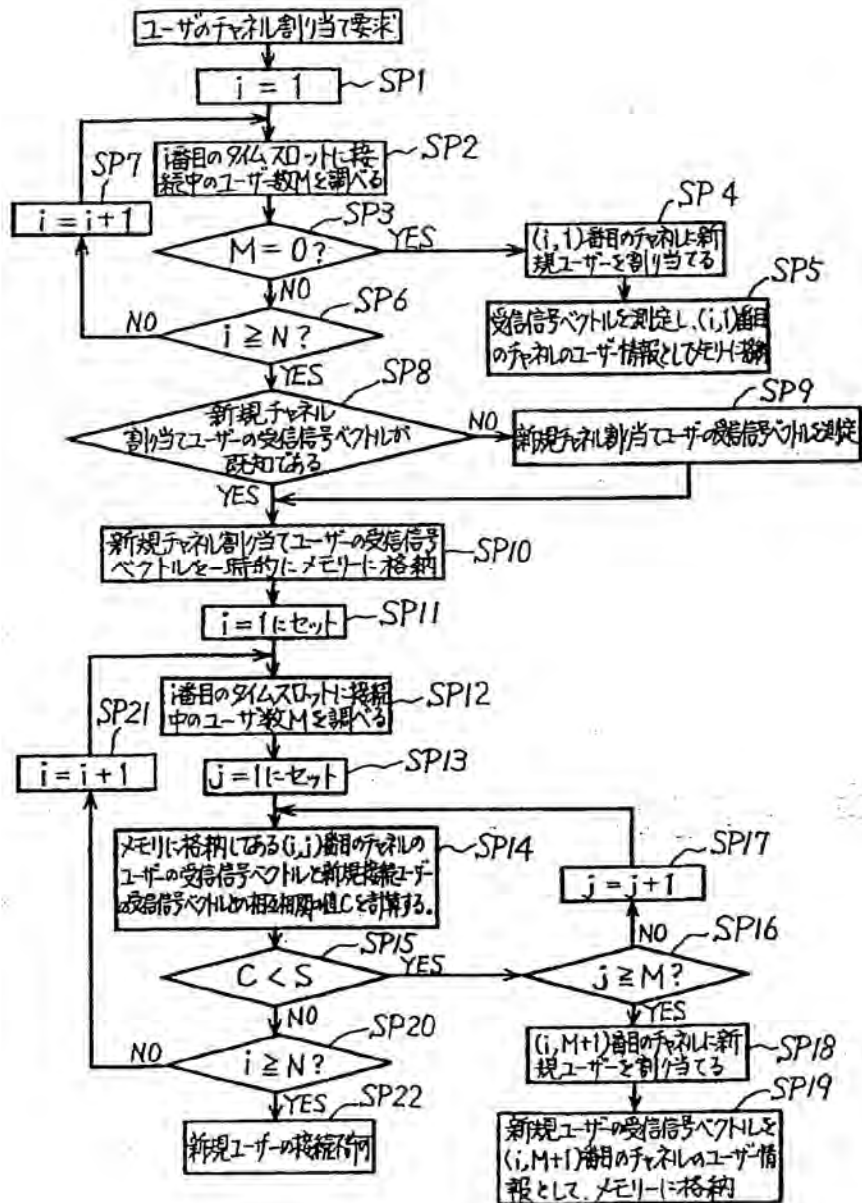
【図6】



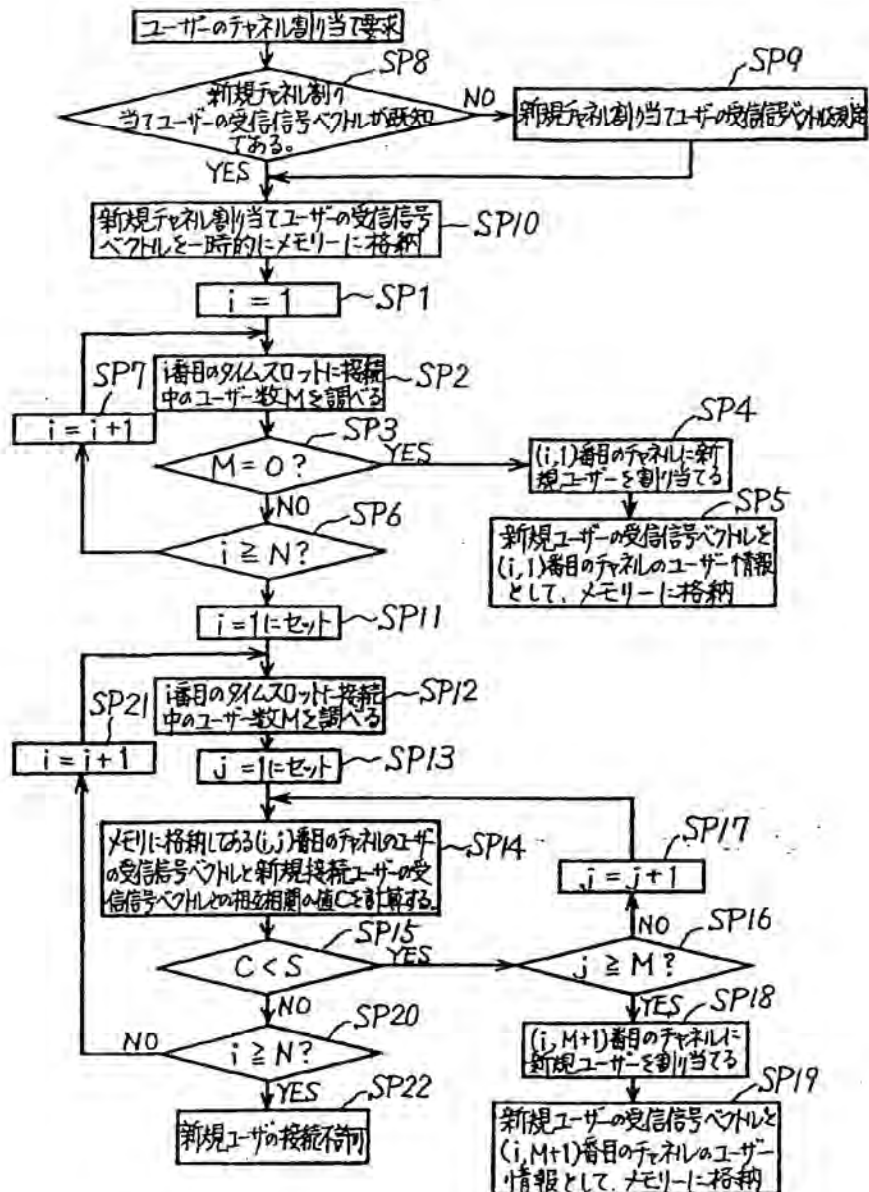
【図31】



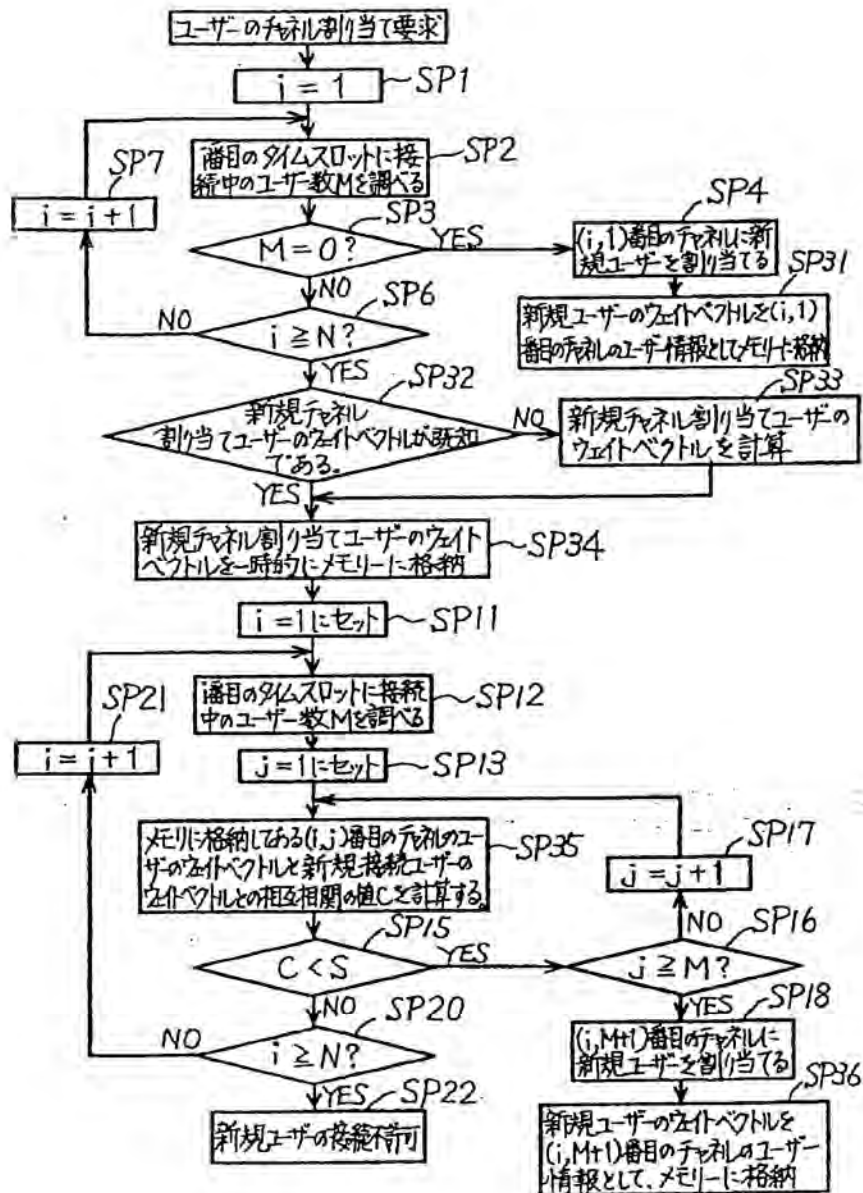
【図7】



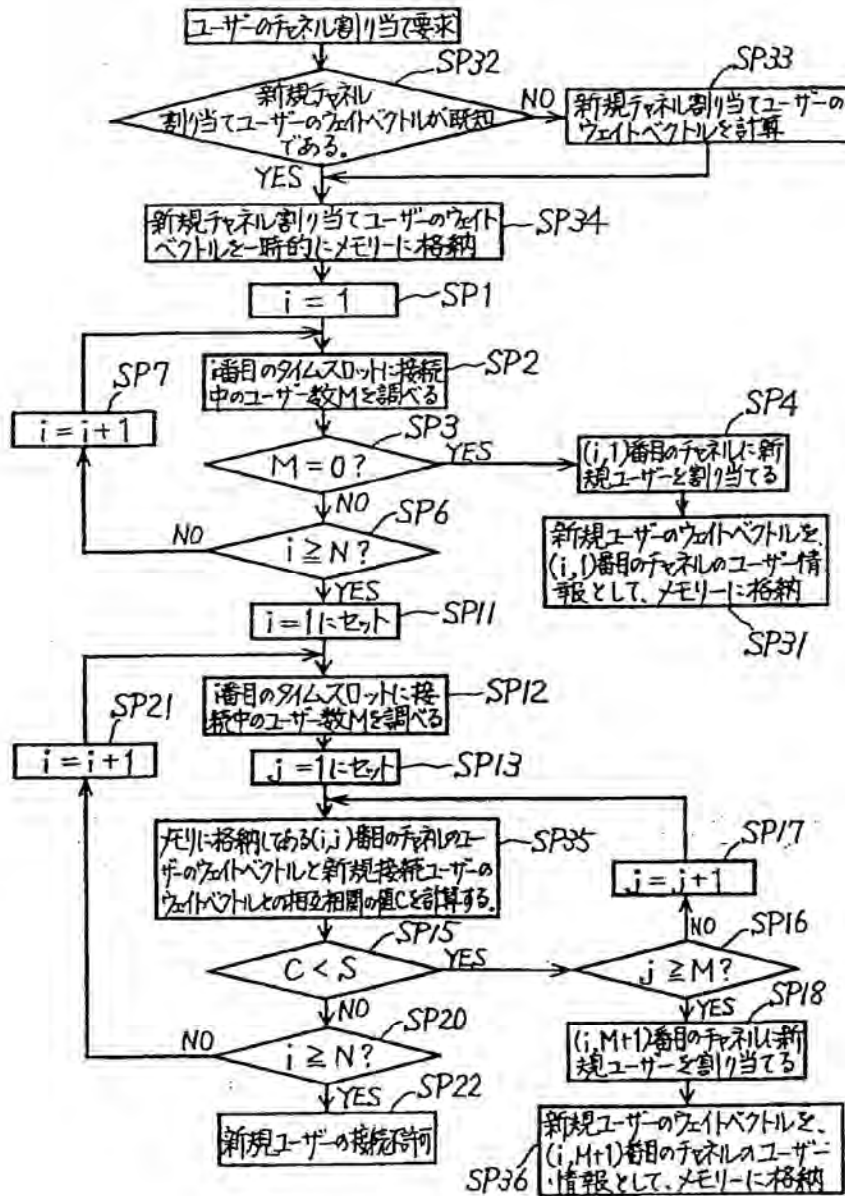
【図8】



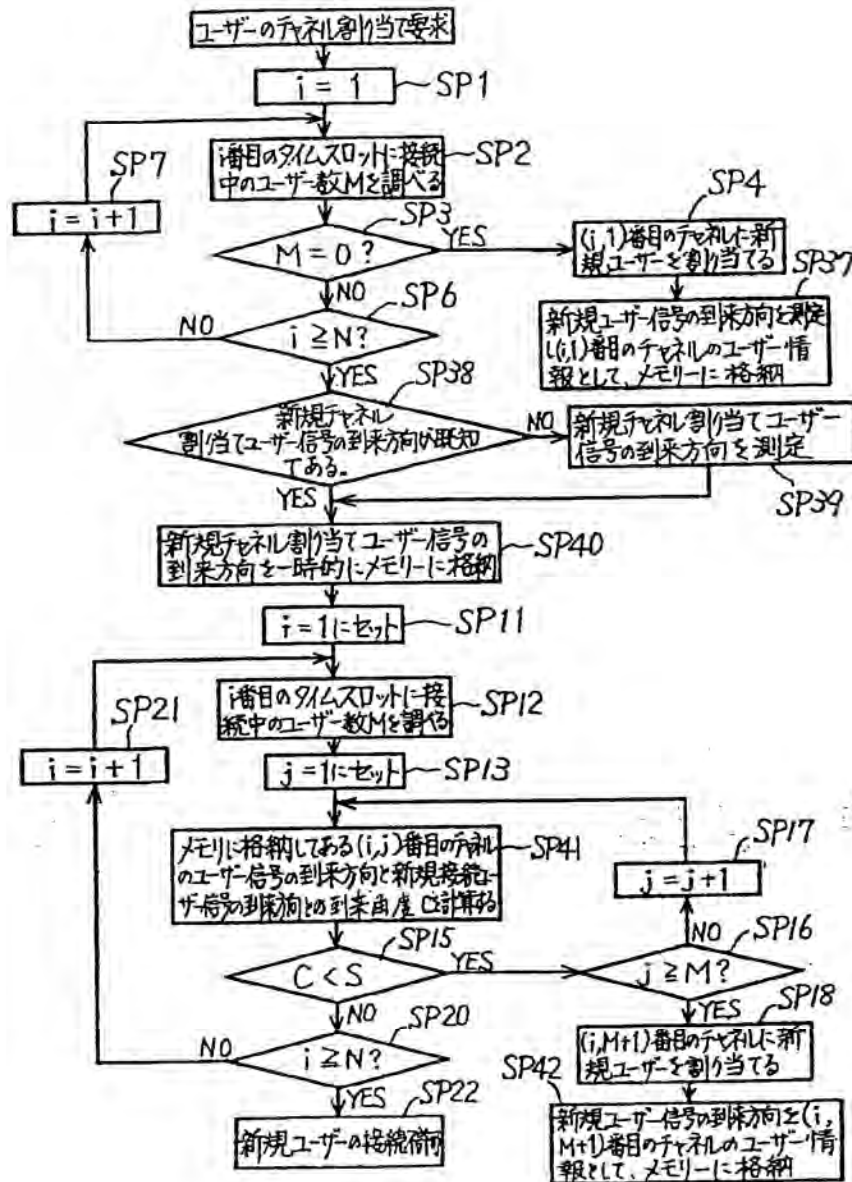
【図9】



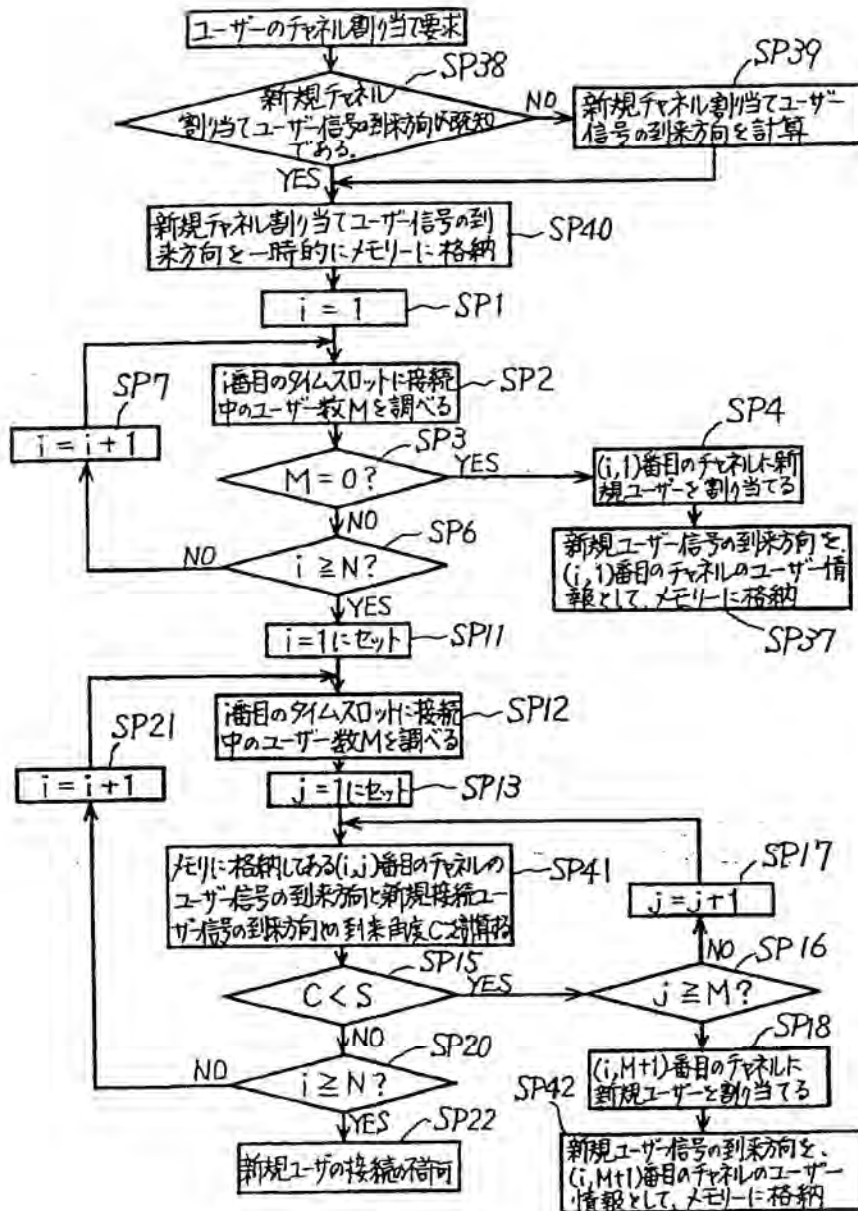
【図10】



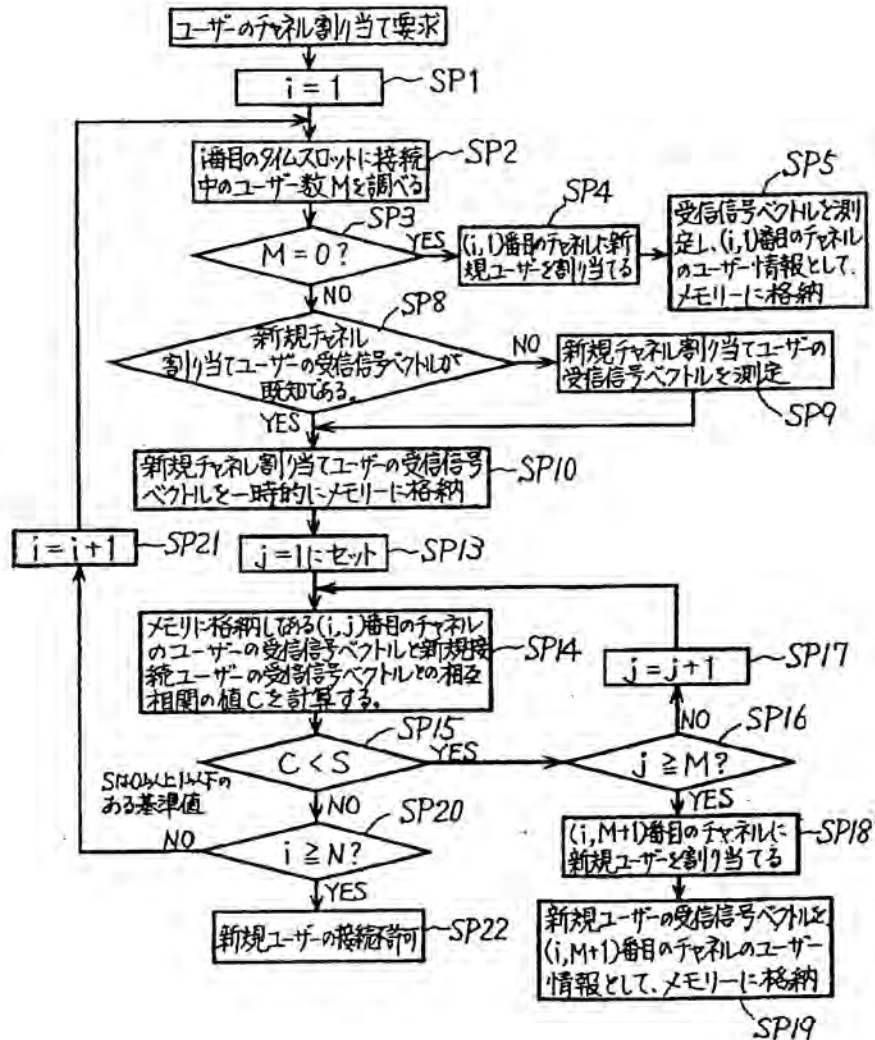
【図 11】



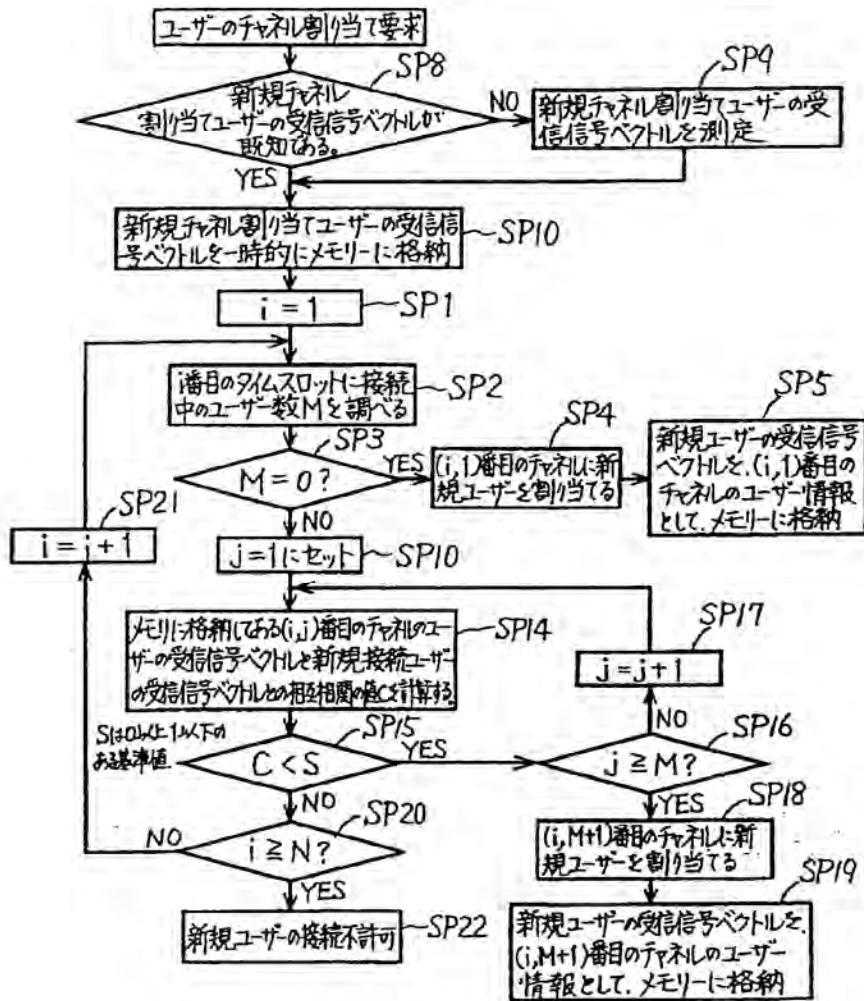
【図12】



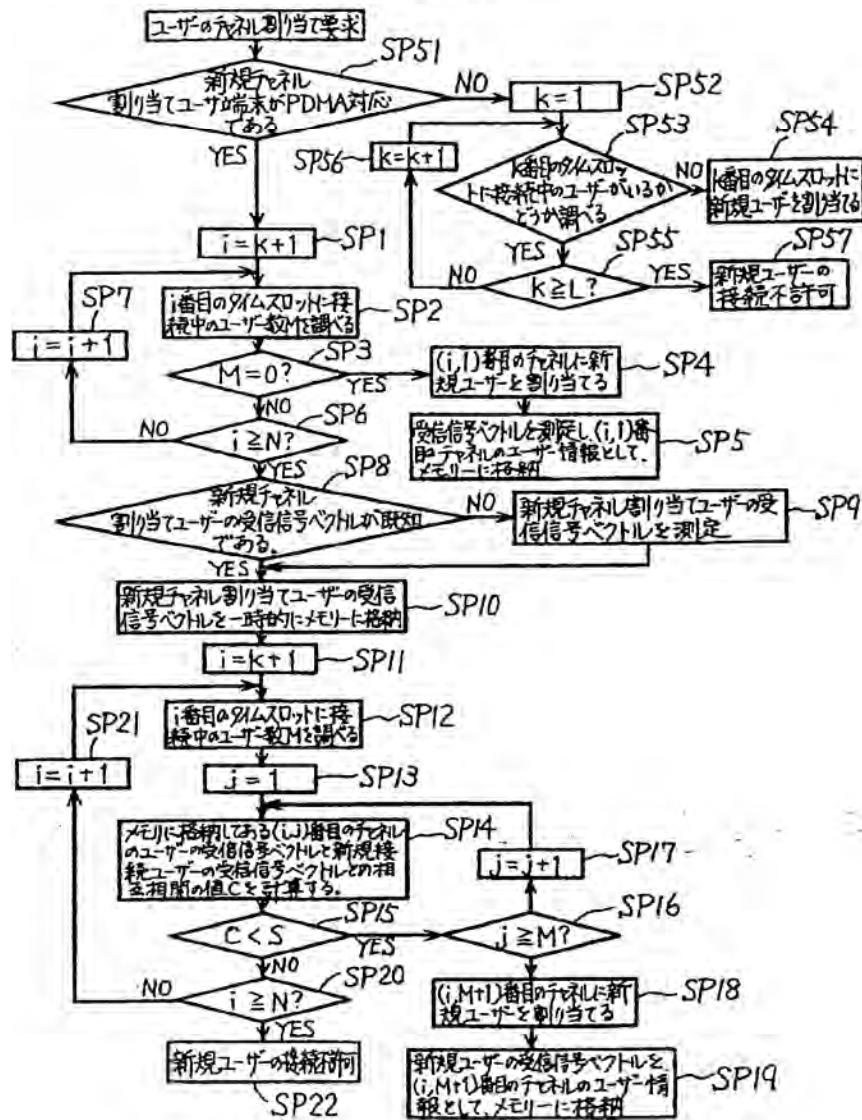
【図13】



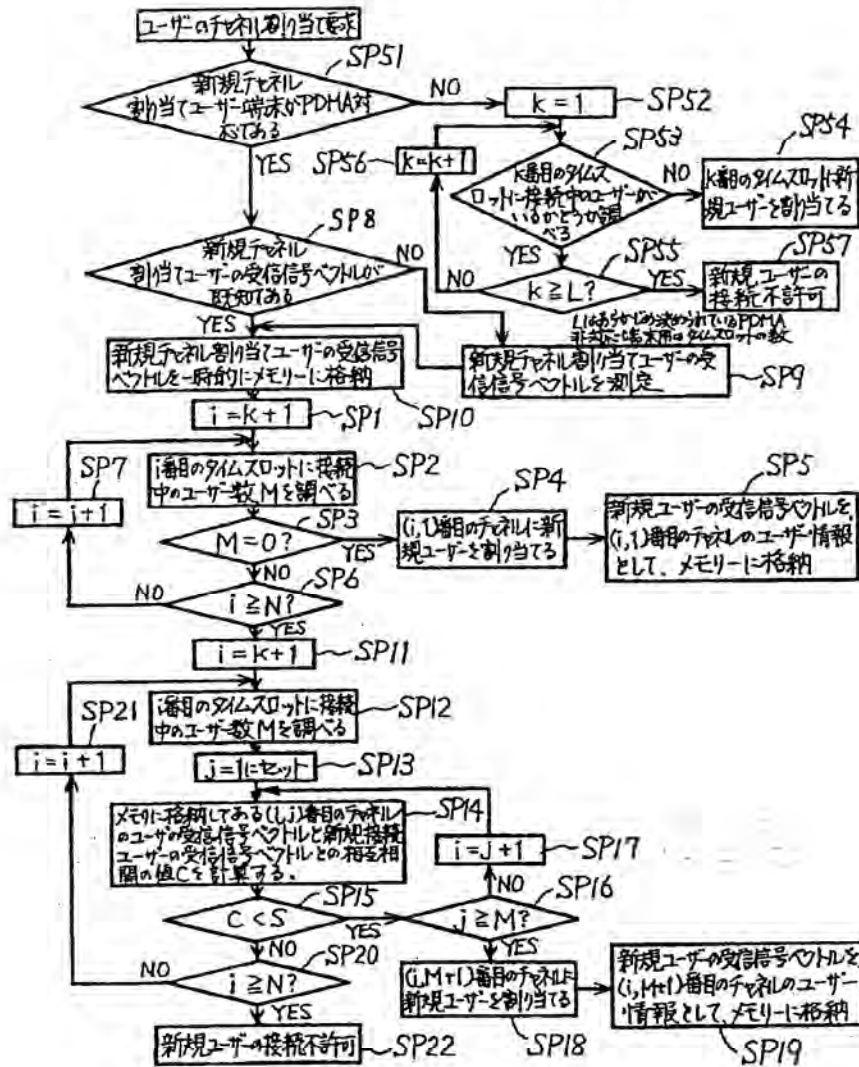
【図14】



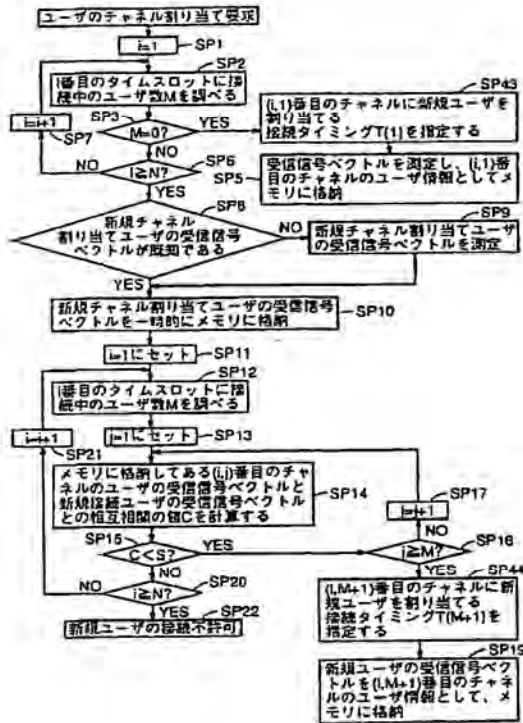
【図15】



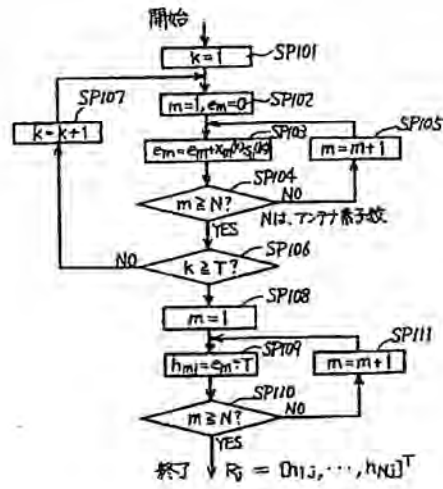
【図16】



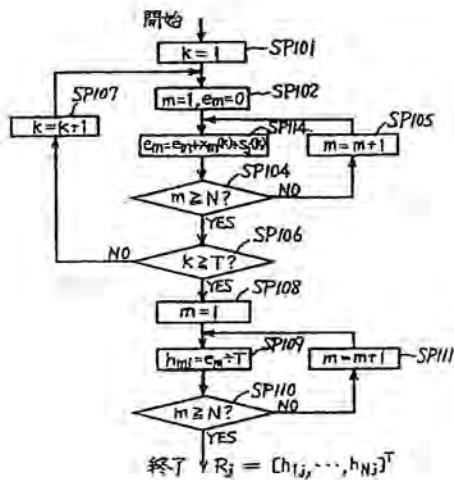
【図17】



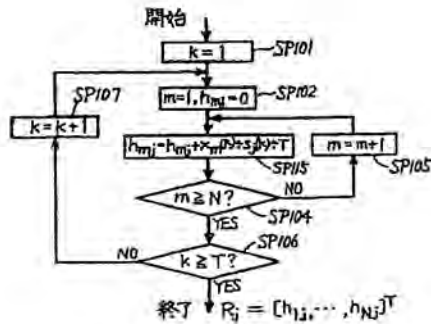
【図30】



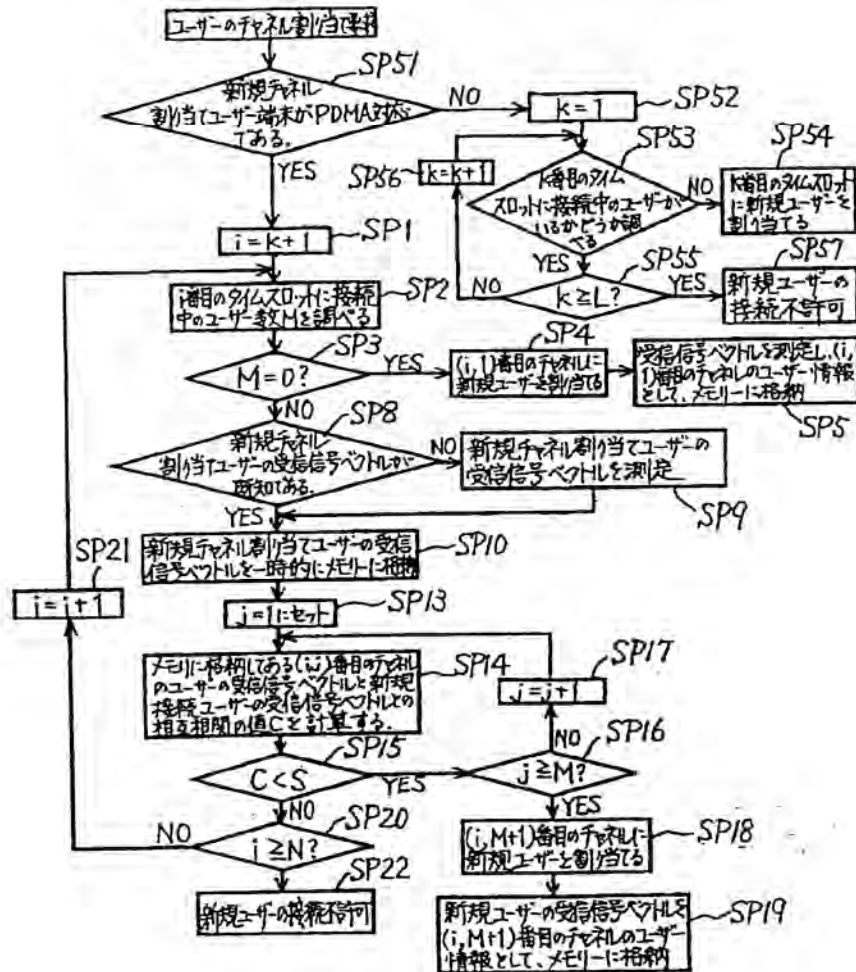
【図32】



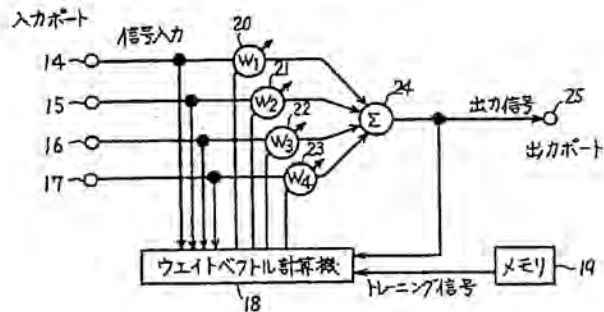
【図33】



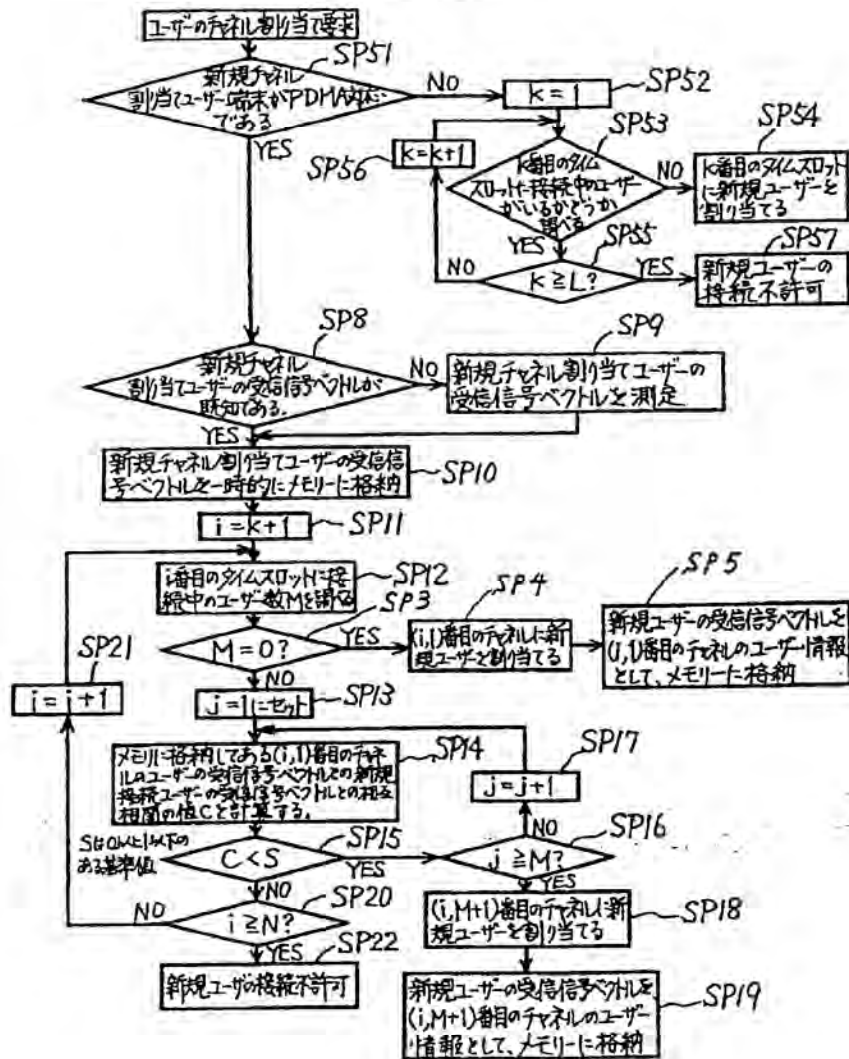
【図18】



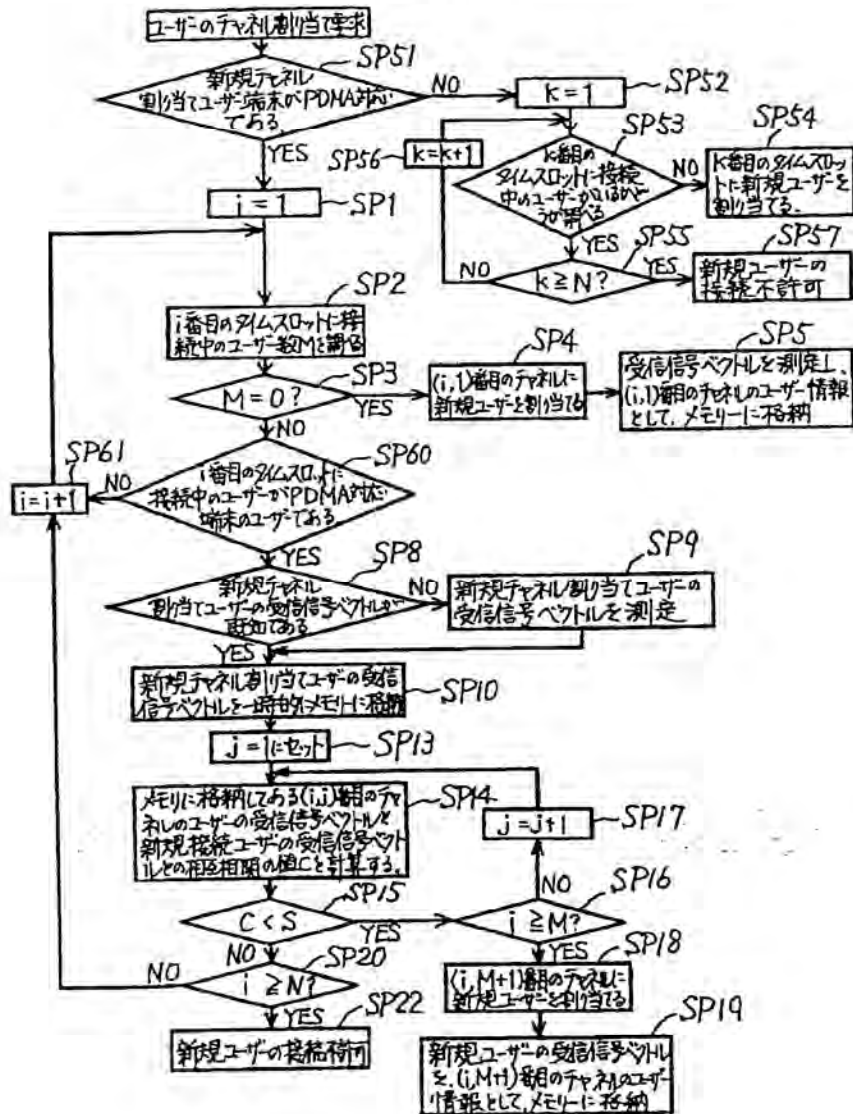
【図19】



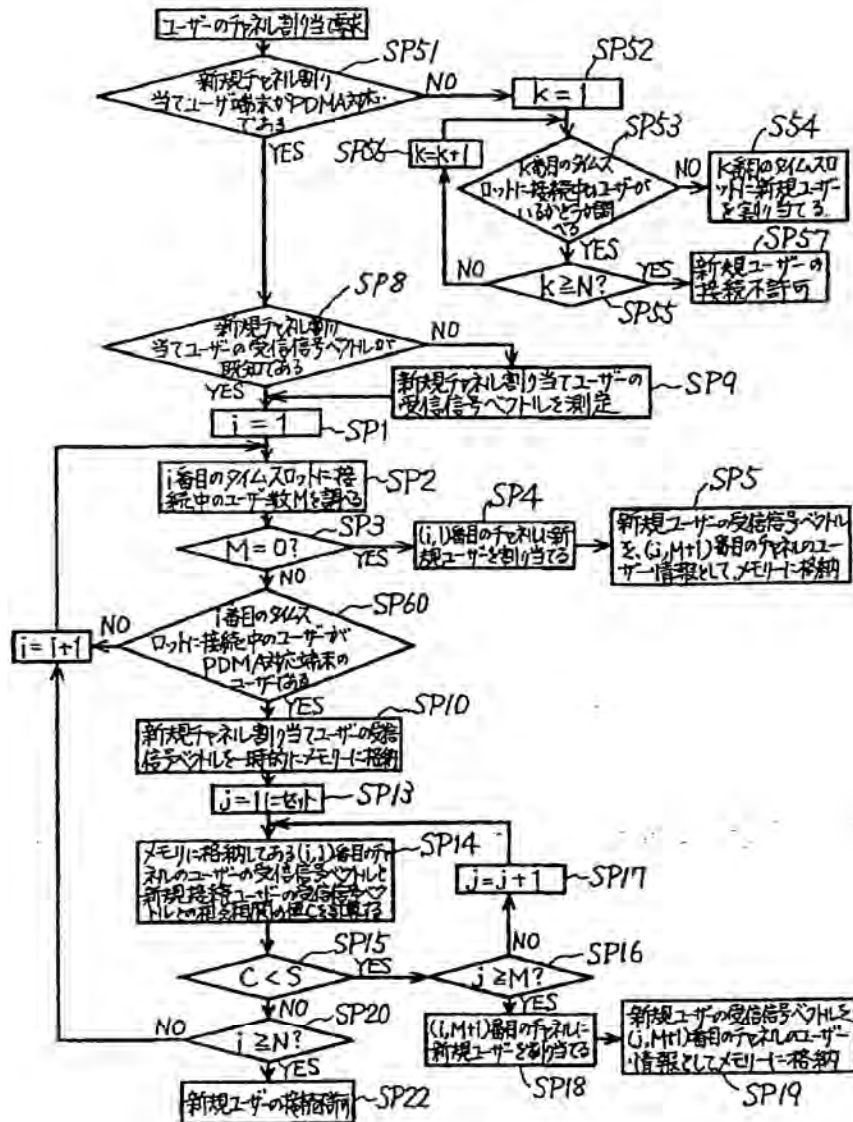
〔図19〕



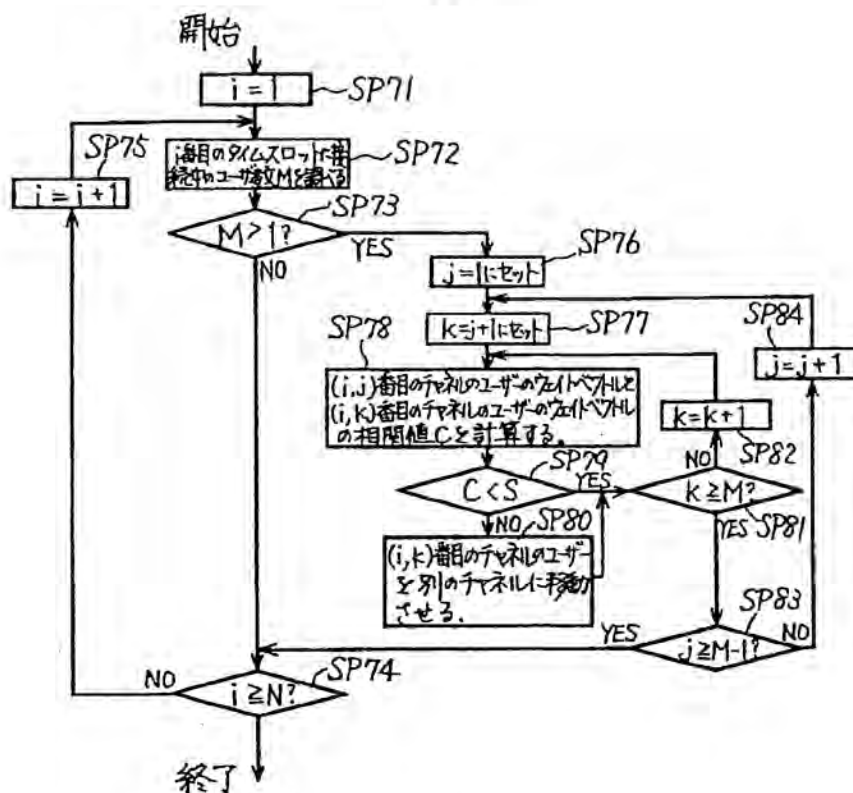
[図20]



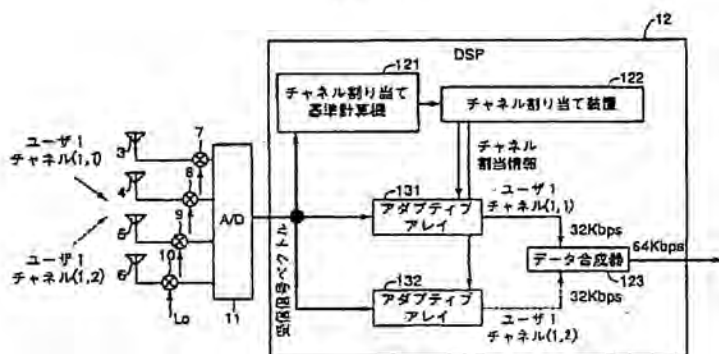
【図21】



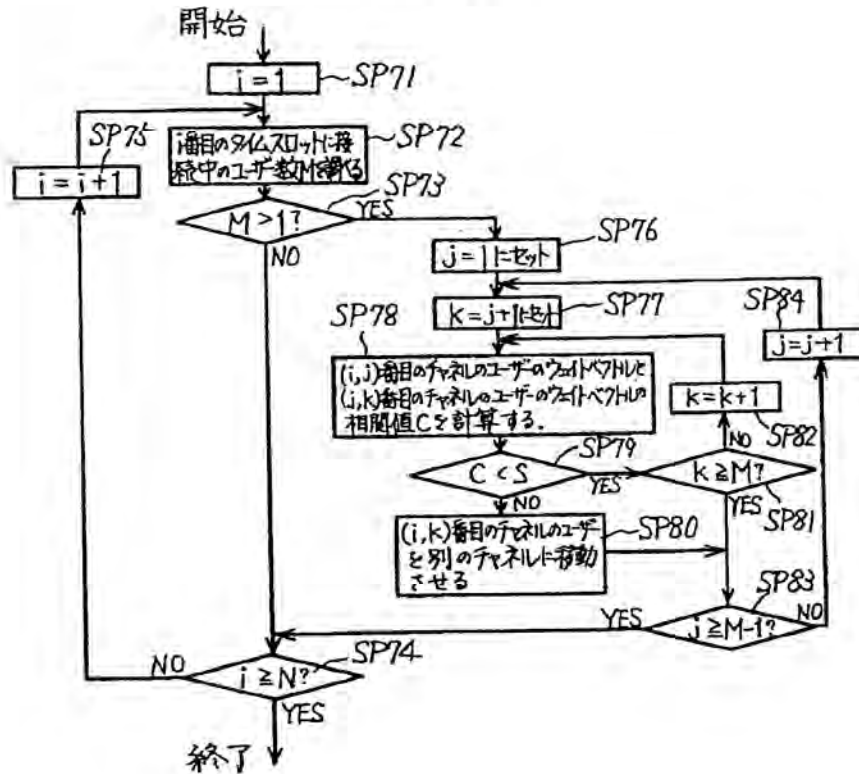
【圖 22】



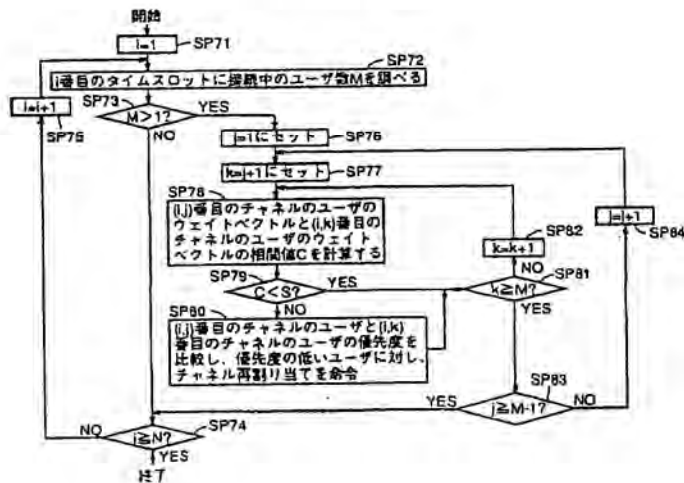
【圖 3 4】



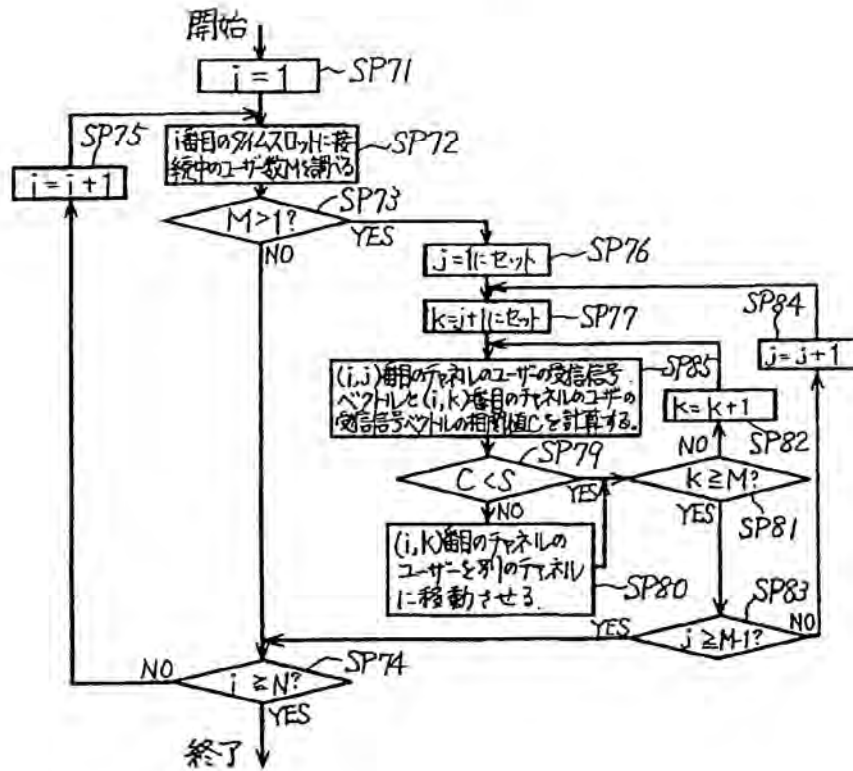
【図23】



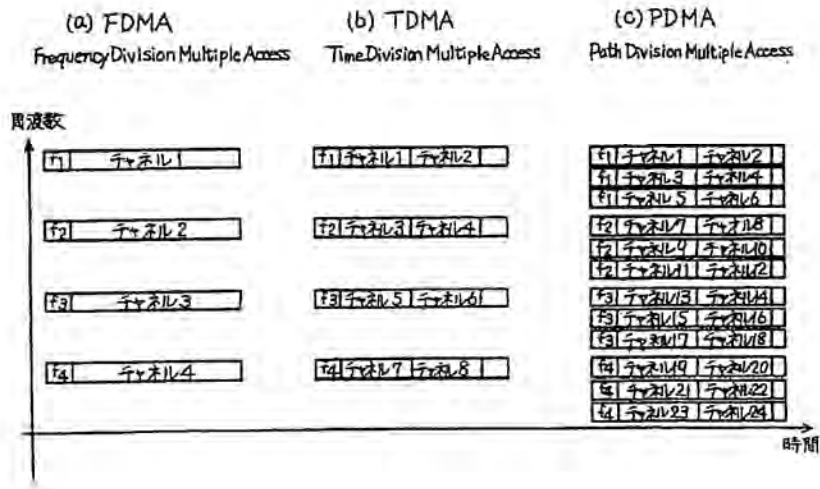
【図37】



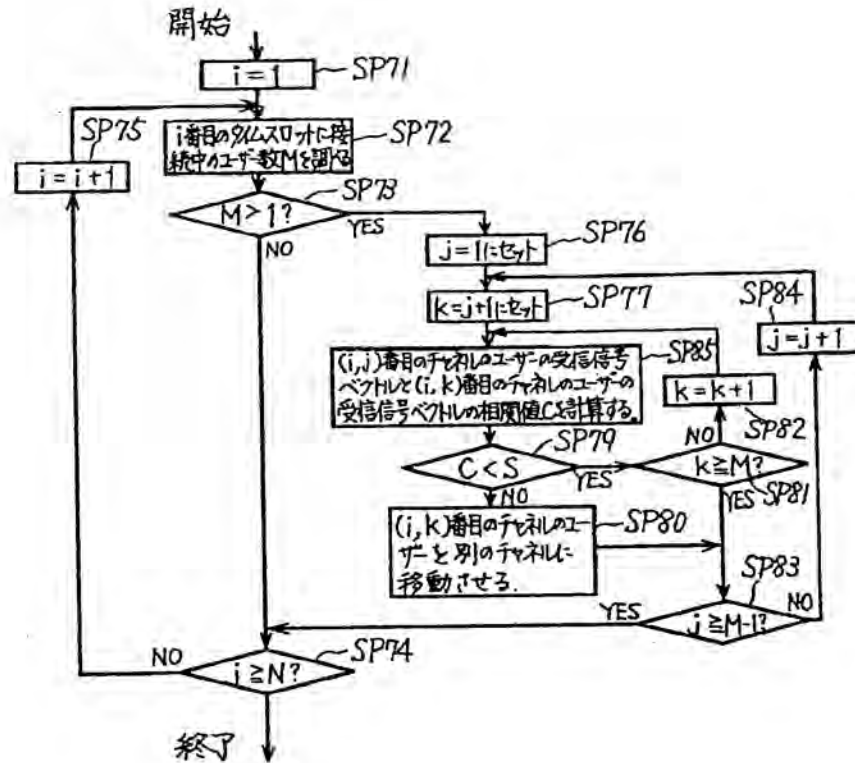
【図24】



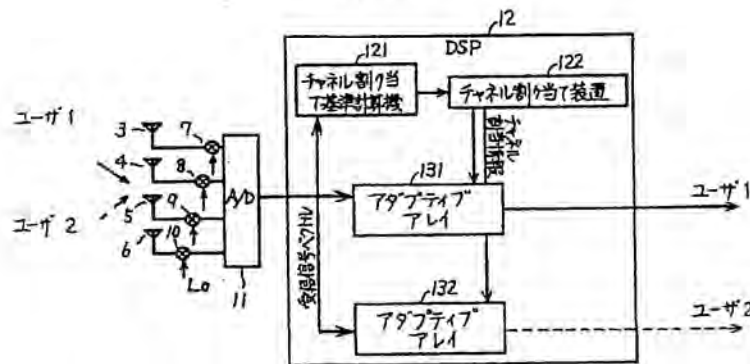
【図38】



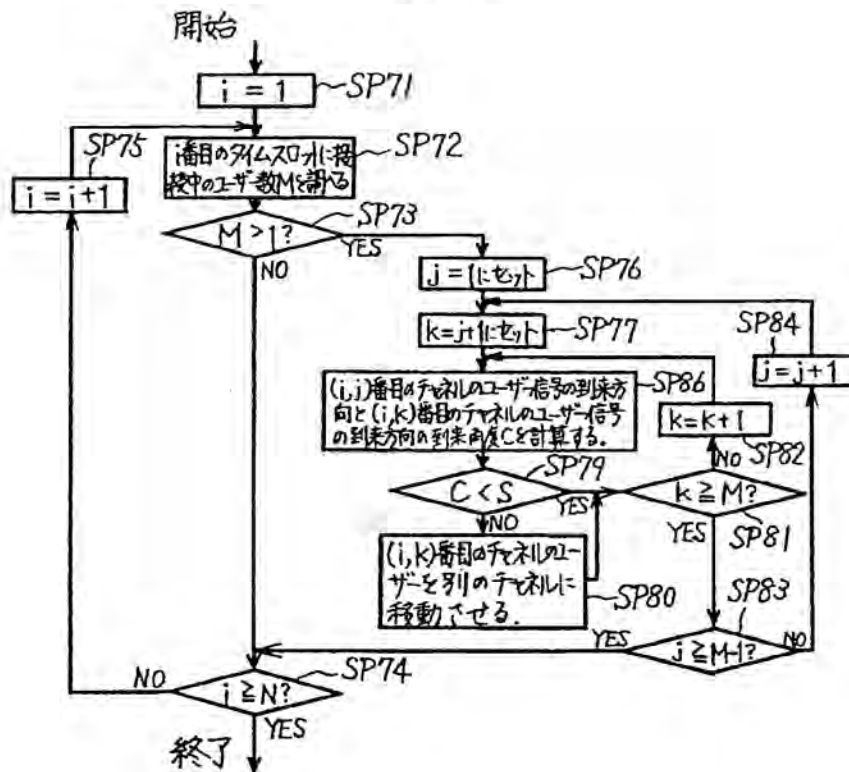
【図25】



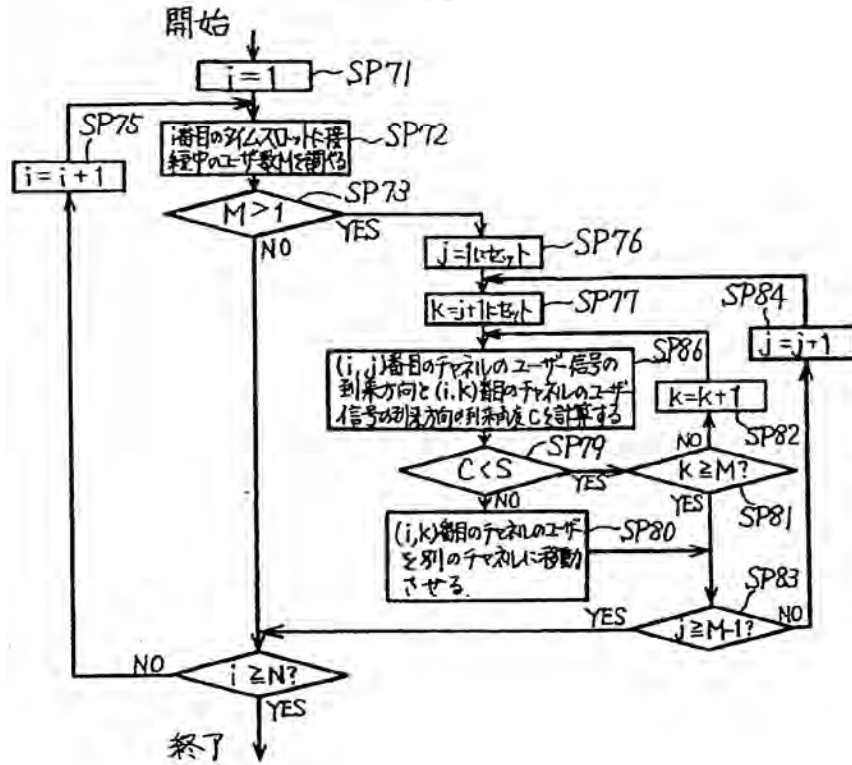
【図39】



【図26】

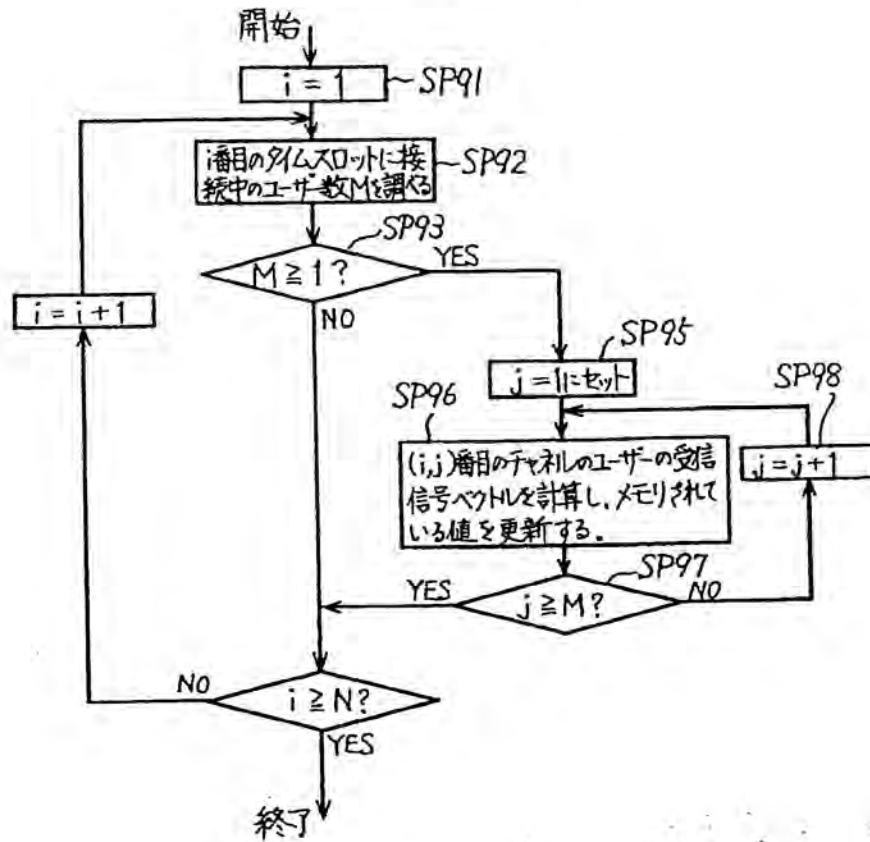


【図27】

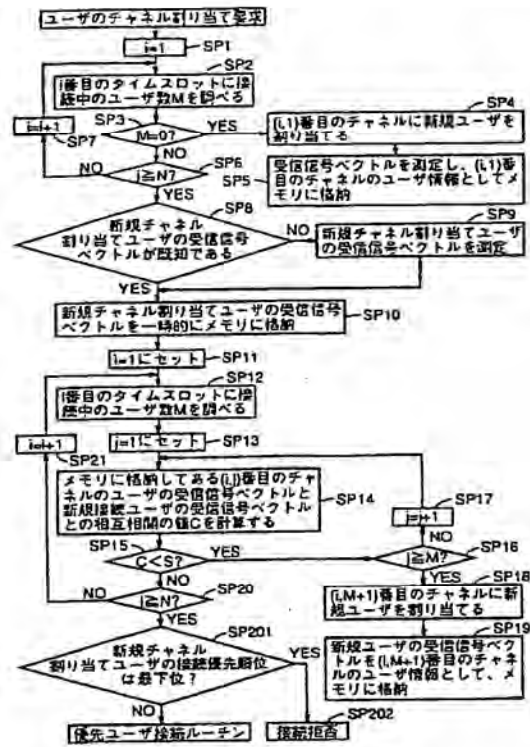


The flowchart illustrates the first embodiment of the invention. It begins with a start point (開始) leading to a process block SP91 where $i = 1$. The flow then enters a loop starting with process block SP92, which contains the instruction: i 番目のアドレス範囲に接続中のユーザー数Mを調べる (Check the number of users M connected to the address range of the i -th user). This is followed by a decision diamond SP93: $M \geq 1$?. If YES, the flow proceeds to process block SP94: $M \geq 2$?. If YES, it goes to process block SP95: $j = 1$ にセット (Set $j = 1$). If NO at SP93, it goes to process block SP98: $j = j + 1$. Both SP95 and SP98 lead to process block SP96: i, j 番目のアドレスのユーザーの受信信号レベルを計算し、メモリに格納する (Calculate the reception signal level of the user at the i, j -th address and store it in memory). This is followed by a decision diamond SP97: $j \geq M$?. If YES, it goes to process block SP99: $i, 1$ 番目のアドレスのユーザーの受信信号レベルを計算し、メモリに格納する (Calculate the reception signal level of the user at the $i, 1$ -th address and store it in memory). If NO at SP97, it goes to process block SP98: $j = j + 1$. Both SP99 and SP98 lead to a decision diamond SP98: $i \geq N$?. If YES, the flow ends (終了). If NO, it goes to process block SP99: $i = i + 1$, which then loops back to process block SP92.

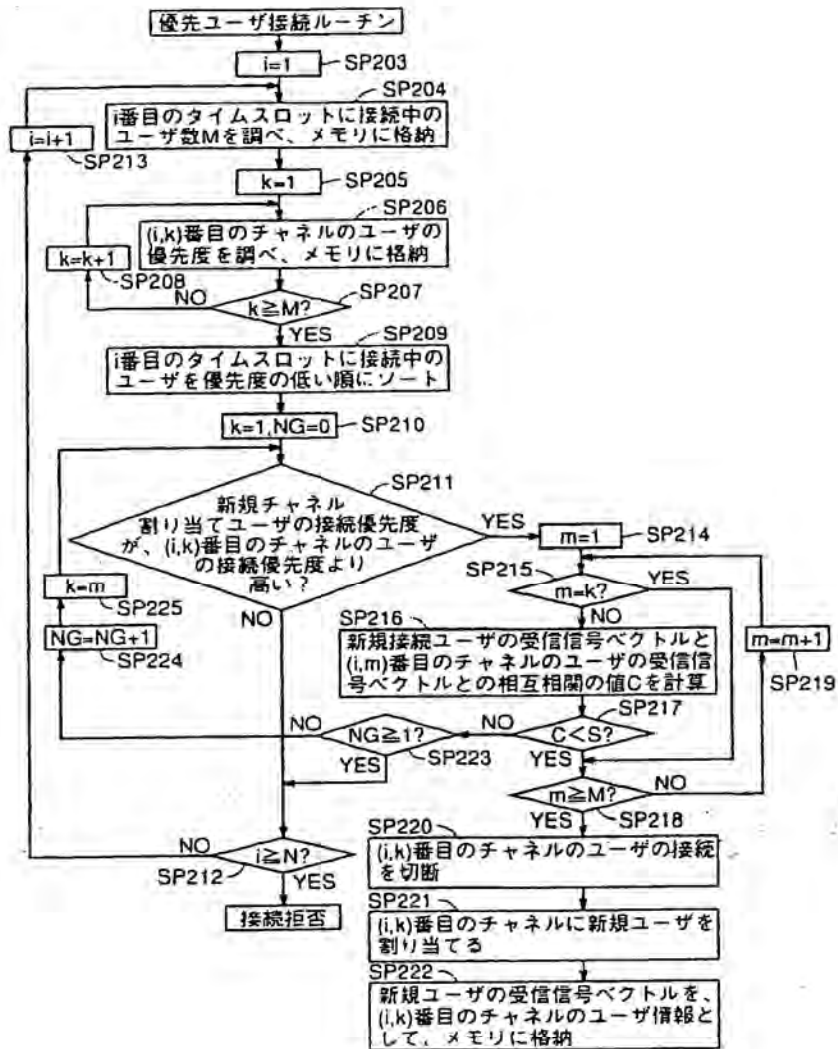
【図29】



【図35】



【図36】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-303090

(43)Date of publication of application : 14.11.1995

H04J 3/16

(71)Applicant : AT & T CORP

(72)Inventor : GITLIN RICHARD D
HAAS ZYGMUNT
KAROL MARK J
WOODWORTH CLARK

Priority number : 94 234197 Priority date : 28.04.1994 Priority country : US

(54) SYSTEM AND METHOD FOR OPTIMIZING USE OF SPECTRUM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a system and a method for optimizing the usage of a communications transmission media

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-303090

(43) 公開日 平成7年(1995)11月14日

(51) Int.Cl.⁺H 0 4 J 4/00
3/16

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数43 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-124513

(22) 出願日 平成7年(1995)4月26日

(31) 優先権主張番号 2 3 4 1 9 7

(32) 優先日 1994年4月28日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレー
ション

A T & T C O R P .

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ
ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 リチャード ディ, ジトリン

アメリカ合衆国, 07739 ニュージャージ
ー, リトルシルバー, ウィンザー ドラ
イブ 42

(74) 代理人 弁理士 三保 弘文

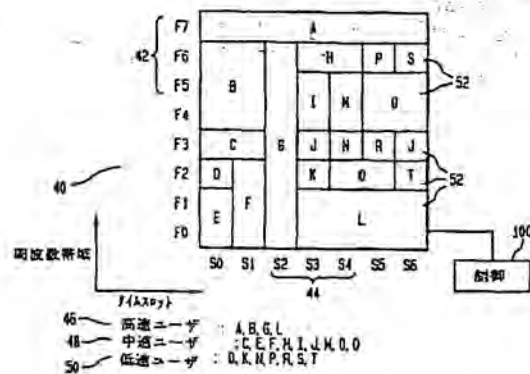
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スペクトル使用の最適化システム及び方法

(57) 【要約】

【目的】 通信伝送媒体の使用量を最適化するシステム及び方法を提供する。

【構成】 各種アクセス速度及びユーザ用途要件を有するユーザへ割当てするための時間一周波数スライスを生成するために、伝送媒体は、時間及び周波数領域へスライスすることができる。時間及び周波数領域内の各種速度ユーザをスケジューリングすることにより、使用可能スペクトルを効率的に割当て、使用可能にする。低速ユーザ用の費用対効果に優れたアクセスを保持しながら、広帯域幅とタイムスロット割当てを必要とする高速ユーザに適合することができる。信号変調方式に応じて、時間一周波数スライスは被連続周波数帯域に割当てることができる。時間一符号領域、周波数一符号領域又は3次元の時間一周波数一符号領域と共に使用可能符号スペースをスライスすることにより、符号分割マルチアクセスにも応用できる。通信媒体の使用を最適化するために、符号スペース要件に基づいて効率的に予定化することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

少なくとも 2 つの次元に沿って通信伝送媒体をスライシングする手段と、

少なくとも 2 つの次元を前記通信伝送媒体内の複数の単位スライスにスライシングする手段と、

前記複数のユーザのうちの一人以上のユーザを前記通信伝送媒体内の前記複数の単位スライスの内の少なくとも一つの単位スライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 2】 少なくとも 2 つの次元は周波数及び時間次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 3】 少なくとも 2 つの次元は符号及び時間次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 4】 少なくとも 2 つの次元は符号及び周波数次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 5】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、

通信伝送媒体における複数の時間スライスと、

通信伝送媒体に包含される複数の時間スライス及び複数の周波数スライスの双方に沿って、通信伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシングする手段と、

前記ユーザのうちの一人以上のユーザを、通信伝送媒体の複数の時間一周波数スライスのうちの少なくとも一つのスライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 6】 時間一周波数スライスは、時間スライス割当てのうちの一つにより測定される周波数スライス割当てのうちの一つからなる請求項 5 のシステム。

【請求項 7】 スケジューリング手段は、ユーザ用途及び前記ユーザのアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジューリングする請求項 6 のシステム。

【請求項 8】 スケジューリング手段は、前記ユーザのユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジューリングし、前記時間一周波数スライスのうちの少なくとも 2 つは通信伝送媒体内の少なくとも 2 つの周波数スライスにより連続的割当てを形成する請求項 6 のシステム。

【請求項 9】 スケジューリング手段は、前記ユーザのユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジューリングし、前記時間一周波数スライスのうちの少なくとも 2 つは通信伝送媒体内の少なくとも 2 つの時間スライスにより連続的割当てを形成する請求項 6 のシステム。

【請求項 10】 複数のユーザにより伝送される各信号は、通信伝送媒体内の複数の周波数スライスのうちの少なくとも一つの周波数スライスを占有する請求項 6 のシステム。

【請求項 11】 複数のユーザにより伝送される各信号は、通信伝送媒体内の複数の時間スライスのうちの少なくとも一つの時間スライスを占有する請求項 6 のシステム。

【請求項 12】 スケジューリング手段は、2 人以上のユーザを、前記通信伝送媒体内の共通時間スライス割当てを有する 2 つ以上の時間一周波数スライスにスケジューリングする請求項 6 のシステム。

【請求項 13】 スケジューリング手段は、1 人以上のユーザを、前記通信伝送媒体内の共通周波数スライス割当てを有する 2 つ以上の時間一周波数スライスにスケジューリングする請求項 6 のシステム。

【請求項 14】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、

通信伝送媒体における複数の時間スライスと、

通信伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシングする手段と、前記各時間一周波数スライスは、一つの時間スライス割当てにより測定される一つの周波数スライス割当てに少なくとも等しい、通信伝送媒体内のスペースを占有する、

一人以上のユーザを通信伝送媒体内の少なくとも一つの時間一周波数スライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 15】 前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通信伝送媒体内の 2 つ以上の周波数スライス割当てにより各伝送信号を変調し、前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通信伝送媒体内の 2 つ以上の周波数スライス割当てを越えて延びる 2 つ以上の時間一周波数スライスを占有する請求項 14 のシステム。

【請求項 16】 2 つ以上の時間一周波数スライスは連続的割当てを形成する請求項 15 のシステム。

【請求項 17】 2 つ以上の時間一周波数スライスは連続的割当てを形成しない請求項 15 のシステム。

【請求項 18】 少なくとも一人のユーザにより変調される伝送信号はマルチトーン方式により変調される請求項 15 のシステム。

【請求項 19】 少なくとも一人のユーザはチャネル化セルラ信号を変調し、多重周波数チャネルは前記ユーザに割当てられる請求項 18 のシステム。

【請求項 20】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、
通信伝送媒体における複数の時間スライスと、
通信伝送媒体を複数の時間-周波数スライスにスライ
シングする手段と、前記各時間-周波数スライスは、一つ
の時間スライス割当てにより測定される少なくとも一つの
周波数スライス割当てに等しい、通信伝送媒体内のス
ペースを占有する、
前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通
信伝送媒体内の 2 個以上の周波数スライス割当てをカバ
ーするためにユーザの各信号を変調し、
一人以上のユーザを通信伝送媒体内の少なくとも一つの
時間-周波数スライスにスケジューリングする手段とから
なることを特徴とするスペクトル使用の最適化システ
ム。
【請求項 21】 少なくとも一人のユーザは、マルチト
ーン方式で各信号を変調し、前記ユーザにより変調され
る各トーンは個別の周波数スライスに割当てられる請求
項 20 のシステム。
【請求項 22】 少なくとも一人のユーザにより変調され
るトーンの個数は前記少なくとも一人のユーザのユー
ザ用途及びアクセス速度に基づく請求項 21 のシステ
ム。
【請求項 23】 周波数スライス割当ては非連続的であ
る請求項 21 のシステム。
【請求項 24】 周波数スライスは連続的である請求項
21 のシステム。
【請求項 25】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス (CDMA)
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで
あり、
伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す
複数の符号スライス割当てと、
伝送媒体内の複数の周波数スライスと、
伝送媒体を複数の符号-周波数スライスにスライシング
する手段と、
一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符
号-周波数スライスにスケジューリングする手段とからな
り、
前記スケジューリング手段は、伝送媒体内の各ユーザに
より与えられる干渉レベルに基づいて符号スペース量を
スケジューリングし、スケジューリングは、各符号-周波
数スライスに関するユーザの人数及びタイプに基づくこ
とを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。
【請求項 26】 ユーザにより伝送媒体内に伝送される
信号は、前記伝送媒体内の符号スペース量が割当てられ
る請求項 25 のシステム。
【請求項 27】 符号スペース量はユーザに割当てられ
る符号の長さに反比例する請求項 26 のシステム。
【請求項 28】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス (CDMA)

A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで
あり、
伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す
複数の符号スライス割当てと、
伝送媒体内の複数の時間スライスと、
伝送媒体を複数の符号-時間スライスにスライシングす
る手段と、

一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符
号-時間スライスにスケジューリングする手段とからな
り、
前記スケジューリング手段は、伝送媒体内の各ユーザに
より与えられる干渉レベルに基づいて符号スペース量を
スケジューリングし、スケジューリングは、各符号-時間ス
ライスに関するユーザの人数及びタイプに基づくことを
特徴とするスペクトル使用の最適化システム。
【請求項 29】 伝送媒体内のユーザにより伝送される
信号は、前記伝送媒体内の符号スペース量が割当てられ
る請求項 28 のシステム。
【請求項 30】 符号スペース量はユーザに割当てられ
る符号の長さに反比例する請求項 29 のシステム。
【請求項 31】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス (CDMA)
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで
あり、
伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符
号スライス割当てと、
伝送媒体内の複数の時間スライスと、
伝送媒体を複数の符号-時間スライスにスライシングす
る手段と、

前記伝送媒体内に包含される一群の個別符号と、
或る長さを有する個別符号を前記伝送媒体のユーザに割
当てる手段と、前記個別符号の長さは前記ユーザにより
占有されるべき符号スペースの量に反比例する、
一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符
号-時間スライスにスケジューリングする手段とからな
り、
前記スケジューリング手段は、伝送媒体内のユーザの符
号スペース要件に基づき、個別長さの符号を前記ユーザ
に割当ててことを特徴とするスペクトル使用の最適化シ
ステム。
【請求項 32】 個別符号のうちの少なくとも一つの符
号は、伝送媒体内の少なくとも一つの個別符号の一時的
占有に基づいて、ユーザに再割当てされる請求項 31 の
システム。
【請求項 33】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス (CDMA)
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで
あり、
伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符
号スライス割当てと、

伝送媒体内の複数の時間スライスと、
伝送媒体内の複数の周波数スライスと、
伝送媒体を複数の符号-時間-周波数スライスにスライ
シングする手段と、

一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符
号-時間-周波数スライスにスケジューリングする手段
とからなり、

前記スケジューリング手段は、符号スペース量を伝送媒
体内の各ユーザにスケジュールすることを特徴とするス
ペクトル使用の最適化システム。

【請求項 3 4】 スケジューリング手段は、前記ユーザ
のユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前
記符号-時間-周波数スライスに割当てる請求項 3 3 の
システム。

【請求項 3 5】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の
複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最
適化する方法であり、

伝送媒体を複数の周波数スライスに分割するステップ
と、

伝送媒体を複数の時間スライスに分割するステップと、
伝送媒体を複数の時間-周波数スライスにスライシング
するステップと、各時間-周波数スライスは一つの時間
スライスを越えて延びる一つの周波数スライスに少なく
とも等しいスペースを占有する、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適化
するために、一人以上のユーザを、伝送媒体内の時間-周
波数スライスの少なくとも一つにスケジューリングする
ステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の
最適化方法。

【請求項 3 6】 スケジューリングステップは、高度な
伝送及びアクセス速度を有するユーザに 2 個以上の単位
スライスをスケジューリングするステップを更に有する
請求項 3 5 の方法。

【請求項 3 7】 2 個以上の時間-周波数スライスをス
ケジューリングするステップは、連続的周波数割当てを
有する 2 個以上の時間-周波数スライスをスケジューリ
ングするステップを含む請求項 3 6 の方法。

【請求項 3 8】 ユーザにより発信される信号を、通信
伝送媒体内の 2 個以上の周波数スライスを介して変調す
るステップを更に有する請求項 3 5 の方法。

【請求項 3 9】 スケジューリングステップは、非連続
的周波数スライス割当てを有する 2 個以上の時間-周波
数スライスをスケジューリングするステップからなる請
求項 3 8 の方法。

【請求項 4 0】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の
複数のユーザによる CDMA 通信伝送媒体のスペクトル
使用を最適化する方法であり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す
複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングす
るステップと、

伝送媒体を複数の時間スライス割当てにスライシングす
るステップと、

伝送媒体を複数の符号-時間スライスにスライシングす
るステップと、各符号-時間スライスは、一つの時間ス
ライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割当て
に少なくとも等しいスペースを占有する、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適
化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペ
ースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の
少なくとも一つの符号-時間スライスにスケジューリ
ングするステップとからなることを特徴とするスペクトル
使用の最適化方法。

【請求項 4 1】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の
複数のユーザによる CDMA 通信伝送媒体のスペクトル
使用を最適化する方法であり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す
複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングす
るステップと、

伝送媒体を複数の周波数スライス割当てにスライシング
するステップと、

伝送媒体を複数の符号-周波数スライスにスライシング
するステップと、各符号-周波数スライスは、一つの時
間スライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割
当てに少なくとも等しいスペースを占有する、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適
化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペ
ースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の
少なくとも一つの符号-周波数スライスにスケジューリ
ングするステップとからなることを特徴とするスペクトル
使用の最適化方法。

【請求項 4 2】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の
複数のユーザによる CDMA 通信伝送媒体のスペクトル
使用を最適化する方法であり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す
複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングす
るステップと、

伝送媒体を複数の時間スライス割当てにスライシングす
るステップと、

伝送媒体を複数の符号-時間スライスにスライシングす
るステップと、各符号-時間スライスは、一つの時間ス
ライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割当て
に少なくとも等しいスペースを占有する、

伝送媒体内に包含される一群の個別符号から符号を個別
ユーザに割当てるステップと、前記個別符号の長さは前
記ユーザにより媒体内で占有されるべき符号スペースの
量に反比例する、

一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの
符号-時間スライスにスケジューリングするステップと
からなり、

スケジューリング手段は、通信伝送媒体内に包含される

符号スペースの占有を最適化するために、個別長さの符号を、ユーザの符号スペース要件に基づいてユーザに割当てることからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【請求項 4 3】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによる CDMA 通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングするステップと、

伝送媒体を、伝送媒体内の複数の時間スライスにスライシングするステップと、

伝送媒体を、伝送媒体内の複数の周波数スライスにスライシングするステップと、

伝送媒体を、複数の符号-時間-周波数スライスにスライシングするステップと、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの符号-時間-周波数スライスにスケジューリングするステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は通信伝送媒体の使用量を最大にするシステム及び方法に関する。更に詳細には、本発明は、異なるアクセス速度のユーザのために媒体への最適アクセスを保持しながら、かつ、スペクトル消費及び帯域幅効率を最大にしつつ、通信伝送媒体の使用量を最大にするシステム及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ワイヤレス通信、衛星通信、個人通信及びセルラ通信システムなどのような現在の多数の通信システムは一般的に、特定の共通要件を示す。例えば、これらシステムの柔軟性を最大にするために、これらの通信システムは一般的に、異なる用途をサポートするために様々なアクセス速度が必要である。経済的に実行可能であるために、このシステムは低速ユーザに概して安価なアクセスも提供しなければならない。最後に、このシステムは、特定の通信伝送媒体の使用量を最大にするために、高度なスペクトル効率に努力する。

【0003】 要求に応じて個々のユーザに通信リソースを割り当てるために、特定のデータ伝送アーキテクチャが通信システムで開発されている。一般的に、これらのアーキテクチャは、様々なユーザが完全共用通信システムにおけるリソースを使用可能するように構成されていなければならない。従って、様々なアーキテクチャは一般的に、“マルチアクセス”アーキテクチャと呼ばれる。

【0004】 図 1 を参照する。通信伝送媒体の使用量を

最大にするマルチアクセスアーキテクチャは一般的に、時分割マルチアクセス (TDMA) と呼ばれる。TDMA では、各搬送周波数 1 は複数の個別タイムスロット 4 を有する 1 個以上のタイムフレーム 2 で共用される。各タイムスロット 4 は独立回路としてユーザに割り当てられる。情報は、タイムスロットの割り当て又は特定中に、ショートバーストでユーザにより伝送される。

【0005】 この場合、ユーザは、彼らの情報伝送要件に応じて、タイムスロット 4 へのアクセスを予定される。しかし、純粋な TDMA アーキテクチャでは、高速及び低速の両方のユーザとも共通の通信帯域幅を共用する。例えば、高速ユーザにフレーム毎に多数のタイムスロットを割り当てることにより共用する。このアーキテクチャの欠点は、低速ユーザについてさえも、高速アクセス (高速データバースト) が必要とされることである。これにより、これら低速ユーザにより使用されるシステムのコスト及び複雑さが増大する。

【0006】 通信伝送媒体を構成する第 2 のマルチアクセス方法は、周波数分割マルチアクセス (FDMA) と呼ばれる。FDMA 方法を図 2 に示す。TDMA と異なり、FDMA 方法は時間に無関係である。FDMA では、多数の個別化された狭周波数帯域チャネル 1 2 周波数ドメイン (スペクトル) 10 の全域で使用される。FDMA では、チャネルの全域にわたって個別化タイムスロットに区分けするよりもむしろ、チャネル 1 2 毎に一つの回路 1 4 が割り当てられ、一般的に、ユーザは周波数スペクトル 10 における任意の周波数 1 2 にアクセスできる。

【0007】 純粋の FDMA アーキテクチャの欠点は、特定のユーザが極く短時間の間だけ大きなピーク帯域幅を望む場合でさえも、個々のユーザが利用できる最大帯域幅がしばしば限定されることである。一層大きな帯域幅にアクセスするためには、ユーザはしばしば、同時に数個の周波数へのアクセスが可能な複数の送信機を使用しなければならない。これは、これらのユーザにより使用されるシステムのコストを増大させる。

【0008】 更に、ユーザが周波数 1 2 を占有する時間に拘わらず、単一のユーザしか所定の周波数を占有することができないので、周波数スペクトル 10 は完全には使用できない。

【0009】 前記の様々な通信システムにおける異なる通信要件を有するユーザをサポートする試みが行われた。例えば、任意アクセス速度のユーザをサポートするため、また、低速ユーザの安価なアクセスを維持するために、“汎用タイムスロット”方法が、R.A.Thompson, J.J.Horenkamp 及び G.D.Berglund により提案された。(Phototonic Switching of Universal Time Slot, XIII International Switching Symposium Proceedings, Section C2 Paper 4, Stockholm, May 1990)。この汎用タイムスロット方法を図 3 に示す。

【0010】汎用タイムスロット方法では、リアルタイム20における各伝送フレーム22は、セット持続時間（例えば、ナノ秒）の複数の個別タイムスロット24に分割される。このタイムスロット24は、異なる媒体帯域幅量を用いて、所定数の音声ビット（nビット）又は画像ビット（mビット）を伝送できる。いわゆる“データ透明性”は各タイムスロットで生成される。各タイムスロットにおける信号は一般的に、非同期で生成され、受信される。

【0011】通信システムの使用を最大にする別の試みは、Zygmunt Nass及びRichard D. Gitlinにより提案されている。この試みは“フィールド符号化”を使用する。（Optical Distribution Channel: An Almost-All Optical LAN Based On The Field Coding Technique, Journal of High-Speed Networks 1 (1992), pp. 193-214）一般的に、光伝送に使用される“フィールド符号化”は、ピークデータ伝送速度で動作させるために、光交換ノードを必要とする高コストな悪条件を有する。

【0012】フィールド符号化は、ヘッダ（26）のビット伝送速度と光パケット（図4参照）のデータフィールド（27）のビット伝送速度との相違を利用することにより、スイッチング速度と伝送速度を分離する。保護バンド28は個々のユーザ伝送を分離するために使用される。交換ノードはスイッチング動作だけを行い、パケットのデータ部分を処理する必要がないので、交換ノードは低ヘッダ速度で動作することができ、これにより高速データフィールドは交換ノードを透過的に通過できる。

【0013】前記の提案された2つの方法とも、ユーザは、ユーザに割り当てられたタイムスロット中にユーザ自身の所望の伝送速度で伝送させることができる。しかし、帯域幅が広大な光媒体には適当であっても、これらの技術は実際、スペクトル的には非効率である。前記の通信システム（例えば、無線）の場合、使用可能な通信伝送媒体は非常に限定され、しかも、大抵高コストである。一般的に、様々な通信システムのユーザによるアクセスに使用可能な帯域幅は極僅かしか存在しない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は伝送媒体の効率的な使用を可能にする新規なシステムを提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明は、通信伝送媒体の完全使用状況を最大にするシステム及び方法を提供する。本発明のシステム及び方法によれば、伝送媒体は、周波数、時間及び符号領域に区分けできる。また、最適スケジューリングにより、スペクトル効率を最適化するために、全周波数-時間-符号領域内のユーザパッキングを最大にすることができる。本発明のシステム及び方法は、低アクセス速度要件

を有するユーザのための安価なアクセスも保存する。

【0016】“時間-周波数”領域に区分けされた伝送リソースは、ユーザの様々な伝送要件に応じてユーザに割り当てられた複数の時間-周波数“スライス”に分割される。高速ユーザの場合、変調及び伝送アーキテクチャ（例えば、高伝送速度ユーザ用の単一送信機）の設計を最適化するために、周波数スロットは通常、連続的に割り当てられる。周波数隣接要件を軽減させることができる場合、高速ユーザは2個以上の非連続時間-周波数スライスを割り当て、スペクトル効率を更に最大化することができる。

【0017】本発明のシステム及び方法によれば、符号空間の最適パッキングを説明するために、時間-周波数スライス法は符号分割多重アクセス（CDMA）によるデータ伝送にも適用できる。使用可能な符号空間の使用を最適化するために、CDMA伝送スペクトルを、符号-時間領域、符号-周波数領域又は3次元法における符号-時間-周波数領域に区分けすることができる。

【0018】本発明のシステム及び方法は、広範囲なアクセス速度に適應する能力、低速ユーザのための低コスト終端の設備及び各ユーザ毎の単一送信機/受信機対だけしか必要ないことに加えて、例えば、汎用タイムスロット法よりも優れたスペクトル使用をもたらす。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明を具体的に説明する。

【0020】図5は、本発明による時間-周波数スライス法を例証する構成図である。図示されているように、全体的な時間-周波数スペクトル（又は媒体）40は、複数の個別タイムスロット（“スライス”）44（S0, S1, ..., SN）にわたって延びる複数の周波数帯域（“スライス”）42（F0, F1, ..., FN）として、時間及び周波数領域の両方に区分けすることができる。スペクトルのユーザは次の3種類の包括グループに類別することができる。

【0020】高速ユーザ46（A, B, C, L）、中速ユーザ48（C, E, F, H, I, J, M, O, Q）及び低速ユーザ50（D, K, N, P, R, S, T）。図5に示されるように、複数の時間-周波数“スライス”52は全体的時間-周波数スペクトル40に格子化される。

【0021】本発明のシステム及び方法によれば、ユーザ46, 48, 50により伝送された各種信号の全てが少なくとも一つの周波数帯域42を占有するものと仮定される。更に、一般的に、高速ユーザ46は、一つ以上の周波数帯域42をカバーするために、信号を変調することができる。従って、図示されているように、全体的媒体はスライスすることができ、これにより低速ユーザ50はフレーム内の使用可能なタイムスロット44のうち

の一つ以上のスロットを満たすことができ、一方、高速ユーザは使用可能な周波数帯域42又はタイムスロット44のうちの一つ以上を満たすことができる。

【0022】一つのタイムスロット割当てについて一つの周波数帯域割当てであると見做される“スライス”の1“単位”は、ユーザが利用できる最小量の通信リソースである。他の伝送技術（例えば、図3の汎用タイムスロット法）と異なり、所定のユーザに割当てられる、連続的周波数帯域42間又はタイムスロット44間もしくはは双方との間で保護バンド“28”は不要である。従って、媒体の完全使用が最適化される（言うまでもなく、保護バンド28は異なるユーザを分離するために必要である）。

【0023】単一のユーザが連続的割当てを占有する場合、連続的周波数帯域42及び／又は連続的タイムスロット44割当てが実現される。なぜなら、同じユーザが保護バンド28により通常占有される空間を使用するからである。単位スライスの具体例は図5に示されている。図5では、時間一周波数スライスは例えば、様々な低速ユーザ（すなわち、ユーザD、K、Nなど）により占有される。

【0024】従って、ユーザは各送信機（図示されていない）を使用することにより、様々なユーザ46、48、50は、媒体40内のユーザを最適スケジューリングすることにより使用可能な時間一周波数媒体40の使用を効率的にするために、タイムスロット44毎に、信号を一つ以上の使用可能な周波数帯域42に変調できる。全体的媒体内の様々な速度のユーザ46、48、50の実際の位置決め（スケジューリング）は、個々のユーザの要望、低速／中速／高速ユーザの相対的人数などのような要因に基づいて決定できる。

【0025】伝送媒体40をスライスし、媒体内のユーザ46、48、50の位置決めを実現する一つの方法は、中央制御100を配設することである。中央制御100は、周波数帯域割当て42及びタイムスロット44に従って、媒体40内の空間の使用可能性の状態を包含するルックアップテーブルを維持するか、さもなければキープする。その後、中央制御100は、ユーザにより要求された媒体40の量及び／又はユーザに既に割当てられた媒体40の量のような要因に基づいて、個々のユーザ46、48、50へ、特定の時間一周波数スライス52の割当てを与える。

【0026】従って、個々のユーザは、適当な信号構成及び／又は変調により被割当時間一周波数スライス52内に整列される。媒体40の使用可能性に基づいて、中央制御100は、特定の時間一周波数スライス52を所定のユーザに割当てることができ、これにより、全体的媒体40の完全使用を最適化するためにユーザ46、48、50により為される“将来”要求を予想することができる。制御100は例えば、通常、個々のサービス提

供者により維持されるような、蓋然性研究、履歴的又は計画的負荷要件などの使用により、このような要件を予想することができる。

【0027】媒体40の使用スペクトルをもたらす別の方法は、使用可能な時間一周波数スライス52へユーザ46、48、50をランダムに割当てることによる。本発明のシステム及び方法によりスライシング及びスケジューリングを行う別の方法は、当業者に容易に想像されるか又はさもなければ結論付けることができる。

【0028】スケジューリングにより、時間一周波数スペクトル40は汎用タイムスロット法により可能な方法よりも一層効率的な方法で満たすことができる。純粋なTDMA法とは異なり、共通の帯域幅は不要である。そのため、本発明のシステム及び方法は低速ユーザ50について費用対効果に優れたエントリポイントをスケジューリングすることができる。

【0029】すなわち、TDMAと異なり、ユーザは、ユーザ自身のアクセス速度で動作することができ、更に、全体的時間一周波数領域40を異なるアクセス速度で動作するユーザと共用することもできる。図5に示されるように、幾つかの低速ユーザ50は、同じデザインのタイムスロット44内の異なる周波数42へ伝送するようにスケジューリングすることができる。例えば、低速ユーザS、J、及びTは同じタイムスロット56を占有する。その後、特定の他のタイムスロット44中、少数の高速ユーザ46をスケジューリングし、伝送することができる。

【0030】更に、純粋なFDMA法と異なり、所定の帯域幅42は、多数のユーザ（例えば、帯域F56に関するユーザG、B、H、P、S）により占有できる。従って、本発明のシステム及び方法は、時間一周波数スペクトル40を効率的にパッキングし、領域全体の使用を効率的に行う際の大幅な柔軟性を与える。

【0031】しばしば、高速ユーザ46には連続周波数42を割当てることが好ましい。このような連続割当ては、所定のユーザに割当てられた周波数間の保護バンドの必要性を排除する。しかし、変調方式に応じて、特定の隣接要件は緩和させることができる。例えば、“マルチトーン”方式に従って信号を変調するユーザは、データを伝送するために、連続周波数割当てが不要である。トーンはマルチビット記号を示す。

【0032】各トーンは或る周波数帯域の帯域幅に対応する速度でトグルする。従って、マルチトーン伝送の場合、2つのビットを、バイナリチャネルにおける2つの記号の代わりに、2トーン変調を用いて一つの4-関連記号として伝送することができる。

【0033】図6は、本発明の時間一周波数スライス法の変法を示す構成図であり、この方法は非連続周波数構成を使用する。例えば、マルチトーン変調で動作する高速ユーザ46は非連続周波数構成から利益をうけること

ができる。特定の高速ユーザ（図6では、符号54で示されている）は、図5で示されたものと同じユーザBをマルチトーン変調無しに使用することもできる単一の連続割当てF4-F6ではなくむしろ、帯域幅内で2つの非連続周波数割当て（“スライス”）F0及びF5-F6が割当てられる。ユーザ（ここでは、B）により変調される各トーンの各々は連続的割当ての必要無しに、各周波数割当てを占有できる。

【0034】マルチトーン法は、何人かのユーザに一層広い帯域幅を提供するために、例えば、セルラ電話システム、セルラデータシステムなどの現行チャンネル化セルラシステムを含む。広帯域幅は多チャンネルを各高速ユーザに割当てることにより行われる。割当ては連続的である必要はないので、連続的割当て（図5参照）の場合よりも多くのユーザを収容できる。ブロッキング確率は、図5に示されたような時間一周波数法の連続割当てに比べて低減させることができる。

【0035】従って、高データ転送速度は、トーンを組合わせた信号方式により高速ユーザ46に使用可能となる。これに対し、低速ユーザ50は帯域幅の単一周波数スライスしか占有しない。従って、ユーザの伝送速度はトーンの数、すなわちこのユーザについて割当てられた周波数42の数を決定する。これらのトーンは、例えば、図6におけるユーザBの場合のように、一つ以上のタイムスロット内の非連続周波数スロットにスケジュールすることもできる。実際、高速ユーザの周波数割当ての進展は、伝搬上の利点（例えば、周波数選択マルチパスフェーディングからの縮退の軽減）を与える。

【0036】図5で使用されるような単一の送信機-受信機構成は、このスケジューリング効果を得るために、マルチトーン伝送における高速ユーザにより使用されない。高速ユーザは複数の送信機を使用しなければならない。各送信機は、特定のユーザに割当てられた各周波数スライスについて使用される。しかし、全周波数スペクトルを必要とする連続伝送とは対照的に、非連続マルチトーン伝送の場合、基地局の受信機自体を簡略化することができる。

【0037】この場合、特定の周波数帯域42における固定数（“n”）のトーンしか受信する必要がないので、単一の低ビット伝送速度の送信機/受信機対を使用するだけでよい。m所(m-ary)の成分はスペクトル的に効率的な方式により、又は一定エンベロープ方式（例えば、定出力PSK）により変調できる。高レベル変調も本発明のシステム及び方法で可能である。

【0038】本発明のスケジューリング方法及びシステムのその他の用途も可能である。TDMA及びFDMAマルチアクセスアーキテクチャに加えて、通信伝送媒体へのマルチアクセスを可能にするために、“符号分割マルチアクセス(CDMA)”も使用できる。CDMAアーキテクチャの原理を簡単に再検討することは、本発明

のシステム及び方法の原理のCDMAアーキテクチャへの適用可能性を十分に理解するのに有用である。

【0039】CDMAでは、個別化伝送は、周波数(FDMAにおける場合と同様)により厳密により分離されず、又は時間(TDMAにおける場合と同様)により厳密に分離されない。CDMAにおける伝送は、同じ時間で同じ周波数スペクトルを共用することにより、相互に制御可能にインターフェースすることができる。CDMA媒体を占有する各個別伝送へ特別な独特の符号を割当てることにより、(各符号に応じて動作する)各特定の送信機/受信機対は、共通チャンネルを占有する他の信号中から、同じチャンネルを占有する適当な伝送を復号できる。

【0040】CDMAを実現する一つの方法は“直接シーケンススペクトル拡散”による。この場合、ユーザは小規模相互相関の符号が割当てられる。例えば、このコードセット(大きい有限である)は、長いPN-シーケンスの異なる位相からなる。ユーザがチャンネルにアクセスする場合、ユーザに割当てられた符号により、ユーザは自己の変調データストリームを増加する。データビット伝送速度よりも遥かに高い符号伝送速度は“チップ伝送速度”と呼ばれる。受信端末において、受信側は、オリジナル信号を回復するためにソースコードのレプリカにより受信信号を増加する。

【0041】マルチアクセスに関するCDMAサポートは、異なる二つの符号間の相互相関が小さいという事実により由来する。従って、或る符号(C₁)で符号化された信号が異なる符号(C₂)で複合化される場合、結果は雑音として受信機に現れる。この方式の限界(すなわち、マルチアクセスチャネルを利用できるユーザの最大数)は、検出信号に対するユーザの“干渉”により起因する“雑音”の総量に左右される。換言すれば、チャネルで同時に伝送するユーザの数が増えれば増えるほど、媒体内に存在する干渉のレベルは高くなる。信号/干渉(S/I)比は、システムのビット誤り率(BER)性能を決定する。

【0042】スペクトル領域では、最初のビット伝送速度符号による乗法は、広スペクトルによるデータスペクトル成分を拡散することに対応する。従って、大きなスペクトルは伝送を搬送する必要がある。しかし、マルチアクセス機能のために、多数のユーザがチャネル上に何時でも同時に存在できる。非拡散及び拡散信号の比率は、処理利得G_p及びG_p=2R_c/R_b(ここで、R_c及びR_bはそれぞれチップ伝送速度及びデータビット伝送速度である)と呼ばれる。処理利得が大きくなればなるほど、任意のユーザが他のユーザの信号に関して有する“雑音”寄与は小さくなる。

【0043】本発明のシステム及び方法の基礎となる原理はCDMA媒体の使用量を高める。リソース空間は、“時間-符号”空間、“周波数-符号”空間、又は3次

元で見た場合、“時間-周波数-符号”空間にスライスすることもできる。従って、本発明のシステム及び方法によるスケジューリング法は、リソース使用量を改善するために、CDMA領域で使用することもできる。

【0044】図7は、CDMA領域における伝送に適用されるような“時間-符号”スライス法の使用例を示す構成図である。図8は、“周波数-符号”スライス法を示す。前記のように、複数の異なる速度のユーザ46、48、50について検討する。全体的媒体40'は、全体的媒体40'内に包含される使用可能な符号スペースの相対的使用を説明する、時間(44)領域(図7)又は周波数帯域42領域(図8)の何れかにより、複数の個別的な分離“符号”(43)に区分けされる。

【0045】“符号スペース”という用語は、例えば、相互相関の目的にかなう符号“同族類(family)”を使用する、ユーザ伝送への割当て用の全ての可能な符号の全体群を示すのに使用される。大きな度合いの符号スペースを必要とするユーザ(例えば、ユーザG、B、M、Q、F)には、少なくとも2つの方法で符号スペースが授与される。可能な符号スペース割当ての具体例は図7、図8及び図9に示される。

【0046】図7及び8において、例えば、ユーザB及びGは比較的多量の符号スペースを必要とする。このような場合、タイムスロット(図7)又は周波数帯域(図8)にわたって複数の個別符号43が授与される。複数の個別符号は全体的媒体40'内に含まれる多量の符号スペースを集散的に示す。

【0047】図9は別の方法を示す。ここでは、ユーザには異なる長さの符号120が割当てられる。所定の符号の相対的長さは所定のユーザにより占有されるべき符号スペースの量に反比例する。例えば、図9では、ユーザAはユーザG(符号C6)よりも長い符号C5が割当てられる。図9に示されるように、これらのユーザにより占有される符号スペースの相対的“高さ”は、これらユーザにより占有される符号スペースの量を示す。

【0048】ユーザG(符号C6)よりも長い符号(C5)が割当てられたユーザAはユーザGよりも少ない符号スペースを占有する。このようにして、媒体40'内で具体化される全体的符号スペースの最適使用を達成させることができる。

【0049】図9に示されるように、本発明のシステム及び方法は、媒体内の所定のユーザの一時的占有要件に基づき、使用可能符号の効率的な再使用を与える。例えば、符号C3は、ユーザC、J、N、Rにより何度も使用できる。なぜなら、これらのユーザの各々は、媒体40'内に配置される全体的符号スペースのどの共通部分も同時には占有しないからである。

【0050】一般的に、チップ伝送速度はユーザ及び符号間で固定される必要はない。これは、信号が幾つかのチップ伝送速度Riで符号シーケンスCiにより変調で

きることを意味する。チップ伝送速度Riは任意の値を取ることができるが、実際には、Riはしばしば、幾つかの最小チップ伝送速度Rminの整数倍として選択される。

【0051】これは、拡散により占有される帯域幅の量がチップ伝送速度Riに左右され、Rminは或る周波数スライスを満たすために選択されるからである。これは、周波数-符号スライスシステム又は時間-周波数-符号スライスシステムを意味し、時間-周波数スライスシステムで2つ以上の周波数スライスを占有するために信号を変調する高速ユーザに類似している。従って、ユーザは、チップ伝送速度Riに付随する拡散に適合するのに十分な周波数スライスを割当てられなければならない。その他のユーザは異なる符号を使用して同時に同じ帯域幅を共用することができる。

【0052】大きな帯域幅(すなわち、高チップ伝送速度)により信号を拡散することにより、この帯域幅で層多くの独立した伝送をスケジューリングすることができる。前記のように、独立伝送のスケジューリングは、各伝送から寄与された干渉レベルにより左右される。これにより、スケジューリング伝送のBERは所定の閾値未満に維持される。

【0053】拡散符号のチップ伝送速度は一定であり、固定速度であると仮定する。単一の固定BER閾値は全てのユーザに設定される。この閾値よりも高い誤り率は、このシステムにおける全てのユーザに受け入れられないものと見做される。

【0054】一般的に、高ビット伝送速度のユーザは、高出力レベルで伝送する傾向がある。従って、定拡散シーケンスチップ伝送速度のために、高速ユーザは低ビット伝送速度のユーザよりも高“ノイズ(雑音)”又は“干渉”に寄与する。従って、多数の低ビットユーザと少数の高速ユーザとはトレードオフの関係を有する。スケジューリング処理は様々なユーザ符号を授与する。

【0055】このため、全ての伝送からの干渉の総レベルにより生じるBERは許容可能な閾値未満に維持される。従って、符号干渉を最小にするために、様々なユーザ46、48、50に、時間領域44内の所定の時間間隔について使用可能な符号スペースの使用を許可することができる。図9に図示されているように、CDMAの時間多重化は、異なる時間間隔における符号“再使用”を見込む。これにより、比較的少数の符号を有する多量のユーザ群をサポートする。従って、スケジューリングは、許容可能なビット誤り率を維持しながら、全体的媒体40内の各タイムスロットを効率的にバックするのに使用できる。

【0056】図7、8及び9に図示されるようなスケジューリングは、伝送速度及び他のユーザに寄与するノイズ量に対してユーザが占有する“符号スペース”を説明する。前記のように、“符号スケジューリング”におい

て、“符号スペース”という用語は、例えば、相互相関の目的にかなう符号の“同族類”を用いて、ユーザ伝送に割当てられる可能性のある全ての符号の全“セット”を示す。

【0057】従って、ユーザ46, 48, 50は、例えば、高ビット伝送速度ユーザ（例えば、図7及び8における高速ユーザB, G及びL）に割当てられた符号スペースの大きなサブセットを有する符号スペースの異なる部分が許可される。時間一周波数スライス法におけるように、本発明のシステム及び方法のCDMAへの適用は、ユーザのアクセス速度が変化するにも拘わらず、全てのユーザについて費用対効果に優れたアクセスを保存する。

【0058】更に、時間一周波数スライスに関して既に説明したように、最適スケジューリング及びその決定の支配の基調をなすファクタを適用し、CDMA媒体の使用を最適化することができる。

【0059】特定の非タイムスロット化CDMAシステムの場合、システムにアクセスする最大数のユーザを限定し、最小の品質を各ユーザについて許可できるために、時にはメカニズムが必要である。本発明の時間一符号スライスシステムによれば、スケジューリング及びタイムスロットは、タイムスロットにアクセスするユーザの人数の直接制御（すなわち、輻輳制御の側面の行使）を与える。これにより、大ユーザ群について特定の品質のサービスを保証する。

【0060】図10は、本発明のシステム及び方法の全、3次元“時間一周波数一符号”共用方式への類似の適用例を示す。伝送媒体により占有される全スペース40'は、時間（44）、周波数（42）及び符号（43）領域へ分割されるように、3次元で明視化することができる。“ノイズ”又は“干渉”を最小にするために、使用可能な符号スペースの割当ての最適化は、周波数多重化及び時間多重化により行われる。従って、周波数及び時間領域の双方において最適符号再使用が達成される。

【0061】本発明のシステム及び方法は、使用可能な通信伝送媒体の使用量をかなり改善し、現行の方法よりも遥かに高いスペクトル効率に寄与する。一例として、フレーム当たり（定期的）、N個のタイムスロットが存在する時間一周波数スライスシステムについて検討する。説明を単純化するために、2種類のユーザだけが存在するものと仮定する。

【0062】すなわち、フレーム毎に1ユニットの時間一周波数スライスしか必要としない低速ユーザ（すなわち、一つのタイムスロットについて一つの周波数帯域を用いる伝送）と、フレーム毎にxユニットのスライスを必要とする高速ユーザが存在するものと仮定する。更に、総数でF個の周波数帯域が存在するものと仮定する。

【0063】汎用タイムスロットシステムの場合、タイムスロット毎にたった一人のユーザ（低速又は高速の何れの場合も）しか伝送しない。（せいぜい）N人の高速及び低速ユーザの混合を使用中にすることができる。これに対し、本発明による時間一周波数スライスシステムでは、(FN) 低速ユーザ又は (F/X) N高速ユーザもしくは高速と低速ユーザの混合を潜在的にサポートする。

【0064】高速ユーザの人数の低減は低速ユーザの人数をx倍まで増大する。従って、達成可能な容量改善係数は (F/X) とFの間である。高速及び低速ユーザの相対的トラフィックデマンド及び性能要件及びスケジューリングアルゴリズムの選択などのような特定のファクタは、本発明のシステム及び方法の全体的効率に寄与する。

【0065】従って、本発明のシステム及び方法は、様々な速度における多数のユーザのための通信リソースへの最適アクセスを提供し、かつ、低速ユーザのための低コストアクセス及び良好なスペクトル効率の両方を維持する。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のシステム及び方法によれば、伝送媒体は、周波数、時間及び符号領域に区分けできる。また、最適スケジューリングにより、スペクトル効率を最適化するために、全周波数一時間一符号領域内のユーザパッキングを最大にすることができる。本発明のシステム及び方法は、低アクセス速度要件を有するユーザのための安価なアクセスも保存する。

【図面の簡単な説明】

【図1】周波数スペクトルにおける所定の帯域へのユーザアクセスを構成するためのTDMAマルチアクセスアーキテクチャの構成図である。

【図2】周波数スペクトルにおけるユーザアクセスを構成するためのFDMAマルチアクセスアーキテクチャの構成図である。

【図3】通信システムにおける汎用タイムスロット法を例証する構成図である。

【図4】ヘッダ及びデータフィールドを変更することによる光通信におけるフィールド符号化法を例証する構成図である。

【図5】本発明のシステム及び方法による時間一周波数スライス化システムの一例の構成図である。

【図6】本発明のシステム及び方法による、非連続時間一周波数割当てに関する時間一周波数スライス化システムの別の例の構成図である。

【図7】符号分割マルチアクセス(CDMA)システムにおいて時間一符号スライスと共に使用するための本発明のシステム及び方法の一例の構成図である。

【図8】符号分割マルチアクセス(CDMA)システム

において周波数-符号スライスと共に使用するための本発明のシステム及び方法の一例の構成図である。

【図 9】本発明のシステム及び方法による、時間-符号スライスにおける符号割当ての再使用を示す構成図である。

【図 10】時間-周波数-符号スライスと共に使用する

ための本発明のシステム及び方法を示す別の構成図である。

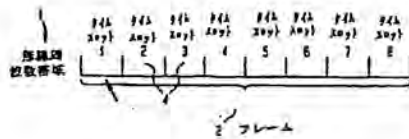
【符号の説明】

40 全体的時間-周波数スペクトル

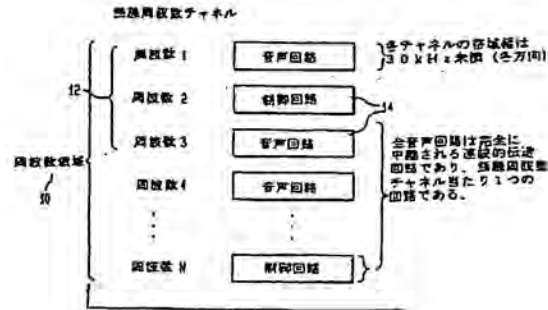
42 周波数帯域

44 タイムスロット

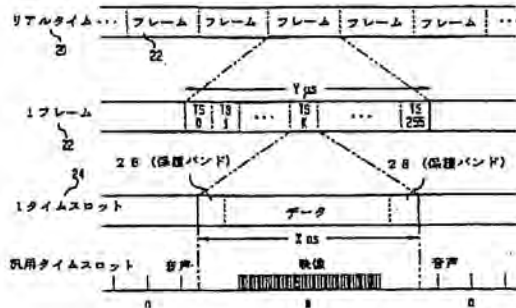
【図 1】



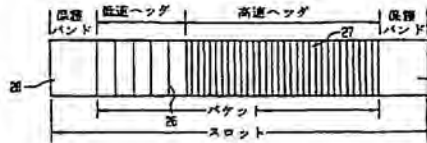
【図 2】



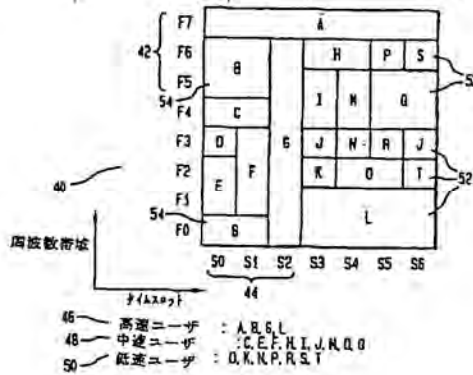
【図 3】



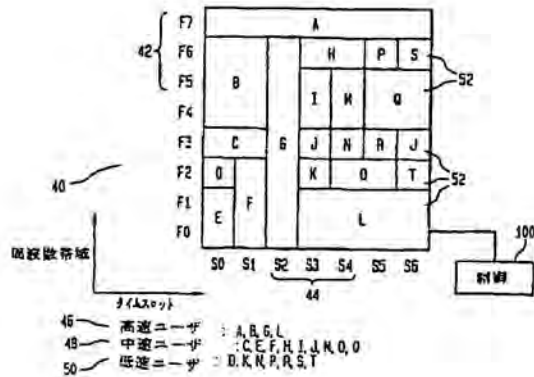
【図 4】



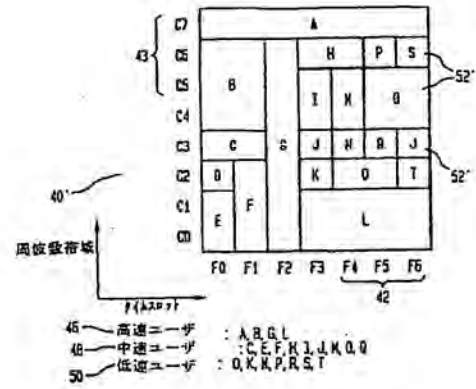
【図 6】



【図 5】



【圖8】

[illegible]

40

行号スペース

F3
F2
F1
F0

S0 S1 S2 S3

C0 C1 C2 C3

A B C E
D H I L
G J

42

四次元配列

40

高遊ニヤ : F, G, J
中遊ニヤ : A, B, C, E
低遊ニヤ : D, H, I, L

(72)発明者 ジグムント ハース
アメリカ合衆国、07733 ニュージャージー
ー、ホルムデル、ウィリアムズ ウェイ
4

(72)発明者 マーク ジェイ. カロル
アメリカ合衆国、07704 ニュージャージー、
フェアハヴン、ポピュラー アヴェニュー 26

(72)発明者 クラーク ウッドワース
アメリカ合衆国、07760 ニュージャージー、
ラムソン、ワーデル アヴェニュー

13

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO/IEC
8802-11

ANSI/IEEE
Std 802.11

First edition
1999-00-00

**Information technology —
Telecommunications and information
exchange between systems — Local and
metropolitan area networks — Specific
requirements —**

Part 11:

**Wireless LAN Medium Access Control (MAC)
and Physical Layer (PHY) specifications**

*Technologies de l'information — Télécommunications et échange
d'information entre systèmes — Réseaux locaux et métropolitains —
Exigences spécifiques —*

*Partie 11: Spécifications pour le contrôle d'accès au support et la couche
physique*



Reference number
ISO/IEC 8802-11:1999(E)
ANSI/IEEE
Std 802.11, 1999 edition

9. MAC sublayer functional description

The MAC functional description is presented in this clause. The architecture of the MAC sublayer, including the distributed coordination function (DCF), the point coordination function (PCF), and their coexistence in an IEEE 802.11 LAN are introduced in 9.1. These functions are expanded on in 9.2 and 9.3, and a complete functional description of each is provided. Fragmentation and defragmentation are covered in 9.4 and 9.5. Multirate support is addressed in 9.6. The allowable frame exchange sequences are listed in 9.7. Finally, a number of additional restrictions to limit the cases in which MSDUs are reordered or discarded are described in 9.8.

9.1 MAC architecture

The MAC architecture can be described as shown in Figure 47 as providing the PCF through the services of the DCF.

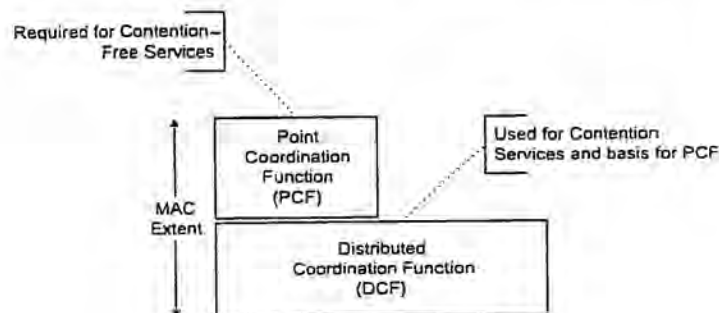


Figure 47—MAC architecture

9.1.1 Distributed coordination function (DCF)

The fundamental access method of the IEEE 802.11 MAC is a DCF known as *carrier sense multiple access with collision avoidance* (CSMA/CA). The DCF shall be implemented in all STAs, for use within both IBSS and infrastructure network configurations.

For a STA to transmit, it shall sense the medium to determine if another STA is transmitting. If the medium is not determined to be busy (see 9.2.1), the transmission may proceed. The CSMA/CA distributed algorithm mandates that a gap of a minimum specified duration exist between contiguous frame sequences. A transmitting STA shall ensure that the medium is idle for this required duration before attempting to transmit. If the medium is determined to be busy, the STA shall defer until the end of the current transmission. After deferral, or prior to attempting to transmit again immediately after a successful transmission, the STA shall select a random backoff interval and shall decrement the backoff interval counter while the medium is idle. A refinement of the method may be used under various circumstances to further minimize collisions—here the transmitting and receiving STA exchange short control frames [request to send (RTS) and clear to send (CTS) frames] after determining that the medium is idle and after any deferrals or backoffs, prior to data transmission. The details of CSMA/CA, deferrals, and backoffs are described in 9.2. RTS/CTS exchanges are also presented in 9.2.

9.1.2 Point coordination function (PCF)

The IEEE 802.11 MAC may also incorporate an optional access method called a PCF, which is only usable on infrastructure network configurations. This access method uses a point coordinator (PC), which shall

operate at the access point of the BSS, to determine which STA currently has the right to transmit. The operation is essentially that of polling, with the PC performing the role of the polling master. The operation of the PCF may require additional coordination, not specified in this standard, to permit efficient operation in cases where multiple point-coordinated BSSs are operating on the same channel, in overlapping physical space.

The PCF uses a virtual carrier-sense mechanism aided by an access priority mechanism. The PCF shall distribute information within Beacon management frames to gain control of the medium by setting the network allocation vector (NAV) in STAs. In addition, all frame transmissions under the PCF may use an interframe space (IFS) that is smaller than the IFS for frames transmitted via the DCF. The use of a smaller IFS implies that point-coordinated traffic shall have priority access to the medium over STAs in overlapping BSSs operating under the DCF access method.

The access priority provided by a PCF may be utilized to create a *contention-free* (CF) access method. The PC controls the frame transmissions of the STAs so as to eliminate contention for a limited period of time.

9.1.3 Coexistence of DCF and PCF

The DCF and the PCF shall coexist in a manner that permits both to operate concurrently within the same BSS. When a PC is operating in a BSS, the two access methods alternate, with a contention-free period (CFP) followed by a contention period (CP). This is described in greater detail in 9.3.

9.1.4 Fragmentation/defragmentation overview

The process of partitioning a MAC service data unit (MSDU) or a MAC management protocol data unit (MMPDU) into smaller MAC level frames, MAC protocol data units (MPDUs), is called fragmentation. Fragmentation creates MPDUs smaller than the original MSDU or MMPDU length to increase reliability, by increasing the probability of successful transmission of the MSDU or MMPDU in cases where channel characteristics limit reception reliability for longer frames. Fragmentation is accomplished at each immediate transmitter. The process of recombining MPDUs into a single MSDU or MMPDU is defined as defragmentation. Defragmentation is accomplished at each immediate recipient.

Only MPDUs with a unicast receiver address shall be fragmented. Broadcast/multicast frames shall not be fragmented even if their length exceeds aFragmentationThreshold.

When a directed MSDU is received from the LLC or a directed MMPDU is received from the MAC sublayer management entity (MLME) with a length greater than aFragmentationThreshold, the MSDU or MMPDU shall be fragmented. The MSDU or MMPDU is divided into MPDUs. Each fragment is a frame no larger than aFragmentationThreshold. It is possible that any fragment may be a frame smaller than aFragmentationThreshold. An illustration of fragmentation is shown in Figure 48.

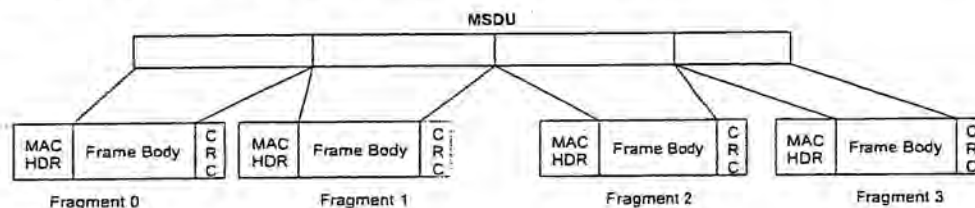


Figure 48—Fragmentation

The MPDUs resulting from the fragmentation of an MSDU or MMPDU are sent as independent transmissions, each of which is separately acknowledged. This permits transmission retries to occur per fragment.

rather than per MSDU or MMPDU. Unless interrupted due to medium occupancy limitations for a given PHY, the fragments of a single MSDU or MMPDU are sent as a burst during the CP, using a single invocation of the DCF medium access procedure. The fragments of a single MSDU or MMPDU are sent during a CFP as individual frames obeying the rules of the PC medium access procedure.

9.1.5 MAC data service

The MAC data service shall translate MAC service requests from LLC into input signals utilized by the MAC state machines. The MAC data service shall also translate output signals from the MAC state machines into service indications to LLC. The translations are given in the MAC data service state machine defined in Annex C.

9.2 DCF

The basic medium access protocol is a DCF that allows for automatic medium sharing between compatible PHYs through the use of CSMA/CA and a random backoff time following a busy medium condition. In addition, all directed traffic uses immediate positive acknowledgment (ACK frame) where retransmission is scheduled by the sender if no ACK is received.

The CSMA/CA protocol is designed to reduce the collision probability between multiple STAs accessing a medium, at the point where collisions would most likely occur. Just after the medium becomes idle following a busy medium (as indicated by the CS function) is when the highest probability of a collision exists. This is because multiple STAs could have been waiting for the medium to become available again. This is the situation that necessitates a random backoff procedure to resolve medium contention conflicts.

Carrier sense shall be performed both through physical and virtual mechanisms.

The virtual carrier-sense mechanism is achieved by distributing reservation information announcing the impending use of the medium. The exchange of RTS and CTS frames prior to the actual data frame is one means of distribution of this medium reservation information. The RTS and CTS frames contain a Duration/ID field that defines the period of time that the medium is to be reserved to transmit the actual data frame and the returning ACK frame. All STAs within the reception range of either the originating STA (which transmits the RTS) or the destination STA (which transmits the CTS) shall learn of the medium reservation. Thus a STA can be unable to receive from the originating STA, yet still know about the impending use of the medium to transmit a data frame.

Another means of distributing the medium reservation information is the Duration/ID field in directed frames. This field gives the time that the medium is reserved, either to the end of the immediately following ACK, or in the case of a fragment sequence, to the end of the ACK following the next fragment.

The RTS/CTS exchange also performs both a type of fast collision inference and a transmission path check. If the return CTS is not detected by the STA originating the RTS, the originating STA may repeat the process (after observing the other medium-use rules) more quickly than if the long data frame had been transmitted and a return ACK frame had not been detected.

Another advantage of the RTS/CTS mechanism occurs where multiple BSSs utilizing the same channel overlap. The medium reservation mechanism works across the BSA boundaries. The RTS/CTS mechanism may also improve operation in a typical situation where all STAs can receive from the AP, but cannot receive from all other STAs in the BSA.

The RTS/CTS mechanism cannot be used for MPDUs with broadcast and multicast immediate address because there are multiple destinations for the RTS, and thus potentially multiple concurrent senders of the CTS in response. The RTS/CTS mechanism need not be used for every data frame transmission. Because the

additional RTS and CTS frames add overhead inefficiency, the mechanism is not always justified, especially for short data frames.

The use of the RTS/CTS mechanism is under control of the `dot11RTSThreshold` attribute. This attribute may be set on a per-STA basis. This mechanism allows STAs to be configured to use RTS/CTS either always, never, or only on frames longer than a specified length.

A STA configured not to initiate the RTS/CTS mechanism shall still update its virtual carrier-sense mechanism with the duration information contained in a received RTS or CTS frame, and shall always respond to an RTS addressed to it with a CTS.

The medium access protocol allows for STAs to support different sets of data rates. All STAs shall receive all the data rates in `aBasicRateSet` and transmit at one or more of the `aBasicRateSet` data rates. To support the proper operation of the RTS/CTS and the virtual carrier-sense mechanism, all STAs shall be able to detect the RTS and CTS frames. For this reason the RTS and CTS frames shall be transmitted at one of the `aBasicRateSet` rates. (See 9.6 for a description of multirate operation.)

Data frames sent under the DCF shall use the frame type Data and subtype Data or Null Function. STAs receiving Data type frames shall only consider the frame body as the basis of a possible indication to LLC.

9.2.1 Carrier-sense mechanism

Physical and virtual carrier-sense functions are used to determine the state of the medium. When either function indicates a busy medium, the medium shall be considered busy; otherwise, it shall be considered idle.

A physical carrier-sense mechanism shall be provided by the PHY. See Clause 12 for how this information is conveyed to the MAC. The details of physical carrier sense are provided in the individual PHY specifications.

A virtual carrier-sense mechanism shall be provided by the MAC. This mechanism is referred to as the network allocation vector (NAV). The NAV maintains a prediction of future traffic on the medium based on duration information that is announced in RTS/CTS frames prior to the actual exchange of data. The duration information is also available in the MAC headers of all frames sent during the CP other than PS-Poll Control frames. The mechanism for setting the NAV using RTS/CTS in the DCF is described in 9.2.5.4, and use of the NAV in PCF is described in 9.3.2.2.

The carrier-sense mechanism combines the NAV state and the STA's transmitter status with physical carrier sense to determine the busy/idle state of the medium. The NAV may be thought of as a counter, which counts down to zero at a uniform rate. When the counter is zero, the virtual carrier-sense indication is that the medium is idle; when nonzero, the indication is busy. The medium shall be determined to be busy whenever the STA is transmitting.

9.2.2 MAC-Level acknowledgments

The reception of some frames, as described in 9.7, 9.2.8, and 9.3.3.4, requires the receiving STA to respond with an acknowledgment, generally an ACK frame, if the FCS of the received frame is correct. This technique is known as positive acknowledgment.

Lack of reception of an expected ACK frame indicates to the source STA that an error has occurred. Note, however, that the destination STA may have received the frame correctly, and that the error may have occurred in the reception of the ACK frame. To the initiator of the frame exchange, this condition is indistinguishable from an error occurring in the initial frame.

9.2.3 Interframe space (IFS)

The time interval between frames is called the IFS. A STA shall determine that the medium is idle through the use of the carrier-sense function for the interval specified. Four different IFSs are defined to provide priority levels for access to the wireless media; they are listed in order, from the shortest to the longest. Figure 49 shows some of these relationships.

- a) SIFS short interframe space
- b) PIFS PCF interframe space
- c) DIFS DCF interframe space
- d) EIFS extended interframe space

The different IFSs shall be independent of the STA bit rate. The IFS timings shall be defined as time gaps on the medium, and shall be fixed for each PHY (even in multirate-capable PHYs). The IFS values are determined from attributes specified by the PHY.

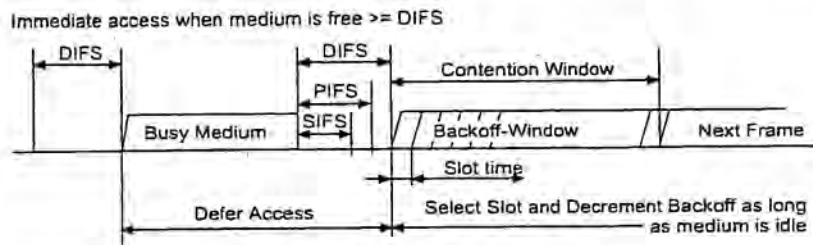


Figure 49—Some IFS relationships

9.2.3.1 Short IFS (SIFS)

The SIFS shall be used for an ACK frame, a CTS frame, the second or subsequent MPDU of a fragment burst, and by a STA responding to any polling by the PCF. It may also be used by a PC for any types of frames during the CFP (see 9.3). The SIFS is the time from the end of the last symbol of the previous frame to the beginning of the first symbol of the preamble of the subsequent frame as seen at the air interface. The valid cases where the SIFS may or shall be used are listed in the frame exchange sequences in 9.7.

The SIFS timing shall be achieved when the transmission of the subsequent frame is started at the TxSIFS Slot boundary as specified in 9.2.10. An IEEE 802.11 implementation shall not allow the space between frames that are defined to be separated by a SIFS time, as measured on the medium, to vary from the nominal SIFS value by more than $\pm 10\%$ of aSlotTime for the PHY in use.

SIFS is the shortest of the interframe spaces. SIFS shall be used when STAs have seized the medium and need to keep it for the duration of the frame exchange sequence to be performed. Using the smallest gap between transmissions within the frame exchange sequence prevents other STAs, which are required to wait for the medium to be idle for a longer gap, from attempting to use the medium, thus giving priority to completion of the frame exchange sequence in progress.

9.2.3.2 PCF IFS (PIFS)

The PIFS shall be used only by STAs operating under the PCF to gain priority access to the medium at the start of the CFP. A STA using the PCF shall be allowed to transmit contention-free traffic after its carrier-sense mechanism (see 9.2.1) determines that the medium is idle at the TxPIFS slot boundary as defined in 9.2.10. Subclause 9.3 describes the use of the PIFS by STAs operating under the PCF.

9.2.3.3 DCF IFS (DIFS)

The DIFS shall be used by STAs operating under the DCF to transmit data frames (MPDUs) and management frames (MMPDUs). A STA using the DCF shall be allowed to transmit if its carrier-sense mechanism (see 9.2.1) determines that the medium is idle at the TxDIFS slot boundary as defined in 9.2.10 after a correctly received frame, and its backoff time has expired. A STA using the DCF shall not transmit within an EIFS after it determines that the medium is idle following reception of a frame for which the PHYRX-END.indication primitive contained an error or a frame for which the MAC FCS value was not correct. A STA may transmit after subsequent reception of an error-free frame, resynchronizing the STA. This allows the STA to transmit using the DIFS following that frame.

9.2.3.4 Extended IFS (EIFS)

The EIFS shall be used by the DCF whenever the PHY has indicated to the MAC that a frame transmission was begun that did not result in the correct reception of a complete MAC frame with a correct FCS value. The duration of an EIFS is defined in 9.2.10. The EIFS interval shall begin following indication by the PHY that the medium is idle after detection of the erroneous frame, without regard to the virtual carrier-sense mechanism. The EIFS is defined to provide enough time for another STA to acknowledge what was, to this STA, an incorrectly received frame before this STA commences transmission. Reception of an error-free frame during the EIFS resynchronizes the STA to the actual busy/idle state of the medium, so the EIFS is terminated and normal medium access (using DIFS and, if necessary, backoff) continues following reception of that frame.

9.2.4 Random backoff time

A STA desiring to initiate transfer of data MPDUs and/or management MMPDUs shall invoke the carrier-sense mechanism (see 9.2.1) to determine the busy/idle state of the medium. If the medium is busy, the STA shall defer until the medium is determined to be idle without interruption for a period of time equal to DIFS when the last frame detected on the medium was received correctly, or after the medium is determined to be idle without interruption for a period of time equal to EIFS when the last frame detected on the medium was not received correctly. After this DIFS or EIFS medium idle time, the STA shall then generate a random backoff period for an additional deferral time before transmitting, unless the backoff timer already contains a nonzero value, in which case the selection of a random number is not needed and not performed. This process minimizes collisions during contention between multiple STAs that have been deferring to the same event.

$$\text{Backoff Time} = \text{Random}() \times \text{aSlotTime}$$

where

$\text{Random}()$ = Pseudorandom integer drawn from a uniform distribution over the interval $[0, \text{CW}]$, where CW is an integer within the range of values of the PHY characteristics aCWmin and aCWmax , $\text{aCWmin} \leq \text{CW} \leq \text{aCWmax}$. It is important that designers recognize the need for statistical independence among the random number streams among STAs.

aSlotTime = The value of the correspondingly named PHY characteristic.

The contention window (CW) parameter shall take an initial value of aCWmin . Every STA shall maintain a STA short retry count (SSRC) as well as a STA long retry count (SLRC), both of which shall take an initial value of zero. The SSRC shall be incremented whenever any short retry count associated with any MSDU is incremented. The SLRC shall be incremented whenever any long retry count associated with any MSDU is incremented. The CW shall take the next value in the series every time an unsuccessful attempt to transmit an MPDU causes either STA retry counter to increment, until the CW reaches the value of aCWmax . A retry is defined as the entire sequence of frames sent, separated by SIFS intervals, in an attempt to deliver an MPDU, as described in 9.7. Once it reaches aCWmax , the CW shall remain at the value of aCWmax until it is reset. This improves the stability of the access protocol under high-load conditions. See Figure 50.

The CW shall be reset to aCWmin after every successful attempt to transmit an MSDU or MMPDU, when SLRC reaches aLongRetryLimit, or when SSRC reaches dot11ShortRetryLimit. The SSRC shall be reset to 0 whenever a CTS frame is received in response to an RTS frame, whenever an ACK frame is received in response to an MPDU or MMPDU transmission, or whenever a frame with a group address in the Address1 field is transmitted. The SLRC shall be reset to 0 whenever an ACK frame is received in response to transmission of an MPDU or MMPDU of length greater than dot11RTSThreshold, or whenever a frame with a group address in the Address1 field is transmitted.

The set of CW values shall be sequentially ascending integer powers of 2, minus 1, beginning with a PHY-specific aCWmin value, and continuing up to and including a PHY-specific aCWmax value.

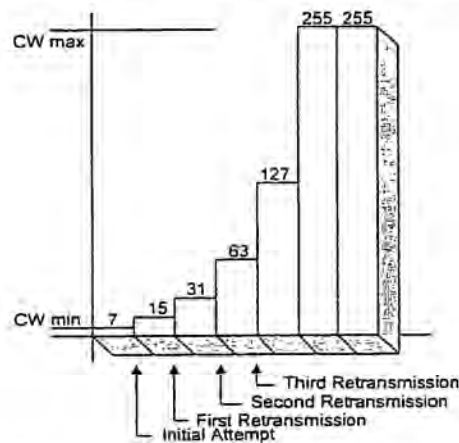


Figure 50—An example of exponential increase of CW

9.2.5 DCF access procedure

The CSMA/CA access method is the foundation of the DCF. The operational rules vary slightly between the DCF and the PCF.

9.2.5.1 Basic access

Basic access refers to the core mechanism a STA uses to determine whether it may transmit.

In general, a STA may transmit a pending MPDU when it is operating under the DCF access method, either in the absence of a PC, or in the CP of the PCF access method, when the STA determines that the medium is idle for greater than or equal to a DIFS period, or an EIFS period if the immediately preceding medium-busy event was caused by detection of a frame that was not received at this STA with a correct MAC FCS value. If, under these conditions, the medium is determined by the carrier-sense mechanism to be busy when a STA desires to initiate the initial frame of one of the frame exchanges described in 9.7, exclusive of the CF period, the random backoff algorithm described in 9.2.5.2 shall be followed. There are conditions, specified in 9.2.5.2 and 9.2.5.5, where the random backoff algorithm shall be followed even for the first attempt to initiate a frame exchange sequence.

In a STA having an FH PHY, control of the channel is lost at the dwell time boundary and the STA shall have to contend for the channel after that dwell boundary. It is required that STAs having an FH PHY complete transmission of the entire MPDU and associated acknowledgment (if required) before the dwell time bound-

ary. If, when transmitting or retransmitting an MPDU, there is not enough time remaining in the dwell to allow transmission of the MPDU plus the acknowledgment (if required), the STA shall defer the transmission by selecting a random backoff time, using the present CW (without advancing to the next value in the series). The short retry counter and long retry counter for the MSDU are not affected.

The basic access mechanism is illustrated in Figure 51.

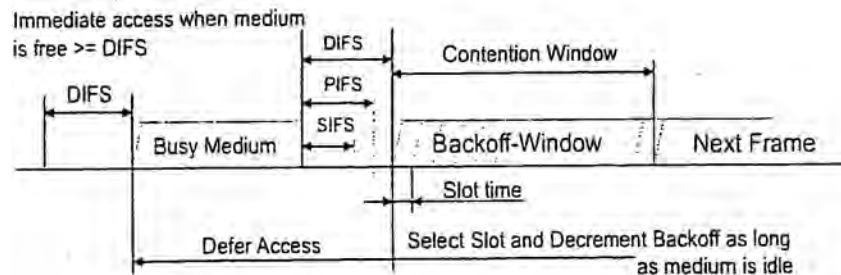


Figure 51—Basic access method

9.2.5.2 Backoff procedure

The backoff procedure shall be invoked for a STA to transfer a frame when finding the medium busy as indicated by either the physical or virtual carrier-sense mechanism (see Figure 52). The backoff procedure shall also be invoked when a transmitting STA infers a failed transmission as defined in 9.2.5.7 or 9.2.8.

To begin the backoff procedure, the STA shall set its Backoff Timer to a random backoff time using the equation in 9.2.4. All backoff slots occur following a DIFS period during which the medium is determined to be idle for the duration of the DIFS period, or following an EIFS period during which the medium is determined to be idle for the duration of the EIFS period following detection of a frame that was not received correctly.

A STA performing the backoff procedure shall use the carrier-sense mechanism (9.2.1) to determine whether there is activity during each backoff slot. If no medium activity is indicated for the duration of a particular backoff slot, then the backoff procedure shall decrement its backoff time by aSlotTime.

If the medium is determined to be busy at any time during a backoff slot, then the backoff procedure is suspended; that is, the backoff timer shall not decrement for that slot. The medium shall be determined to be idle for the duration of a DIFS period or EIFS, as appropriate (see 9.2.3), before the backoff procedure is allowed to resume. Transmission shall commence whenever the Backoff Timer reaches zero.

A backoff procedure shall be performed immediately after the end of every transmission with the More Fragments bit set to 0 of an MPDU of type Data, Management, or Control with subtype PS-Poll, even if no additional transmissions are currently queued. In the case of successful acknowledged transmissions, this backoff procedure shall begin at the end of the received ACK frame. In the case of unsuccessful transmissions requiring acknowledgment, this backoff procedure shall begin at the end of the ACK timeout interval. If the transmission is successful, the CW value reverts to aCWmin before the random backoff interval is chosen, and the STA short retry count and/or STA long retry count are updated as described in 9.2.4. This assures that transmitted frames from a STA are always separated by at least one backoff interval.

The effect of this procedure is that when multiple STAs are deferring and go into random backoff, then the STA selecting the smallest backoff time using the random function will win the contention.

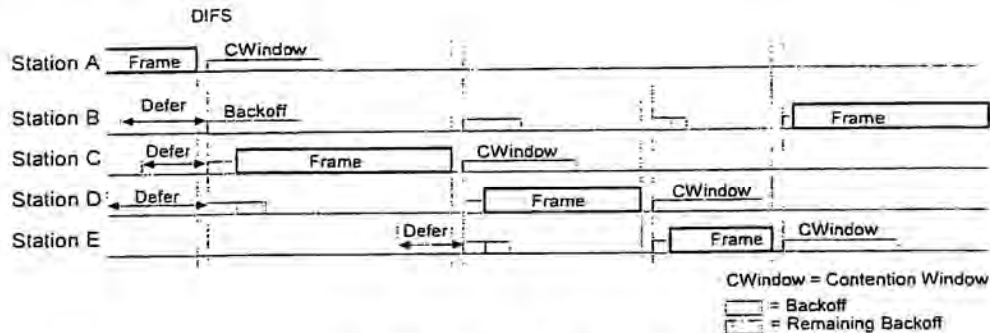


Figure 52—Backoff procedure

In an IBSS, the backoff time for a pending non-beacon or non-ATIM transmission shall not decrement in the period from the target beacon transmission time (TBTT) until the expiration of the ATIM window, and the backoff time for a pending ATIM management frame shall decrement only within the ATIM window. (See Clause 11.) Within an IBSS, a separate backoff interval shall be generated to precede the transmission of a beacon, as described in 11.1.2.2.

9.2.5.3 Recovery procedures and retransmit limits

Error recovery is always the responsibility of the STA that initiates a frame exchange sequence, as defined in 9.7. Many circumstances may cause an error to occur that requires recovery. For example, the CTS frame may not be returned after an RTS frame is transmitted. This may happen due to a collision with another transmission, due to interference in the channel during the RTS or CTS frame, or because the STA receiving the RTS frame has an active virtual carrier-sense condition (indicating a busy medium time period).

Error recovery shall be attempted by retrying transmissions for frame exchange sequences that the initiating STA infers have failed. Retries shall continue, for each failing frame exchange sequence, until the transmission is successful, or until the relevant retry limit is reached, whichever occurs first. STAs shall maintain a short retry count and a long retry count for each MSDU or MMPDU awaiting transmission. These counts are incremented and reset independently of each other.

After an RTS frame is transmitted, the STA shall perform the CTS procedure, as defined in 9.2.5.7. If the RTS transmission fails, the short retry count for the MSDU or MMPDU and the STA short retry count are incremented. This process shall continue until the number of attempts to transmit that MSDU or MMPDU reaches $\text{dot11ShortRetryLimit}$.

After transmitting a frame that requires acknowledgment, the STA shall perform the ACK procedure, as defined in 9.2.8. The short retry count for an MSDU or MMPDU and the STA short retry count shall be incremented every time transmission of a MAC frame of length less than or equal to dot11RTSThreshold fails for that MSDU or MMPDU. This short retry count and the STA short retry count shall be reset when a MAC frame of length less than or equal to dot11RTSThreshold succeeds for that MSDU or MMPDU. The long retry count for an MSDU or MMPDU and the STA long retry count shall be incremented every time transmission of a MAC frame of length greater than dot11RTSThreshold fails for that MSDU or MMPDU. This long retry count and the STA long retry count shall be reset when a MAC frame of length greater than dot11RTSThreshold succeeds for that MSDU or MMPDU. All retransmission attempts for an MSDU or MMPDU that has failed the ACK procedure one or more times shall be made with the Retry field set to 1 in the Data or Management type frame.

Retries for failed transmission attempts shall continue until the short retry count for the MSDU or MMPDU is equal to `dot11ShortRetryLimit` or until the long retry count for the MSDU or MMPDU is equal to `aLongRetryLimit`. When either of these limits is reached, retry attempts shall cease, and the MSDU or MMPDU shall be discarded.

A STA in power-save mode, in an ESS, initiates a frame exchange sequence by transmitting a PS-Poll frame to request data from an AP. In the event that neither an ACK frame nor a data frame is received from the AP in response to a PS-Poll frame, then the STA shall retry the sequence, by transmitting another PS-Poll frame, at its convenience. If the AP sends a data frame in response to a PS-Poll frame, but fails to receive the ACK frame acknowledging this data frame, the next PS-Poll frame from the same STA may cause a retransmission of the last MSDU. This duplicate MSDU shall be filtered at the receiving STA using the normal duplicate frame filtering mechanism. If the AP responds to a PS-Poll by transmitting an ACK frame, then responsibility for the data frame delivery error recovery shifts to the AP because the data is transferred in a subsequent frame exchange sequence, which is initiated by the AP. The AP shall attempt to deliver one MSDU to the STA that transmitted the PS-Poll, using any frame exchange sequence valid for a directed MSDU. If the power save STA that transmitted the PS-Poll returns to Doze state after transmitting the ACK frame in response to successful receipt of this MSDU, but the AP fails to receive this ACK frame, the AP will retry transmission of this MSDU until the relevant retry limit is reached. See Clause 11 for details on filtering of extra PS-Poll frames.

9.2.5.4 Setting and resetting the NAV

STAs receiving a valid frame shall update their NAV with the information received in the Duration/ID field, but only when the new NAV value is greater than the current NAV value and only when the frame is not addressed to the receiving STA. Various additional conditions may set or reset the NAV, as described in 9.3.2.2. When the NAV is reset, a PHY-CCARESET.request shall be issued.

Figure 53 indicates the NAV for STAs that may receive the RTS frame, while other STAs may only receive the CTS frame, resulting in the lower NAV bar as shown (with the exception of the STA to which the RTS was addressed).

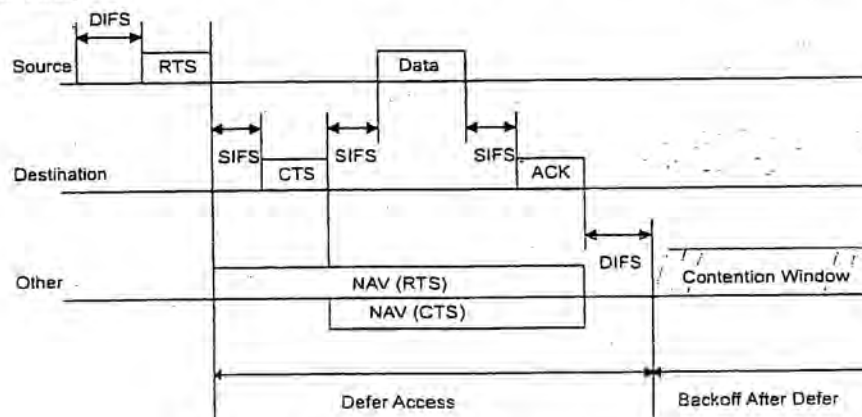


Figure 53—RTS/CTS/data/ACK and NAV setting

A STA that used information from an RTS frame as the most recent basis to update its NAV setting is permitted to reset its NAV if no PHY-RXSTART.indication is detected from the PHY during a period with a duration of $(2 \times \text{aSIFSTime}) + \text{CTS_Time} + (2 \times \text{aSlotTime})$ starting at the PHY-RXEND.indication corresponding to the detection of the RTS frame. The "CTS_Time" shall be calculated using the length of the CTS frame and the data rate at which the RTS frame used for the most recent NAV update was received.

9.2.5.5 Control of the channel

The SIFS is used to provide an efficient MSDU delivery mechanism. Once the STA has contended for the channel, that STA shall continue to send fragments until either all fragments of a single MSDU or MMPDU have been sent, an acknowledgment is not received, or the STA is restricted from sending any additional fragments due to a dwell time boundary. Should the sending of the fragments be interrupted due to one of these reasons, when the next opportunity for transmission occurs the STA shall resume transmission. The algorithm by which the STA decides which of the outstanding MSDUs shall next be attempted after an unsuccessful transmission attempt is beyond the scope of this standard, but any such algorithm shall comply with the restrictions listed in 9.8.

Figure 54 illustrates the transmission of a multiple-fragment MSDU using the SIFS.

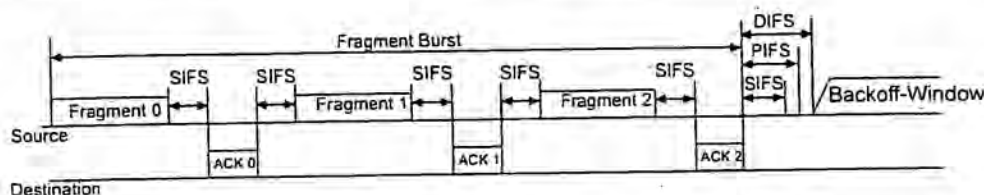


Figure 54—Transmission of a multiple-fragment MSDU using SIFS

When the source STA transmits a fragment, it shall release the channel, then immediately monitor the channel for an acknowledgment as described in 9.2.8.

When the destination STA has finished sending the acknowledgment, the SIFS following the acknowledgment shall be reserved for the source STA to continue (if necessary) with another fragment. The STA sending the acknowledgment shall not transmit on the channel immediately following the acknowledgment.

The process of sending multiple fragments after contending for the channel is defined as a fragment burst.

If the source STA receives an acknowledgment but there is not enough time to transmit the next fragment and receive an acknowledgment due to an impending dwell boundary, the source STA shall contend for the channel at the beginning of the next dwell time.

If the source STA does not receive an acknowledgment frame, it shall attempt to retransmit the failed MPDU or another eligible MPDU, as defined in 9.8, after performing the backoff procedure and the contention process.

After a STA contends for the channel to retransmit a fragment of an MSDU, it shall start with the last fragment that was not acknowledged. The destination STA shall receive the fragments in order (since the source sends them in order, and they are individually acknowledged). It is possible, however, that the destination STA may receive duplicate fragments. It shall be the responsibility of the receiving STA to detect and discard duplicate fragments.

A STA shall transmit after the SIFS only under the following conditions during a fragment burst:

- The STA has just received a fragment that requires acknowledgment.

- The source STA has received an acknowledgment for a previous fragment, has more fragment(s) for the same MSDU to transmit, and there is enough time before the next dwell boundary to send the next fragment and receive its acknowledgment.

The following rules shall also apply:

- When a STA has transmitted a frame other than an initial or intermediate fragment, that STA shall not transmit on the channel following the acknowledgment for that frame, without performing the backoff procedure.
- When an MSDU has been successfully delivered or all retransmission attempts have been exhausted, and the STA has a subsequent MSDU to transmit, then that STA shall perform a backoff procedure.
- Only unacknowledged fragments shall be retransmitted.

9.2.5.6 RTS/CTS usage with fragmentation

The following is a description of using RTS/CTS for a fragmented MSDU or MMPDU. The RTS/CTS frames define the duration of the following frame and acknowledgment. The Duration/ID field in the data and acknowledgment (ACK) frames specifies the total duration of the next fragment and acknowledgment. This is illustrated in Figure 55.

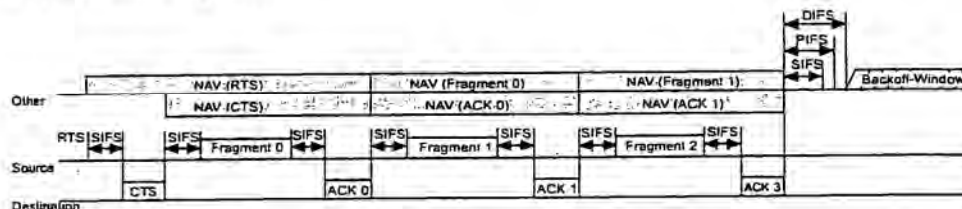


Figure 55—RTS/CTS with fragmented MSDU

Each frame contains information that defines the duration of the next transmission. The duration information from RTS frames shall be used to update the NAV to indicate busy until the end of ACK 0. The duration information from the CTS frame shall also be used to update the NAV to indicate busy until the end of ACK 0. Both Fragment 0 and ACK 0 shall contain duration information to update the NAV to indicate busy until the end of ACK 1. This shall be done by using the Duration/ID field in the Data and ACK frames. This shall continue until the last fragment, which shall have a duration of one ACK time plus one SIFS time, and its ACK, which shall have its Duration/ID field set to zero. Each fragment and ACK acts as a virtual RTS and CTS; therefore no further RTS/CTS frames need to be generated after the RTS/CTS that began the frame exchange sequence even though subsequent fragments may be larger than $\text{DIFS} + \text{RTSThreshold}$. At STAs using a frequency-hopping PHY, when there is insufficient time before the next dwell boundary to transmit the subsequent fragment, the STA initiating the frame exchange sequence may set the Duration/ID field in the last data or management frame to be transmitted before the dwell boundary to the duration of one ACK time plus one SIFS time.

In the case where an acknowledgment is sent but not received by the source STA, STAs that heard the fragment, or ACK, will mark the channel busy for the next frame exchange due to the NAV having been updated from these frames. This is the worst-case situation, and it is shown in Figure 56. If an acknowledgment is not sent by the destination STA, STAs that can only hear the destination STA will not update their NAV and may attempt to access the channel when their NAV updated from the previously received frame reaches zero. All STAs that hear the source will be free to access the channel after their NAV updated from the transmitted fragment has expired.

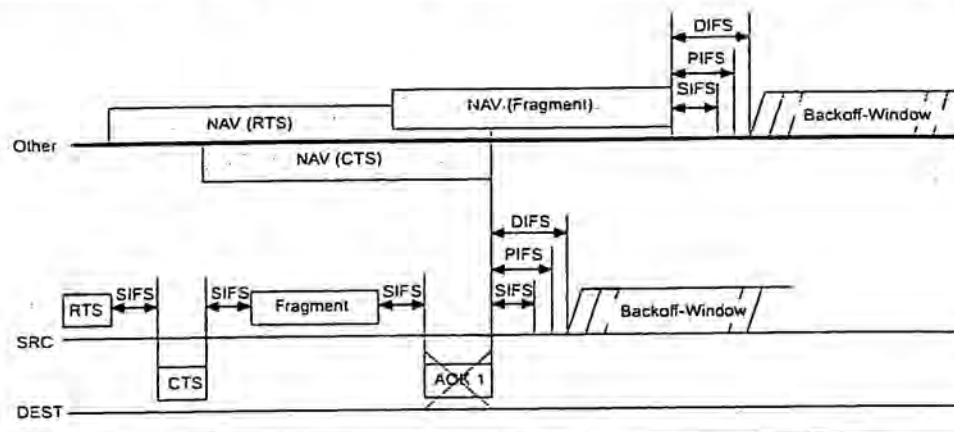


Figure 56—RTS/CTS with transmitter priority and missed acknowledgment

9.2.5.7 CTS procedure

A STA that is addressed by an RTS frame shall transmit a CTS frame after a SIFS period if the NAV at the STA receiving the RTS frame indicates that the medium is idle. If the NAV at the STA receiving the RTS frame indicates the medium is not idle, that STA shall not respond to the RTS frame. The RA field of the CTS frame shall be the value obtained from the TA field of the RTS frame to which this CTS frame is a response. The Duration/ID field in the CTS frame shall be the duration field from the received RTS frame, adjusted by subtraction of aSIFSTime and the number of microseconds required to transmit a CTS frame at the data rate used for the RTS frame to which this CTS frame is a response.

After transmitting an RTS frame, the STA shall wait for a CTSTimeout interval, starting at the PHY-TXEND.confirm. If a PHY-RXSTART.indication does not occur during the CTSTimeout interval, the STA shall conclude that the transmission of the RTS has failed, and this STA shall invoke its backoff procedure upon expiration of the CTSTimeout interval. If a PHY-RXSTART.indication does occur during the CTSTimeout interval, the STA shall wait for the corresponding PHY-RXEND.indication to determine whether the RTS transmission was successful. The recognition of a valid CTS frame sent by the recipient of the RTS frame, corresponding to this PHY-RXEND.indication, shall be interpreted as successful response, permitting the frame sequence to continue (see 9.7). The recognition of anything else, including any other valid frame, shall be interpreted as failure of the RTS transmission. In this instance, the STA shall invoke its backoff procedure at the PHY-RXEND.indication and may process the received frame.

9.2.6 Directed MPDU transfer procedure

A STA shall use an RTS/CTS exchange for directed frames only when the length of the MPDU is greater than the length threshold indicated by the dot11RTSThreshold attribute.

The dot11RTSThreshold attribute shall be a managed object within the MAC MIB, and its value may be set and retrieved by the MAC LME. The value 0 shall be used to indicate that all MPDUs shall be delivered with the use of RTS/CTS. Values of dot11RTSThreshold larger than the maximum MSDU length shall indicate that all MPDUs shall be delivered without RTS/CTS exchanges.

When an RTS/CTS exchange is used, the asynchronous data frame shall be transmitted after the end of the CTS frame and a SIFS period. No regard shall be given to the busy or idle status of the medium when transmitting this data frame.

When an RTS/CTS exchange is not used, the asynchronous data frame shall be transmitted following the success of the basic access procedure. With or without the use of the RTS/CTS exchange procedure, the STA that is the destination of an asynchronous data frame shall follow the ACK procedure.

9.2.7 Broadcast and multicast MPDU transfer procedure

In the absence of a PCF, when broadcast or multicast MPDUs are transferred from a STA with the ToDS bit clear, only the basic access procedure shall be used. Regardless of the length of the frame, no RTS/CTS exchange shall be used. In addition, no ACK shall be transmitted by any of the recipients of the frame. Any broadcast or multicast MPDUs transferred from a STA with a ToDS bit set shall, in addition to conforming to the basic access procedure of CSMA/CA, obey the rules for RTS/CTS exchange, because the MPDU is directed to the AP. The broadcast/multicast message shall be distributed into the BSS. The STA originating the message shall receive the message as a broadcast/multicast message. Therefore, all STAs shall filter out broadcast/multicast messages that contain their address as the source address. Broadcast and multicast MSDUs shall be propagated throughout the ESS.

There is no MAC-level recovery on broadcast or multicast frames, except for those frames sent with the ToDS bit set. As a result, the reliability of this traffic is reduced, relative to the reliability of directed traffic, due to the increased probability of lost frames from interference, collisions, or time-varying channel properties.

9.2.8 ACK procedure

An ACK frame shall be generated as shown in the frame exchange sequences listed in 9.7.

Upon successful reception of a frame of a type that requires acknowledgment with the ToDS bit set, an AP shall generate an ACK frame. An ACK frame shall be transmitted by the destination STA that is not an AP, whenever it successfully receives a unicast frame of a type that requires acknowledgment, but not if it receives a broadcast or multicast frame of such type. After a successful reception of a frame requiring acknowledgment, transmission of the ACK frame shall commence after a SIFS period, without regard to the busy/idle state of the medium.

The source STA shall wait ACKTimeout amount of time without receiving an ACK frame before concluding that the MPDU failed. (See Figure 57.)

After transmitting an MPDU that requires an ACK frame as a response (see 9.7), the STA shall wait for an ACK-Timeout interval, starting at the PHY-TXEND.confirm. If a PHY-RXSTART.indication does not occur during the ACKTimeout interval, the STA concludes that the transmission of the MPDU has failed, and this STA shall invoke its backoff procedure upon expiration of the ACKTimeout interval. If a PHY-RXSTART.indication does occur during the ACKTimeout interval, the STA shall wait for the corresponding PHY-RXEND.indication to determine whether the MPDU transmission was successful. The recognition of a valid ACK frame sent by the recipient of the MPDU requiring acknowledgment, corresponding to this PHY-RXEND.indication, shall be interpreted as successful acknowledgment, permitting the frame sequence to continue, or to end without retries, as appropriate for the particular frame sequence in progress. The recognition of anything else, including any other valid frame, shall be interpreted as failure of the MPDU transmission. In this instance, the STA shall invoke its backoff procedure at the PHY-RXEND.indication and may process the received frame. The sole exception is that recognition of a valid data frame sent by the recipient of a PS-Poll frame shall also be accepted as successful acknowledgment of the PS-Poll frame.

9.2.9 Duplicate detection and recovery

Since MAC-level acknowledgments and retransmissions are incorporated into the protocol, there is the possibility that a frame may be received more than once. Such duplicate frames shall be filtered out within the destination MAC.

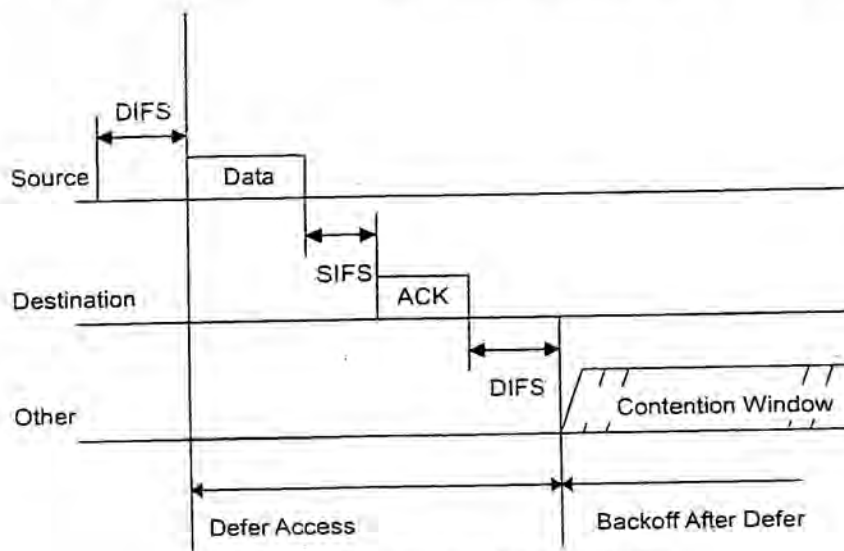


Figure 57—Directed data/ACK MPDU

Duplicate frame filtering is facilitated through the inclusion of a Sequence Control field (consisting of a sequence number and fragment number) within data and management frames. MPDUs that are part of the same MSDU shall have the same sequence number, and different MSDUs shall (with a high probability) have a different sequence number.

The sequence number is generated by the transmitting STA as an incrementing sequence of integers.

The receiving STA shall keep a cache of recently received <Address 2, sequence-number, fragment-number> tuples. A receiving STA is required to keep only the most recent cache entry per Address 2-sequence-number pair, storing only the most recently received fragment number for that pair. A receiving STA may omit tuples obtained from broadcast/multicast or ATIM frames from the cache.

A destination STA shall reject as a duplicate frame any frame that has the Retry bit set in the Frame Control field and that matches an <Address 2, sequence-number, and fragment-number> tuple of an entry in the cache.

There is a small possibility that a frame may be improperly rejected due to such a match; however, this occurrence would be rare and simply results in a lost frame (similar to an FCS error in other LAN protocols).

The destination STA shall perform the ACK procedure on all successfully received frames requiring acknowledgment, even if the frame is discarded due to duplicate filtering.

9.2.10 DCF timing relations

The relationships between the IFS specifications are defined as time gaps on the medium. The associated attributes are provided by the specific PHY. (See Figure 58.)

All timings that are referenced from the end of the transmission are referenced from the end of the last symbol of a frame on the medium. The beginning of transmission refers to the first symbol of the next frame on the medium.

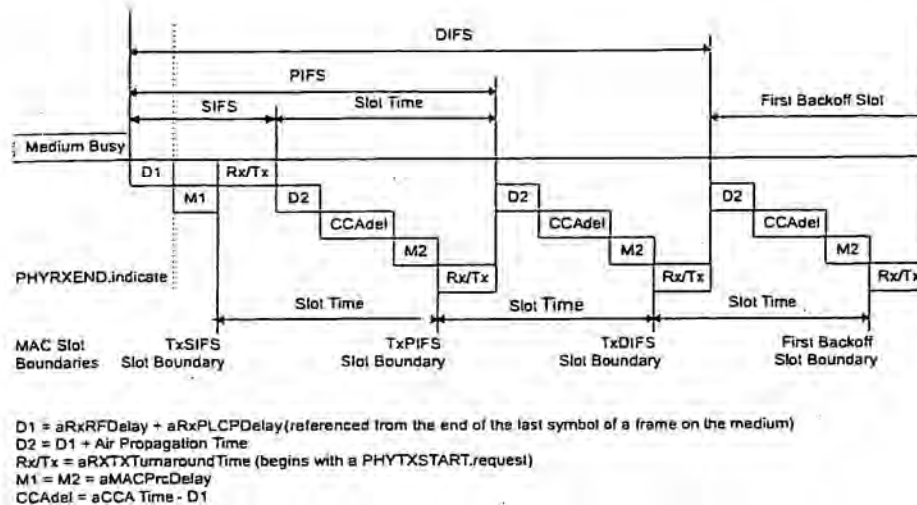


Figure 58—DCF timing relationships

aSIFSTime and aSlotTime are fixed per PHY.

aSIFSTime is: $aRxRFDelay + aRxPLCPDelay + aMACProcessingDelay + aRxTxTurnaroundTime$.

aSlotTime is: $aCCATime + aRxTxTurnaroundTime + aAirPropagationTime + aMACProcessingDelay$.

The PIFS and DIFS are derived by the following equations, as illustrated in Figure 58.

$$PIFS = aSIFSTime + aSlotTime$$

$$DIFS = aSIFSTime + 2 \times aSlotTime$$

The EIFS is derived from the SIFS and the DIFS and the length of time it takes to transmit an ACK Control frame at 1 Mbit/s by the following equation:

$$EIFS = aSIFSTime + (8 \times ACKSize) + aPreambleLength + aPLCPHeaderLength + DIFS$$

where

ACKSize is the length, in bytes, of an ACK frame; and

$(8 \times ACKSize) + aPreambleLength + aPLCPHeaderLength$ is expressed in microseconds required to transmit at the PHY's lowest mandatory rate.

Figure 58 illustrates the relation between the SIFS, PIFS, and DIFS as they are measured on the medium and the different MAC slot boundaries TxSIFS, TxPIFS, and TxDIFS. These slot boundaries define when the transmitter shall be turned on by the MAC to meet the different IFS timings on the medium, after subsequent detection of the CCA result of the previous slot time.

The following equations define the MAC Slot Boundaries, using attributes provided by the PHY, which are such that they compensate for implementation timing variations. The starting reference of these slot boundaries is again the end of the last symbol of the previous frame on the medium.

$$TxSIFS = SIFS - aRxTxTurnaroundTime$$

$$TxPIFS = TxSIFS + aSlotTime$$

$$TxDIFS = TxSIFS + 2 \times aSlotTime.$$

The tolerances are specified in the PLME SAP Interface Specification (10.4), and shall only apply to the SIFS specification, so that tolerances shall not accumulate.

9.3 PCF

The PCF provides contention-free frame transfer. The PC shall reside in the AP. It is an option for an AP to be able to become the PC. All STAs inherently obey the medium access rules of the PCF, because these rules are based on the DCF, and they set their NAV at the beginning of each CFP. The operating characteristics of the PCF are such that all STAs are able to operate properly in the presence of a BSS in which a PC is operating, and, if associated with a point-coordinated BSS, are able to receive all frames sent under PCF control. It is also an option for a STA to be able to respond to a contention-free poll (CF-Poll) received from a PC. A STA that is able to respond to CF-Polls is referred to as being CF-Pollable, and may request to be polled by an active PC. CF-Pollable STAs and the PC do not use RTS/CTS in the CFP. When polled by the PC, a CF-Pollable STA may transmit only one MPDU, which can be to any destination (not just to the PC), and may "piggyback" the acknowledgment of a frame received from the PC using particular data frame subtypes for this transmission. If the data frame is not in turn acknowledged, the CF-Pollable STA shall not retransmit the frame unless it is polled again by the PC, or it decides to retransmit during the CP. If the addressed recipient of a CF transmission is not CF-Pollable, that STA acknowledges the transmission using the DCF acknowledgment rules, and the PC retains control of the medium. A PC may use contention-free frame transfer solely for delivery of frames to STAs, and never to poll non-CF-Pollable STAs.

A PC may perform a backoff on retransmission of an unacknowledged frame during the CFP. A PC that is maintaining a polling list may retry the unacknowledged frame the next time the particular AID is at the top of the polling list.

A PC may retransmit an unacknowledged frame during the CFP after a PIFS time.

When more than one point-coordinated BSS is operating on the same PHY channel in overlapping space, the potential exists for collisions between PCF transfer activities by the independent PCs. The rules under which multiple, overlapping point-coordinated BSSs may coexist are presented in 9.3.3.2. As shown in Figure 47, the PCF is built on top of the CSMA/CA-based DCF, by utilizing the access priority provisions provided by this scheme. An active PC shall be located at an AP, which restricts PCF operation to infrastructure networks. PCF is activated at a PC-capable AP by setting the CFMaxDuration parameter in the CF Parameter Set of the MLMEStart.request to a non-zero value.

Data frames sent during under the DCF shall use the data subtypes Data or Null Function. Data frames sent by, or in response to polling by, the PC during the CFP shall use the appropriate data subtypes based upon the following usage rules:

- Data+CF-Poll, Data+CF-Ack+CF-Poll, CF-Poll, and CF-Ack+CF-Poll shall only be sent by a PC.
- Data, Data+CF-Ack, Null Function, and CF-Ack may be sent by a PC or by any CF-Pollable STA.

ISO/IEC 8802-11:1999(E)
ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition

ICS 35.110

Descriptors: data processing, information interchange, telecommunications, network interconnection, local area networks, metropolitan area networks, data transmission, physical layer, access, user network accesses.

Price based on 528 pages

Information technology—

Telecommunications and information exchange
between systems—

Local and metropolitan area networks—

Specific requirements—

Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications

1. Overview

1.1 Scope

The scope of this standard is to develop a medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification for wireless connectivity for fixed, portable, and moving stations within a local area.

1.2 Purpose

The purpose of this standard is to provide wireless connectivity to automatic machinery, equipment, or stations that require rapid deployment, which may be portable or hand-held, or which may be mounted on moving vehicles within a local area. This standard also offers regulatory bodies a means of standardizing access to one or more frequency bands for the purpose of local area communication.

Specifically, this standard

- Describes the functions and services required by an IEEE 802.11 compliant device to operate within ad hoc and infrastructure networks as well as the aspects of station mobility (transition) within those networks.
- Defines the MAC procedures to support the asynchronous MAC service data unit (MSDU) delivery services.
- Defines several PHY signaling techniques and interface functions that are controlled by the IEEE 802.11 MAC.
- Permits the operation of an IEEE 802.11 conformant device within a wireless local area network (LAN) that may coexist with multiple overlapping IEEE 802.11 wireless LANs.
- Describes the requirements and procedures to provide privacy of user information being transferred over the wireless medium (WM) and authentication of IEEE 802.11 conformant devices.

9. MAC sublayer functional description

The MAC functional description is presented in this clause. The architecture of the MAC sublayer, including the distributed coordination function (DCF), the point coordination function (PCF), and their coexistence in an IEEE 802.11 LAN are introduced in 9.1. These functions are expanded on in 9.2 and 9.3, and a complete functional description of each is provided. Fragmentation and defragmentation are covered in 9.4 and 9.5. Multirate support is addressed in 9.6. The allowable frame exchange sequences are listed in 9.7. Finally, a number of additional restrictions to limit the cases in which MSDUs are reordered or discarded are described in 9.8.

9.1 MAC architecture

The MAC architecture can be described as shown in Figure 47 as providing the PCF through the services of the DCF.

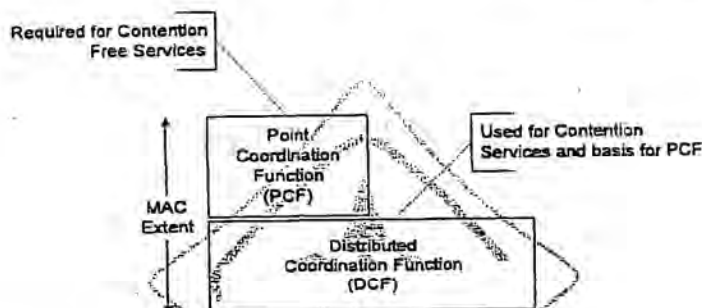


Figure 47—MAC architecture

9.1.1 Distributed coordination function (DCF)

The fundamental access method of the IEEE 802.11 MAC is a DCF known as *carrier sense multiple access with collision avoidance*, or CSMA/CA. The DCF shall be implemented in all STAs, for use within both IBSS and infrastructure network configurations.

For a STA to transmit, it shall sense the medium to determine if another STA is transmitting. If the medium is not determined to be busy (see 9.2.1), the transmission may proceed. The CSMA/CA distributed algorithm mandates that a gap of a minimum specified duration exist between contiguous frame sequences. A transmitting STA shall ensure that the medium is idle for this required duration before attempting to transmit. If the medium is determined to be busy, the STA shall defer until the end of the current transmission. After deferral, or prior to attempting to transmit again immediately after a successful transmission, the STA shall select a random backoff interval and shall decrement the backoff interval counter while the medium is idle. A refinement of the method may be used under various circumstances to further minimize collisions—here the transmitting and receiving STA exchange short control frames [request to send (RTS) and clear to send (CTS) frames] after determining that the medium is idle and after any deferrals or backoffs, prior to data transmission. The details of CSMA/CA, deferrals, and backoffs are described in 9.2. RTS/CTS exchanges are also presented in 9.2.

9.1.2 Point coordination function (PCF)

The IEEE 802.11 MAC may also incorporate an optional access method called a PCF, which is only usable on infrastructure network configurations. This access method uses a point coordinator (PC), which shall

operate at the access point of the BSS, to determine which STA currently has the right to transmit. The operation is essentially that of polling with the PC performing the role of the polling master. The operation of the PCF may require additional coordination, not specified in this standard, to permit efficient operation in cases where multiple point-coordinated BSSs are operating on the same channel, in overlapping physical space.

The PCF uses a virtual carrier sense mechanism aided by an access priority mechanism. The PCF shall distribute information within Beacon management frames to gain control of the medium by setting the network allocation vector (NAV) in STAs. In addition, all frame transmissions under the PCF may use an interframe space (IFS) that is smaller than the IFS for frames transmitted via the DCF. The use of a smaller IFS implies that point-coordinated traffic shall have priority access to the medium over STAs in overlapping BSSs operating under the DCF access method.

The access priority provided by a PCF may be utilized to create a *contention-free* (CF) access method. The PC controls the frame transmissions of the STAs so as to eliminate contention for a limited period of time.

9.1.3 Coexistence of DCF and PCF

The DCF and the PCF shall coexist in a manner that permits both to operate concurrently within the same BSS. When a PC is operating in a BSS, the two access methods alternate, with a contention-free period (CFP) followed by a contention period (CP). This is described in greater detail in 9.3.

9.1.4 Fragmentation/defragmentation overview

The process of partitioning a MAC service data unit (MSDU) or a MAC management protocol data unit (MMPDU) into smaller MAC level frames, MAC protocol data units (MPDUs), is called fragmentation. Fragmentation creates MPDUs smaller than the original MSDU or MMPDU length to increase reliability, by increasing the probability of successful transmission of the MSDU or MMPDU in cases where channel characteristics limit reception reliability for longer frames. Fragmentation is accomplished at each immediate transmitter. The process of recombining MPDUs into a single MSDU or MMPDU is defined as defragmentation. Defragmentation is accomplished at each immediate recipient.

Only MPDUs with a unicast receiver address shall be fragmented. Broadcast/multicast frames shall not be fragmented even if their length exceeds a FragmentationThreshold.

When a directed MSDU is received from the LLC or a directed MMPDU is received from the MAC sublayer management entity (MLME) with a length greater than a FragmentationThreshold, the MSDU or MMPDU shall be fragmented. The MSDU or MMPDU is divided into MPDUs. Each fragment is a frame no larger than a FragmentationThreshold. It is possible that any fragment may be a frame smaller than a FragmentationThreshold. An illustration of fragmentation is shown in Figure 48.

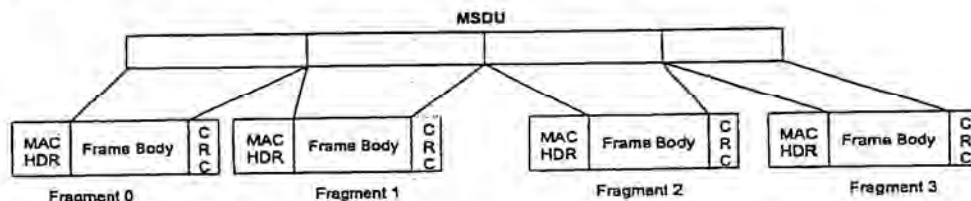


Figure 48—Fragmentation

The MPDUs resulting from the fragmentation of an MSDU or MMPDU are sent as independent transmissions, each of which is separately acknowledged. This permits transmission retries to occur per fragment.

rather than per MSDU or MMPDU. Unless interrupted due to medium occupancy limitations for a given PHY, the fragments of a single MSDU or MMPDU are sent as a burst during the CP, using a single invocation of the DCF medium access procedure. The fragments of a single MSDU or MMPDU are sent during a CFP as individual frames obeying the rules of the PC medium access procedure.

9.1.5 MAC data service

The MAC data service shall translate MAC service requests from LLC into input signals utilized by the MAC state machines. The MAC data service shall also translate output signals from the MAC state machines into service indications to LLC. The translations are given in the MAC data service state machine defined in Annex C.

9.2 DCF

The basic medium access protocol is a DCF that allows for automatic medium sharing between compatible PHYs through the use of CSMA/CA and a random backoff time following a busy medium condition. In addition, all directed traffic uses immediate positive acknowledgment (ACK frame) where retransmission is scheduled by the sender if no ACK is received.

The CSMA/CA protocol is designed to reduce the collision probability between multiple STAs accessing a medium, at the point where collisions would most likely occur. Just after the medium becomes idle following a busy medium (as indicated by the CS function) is when the highest probability of a collision exists. This is because multiple STAs could have been waiting for the medium to become available again. This is the situation that necessitates a random backoff procedure to resolve medium contention conflicts.

Carrier Sense shall be performed both through physical and virtual mechanisms.

The virtual carrier sense mechanism is achieved by distributing reservation information announcing the impending use of the medium. The exchange of RTS and CTS frames prior to the actual data frame is one means of distribution of this medium reservation information. The RTS and CTS frames contain a Duration/ID field that defines the period of time that the medium is to be reserved to transmit the actual data frame and the returning ACK frame. All STAs within the reception range of either the originating STA (which transmits the RTS) or the destination STA (which transmits the CTS) shall learn of the medium reservation. Thus a STA can be unable to receive from the originating STA, yet still know about the impending use of the medium to transmit a data frame.

Another means of distributing the medium reservation information is the Duration/ID field in directed frames. This field gives the time that the medium is reserved, either to the end of the immediately following ACK, or in the case of a fragment sequence, to the end of the ACK following the next fragment.

The RTS/CTS exchange also performs both a type of fast collision inference and a transmission path check. If the return CTS is not detected by the STA originating the RTS, the originating STA may repeat the process (after observing the other medium-use rules) more quickly than if the long data frame had been transmitted and a return ACK frame had not been detected.

Another advantage of the RTS/CTS mechanism occurs where multiple BSSs utilizing the same channel overlap. The medium reservation mechanism works across the BSA boundaries. The RTS/CTS mechanism may also improve operation in a typical situation where all STAs can receive from the AP, but cannot receive from all other STAs in the BSA.

The RTS/CTS mechanism cannot be used for MPDUs with broadcast and multicast immediate address because there are multiple destinations for the RTS, and thus potentially multiple concurrent senders of the CTS in response. The RTS/CTS mechanism need not be used for every data frame transmission. Because the

additional RTS and CTS frames add overhead inefficiency, the mechanism is not always justified, especially for short data frames.

The use of the RTS/CTS mechanism is under control of the `aRTSThreshold` attribute. This attribute may be set on a per-STA basis. This mechanism allows STAs to be configured to use RTS/CTS either always, never, or only on frames longer than a specified length.

A STA configured not to initiate the RTS/CTS mechanism shall still update its virtual carrier sense mechanism with the duration information contained in a received RTS or CTS frame, and shall always respond to an RTS addressed to it with a CTS.

The medium access protocol allows for STAs to support different sets of data rates. All STAs shall receive all the data rates in the `aBasicRateSet` and transmit at one or more of the `aBasicRateSet` data rates. To support the proper operation of the RTS/CTS and the virtual carrier sense mechanism, all STAs shall be able to detect the RTS and CTS frames. For this reason the RTS and CTS frames shall be transmitted at one of the `aBasicRateSet` rates. (See 9.6 for a description of multirate operation.)

Data frames sent under the DCF shall use the frame type Data and subtype Data or Null Function. STAs receiving Data type frames shall only consider the frame body as the basis of a possible indication to LLC.

9.2.1 Carrier sense mechanism

Physical and virtual carrier sense functions are used to determine the state of the medium. When either function indicates a busy medium, the medium shall be considered busy; otherwise, it shall be considered idle.

A physical carrier sense mechanism shall be provided by the PHY. See Clause 12 for how this information is conveyed to the MAC. The details of physical carrier sense are provided in the individual PHY specifications.

A virtual carrier sense mechanism shall be provided by the MAC. This mechanism is referred to as the network allocation vector (NAV). The NAV maintains a prediction of future traffic on the medium based on duration information that is announced in RTS/CTS frames prior to the actual exchange of data. The duration information is also available in the MAC headers of all frames sent during the CP other than PS-Poll Control frames. The mechanism for setting the NAV using RTS/CTS in the DCF is described in 9.2.5.4, and use of the NAV in PCF is described in 9.3.2.2.

The carrier sense mechanism combines the NAV state and the STA's transmitter status with physical carrier sense to determine the busy/idle state of the medium. The NAV may be thought of as a counter, which counts down to zero at a uniform rate. When the counter is zero, the virtual carrier sense indication is that the medium is idle; when nonzero, that it is busy. The medium shall be determined to be busy whenever the STA is transmitting.

9.2.2 MAC-Level acknowledgments

The reception of some frames, as described in 9.7, 9.2.8, and 9.3.3.4, require the receiving STA to respond with an acknowledgment, generally an ACK frame, if the FCS of the received frame is correct. This technique is known as positive acknowledgment.

Lack of reception of an expected ACK frame indicates to the source STA that an error has occurred. Note, however, that the destination STA may have received the frame correctly, and that the error occurred in the reception of the ACK frame. To the initiator of the frame exchange, this condition is indistinguishable from an error occurring in the initial frame.

9.2.3 Interframe space (IFS)

The time interval between frames is called the interframe space (IFS). A STA shall determine that the medium is idle through the use of the carrier sense function for the interval specified. Four different IFSs are defined to provide priority levels for access to the wireless media; they are listed in order, from the shortest to the longest. Figure 49 shows some of these relationships.

- a) SIFS short interframe space
- b) PIFS PCF interframe space
- c) DIFS DCF interframe space
- d) EIFS extended interframe space

The different IFSs shall be independent of the STA bit rate. The IFS timings shall be defined as time gaps on the medium, and shall be fixed for each PHY (even in multirate capable PHYs). The IFS values are determined from attributes specified in the PHY MIB.

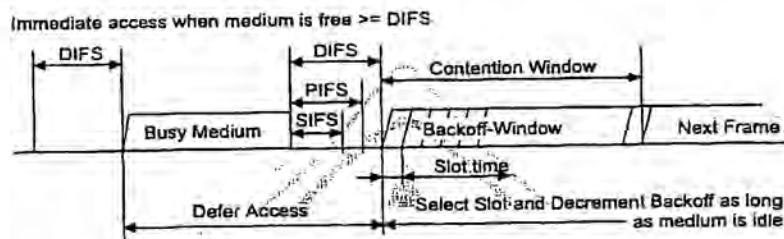


Figure 49—Some IFS relationships

9.2.3.1 Short IFS (SIFS)

The SIFS shall be used for an ACK frame, a CTS frame, the second or subsequent MPDU of a fragment burst, by a STA responding to any polling by the PCF, and may be used by a PC for any types of frames during the CFP (see 9.3). The SIFS is the time from the end of the last symbol of the previous frame to the beginning of the first symbol of the preamble of the subsequent frame as seen at the air interface. The valid cases where the SIFS may or shall be used are listed in the frame exchange sequences found in 9.7.

The SIFS timing shall be achieved when the transmission of the subsequent frame is started at the TxSIFS Slot boundary as specified in 9.2.10. An IEEE 802.11 implementation shall not allow the space between frames that are defined to be separated by a SIFS time, as measured on the medium, to vary from the nominal SIFS value by more than $\pm 10\%$ of a SlotTime for the PHY in use.

SIFS is the shortest of the interframe spaces. SIFS shall be used when STAs have seized the medium and need to keep it for the duration of the frame exchange sequence to be performed. Using the smallest gap between transmissions within the frame exchange sequence prevents other STAs, which are required to wait for the medium to be idle for a longer gap, from attempting to use the medium, thus giving priority to completion of the frame exchange sequence in progress.

9.2.3.2 PCF IFS (PIFS)

The PIFS shall be used only by STAs operating under the PCF to gain priority access to the medium at the start of the CFP. A STA using the PCF shall be allowed to transmit contention-free traffic after its carrier sense mechanism (see 9.2.1) determines that the medium is idle at the TxPIFS slot boundary as defined in 9.2.10. Subclause 9.3 describes the use of the PIFS by STAs operating under the PCF.

9.2.3.3 DCF IFS (DIFS)

The DIFS shall be used by STAs operating under the DCF to transmit data frames (MPDUs) and management frames (MMPDUs). A STA using the DCF shall be allowed to transmit if its carrier sense mechanism (see 9.2.1) determines that the medium is idle at the TxDIFS slot boundary as defined in 9.2.10 after a correctly received frame, and its backoff time has expired. A STA using the DCF shall not transmit within an EIFS after it determines that the medium is idle following reception of a frame for which the PHYRX-END indication primitive contained an error or a frame for which the MAC FCS value was not correct. A STA may transmit after subsequent reception of an error-free frame, resynchronizing the STA. This allows the STA to transmit using the DIFS following that frame.

9.2.3.4 Extended IFS (EIFS)

The EIFS shall be used by the DCF whenever the PHY has indicated to the MAC that a frame transmission was begun that did not result in the correct reception of a complete MAC frame with a correct FCS value. The duration of an EIFS is defined in 9.2.10. The EIFS interval shall begin following indication by the PHY that the medium is idle after detection of the erroneous frame, without regard to the virtual carrier-sense mechanism. The EIFS is defined to provide enough time for another STA to acknowledge what was, to this STA, an incorrectly received frame before this STA commences transmission. Reception of an error-free frame during the EIFS resynchronizes the STA to the actual busy/idle state of the medium, so the EIFS is terminated and normal medium-access (using DIFS and, if necessary, backoff) continues following reception of that frame.

9.2.4 Random backoff time

A STA desiring to initiate transfer of data MPDUs and/or management MMPDUs shall invoke the carrier sense mechanism (see 9.2.1) to determine the busy/idle state of the medium. If the medium is busy, the STA shall defer until the medium is determined to be idle without interruption for a period of time equal to DIFS when the last frame detected on the medium was received correctly, or after the medium is determined to be idle without interruption for a period of time equal to EIFS when the last frame detected on the medium was not received correctly. After this DIFS or EIFS medium idle time, the STA shall then generate a random backoff period for an additional deferral time before transmitting, unless the backoff timer already contains a nonzero value, in which case the selection of a random number is not needed and not performed. This process minimizes collisions during contention between multiple STAs that have been deferring to the same event.

$$\text{Backoff Time} = \text{Random()} \times \text{aSlotTime}$$

where

Random() = Pseudorandom integer drawn from a uniform distribution over the interval $[0, CW]$, where CW is an integer within the range of values of the MIB attributes aCWmin and aCWmax , $\text{aCWmin} \leq CW \leq \text{aCWmax}$. It is important that designers recognize the need for statistical independence among the random number streams among STAs.

aSlotTime = The value of the correspondingly named MIB attribute.

The contention window (CW) parameter shall take an initial value of aCWmin . Every STA shall maintain a STA short retry count (SSRC) as well as a STA long retry count (SLRC), both of which shall take an initial value of zero. The SSRC shall be incremented whenever any short retry count associated with any MSDU is incremented. The SLRC shall be incremented whenever any long retry count associated with any MSDU is incremented. The CW shall take the next value in the series every time an unsuccessful attempt to transmit an MPDU causes either STA retry counter to increment, until the CW reaches the value of aCWmax . A retry is defined as the entire sequence of frames sent, separated by SIFS intervals, in an attempt to deliver an MPDU, as described in 9.7. Once it reaches aCWmax , the CW shall remain at the value of aCWmax until it is reset. This improves the stability of the access protocol under high load conditions. See Figure 50.

The CW shall be reset to aCWmin after every successful attempt to transmit an MSDU or MMPDU, when SLRC reaches aLongRetryLimit, or when SSRC reaches aShortRetryLimit. The SSRC shall be reset to 0 whenever a CTS frame is received in response to an RTS frame, whenever an ACK frame is received in response to an MPDU or MMPDU transmission, or whenever a frame with a group address in the Address1 field is transmitted. The SLRC shall be reset to 0 whenever an ACK frame is received in response to transmission of an MPDU or MMPDU of length greater than aRTSThreshold, or whenever a frame with a group address in the Address1 field is transmitted.

The set of CW values shall be sequentially ascending integer powers of 2, minus 1, beginning with a PHY-specific aCWmin value, and continuing up to and including a PHY-specific aCWmax value.

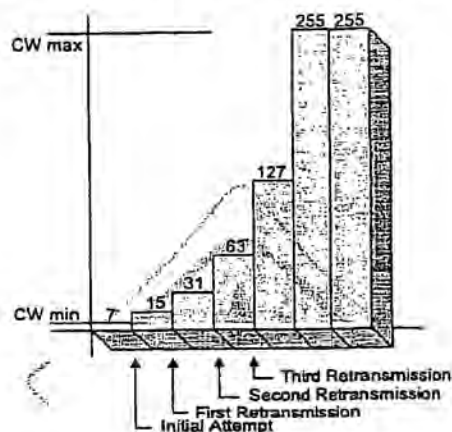


Figure 50—An example of exponential increase of CW

9.2.5 DCF access procedure

The CSMA/CA access method is the foundation of the DCF. The operational rules vary slightly between DCF and PCF.

9.2.5.1 Basic access

Basic access refers to the core mechanism a STA uses to determine whether it may transmit.

In general, a STA may transmit a pending MPDU when it is operating under the DCF access method, either in the absence of a PC, or in the CP of the PCF access method, when the STA determines that the medium is idle for greater than or equal to a DIFS period, or an EIFS period if the immediately preceding medium-busy event was caused by detection of a frame that was not received at this STA with a correct MAC FCS value. If, under these conditions, the medium is determined by the carrier sense mechanism to be busy when a STA desires to initiate the initial frame of one of the frame exchanges described in 9.7, exclusive of the CF period, the random backoff algorithm described in 9.2.5.2 shall be followed. There are conditions, specified elsewhere in Clause 9, where the random backoff algorithm shall be followed even for the first attempt to initiate a frame exchange sequence.

In a STA having an FH PHY, control of the channel is lost at a dwell time boundary and the STA shall have to contend for the channel after the dwell boundary. It is required that STAs having an FH PHY complete transmission of the entire MPDU and associated acknowledgment (if required) before the dwell time bound-

ary. If, when transmitting or retransmitting an MPDU, there is not enough time remaining in the dwell to allow transmission of the MPDU plus the acknowledgment (if required), the STA shall defer the transmission by selecting a random backoff time, using the present CW (without advancing to the next value in the series). The short retry counter and long retry counter for the MSDU are not affected.

The basic access mechanism is illustrated in Figure 51.

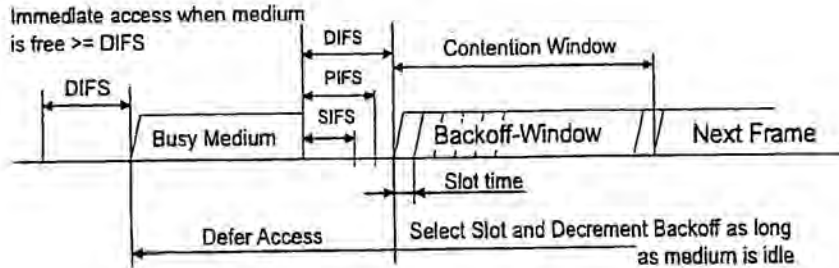


Figure 51—Basic access method

9.2.5.2 Backoff procedure

The backoff procedure shall be invoked for a STA to transfer a frame when finding the medium busy as indicated by either the physical or virtual carrier sense mechanism (see Figure 52). The backoff procedure shall also be invoked when a transmitting STA infers a failed transmission as defined in 9.2.5.7 or 9.2.8.

To begin the backoff procedure, the STA shall set its Backoff Timer to a random backoff time using the equation in 9.2.4. All backoff slots occur following a DIFS period during that the medium is determined to be idle for the duration of the DIFS period, or following an EIFS period during which the medium is determined to be idle for the duration of the EIFS period following detection of a frame that was not received correctly.

A STA performing the backoff procedure shall use the carrier sense mechanism (9.2.1) to determine whether there is activity during each backoff slot. If no medium activity is indicated for the duration of a particular backoff slot, then the backoff procedure shall decrement its backoff time by aSlotTime.

If the medium is determined to be busy at any time during a backoff slot, then the backoff procedure is suspended; that is, the backoff timer shall not decrement for that slot. The medium shall be determined to be idle for the duration of a DIFS period or EIFS, as appropriate (see 9.2.3), before the backoff procedure is allowed to resume. Transmission shall commence whenever the Backoff Timer reaches zero.

A backoff procedure shall be performed immediately after the end of every transmission with the More Fragments bit set to 0 of an MPDU of type Data, Management, or Control with subtype PS-Poll, even if no additional transmissions are currently queued. In the case of successful acknowledged transmissions, this backoff procedure shall begin at the end of the received ACK frame. In the case of unsuccessful transmissions requiring acknowledgment, this backoff procedure shall begin at the end of the ACK timeout interval. If the transmission was successful, the CW value reverts to aCWmin before the random backoff interval is chosen, and the STA short retry count and/or STA long retry count are updated as described in 9.2.4. This assures that transmitted frames from a STA are always separated by at least one backoff interval.

The effect of this procedure is that when multiple STAs are deferring and go into random backoff, then the STA selecting the smallest backoff time using the random function will win the contention.

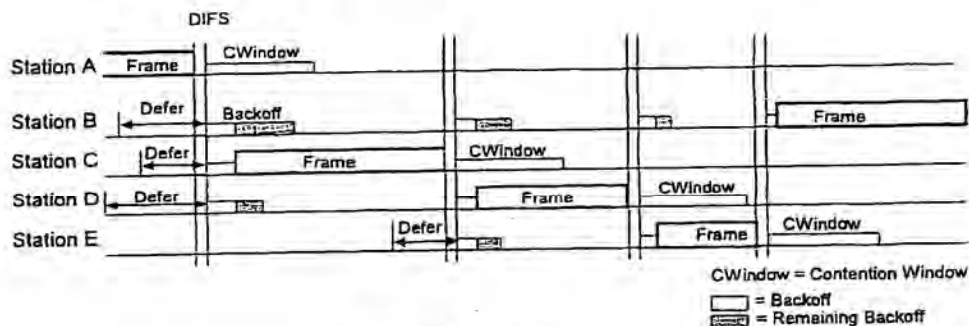


Figure 52—Backoff procedure

In an IBSS, the backoff time for a pending non-beacon or non-ATIM transmission shall not decrement in the period from the target beacon transmission time (TBTT) until the expiration of the ATIM window and the backoff time for a pending ATIM management frame shall decrement only within the ATIM window. (See Clause 11.) Within an IBSS, a separate backoff interval shall be generated to precede the transmission of a beacon, as described in 11.1.2.2.

9.2.5.3 Recovery procedures and retransmit limits

Error recovery is always the responsibility of the STA that initiates a frame exchange sequence, as defined in 9.7. Many circumstances may cause an error to occur that requires recovery. For example, the CTS frame may not be returned after an RTS frame is transmitted. This may happen due to a collision with another transmission, due to interference in the channel during the RTS or CTS frame, or because the STA receiving the RTS frame has an active virtual carrier sense condition (indicating a busy medium time period).

Error recovery shall be attempted by retrying transmissions for frame exchange sequences that the initiating STA infers have failed. Retries shall continue, for each failing frame exchange sequence, until the transmission is successful, or until the relevant retry limit is reached, whichever occurs first. STAs shall maintain a short retry count and a long retry count for each MSDU or MMPDU awaiting transmission. These counts are incremented and reset independently of each other.

After an RTS frame is transmitted, the STA shall perform the CTS procedure, as defined in 9.2.5.7. If the RTS transmission fails, the short retry count for the MSDU or MMPDU and the STA short retry count are incremented. This process shall continue until the number of attempts to transmit that MSDU or MMPDU reaches aShortRetryLimit.

After transmitting a frame that requires acknowledgment, the STA shall perform the ACK procedure, as defined in 9.2.8. The short retry count for an MSDU or MMPDU and the STA short retry count shall be incremented every time transmission of a MAC frame of length less than or equal to aRTSThreshold fails for that MSDU or MMPDU. This short retry count and the STA short retry count shall be reset when a MAC frame of length less than or equal to aRTSThreshold succeeds for that MSDU or MMPDU. The long retry count for an MSDU or MMPDU and the STA long retry count shall be incremented every time transmission of a MAC frame of length greater than aRTSThreshold fails for that MSDU or MMPDU. This long retry count and the STA long retry count shall be reset when a MAC frame of length greater than aRTSThreshold succeeds for that MSDU or MMPDU. All retransmission attempts for an MSDU or MMPDU that has failed the ACK procedure one or more times shall be made with the Retry field set to 1 in the Data or Management type frame.

Retries for failed transmission attempts shall continue until the short retry count for the MSDU or MMPDU is equal to $aShortRetryLimit$ or until the long retry count for the MSDU or MMPDU is equal to $aLongRetryLimit$. When either of these limits is reached, retry attempts shall cease, and the MSDU or MMPDU shall be discarded.

A STA in power-save mode, in an ESS, initiates a frame exchange sequence by transmitting a PS-Poll frame to request data from an AP. In the event that neither an ACK frame nor a data frame is received from the AP in response to a PS-Poll frame, then the STA shall retry the sequence, by transmitting another PS-Poll frame, at its convenience. If the AP sends a data frame in response to a PS-Poll frame, but fails to receive the ACK frame acknowledging this data frame, the next PS-Poll frame from the same STA may cause a retransmission of the last MSDU. This duplicate MSDU shall be filtered at the receiving STA using the normal duplicate frame filtering mechanism. If the AP responds to a PS-Poll by transmitting an ACK frame, then responsibility for the data frame delivery error recovery shifts to the AP because the data is transferred in a subsequent frame exchange sequence, which is initiated by the AP. The AP shall attempt to deliver one MSDU to the STA that transmitted the PS-Poll, using any frame exchange sequence valid for a directed MSDU. If the power save STA that transmitted the PS-Poll returns to Doze state after transmitting the ACK frame in response to successful receipt of this MSDU, but the AP fails to receive this ACK frame, the AP will retry transmission of this MSDU until the relevant retry limit is reached. See Clause 11 for details on filtering of extra PS-Poll frames.

9.2.5.4 Setting and resetting the NAV

STAs receiving a valid frame shall update their NAV with the information received in the Duration/ID field, but only when the new NAV value is greater than the current NAV value and only when the frame is not addressed to the receiving STA. Various additional conditions may set or reset the NAV, as described in 9.3.2.2. When the NAV is reset, a PHY-CCARESET request shall be issued.

Figure S3 indicates the NAV for STAs that may hear the RTS frame, while other STAs may only receive the CTS frame, resulting in the lower NAV bar as shown (with the exception of the STA to which the RTS was addressed).

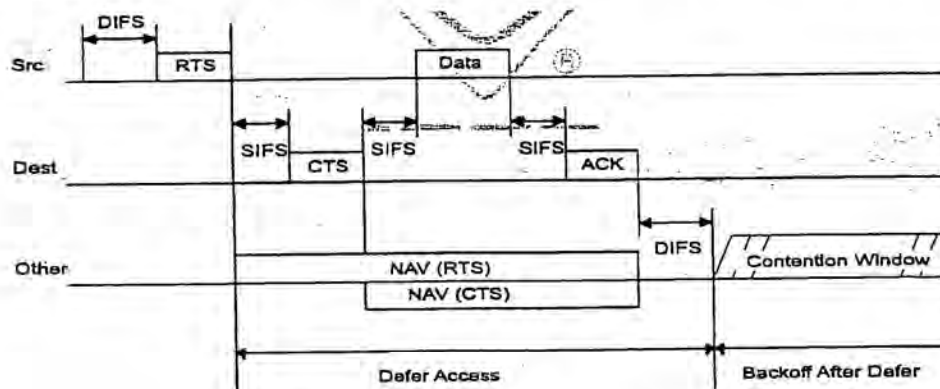


Figure S3—RTS/CTS/data/ACK and NAV setting

A STA that used information from an RTS frame as the most recent basis to update its NAV setting is permitted to reset its NAV if no PHY-RXSTART indication is detected from the PHY during a period with a duration of $(2 \times aSIFSTime) + (CTS_Time) + (2 \times aSlotTime)$ starting at the PHY-RXEND indication corresponding to the detection of the RTS frame. The "CTS_Time" shall be calculated using the length of the CTS frame and the data rate at which the RTS frame used for the most recent NAV update was received.

9.2.5.5 Control of the channel

The SIFS is used to provide an efficient MSDU delivery mechanism. Once the STA has contended for the channel, that STA shall continue to send fragments until either all fragments of a single MSDU or MMPDU have been sent, an acknowledgment is not received, or the STA is restricted from sending any additional fragments due to a dwell time boundary. Should the sending of the fragments be interrupted due to one of these reasons, when the next opportunity for transmission occurs the STA shall resume transmission. The algorithm by which the STA decides which of the outstanding MSDUs shall next be attempted after an unsuccessful transmission attempt is beyond the scope of this standard, but any such algorithm shall comply with the restrictions listed in 9.8.

Figure 54 illustrates the transmission of a multiple-fragment MSDU using the SIFS.

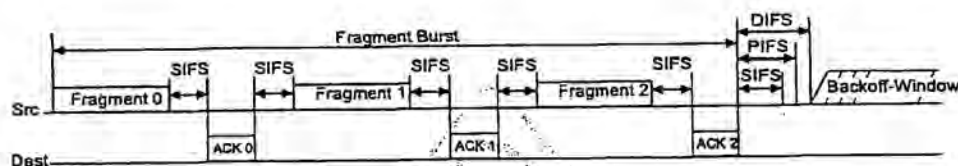


Figure 54—Transmission of a multiple-fragment MSDU using SIFS

When the source STA transmits a fragment, it shall release the channel, then immediately monitor the channel for an acknowledgment as described in 9.2.8.

When the destination STA has finished sending the acknowledgment, the SIFS following the acknowledgment shall be reserved for the source STA to continue (if necessary) with another fragment. The STA sending the acknowledgment shall not transmit on the channel immediately following the acknowledgment.

The process of sending multiple fragments after contending for the channel is defined as a fragment burst.

If the source STA receives an acknowledgment but there is not enough time to transmit the next fragment and receive an acknowledgment due to an impending dwell boundary, it shall contend for the channel at the beginning of the next dwell time.

If the source STA does not receive an acknowledgment frame, it shall attempt to retransmit the failed MPDU or another eligible MPDU, as defined in 9.8, after performing the backoff procedure and the contention process.

After a STA contends for the channel to retransmit a fragment of an MSDU, it shall start with the last fragment that was not acknowledged. The destination STA shall receive the fragments in order (since the source sends them in order, and they are individually acknowledged). It is possible, however, that the destination STA may receive duplicate fragments. It shall be the responsibility of the receiving STA to detect and discard duplicate fragments.

A STA shall transmit after the SIFS only under the following conditions during a fragment burst:

- The STA has just received a fragment that requires acknowledging.

- The following rules shall also apply:

- #### 9.2.5.6 RTS/CTS usage with fragmentation

The diagram illustrates the timing of CSMA/CD with P-persistence and non-persistent binary exponential backoff. It shows the interaction between an 'Other' station and a 'Dest' station. The 'Other' station transmits NAV (RTS), NAV (Fragment 0), NAV (Fragment 1), NAV (ACK 0), and NAV (ACK 1). The 'Dest' station receives these and responds with CTS, Fragment 0, Fragment 1, Fragment 2, and ACK 3. A 'Backoff-Window' is shown for the 'Other' station after NAV (Fragment 1).

Figure 55—RTS/CTS with fragmented MSDU

In the case where an acknowledgment is sent but not received by the source STA, STAs that heard the fragment, or ACK, will mark the channel busy for the next frame exchange due to the NAV having been updated from these frames. This is the worst-case situation, and it is shown in Figure 56. If an acknowledgment is not sent by the destination STA, STAs that can only hear the destination STA will not update their NAV and may attempt to access the channel when their NAV updated from the previously received frame reaches zero. All STAs that hear the source will be free to access the channel after their NAV updated from the transmitted fragment has expired.

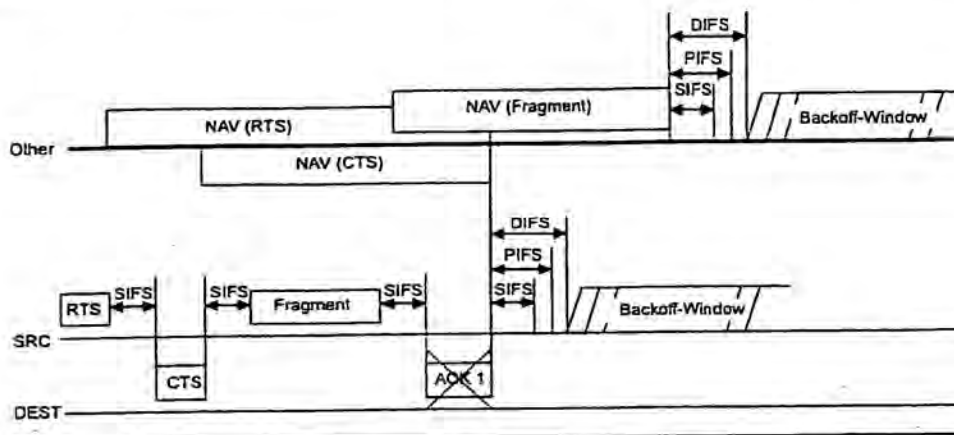


Figure 56—RTS/CTS with transmitter priority and missed acknowledgment

9.2.5.7 CTS procedure

A STA that is addressed by an RTS frame shall transmit a CTS frame after a SIFS period if the NAV at the STA receiving the RTS frame indicates that the medium is idle. If the NAV at the STA receiving the RTS frame indicates the medium is not idle, that STA shall not respond to the RTS frame. The RA field of the CTS frame shall be the value obtained from the TA field of the RTS frame to which this CTS frame is a response. The Duration/ID field in the CTS frame shall be the duration field from the received RTS frame, adjusted by subtraction of aSIFSTime and the number of microseconds required to transmit a CTS frame at the data rate used for the RTS frame to which this CTS frame is a response.

After transmitting an RTS frame, the STA shall wait for a CTSTimeout interval, starting at the PHY-TXEND.confirm. If a PHY-RXSTART.indication does not occur during the CTSTimeout interval, the STA shall conclude that the transmission of the RTS has failed, and this STA shall invoke its backoff procedure upon expiration of the CTSTimeout interval. If a PHY-RXSTART.indication does occur during the CTSTimeout interval, the STA shall wait for the corresponding PHY-RXEND.indication to determine whether the RTS transmission was successful. The recognition of a valid CTS frame sent by the recipient of the RTS frame, corresponding to this PHY-RXEND.indication, shall be interpreted as successful response, permitting the frame sequence to continue (see 9.7). The recognition of anything else, including any other valid frame, shall be interpreted as failure of the RTS transmission. In this instance, the STA shall invoke its backoff procedure at the PHY-RXEND.indication and may process the received frame.

9.2.6 Directed MPDU transfer procedure

A STA shall use an RTS/CTS exchange for directed frames only when the length of the MPDU is greater than the length threshold indicated by the aRTSThreshold attribute.

The aRTSThreshold attribute shall be a managed object within the MAC MIB, and its value may be set and retrieved by the MAC LME. The value 0 shall be used to indicate that all MPDUs shall be delivered with the use of RTS/CTS. Values of aRTSThreshold larger than the maximum MSDU length shall indicate that all MPDUs shall be delivered without RTS/CTS exchanges.

When an RTS/CTS exchange is used, the asynchronous data frame shall be transmitted after the end of the CTS frame and a SIFS period. No regard shall be given to the busy or idle status of the medium when transmitting this data frame.

When an RTS/CTS exchange is not used, the asynchronous data frame shall be transmitted following the success of the basic access procedure. With or without the use of the RTS/CTS exchange procedure, the STA that is the destination of an asynchronous data frame shall follow the ACK procedure.

9.2.7 Broadcast and multicast MPDU transfer procedure

In the absence of a PCF, when broadcast or multicast MPDUs are transferred from a STA with the ToDS bit clear, only the basic access procedure shall be used. Regardless of the length of the frame, no RTS/CTS exchange shall be used. In addition, no ACK shall be transmitted by any of the recipients of the frame. Any broadcast or multicast MPDUs transferred from a STA with a ToDS bit set shall, in addition to conforming to the basic access procedure of CSMA/CA, obey the rules for RTS/CTS exchange, because the MPDU is directed to the AP. The broadcast/multicast message shall be distributed into the BSS. The STA originating the message shall receive the message as a broadcast/multicast message. Therefore, all STAs shall filter out broadcast/multicast messages that contain their address as the source address. Broadcast and multicast MSDUs shall be propagated throughout the ESS.

There is no MAC-level recovery on broadcast or multicast frames, except for those frames sent with the ToDS bit set. As a result, the reliability of this traffic is reduced, relative to the reliability of directed traffic, due to the increased probability of lost frames from interference or collisions or time-varying channel properties.

9.2.8 ACK procedure

An ACK frame shall be generated as shown in the frame exchange sequences listed in 9.7.

Upon successful reception of a frame of a type that requires acknowledgment with the ToDS bit set, an AP shall generate an ACK frame. An ACK frame shall be transmitted by the destination STA that is not an AP, whenever it successfully receives a unicast frame of a type that requires acknowledgment, but not if it receives a broadcast or multicast frame of such type. After a successful reception of a frame requiring acknowledgment, transmission of the ACK frame shall commence after a SIFS period, without regard to the busy/idle state of the medium.

The source STA shall wait ACKTimeout amount of time without receiving an ACK frame before concluding that the MPDU failed. (See Figure 57.)

After transmitting an MPDU that requires an ACK frame as a response (see 9.7), the STA shall wait for an ACK-Timeout interval, starting at the PHY-TXEND.confirm. If a PHY-RXSTART.indication does not occur during the ACKTimeout interval, the STA concludes that the transmission of the MPDU has failed, and this STA shall invoke its backoff procedure upon expiration of the ACKTimeout interval. If a PHY-RXSTART.indication does occur during the ACKTimeout interval, the STA shall wait for the corresponding PHY-RXEND.indication to determine whether the MPDU transmission was successful. The recognition of a valid ACK frame sent by the recipient of the MPDU requiring acknowledgment, corresponding to this PHY-RXEND.indication, shall be interpreted as successful acknowledgment, permitting the frame sequence to continue, or to end without retries, as appropriate for the particular frame sequence in progress. The recognition of anything else, including any other valid frame, shall be interpreted as failure of the MPDU transmission. In this instance, the STA shall invoke its backoff procedure at the PHY-RXEND.indication and may process the received frame. The sole exception is that recognition of a valid data frame sent by the recipient of a PS-Poll frame shall also be accepted as successful acknowledgment of the PS-Poll frame.

9.2.9 Duplicate detection and recovery

Since MAC-level acknowledgments and retransmissions are incorporated into the protocol, there is the possibility that a frame may be received more than once. Such duplicate frames shall be filtered out within the destination MAC.

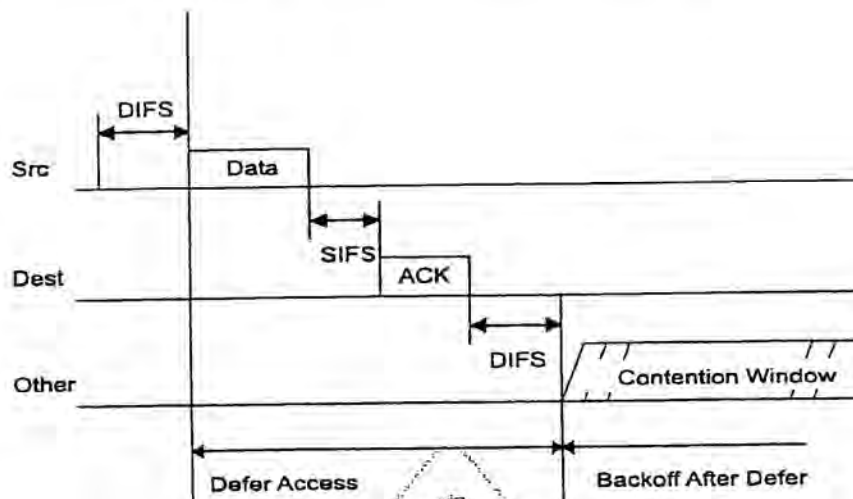


Figure 57—Directed data/ACK MPDU

Duplicate frame filtering is facilitated through the inclusion of a Sequence Control field (consisting of a sequence number and fragment number) within data and management frames. MPDUs that are part of the same MSDU shall have the same sequence number, and different MSDUs shall (with a high probability) have a different sequence number.

The sequence number is generated by the transmitting STA as an incrementing sequence of integers.

The receiving STA shall keep a cache of recently received <Address 2, sequence-number, fragment-number> tuples. A receiving STA is required to keep only the most recent cache entry per Address 2–sequence-number pair, storing only the most recently received fragment number for that pair. A receiving STA may omit tuples obtained from broadcast/multicast or ATIM frames from the cache.

A destination STA shall reject as a duplicate frame any frame that has the Retry bit set in the Frame Control field and that matches an <Address 2, sequence-number, and fragment-number> tuple of an entry in the cache.

There is a small possibility that a frame may be improperly rejected due to such a match; however, this occurrence would be rare and simply results in a lost frame (similar to an FCS error in other LAN protocols).

The destination STA shall perform the ACK procedure on all successfully received frames requiring acknowledgment, even if the frame is discarded due to duplicate filtering.

9.2.10 DCF timing relations

The relationships between the IFS specifications are defined as time gaps on the medium. The associated MIB attributes are provided by the specific PHY. (See Figure 58.)

All timings that are referenced from the end of the transmission are referenced from the end of the last symbol of a frame on the medium. The beginning of transmission refers to the first symbol of the next frame on the medium.

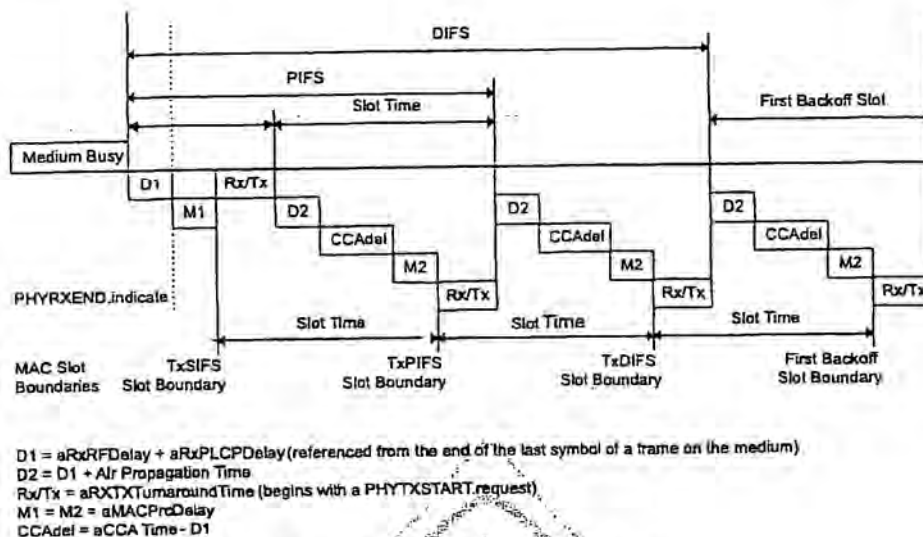


Figure 58—DCF timing relationships

aSIFSTime and aSlotTime are defined in the MIB, and are fixed per PHY.

aSIFSTime is: $aRxRFDelay + aRxPLCPDelay + aMACProcDelay + aRxTxTurnaroundTime$.

aSlotTime is: $aCCATime + aRxTxTurnaroundTime + aAirPropagationTime + aMACProcessingDelay$.

The PIFS and DIFS are derived by the following equations, as illustrated in Figure 58.

$$PIFS = aSIFSTime + aSlotTime$$

$$DIFS = aSIFSTime + 2 \times aSlotTime$$

The EIFS is derived from the SIFS and the DIFS and the length of time it takes to transmit an ACK Control frame at 1 Mbit/s by the following equation:

$$EIFS = aSIFSTime + (8 \times ACKSize) + aPreambleLength + aPLCPHeaderLength + DIFS$$

where

ACKSize is the length, in bytes, of an ACK frame; and
 $(8 \times ACKSize) + aPreambleLength + aPLCPHeaderLength$ is expressed in microseconds required to transmit at the PHY's lowest mandatory rate.

Figure 58 illustrates the relation between the SIFS, PIFS, and DIFS as they are measured on the medium and the different MAC slot boundaries TxSIFS, TxPIFS, and TxDIFS. These slot boundaries define when the transmitter shall be turned on by the MAC to meet the different IFS timings on the medium, after subsequent detection of the CCA result of the previous slot time.

The following equations define the MAC slot boundaries, using attributes defined in the MIB, which are such that they compensate for implementation timing variations. The starting reference of these slot boundaries is again the end of the last symbol of the previous frame on the medium.

$$TxSIFS = SIFS - aRxTxTurnaroundTime$$

$$TxPIFS = TxSIFS + aSlotTime$$

$$TxDIFS = TxSIFS + 2 \times aSlotTime.$$

The tolerances are specified in the PHY MIB, and shall only apply to the SIFS specification, so that tolerances shall not accumulate.

9.3 PCF

The PCF provides contention-free frame transfer. The PC shall reside in the AP. It is an option for an AP to be able to become the PC. All STAs inherently obey the medium access rules of the PCF, because these rules are based on the DCF, and they set their NAV at the beginning of each CFP. The operating characteristics of the PCF are such that all STAs are able to operate properly in the presence of a BSS in which a PC is operating, and, if associated with a point-coordinated BSS, are able to receive all frames sent under PCF control. It is also an option for a STA to be able to respond to a contention free poll (CF-Poll) received from a PC. A STA that is able to respond to CF-Polls is referred to as being CF-Pollable, and may request to be polled by an active PC. CF-Pollable STAs and the PC do not use RTS/CTS in the CFP. When polled by the PC, a CF-Pollable STA may transmit only one MPDU, which can be to any destination (not just to the PC), and may "piggyback" the acknowledgment of a frame received from the PC using particular data frame subtypes for this transmission. If the data frame is not in turn acknowledged, the CF-Pollable STA shall not retransmit the frame unless it is polled again by the PC, or it decides to retransmit during the CFP. If the addressed recipient of a CF transmission is not CF-Pollable, that STA acknowledges the transmission using the DCF acknowledgment rules, and the PC retains control of the medium. A PC may use contention-free frame transfer solely for delivery of frames to STAs, and never to poll non-CF-Pollable STAs.

A PC may perform a backoff on retransmission of an unacknowledged frame during the CFP. A PC that is maintaining a polling list may retry the unacknowledged frame the next time the particular AID is at the top of the polling list.

A PC may retransmit an unacknowledged frame during the CFP after a PIFS time.

When more than one point-coordinated BSS is operating on the same PHY channel in overlapping space, the potential exists for collisions between PCF transfer activities by the independent PCs. The rules under which multiple, overlapping point-coordinated BSSs may coexist are presented in 9.3.3.2. As shown in Figure 47, the PCF is built on top of the CSMA/CA-based DCF, by utilizing the access priority provisions provided by this scheme. An active PC shall be located at an AP, which restricts PCF operation to infrastructure networks. PCF is activated at a PC-capable AP by setting the CFPMaxDuration parameter in the CF Parameter Set of the MLMEStart.request to a non-zero value.

Data frames sent during under the DCF shall use the data subtypes Data or Null Function. Data frames sent by, or in response to polling by, the PC during the CFP shall use the appropriate data subtypes based upon the usage rules:

- Data+CF-Poll, Data+CF-Ack+CF-Poll, CF-Poll, and CF-Ack+CF-Poll shall only be sent by a PC.
- Data, Data+CF-Ack, Null Function, and CF-Ack may be sent by a PC or by any CF-Pollable STA.

Annex E

(informative)

Bibliography

E.1 General

[B1] ANSI Z136.1-1993, American National Standard for the Safe Use of Lasers.

[B2] IEC 60825-1 (1993), Safety of laser products—Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide.

[B3] IEEE Std 802.10-1992, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Interoperable LAN/MAN Security (SILS) (ANSI).

[B4] Schneier, Bruce, "Applied Cryptography, Protocols, Algorithms and Source Code in C," New York: Wiley, 1994.

E.2 Specification and description language (SDL) documentation

[B5] Belina, Ferenc, Dieter Hogrefe, and Amardeo Sarma, *SDL with Applications from Protocol Specification*, Prentice Hall Europe, Hertfordshire, UK, 1991.

An introductory text on SDL, also useful as a language reference (for SDL-88).

[B6] Ellsberger, Jan, Dieter Hogrefe, and Amardeo Sarma, *SDL, Formal Object-Oriented Language for Communicating Systems*, (Prentice Hall Europe, Hertfordshire, UK, 1997).

A recently published book, which appears to be the most comprehensive single-volume introduction and reference for SDL-92, including its object-oriented extensions.

[B7] Faergemand, Ove and Anders Olsen, *New Features in SDL-92*; SDL Newsletter (ISSN 1023-7151), no. 16 (May, 1993), pp. 10–29. Also available online at <http://www.tdr.dk/public/SDL/SDL.html>.

This provides a summary of the changes from SDL-88 to SDL-92.

[B8] Olsen, Anders, Ove Faergemand, Birger Moller-Pedersen, Rick Reed, and T. R. W. Smith, *Systems Engineering Using SDL-92*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, the Netherlands, 1994.

A detailed guide to using SDL-92, including a thorough explanation of abstract data type mechanism and SDL combined with ASN.1 (Z.105).

CSMA standard, ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Business, settled in 2000 - Translations of Relevant Sections

(Page 4)

1.3 Reference text

Terminologies used in this standard specification are as defined in Radio Law and related departmental regulations, unless special rule exists.

Also, the terms "facility" and "announcement" used in this standard specification indicate Regulations for Radio Facilities and Posts and Telecommunication Ministry Announcement, respectively. The Radio Law and related departmental regulations quoted in some sections of this text is partly omitted, however, if any question arising in interpretation, it is due to the Radio Law and related departmental regulations.

In addition, this standard specification text is according to the following standardized texts. Please refer to the sections hereafter for details.

- [1]ISO/IEC 8802-11:1999 Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Local and metropolitan area networks -- Specific requirements -- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications
- [2]ISO/IEC 8802-2:1998 Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Local and metropolitan area networks -- Specific requirements -- Part 2: Logical link control
- [3]TR 11802-5:1997 (ISO/IEC)[ANSI/IEEE Std 802.1H, 1997 Edition] Information Technology--Telecommunications and information exchange between systems-- Local and metropolitan area networks--Technical reports and guidelines--Part 5: Media Access Control (MAC) Bridging of Ethernet V 2.0 in Local Area Networks
- [4]IP Mobility Support: RFC2002, Internet Engineering Task Force, October 1996
- [5]IP Encapsulation within IP: RFC2003, Internet Engineering Task Force, October 1996
- [6]IP Mobility Support version 2; draft:ietf-mobileip-v2-00.txt, Internet Engineering Task Force, 12 November 1997
- [7]Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIPv2: RFC2006, Internet Engineering Task Force, October 1996

(Page 63)

6.2.4.1.1 Distribution Coordination Function (DCF)

Brief description of DCF. For more detailed information please refer to 9.1.1 of reference [1].

6.2.4.2 DCF

Detailed description of Rules regarding DCF. For more detailed information please refer to 9.2 of reference [1].

6.2.4.2.1 Carrier-sense mechanism

Description of Rules regarding Carrier-sense mechanism. For more detailed information please refer to 9.2.1 of reference [1].

6.2.4.2.2 MAC-Level acknowledgements

Description of Rules regarding acknowledgements by ACK frame used at MAC-Level. For more detailed information please refer to 9.2.2 of reference [1].

(Page 64)

6.2.4.2.3 Interframe space (IFS)

Description that rules time intervals between frames, where frame exchange occurs at MAC-Level. Four types, as listed below, are defined regarding the intervals between the frames. For more detailed information please refer to 9.2.3 of reference [1].

- 1) Short IFS (SIFS)
- 2) PCF IFS (PIFS)
- 3) DCF IFS (DIFS)
- 4) Extended IFS (EIFS)

6.2.4.2.4 Random backoff time

Description of rules regarding Random backoff time which is defined to have a purpose of preventing collisions of data frames sent from each STA. For more detailed information please refer to 9.2.4 of reference [1].

6.2.4.2.5 DCF access procedure

Detailed description of operation regarding DCF access procedure. For more detailed information please refer to 9.2.5 of reference [1].

- 1) Basic access
- 2) Backoff procedure
- 3) Recovery procedures and retransmit limits
- 4) Setting and resetting the NAV
- 5) Control of the channel
- 6) TRS/CTS usage with fragmentation
- 7) CTS procedure

6.2.4.2.6 Directed MPDU transfer procedure

Description of Rules regarding the procedures to directly send MPDU without RTS/CTS frame. In this procedure, ACK frame is transmitted from the recipient. For more detailed information please refer to 9.2.6 of reference [1].

6.2.4.2.7 Broadcast and multicast MPDU transfer procedure

Description of Rules regarding the procedures of broadcast and multicast transfer. In this case, only a broadcast or a multicast MPDU is sent without using not only the RTS/CTS but also the ACK frame. For more detailed information please refer to 9.2.7 of reference [1].

6.2.4.2.8 ACK procedure

Description of Rules regarding the generation of ACK frames. For more detailed information please refer to 9.2.8 of reference [1].

6.2.4.2.9 Duplicate detection and recovery

This is a Description of Rules regarding the filtering for duplicate-frame detection and its method for recovery. For more detailed information please refer to 9.2.9 of reference [1].

6.2.4.2.10 DCF timing relations

Description regarding the DCF timing relations. For more detailed information please refer to 9.2.10 of reference [1].

1.3 準拠文書

本標準規格において使用している用語は、特段の定めがない限り、電波法および関係省令の定義による。

また、本標準規格において「設備」とは無線設備規則、「告示」とは郵政省告示をいう。なお、本文で引用している電波法および関係省令については一部省略して記載している箇所があるが、解釈に疑義のある場合は、電波法および関係省令によるものとする。

加えて、本標準規格書は下記に示す標準化文書に準じているが、その詳細は以降の章を参照されたい。

- [1]ISO/IEC 8802-11:1999 Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Local and metropolitan area networks -- Specific requirements -- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications
- [2]ISO/IEC 8802-2:1998 Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Local and metropolitan area networks -- Specific requirements -- Part 2: Logical link control
- [3]TR 11802-5:1997 (ISO/IEC)(ANSI/IEEE Std 802.1H, 1997 Edition) Information Technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Technical reports and guidelines--Part 5: Media Access Control (MAC) Bridging of Ethernet V 2.0 in Local Area Networks
- [4]IP Mobility Support: RFC2002, Internet Engineering Task Force, October 1996
- [5]IP Encapsulation within IP: RFC2003, Internet Engineering Task Force, October 1996
- [6]IP Mobility Support version 2; draft-ietf-mobileip-v2-00.txt, Internet Engineering Task Force, 12 November 1997
- [7]Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIPv2: RFC2006, Internet Engineering Task Force, October 1996

第6章 データリンク(DL)層

6.1 ロジカル・リンク・コントロール(LLC)副層

Portal を実現するにあたっては、様々な実現方法が考えられる。しかしながら、相互接続を考えると有線側インターフェースとして IEEE802.3 規格に代表されるような 802.x 規格などの LAN を用いた場合、本標準規格のエアインターフェースのフレームフォーマットとの整合性を図るために、IEEE802.1b に準じて IEEE802.2 フレームを用いたフレーム変換を行うことが望ましい。詳細に関しては参考文献[2]および参考文献[3]を参照のこと。

6.1.1 IEEE802.1b

本項では、IEEE802.3 規定に準ずるフレームを他の IEEE802.x 系のフレームに変換する方法に関して記述する。詳細に関しては参考文献[3]を参照のこと。

6.1.2 IEEE802.2

本項では、IEEE802.3 規定に準ずるフレームを他の IEEE802.x 系のフレームに変換する場合において、IEEE802.x 系のフレームに変換できないフィールドの補正のための PDU に関して記述する。詳細に関しては参考文献[2]を参照のこと。

6.2 メディアアクセス制御(MAC)副層

6.2.1 MAC サービスの規定

本標準規格で規定される MAC サービスを記述している。詳細に関しては参考文献[1]の第6章を参照のこと。

6.2.1.1 MAC サービスの概要

本標準規格で規定される MAC サービスの概要を記述する。詳細に関しては参考文献[1]の第6.1節を参照のこと。

6.2.1.1.1 非同期データサービス

非同期サービスの概要の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第6.1.1節を参照のこと。

6.2.1.1.2 セキュリティサービス

本標準規格の MAC 副層で提供するセキュリティサービスの概要記述。詳細に関しては参考文献[1]の第6.1.2節を参照のこと。

6.2.1.1.3 MSDU の順次性

MAC 副層で扱われるフレームの順次性に関しての概要記述。詳細に関しては参考文献[1]の第6.1.3節を参照のこと。

6.2.1.2 サービス規定の詳細

MAC 副層で提供されるサービスの詳細に関しての記述。詳細に関しては参考文献[1]の第6.2節を参照のこと。

6.2.1.2.1 MAC データサービス

MAC 副層でサポートされるサービスプリミティブは、6.1.2節の LLC で述べられている下記の 3 種類である。これらは、参照文献[2]より引用されている。詳細に関しては参照文献[1]の第 6.2.1 節を参照のこと。

- 1) MA-UNITDATA.request
- 2) MA-UNITDATA.indecation
- 3) MA-UNITDATA-STATUS.indecation

6.2.2 フレームフォーマット

MAC のフレームフォーマットに関する規定の記述。詳細に関しては参照文献[1]の第 7 章を参照のこと。

6.2.2.1 MAC フレームフォーマット

MAC のフレームフォーマットは a)ヘッダー、b)フレームボディ、c)CRC チェックから構成される。詳細に関しては参照文献[1]の第 7.2 節を参照のこと。

6.2.2.1.1 Conventions

本章での記述の説明を行っている。詳細に関しては参照文献[1]の第 7.1.1 節を参照のこと。

6.2.2.1.2 一般的なフレームフォーマット

一般的な MAC 副層のフレームフォーマットに関する記述。詳細に関しては参照文献[1]の第 7.1.2 節を参照のこと。

6.2.2.1.3 フレームフィールド

MAC フレームは、下記に示す 1)Frame Control Field、2)Duration I/D Field、3)Address Field、4)シーケンス制御 Field、5)Frame body、6)FCS Field から構成され、その各フィールドは、(A)・・・(J)からなるフィールドで構成される。詳細に関しては参照文献[1]の第 7.1.3 節を参照のこと。

- 1) Frame Control Field
 - (A) Protocol Version Field
 - (B) Type and Subtype Field
 - (C) To DS Field
 - (D) From DS Field
 - (E) More Fragment Field
 - (F) Retry Field
 - (G) Power Management Field
 - (H) More Data Field
 - (I) WEP Field
 - (J) Order Field
- 2) Duration/ID Field
- 3) Address Field
 - (A) Address Representation
 - (B) Address Designation
 - (C) BSSID Field
 - (D) Destination Address (DA) Field
 - (E) Source Address (SA) Field
 - (F) Receiver Address (RA) Field
 - (G) Transmitter Address (TA) Field
- 4) シーケンス制御フィールド

- (A) Sequence Number Field
- (B) Fragment Number Field
- 5) Frame Body Field
- 6) FCS Field

6.2.2.2 各タイプのフレームフォーマット

MAC 副層で扱われる個々のタイプのフレームフォーマットに関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.2 節を参照のこと。

6.2.2.2.1 制御フレーム

制御フレームに関するフレームフォーマットの規定記述。制御フレームとしては下記に示す 1)RTS、2)CTS、3)ACK、4)PS-Poll、5)CF-End、6) CF-End and CF-ACK のフレームがあり、そのフォーマット詳細が記述されている。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.2.1 節を参照のこと。

- 1) Request To Send (RTS) Frame Format
- 2) Clear To Send (CTS) Frame Format
- 3) Acknowledgement (ACK) Frame Format
- 4) Power-Save Poll (PS-Poll) frame format
- 5) CF-End frame format
- 6) CF-End and CF-ACK frame format

6.2.2.2.2 データフレーム

ユーザデータを運ぶデータフレームに関するその規定規定の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.2.2 節を参照のこと。

6.2.2.2.3 マネジメントフレーム

本標準規格で定めるシステムを運用するための MAC 副層が行う運用管理のための手順に関するフレームフォーマットの規定規定。それらには、下記に示す 11 種類が規定されている。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.2.3 節を参照のこと。

- 1) Beacon frame format
- 2) IBSS Announcement Traffic Indication Message (ATIM) frame formats
- 3) Disassociation frame format
- 4) Association Request frame format
- 5) Association Response frame format
- 6) Reassociation Request frame format
- 7) Reassociation Response frame format
- 8) Probe Request frame format
- 9) Probe Response frame format
- 10) Authentication frame format
- 11) Deauthentication

6.2.2.3 管理フレームの詳細

管理フレームの内容に関する詳細記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.3 節を参照のこと。

6.2.2.3.1 固定フィールド(Fixed Field)

固定長の必須となる情報は固定フィールドとして規定されており、それらは下記に示す 10 種類が定義されている。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.3.1 節を参照のこと。

- 1) Authentication Algorithm Number field
- 2) Authentication Transaction Sequence Number field
- 3) Beacon Interval field

- 4) Capability Information field
- 5) Current AP Address field
- 6) Listen Interval field
- 7) Reason Code field
- 8) Association ID (AID) field
- 9) Status Code field
- 10) Timestamp

6.2.2.3.2 情報要素(Information element)

可変長の必須となる情報とオプションとなるフレームボディは情報要素として、下記に示される 6 種類の情報として定義されている。詳細に関しては参考文献[1]の第 7.3.2 節を参照のこと。

- 1) Service Set Identity (SSID) element
- 2) Supported Rates element
- 3) CF Parameter Set element
- 4) TIM
- 5) IBSS Parameter Set element
- 6) Challenge Text element

6.2.3 認証と秘匿

認証と秘匿に関する規定に関して記述する。詳細に関しては参考文献[1]の第 8 章を参照のこと。

6.2.3.1 認証サービス

本標準規格では、認証サービスとして、オープンシステムという認証方式とシェアードキー認証方式とを規定する。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.1 節を参照のこと。

6.2.3.1.1 オープンシステム認証

オープンシステム認証に関しては、下記に示す 2 段階のステップ手順をもって行われる。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.1.1 節を参照のこと。

- 1) Open System authentication (first frame)
- 2) Open System authentication (final frame)

6.2.3.1.2 シェアードキー認証

シェアードキー認証方式に関しては、下記に示す 4 段階のステップ手順をもって行われる。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.1.2 節を参照のこと。

- 1) Shared Key authentication (first frame)
- 2) Shared Key authentication (Second frame)
- 3) Shared Key authentication (third frame)
- 4) Shared Key authentication (final frame)

6.2.3.2 The Wired Equivalent Privacy (WEP) Algorithm

有線 LAN と等価的な秘匿性を実現するための秘匿アルゴリズム(WEP)に関する仕様を規定する。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.2 節を参照のこと。

6.2.3.2.1 はじめに

秘匿アルゴリズムに関する概要を記述する。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.2.1 節を参照のこと。

6.2.3.2.2 WEP アルゴリズムのプロパティ

WEP アルゴリズムのプロパティに関する記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.2.2 節を参照のこと。

節を参照のこと。

6.2.3.2.3 WEP の演算操作

WEP 方式の演算操作についての記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 78.2.3 節を参照のこと。

6.2.3.2.4 WEP アルゴリズムの規定

WEP は RSA Data Security Inc.より提供される RC4 RPNG アルゴリズムを用いることとする。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.2.4 節を参照のこと。

6.2.3.2.5 WEP フレームボディの拡張

WEP を用いた場合のフレームボディの拡張操作に関する記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 8.2.5 節を参照のこと。

6.2.4 MAC 副層の機能記述

DCF、PCF を中心とした MAC 副層に関する機能記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9 章を参照のこと。

6.2.4.1 MAC 副層のアーキテクチャ

MAC 副層のアーキテクチャについての規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1 節を参照のこと。

6.2.4.1.1 分散制御機能(Distribution Coordination Function (DCF))

DCF に関する概要記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1.1 節を参照のこと。

6.2.4.1.2 集中制御機能(Point Coordination Function (PCF))

PCF に関する概要記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1.2 節を参照のこと。

6.2.4.1.3 DCF と PCF の共存

DCF と PCF の両立に関する記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1.3 節を参照のこと。

6.2.4.1.4 フラグメント概要

フラグメント、デフラグメントの運用概要の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1.4 節を参照のこと。

6.2.4.1.5 MAC データサービス

MAC データサービスは上位層(LLC など)からの要求で行われるデータ処理に関する記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.1.5 節を参照のこと。

6.2.4.2 DCF

DCF に関する詳細な規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2 節を参照のこと。

6.2.4.2.1 キャリアセンスメカニズム

キャリアセンスのメカニズムに関する規定の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.1 節を参照のこと。

6.2.4.2.2 MAC 副層レベルでの応答確認

MAC 副層レベルで取り扱われる ACK フレームにより確認に関する規定の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.2 節を参照のこと。

6.2.4.2.3 Interframe space (IFS)

MAC 副層で行われるフレーム交換において、フレーム間の時間的間隔を規定する記述。フレーム間間隔に関しては、下記に示す 4 種類が定義されている。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.3 節を参照のこと。

- 1) Short IFS (SIFS)
- 2) PCF IFS (PIFS)
- 3) DCF IFS (DIFS)
- 4) Extended IFS (EIFS)

6.2.4.2.4 ランダムバックオフ時間

各 STA から送信されるデータフレームの衝突回避を目的として定義される、ランダムバックオフに関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.4 節を参照のこと。

6.2.4.2.5 DCF におけるアクセス手順

DCF 時における、アクセス手順に関する詳細な動作記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.5 節を参照のこと。

- 1) Basic access
- 2) Backoff procedure
- 3) Recovery procedures and retransmit limits
- 4) Setting and resetting the NAV
- 5) Control of the channel
- 6) RTS/CTS usage with fragmentation
- 7) CTS procedure

6.2.4.2.6 直接 MPDU 転送手順

RTS/CTS フレームを用いずに直接 MPDU を送信する手順に関する規定記述。その場合、受信側からは ACK フレームが返信される。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.6 節を参照のこと。

6.2.4.2.7 ブロードキャストおよびマルチキャスト MPDU の転送手順

同報やマルチキャスト転送に関する手順の規定記述。このケースでは、RTS/CTS フレームのみならず ACK フレームをも用いずに、同報もしくはマルチキャスト MPDU のみが送信される。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.7 節を参照のこと。

6.2.4.2.8 確認応答手順

ACK フレームの生成に関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.8 節を参照のこと。

6.2.4.2.9 重複検出とその修復

重複フレーム検出のためのフィルタリングに関する規定記述と、その復元方法に関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.9 節を参照のこと。

6.2.4.2.10 DCF タイミング関係

DCF におけるタイミング関係の記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.2.10 節を参照のこと。

6.2.4.3 PCF

非衝突フレーム転送を実現する PCF に関する動作の詳細な規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.3 節を参照のこと。

6.2.4.3.1 CFP の構造とタイミング関係

PCF を用いるためのフレーム構造に関する規定と、そのタイミングに関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.3.1 節を参照のこと。

6.2.4.3.2 PCF アクセス手順

PCF 時におけるアクセス手順の詳細な動作記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.3.2 節を参照のこと。

- 1) Fundamental access
- 2) NAV operation during the CFP
- 3) PCF transfer procedure
- 4) PCF transfers when the PCF STA is transmitter or recipient
- 5) Operation with overlapping point-coordinated BSSs
- 6) CFP Max Duration limit
- 7) Contention-Free usage rules

6.2.4.3.3 Contention-Free ポーリングリスト

Contention Free におけるポーリングリストの生成、処理、更新に関する操作規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.3.3 節を参照のこと。

- 1) Polling list processing
- 2) Polling list update procedure

6.2.4.4 フラグメント

フラグメント操作に関する詳細な操作規定。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.4 節を参照のこと。

6.2.4.5 フラグメントの再生

デフラグメント操作に関する詳細な操作規定。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.5 節を参照のこと。

6.2.4.6 マルチレートサポート

物理層に置けるマルチレートサポート時の扱いに関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.6 節を参照のこと。

6.2.4.7 フレーム交換手順

MAC 副層におけるフレーム交換手順に関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.7 節を参照のこと。

6.2.4.8 MSDU の転送制限

MSDU の転送に関する制限を記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 9.8 節を参照のこと。

6.3 DL 層レベルでのシステム管理機能

無線イーサネットでは、端末自体が時間とともに動的に移動するため、データリンクレベルでの局管理が必要となる。これは、通常の MAC、LLC レベルで端末が不動的、永続的な接続を前提にしてプロトコルが構成されているのとは趣を異にしており、そのため、参考文献[1]においては、MAC 層レベルにおいて、MLME という管理エンティティを設けることにより、STA の異動的な接続状態の変動に対しての管理を行うことを実現している。本項では、その管理方法に関して規定している。詳細に関しては参考文献[1]の第 10 章を参照のこと。

6.3.1 管理モデルの概観

管理エンティティなどに関する外観の説明。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.1 節を参照のこと。

6.3.2 一般的な管理プリミティブ

MTB と MAC 副層、PHY 副層で用いられるサービスプリミティブに関する記述。この節では、下記に示す 6 種類のプリミティブに関する規定を記述する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.2 節を参照のこと。

- 1) XX-GET.request
- 2) XX-GET.confirm
- 1) XX-SET.request
- 2) XX-SET.confirm
- 3) XX-RESET.request
- 4) XX-RESET.confirm

6.3.3 MLME SAP インターフェース

MLME SAP に関する規定記述。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3 節を参照のこと。

6.3.3.1 パワーマネジメント

STA におけるパワーマネジメントに関するプリミティブの規定。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.1 節を参照のこと。

6.3.3.1.1 MLME-POWERMGT.request

本プリミティブは、パワーマネジメントモードの変更を要求する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.1.1 節を参照のこと。

6.3.3.1.2 MLME-POWERMGT.confirm

本プリミティブは、パワーマネジメントモードの変更の確認を提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.1.2 節を参照のこと。

6.3.3.2 スキャン

スキャンのメカニズムは、アクセス可能な BSS の状態を決定するプロセスを提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.2 節を参照のこと。

6.3.3.2.1 MLME-SCAN.request

本プリミティブは、STA が今後加入することのできる可能性のある BSS を探索する要求を生成する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.2.1 節を参照のこと。

6.3.3.2.2 MLME-SCAN.confirm

本プリミティブは、SCAN プロセスによって検出された BSS に関する検出結果を提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.2.2 節を参照のこと。

6.3.3.3 同期

このメカニズムは、認証プロセスを通じての通信接続の透過性を提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.3 節を参照のこと。

6.3.3.3.1 MLME-JOIN.request

本プリミティブは、BSS との同期に関する要求を生成する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.3.1 節を参照のこと。

6.3.3.3.2 MLME-JOIN.confirm

本プリミティブは、BSS との同期に関する結果の確認を提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.3.2 節を参照のこと。

6.3.3.4 オーゼンティケイト

このメカニズムは、MAC エンティティ間の透過的な認証を確立するプロセスを提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.4 節を参照のこと。

6.3.3.4.1 MLME-AUTHENTICATE.request

本プリミティブは、特定された MAC エンティティ間の認証を要求する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.4.1 節を参照のこと。

6.3.3.4.2 MLME-AUTHENTICATE.confirm

本プリミティブは、特定された MAC エンティティとの間で行われた認証操作の結果を報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.4.2 節を参照のこと。

6.3.3.4.3 MLME-AUTHENTICATE.indication

本プリミティブは、特定された MAC エンティティとの間で認証関係が成立したことを報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.4.3 節を参照のこと。

6.3.3.5 ディオーゼンティケイト

このメカニズムは、MAC エンティティにおける不適切な認証関係に関する操作を提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.5 節を参照のこと。

6.3.3.5.1 MLME-DEAUTHENTICATE.request

本プリミティブは、特定された MAC エンティティとの間の認証関係が不適切であることを要求する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.5.1 節を参照のこと。

6.3.3.5.2 MLME-DEAUTHENTICATE.confirm

本プリミティブは、特定された MAC エンティティ間での Deauthentication 操作の結果を報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.5.2 節を参照のこと。

6.3.3.5.3 MLME-DEAUTHENTICATE.indication

本プリミティブは、特定された MAC エンティティ間の認証関係が不適切であることを報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.5.3 節を参照のこと。

6.3.3.6 アソシエイト(帰属)

ここに記述されるプリミティブは、アクセスポイント(AP)にどのように帰属させるかに関して用いられる。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.6 節を参照のこと。

6.3.3.6.1 MLME-ASSOCIATE.request

本プリミティブは、AP として動作している特定された MAC エンティティとの帰属を要求する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.6.1 節を参照のこと。

6.3.3.6.2 MLME-ASSOCIATE.confirm

本プリミティブは、AP として動作している特定された MAC エンティティに対して帰属要求をした結果を報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.6.2 節を参照のこと。

6.3.3.6.3 MLME-ASSOCIATE.indication

本プリミティブは、特定された MAC エンティティとの間で成立した帰属に関しての確

立を報告する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.6.3 節を参照のこと。

6.3.3.7 リアソシエイト(再帰属)Reassociate

ここに記述されるプリミティブは、STA がどのようにして他の AP に帰属するかに関して用いられるものである。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.7 節を参照のこと。

6.3.3.7.1 MLME-REASSOCIATE.request

本プリミティブは、AP として動作している特定の MAC エンティティに対して帰属の変更を要求する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.7.1 節を参照のこと。

6.3.3.7.2 MLME-REASSOCIATE.confirm

本プリミティブは、AP として動作している特定の MAC エンティティとの間で行われた再帰属要求の結果を報告する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.7.2 節を参照のこと。

6.3.3.7.3 MLME-REASSOCIATE.indication

本プリミティブは、特定された MAC エンティティとの間で再帰属が確立されたことを報告する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.7.3 節を参照のこと。

6.3.3.8 ディアソシエイト(脱退)

詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.8 節を参照のこと。

6.3.3.8.1 MLME-DISASSOCIATE.request

本プリミティブは、AP として動作している特定の MAC エンティティに対して、帰属の開放を要求する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.8.1 節を参照のこと。

6.3.3.8.2 MLME-DISASSOCIATE.confirm

本プリミティブは、AP として動作している特定の MAC エンティティとの間で行われた帰属の開放に関する結果を報告する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.8.2 節を参照のこと。

6.3.3.8.3 MLME-DISASSOCIATE.indication

本プリミティブは、特定の MAC エンティティが帰属を開放したことを通知する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.8.3 節を参照のこと。

6.3.3.9 リセット

MAC をリセットするメカニズムを提供する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.9 節を参照のこと。

6.3.3.9.1 MLME-RESET.request

本プリミティブは、MAC エンティティに対してリセットを要求する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.9.1 節を参照のこと。

6.3.3.9.2 MLME-RESET.confirm

本プリミティブは、リセット操作の結果を報告する。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.9.2 節を参照のこと。

6.3.3.10 スタート

このメカニズムは、新しい BSS を定義するときに用いられる。詳細に関しては参考文献[1]の第 10.3.10 節を参照のこと。

6.3.3.10.1 MLME-START.request

本プリミティブは、MAC エンティティに対して新しい BSS として動作すること開始することを要求する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.10.1 節を参照のこと。

6.3.3.10.2 MLME-START.confirm

本プリミティブは、BSS としての動作開始操作の結果を報告する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.3.10.2 節を参照のこと。

6.3.4 PLME SAP インターフェース

本インターフェースは、前述した物理層の MIB 情報にアクセスするための PLMEGET.request と PLMESET.request 以外の SAP インターフェースに関して定義する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.4 節を参照のこと。

6.3.4.1 PLME-RESET.request

本プリミティブは、LME により物理層にリセットの要求をする。本リセットでは、常に受信状態に戻される。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.4.1.1 節を参照のこと。

6.3.4.2 PLME-CHARACTERISTICS.request

本プリミティブは、物理層の運用状況を LME に提供する要求を定義する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.4.1.2 節を参照のこと。

6.3.4.3 PLME-CHARACTERISTICS.confirm

本プリミティブは、物理層の運用パラメータを提供する。詳細に関しては参照文献[1]の第 10.4.1.3 節を参照のこと。

6.3.5 MAC マネジメント・エンティティ

詳細に関しては参照文献[1]の第 11 章を参照のこと。

6.3.5.1 同期

ある一つの BSS 内にいる全ての STA は、ここに規定される共通クロックに対して同期されている必要がある。詳細に関しては参照文献[1]の第 11.1 節を参照のこと。

6.3.5.1.1 基本アプローチ

タイミング同期機能(TSF)は、同一の BSS 内の全ての STA がタイマーにより同期される。全ての STA は、個々に持つローカルなタイマーを用いて同期を行う。詳細に関しては参照文献[1]の第 11.1.1 節を参照のこと。

- (1) TSF for infrastructure networks
- (2) TSF for an independent BSS (IBSS)

6.3.5.1.2 同期の維持

TSF タイマーを用いた同期の維持に関する操作の規定。詳細に関しては参照文献[1]の第 11.1.2 節を参照のこと。

- (1) Beacon generation in infrastructure networks
- (2) Beacon generation in an IBSS
- (3) Beacon reception
- (4) TSF timer accuracy

6.3.5.1.3 Acquiring synchronization, scanning

STA は同期過程において、以下に示すパッシブスキャンニングもしくは、アクティブス

キャンニングを行う必要がある。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.1.3 節を参照のこと。

- (1) Passive scanning
- (2) Active scanning
 - (A) Sending a probe response
 - (B) Active scanning procedure
- (3) Initializing a IBSS
- (4) Synchronization with a BSS

6.3.5.1.4 STA タイマーの調整

Infrastructure ネットワークにおける STA のタイマーアジャストに関する操作の規定。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.1.4 節を参照のこと。

6.3.5.2 パワーマネジメント

詳細に関しては参考文献[1]の第 11.2 節を参照のこと。

6.3.5.2.1 インフラストラクチャーネットワークにおけるパワーマネジメント

Infrastructure ネットワークにおけるパワーマネジメントに関する動作の詳細な規定。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.2.1 節を参照のこと。

- (1) STA Power Management modes
- (2) AP TIM transmissions
- (3) TIM types
- (4) AP operation during the contention period
- (5) AP operation during the CFP
- (6) Receive operation for STAs in PS mode during the contention period
- (7) Receive operation for STAs in PS mode during the CFP
- (8) STAs operation in the Active mode
- (9) AP aging function

6.3.5.2.2 IBSS におけるパワーマネジメント

IBSS におけるパワーマネジメントの規定に関する記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.2.2 節を参照のこと。

- (1) Basic approach
- (2) Initialization of power management within an IBSS
- (3) STA power state transitions
- (4) ATIM and frame transmission

6.3.5.3 帰属と再帰属

本項では、AP に対して STA がどのように帰属、再帰属を行うかを定義する。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.3 節を参照のこと。

6.3.5.3.1 STA の帰属手順

MLME-ASSOCIATE.request にもとづいて行われる STA の帰属手順に関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.3.1 節を参照のこと。

6.3.5.3.2 AP の帰属手順

帰属しようとする STA に対する AP の帰属動作手順の規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.3.2 節を参照のこと。

6.3.5.3.3 STA の再起続手順

MLME-REASSOCIATE.request にもとづいて行われる STA の再帰属手順に関する規定記述。詳細に関しては参考文献[1]の第 11.3.3 節を参照のこと。

6.3.5.3.4 APの再起続手順

再帰属しようとする STA に対する AP の再帰属動作手順の規定記述。詳細に関しては参照文献[1]の第 11.3.4 節を参照のこと。

100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications

Saloshi KUROSAKI[†], Yusuke ASAI[†], Takatoshi SUGIYAMA[†], and Masahiro UMEHIRA[†]

[†] NTT Network Innovation Laboratories
Hikarinooka 1-1, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

E-mail: [†] kurosaki@wslab.ntt.co.jp

Abstract This paper proposes SDM (Space Division Multiplexed)-COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) scheme that realizes MIMO (Multi Input Multi Output) channel transmission without frequency bandwidth expansion. The proposed scheme improves the degradation due to both mutual channel interference and fading with feedforward control by using the estimated propagation matrix for each OFDM subcarrier. Moreover, the proposed amplitude weight factors based on each channel SNR obtain larger coding gain of soft decision Viterbi decoding. It is clarified that the proposed scheme achieves more than 100 Mbit/s per 20MHz in fading environments by computer simulation.

Key words MIMO, SDM, COFDM, propagation matrix, channel estimation, weighting factor

1. Preface

In recent years, the Internet has become widespread, and broadband access has increased. MMAC HiSWANa [1] in the 5 GHz band for wireless access adopts OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) to standardize the maximum 54 Mbit/s transmission rate by using the 20 MHz frequency bandwidth. However, a next-generation system for broadband mobile communications requires an improvement in frequency utilization efficiency to realize a transmission rate of more than 100 Mbit/s.

As for means to increase the frequency utilization efficiency, SDM (Space Division Multiplex) scheme [2], which realizes MIMO (Multi Input Multi Output) channel transmission without frequency bandwidth expansion, is up-and-coming. For example, the SDM scheme in which two antennas are provided for each of a transmitter and a receiver realizes a double transmission rate. HiSWANa attains the maximum 54 Mbit/s transmission rate when the sub-carrier modulation scheme is 64 QAM and a code rate of FEC (Forward Error Correction) is $3/4$, so that by applying the SDM scheme to this multiplex two channels, the maximum 108 Mbit/s transmission rate can be realized.

However, transmission performance deteriorates greatly in the SDM scheme because of mutual multiple channel interference.

Also, in the environment of mobile communications, frequency selection fading due to a delayed wave occurs in a radio communication propagation path, and this is also another cause for transmission performance degradation. As for means to lessen the transmission performance degradation due to the inter-channel interference, there is a technology [2] and [3] in which a known training symbol is provided on a TDMA (Time Division Multiple Access) burst to be transmitted, and an adaptive equalizer using the received training symbol is employed to perform interference elimination. However, the known technology has a problem that the computation of the adaptive equalizer is complex to cause an increase in a circuit size.

This report proposes a coded orthogonal frequency division multiplexing scheme, which is a combination of the SDM scheme and a coded COFDM scheme, to solve the above-stated problem. The proposed scheme estimates a propagation matrix of each OFDM sub-carrier by using a preamble for propagation coefficients estimation in a TDMA burst, and multiplies the inverse matrix of the propagation matrix (hereinafter called an inverse propagation coefficient matrix). Thus, the inter-channel interference and fading in the TDMA burst which includes the preamble are simultaneously compensated. The circuit

configuration is simple because the scheme is feedforward. Further, the proposed scheme obtains a large coding gain from soft decision Viterbi decoding by multiplying amplitude weight factors in response to the SNR which is determined by the inverse propagation coefficient matrix of each sub-carrier. This report evaluated the PER characteristic of the proposed scheme under frequency selection fading by computer simulation, and disclosed that the scheme obtains a transmission rate of more than 100 Mbps in 20 MHz bandwidth.

2. SDM-COFDM Scheme

2.1 Configuration of SDM-COFDM Scheme

Fig. 1 is a block diagram of the proposed SDM-COFDM scheme. In Fig. 1, a transmitted signal of each channel (1ch and 2ch) is convolution-coded. A preamble for SDM-COFDM which is added for each burst is added to the coded signal. Then mapping in response to each modulation scheme is performed. The mapping outputs transmit sub-carrier signals ($Tx_{i1,j}$ (1ch), $Tx_{i2,j}$ (2ch): i denotes a sub-carrier number, $0 \leq j \leq N$, and N denotes the number of symbols included in each burst), which are subjected to IFFT and sub-carrier modulation, and then transmitted from each transmitting antenna. A receiver receives signals of both channels 1ch and 2ch at each receiving

antenna simultaneously. Transmission performance of the signals of the both channels deteriorates significantly due to the inter-channel interference (ICI) and frequency selection fading. The received signals from each channel are subjected to sub-carrier demodulation and FFT. The FFT outputs are received sub-carrier signals ($R_{x1,j}(1ch)$, $R_{x2,j}(2ch)$), of which degradation due to the inter-channel interference and fading is lessened by an interference compensator. The sub-carrier signals from interference compensator output are multiplied amplitude weight factors w_{i1} and w_{i2} at every channel of each sub-carrier. After coherent detection, the sub-carrier signals are demapped in response to each modulation scheme. Finally, the demodulation outputs are subjected to error correction by soft decision Viterbi decoding.

2.2 Model of Inter-Channel Interference

The transmitted signals of two channels which are transmitted/received simultaneously as in the system of Fig. 1 suffer interference from transmission symbols of other channels when the signals are received through the fading propagation path. The relationship between transmitting sub-carrier signals and the received sub-carrier signal can be expressed by a model of inter-channel interference which

is a model of Fig. 1. Fig. 2 shows the model.

In Fig. 2, $si11$, $si12$, $si21$, and $si22$ are propagation coefficients which are determined by a condition of the propagation path between the transmitting antennas and the receiving antennas. A sub-carrier propagation matrix S_i of which elements are the coefficients is defined as

(1)

$ni1$ and $ni2$ are a component of an Additive White Gaussian Noise (AWGN) for the i -th sub-carrier, the AWGN being included in the received signal of each 1ch and 2ch. By using these, the received sub-carrier signals $Rxi1,j$ and $Rxi2,j$ ($1 \leq j \leq N$) can be expressed with the transmitting sub-carrier signals $Txi1,j$ and $Txi2,j$ and the propagation matrix S_i as

(2)

2.3 Propagation Matrix Estimation

Fig. 3 shows signal series of the i -th sub-carrier for one TDMA burst of the proposed scheme. In Fig. 3, only the SDM scheme is focused so that preambles for OFDM symbol timing synchronization are omitted. A transmission preamble signal C_i for propagation coefficient estimation is the same if a sub-carrier number is the same in any TDMA burst. $-C_i$ denotes a signal in which the sign of C_i is reversed.

In an interference compensator of the proposed SDM-OFDM system, an inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$ which is an inverse matrix of the propagation matrix S_i is first determined by using a preamble for propagation coefficient estimation. From Fig. 2 and expression (1), the relationship between the transmission preamble signals C_i and $-C_i$ (1ch), C_i and C_i (2ch) and the received preamble signals C_{ir11} , C_{ir12} , C_{ir21} , and C_{ir22} corresponding to the transmission preamble signals can be expressed as

(3)

However, in expression (3), a noise component is omitted since it will be considered in amplitude weight factor estimation in Section 2.5. According to expression (3), the inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$ can be estimated as

(4)

2.4 Feedforward Interference Compensation

By using the thus obtained inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$, the transmitting sub-carrier signals $T_{xi1,j}$ and $T_{xi2,j}$ can be determined from the received sub-carrier signals $R_{xi1,j}$ and $R_{xi2,j}$ ($1 \leq j \leq N$) as

(5)

The channel compensator can compensate the mutual interference

and fading received in the received sub-carrier signal from another channel by using this principle, to reproduce the original transmission sub-carrier signal.

2.5 Amplitude Weight Factors

In the proposed SDM-OFDM scheme, the interference compensation makes signal amplitude of the received sub-carrier signals constant, so that likelihood information for soft decision Viterbi decoding is constant. Thus, coding gain of the soft decision Viterbi decoding is not used sufficiently. Hence, amplitude weight factors based on a SNR of each channel is estimated from the inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$ to obtain likelihood information.

Here, with a model in Fig. 3, the received sub-carrier signals $R_{x1,j}$ and $R_{x2,j}$ ($1 \leq j \leq N$) can be expressed as

(6)

Assume that outputs from 1ch and 2ch of the j -th symbol of the i -th sub-carrier of the interference compensator are $T'_{x1,j}$ and $T'_{x2,j}$. By multiplying the left side of each term of expression (6) by the inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$,

(7)

can be obtained. Since amplitude of $T_{x1,j}$ and $T_{x2,j}$ is a

constant value (assumed to be T), n_{i1} and n_{i2} are in an independent Gaussian distribution. Thus, signal-to-noise ratios (SNRs) $T'x_{i1,j}$ and $T'x_{i2,j}$ are

(8)

(9)

where σ_v^2 is a variance of complex Gaussian distributions of n_{i1} and n_{i2} , and s'_{i11} , s'_{i12} , s'_{i21} , and s'_{i22} are elements of the inverse propagation coefficient matrix $(S_i)^{-1}$, i.e.,

(10)

Since the signals after interference compensation are assigned weights in response to the amplitude ratio of the received signals, the square roots of expressions (8) and (9) after constant portions of the expressions are eliminated are

(11)

(12)

In the proposed scheme, the w_{i1} and w_{i2} are amplitude weight factors and are multiplied to the signals $T'x_{i1,j}$ and $T'x_{i2,j}$ after interference compensation.

3. Performance of SDM-COFDM Scheme

In this chapter, the effectiveness of the proposed SDM-COFDM scheme is disclosed by a PER (Packet Error Rate) characteristic evaluation with a computer simulation. Parameters of the

simulation are shown in Table 1. A frequency bandwidth was 20 MHz; four schemes, i.e., QPSK (code rate 1/2), 16 QAM (code rate 9/16), 64 QAM (code rate 1/2), and 64 QAM (code rate 3/4) were used for the modulation scheme. A transmission rate per one channel for each modulation scheme was: 12 Mbit/s for QPSK (code rate 1/2), (24 Mbit/s for the SDM-COFDM scheme); 27 Mbit/s for 16 QAM (code rate 9/16), (54 Mbit/s for the SDM-COFDM scheme); 36 Mbit/s for 64 QAM (code rate 1/2), (72 Mbit/s for the SDM-COFDM scheme); and 54 Mbit/s for 64 QAM (code rate 3/4), (108 Mbit/s for the SDM-COFDM scheme). The number of sample points for transmission FFT was 64; the number of sub-carriers was 48; an effective symbol length was 3.2 μ s; and a guard interval length was 800 ns. An 18-ray Rayleigh fading model, which is used for evaluation of HIPERLAN/2 [4], with the maximum Doppler frequency 50 Hz was used for a transmission line path. Delay spread was 50ns, 100ns, and 150ns. Also, the fading on each channel was independent. An interleave with a 16 bit depth was used. Convolution coding with a constraint length 7 and soft decision Viterbi decoding are used for an error correction scheme.

Fig. 4 shows a PER characteristic in the frequency selection fading transmission path of the proposed scheme. A case of channel transmission is also shown for the sake of comparison.

From Fig. 4, transmission performance virtually did not deteriorate and the transmission rate doubled at least near $PER = 10^{-3}$ compared with channel transmission when the delay spread is 50 ns by using the SDM-COFDM scheme, although an error floor appears near $PER = 10^{-3}$ in 64QAM (code rate $3/4$). Accordingly, the modulation scheme attained 108 Mbit/s transmission rate for 64 QAM (code rate $3/4$). In other sub-carrier modulation schemes, transmission performance conversely improved about 1dB compared with channel transmission. This may be because a diversity gain space due to division multiplex transmission was larger than degradation due to remaining inter-channel interference after interference compensation.

When delay spread 100 ns, compared with 50 ns, the error floor of the PER characteristic tended to be high; however, the PER characteristic virtually did not deteriorate near $PER = 10^{-1}$ compared with channel transmission.

4. Summary

This report has proposed a SDM-COFDM scheme which realizes a system for broadband mobile communications by constructing MIMO channels without frequency bandwidth expansion by space division multiplex, and its performance has been evaluated by

computer simulation. By using the SDM-CODFM scheme, the transmission rate doubled while obtaining nearly the same PER properties or a gain of about 1 dB maximum compared with channel transmission. In particular, when the modulation scheme is 64 QAM (code rate 3/4), the transmission rate 108 Mbit/s can be obtained in a 20 MHz frequency bandwidth.

(Translations of titles of figures & tables)

Fig. 1 Block Diagram of SDM-COFDM Scheme

Fig. 2 Model of Inter-Channel Interference

Fig. 3 TDMA Burst Used for SDC-COFDM Scheme

Table 1 Simulation Specifications

Fig. 5 PER characteristics of Frequency Selection Fading
Transmission Paths for SDM-CODFM Scheme

(a) When Delay Distribution is 50 ns

(b) When Delay Distribution is 100 ns

** Note that Figures and Formulas are not indicated in this translation.
Formulas are shown by numbers.*

MIMO チャネルにより 100Mbit/s を実現する 広帯域移動通信用 SDM-COFDM 方式の提案

黒崎 聡† 浅井 裕介† 杉山 隆利† 梅比良 正弘†

†NTT 未来ねっと研究所
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1
E-mail: †kurosaki@wslab.ntt.co.jp

あらまし 本報告は、空間多重 (SDM: Space Division Multiplex) により周波数帯域を拡大することなく MIMO (Multi Input Multi Output) チャネルを構成し、広帯域移動通信システムを実現する SDM-COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式を提案する。本提案方式は、空間多重する各アンテナ間の伝達係数行列を用いることによって、チャネル間干渉補償とフェージング補償を同時にフィードフォワードで実現するとともに、各チャネルの SNR 比に基づく振幅重み係数を用いて軟判定ビタビ復号による大きな誤り訂正効果を得ることにより伝送品質を改善する。本提案方式の周波数選択性フェージング下における特性を計算機シミュレーションにより評価し、20MHz 帯域幅で最大 100Mbps 以上の伝送速度を達成することを明らかにした。

キーワード MIMO, SDM, COFDM, 伝達係数行列, 伝搬路推定, 重み係数

100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications

Satoshi KUROSAKI†, Yusuke ASAI†, Takatoshi SUGIYAMA†, and Masahiro UMEHIRA†

†NTT Network Innovation Laboratories
Hikarinooka 1-1, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan
E-mail: †kurosaki@wslab.ntt.co.jp

Abstract This paper proposes SDM (Space Division Multiplexed) COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) scheme that realizes MIMO (Multi Input Multi Output) channel transmission without frequency bandwidth expansion. The proposed scheme improves the degradation due to both mutual channel interference and fading with feedforward control by using the estimated propagation matrix for each OFDM subcarrier. Moreover, the proposed amplitude weight factors based on each channel SNR obtain larger coding gain of soft decision Viterbi decoding. It is clarified that the proposed scheme achieves more than 100 Mbit/s per 20MHz in fading environments by computer simulation.

Key words MIMO, SDM, COFDM, propagation matrix, channel estimation, weighting factor

1. まえがき

近年、インターネットの普及の拡大に伴い、ブロードバンドアクセスの需要が高まっている。ワイヤレスアクセスにおいても、5GHz 帯を用いる MMAC HiSWANa[1]では、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式の採用により 20MHz の周波数帯域幅を用いて最大 54Mbit/s の伝送速度が標準化されている。しかし、次世代広帯域移動通信システムにおいて 100Mbit/s 以上の伝送速度を実現するために、周波数利用効率の向上が求められる。

周波数利用効率向上の手段としては、周波数帯域の拡大を行わずに MIMO (Multi Input Multi Output)チャネルを実現する SDM (Space Division Multiplex)方式[2]が有望である。例えば、送受信に 2 本ずつのアンテナを配置する SDM 方式により 2 倍の伝送速度を得られる。HiSWANa は、サブキャリア変調方式と FEC (Forward Error Correction) の符号化率が、それぞれ 64QAM、符号化率 3/4 である場合に、最大 54Mbit/s の伝送速度となるので、これに SDM 方式を適用して 2 チャネルを多重することで、最大 108Mbit/s の伝送速度が実現できる。

しかし、SDM 方式では、多重チャネル間の相互干渉により伝送品質が大きく劣化する。また、移動通信の環境においては、無線通信伝搬路において、遅延波に起因する周波数選択フェージングなどが発生し、これも伝送品質を劣化させる原因となる。チャ

ネル間の相互干渉による伝送品質劣化を軽減する手段としては、伝送する TDMA (Time Division Multiple Access) バーストにおいて、既知のトレーニングシンボルを設け、受信したトレーニングシンボルを用いるアダプティブイコライザにより干渉除去を行う技術 [2][3]がある。しかし、これらの従来技術の場合、演算が複雑なアダプティブイコライザの適用により回路規模が増大してしまうという問題点がある。

本報告では、上記の問題点を解決するため、SDM 方式と符号化 COFDM (Coded OFDM) 方式を組み合わせた SDM-COFDM 方式を提案する。本提案方式では、TDMA バースト内の伝達係数推定用プリアンブルを用いて OFDM サブキャリア毎の伝達係数行列を推定し、その逆行列（以下伝達係数逆行列と呼ぶ）を乗算することにより、当該プリアンブルに含まれる TDMA バーストにおけるチャネル間の相互干渉とフェージングを同時に補償する。また回路構成はフィードフォワードにより簡易となる。さらに、本提案方式では、サブキャリア毎の伝達係数逆行列から求まる SNR に応じた振幅重み係数の乗算により、軟判定ビット反復による大きな誤り訂正効果が得られる。本報告では、周波数選択性フェージング下における本提案方式の PER 特性を計算機シミュレーションにより評価し、20MHz 帯域幅で 100Mbps 以上の伝送速度を達成することを明らかにした。

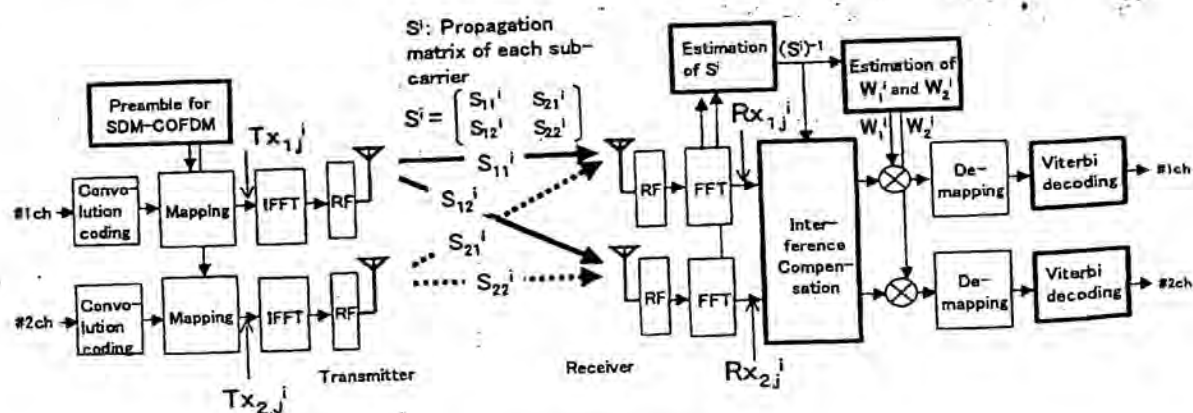


図 1 SDM-COFDM 方式の構成図

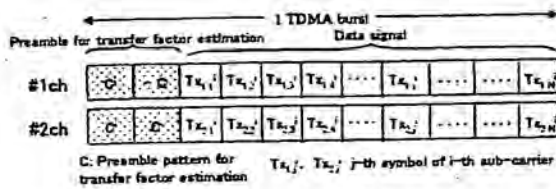


図 3 SDM-COFDM 方式で用いる TDMA バースト。

提案する SDM-OFDM システムの干渉補償器においては、まず伝達係数推定用プリアンプルを用いて、伝達係数行列 S^i の逆行列である伝達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$ を求める。図 2 と式(1)より、送信プリアンプル信号 C^i 、 $-C^i$ (以上 1ch)、 C^i および C^i (以上 2ch) と、これに対応する受信プリアンプル信号 C_{r11}^i 、

C_{r12}^i 、 C_{r21}^i および C_{r22}^i との関係は以下のように表すことができる。

$$\begin{pmatrix} C_{r11}^i & C_{r12}^i \\ C_{r21}^i & C_{r22}^i \end{pmatrix} = S^i \begin{pmatrix} C^i & -C^i \\ C^i & C^i \end{pmatrix} \quad (3)$$

ただし式(3)においては、雑音成分については、2.5 節の振幅重み係数の推定において考慮することとし、省略した。式(3)に従うと、伝達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$ は以下のように推定することができる。

$$(S^i)^{-1} = \begin{pmatrix} C^i & -C^i \\ C^i & C^i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{r11}^i & C_{r12}^i \\ C_{r21}^i & C_{r22}^i \end{pmatrix}^{-1} \quad (4)$$

2.4 フィードフォワード干渉補償

以上のように求めた伝達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$ を用いて、受信サブキャリア信号 $Rx_{1,j}^i$ 、 $Rx_{2,j}^i$ ($1 \leq j \leq N$) から、送信サブキャリア信号 $Tx_{1,j}^i$ 、 $Tx_{2,j}^i$ を以下のよう求めることができる。

$$\begin{pmatrix} Tx_{1,j}^i \\ Tx_{2,j}^i \end{pmatrix} = (S^i)^{-1} \begin{pmatrix} Rx_{1,j}^i \\ Rx_{2,j}^i \end{pmatrix} \quad (5)$$

この原理を用いて、チャネル補償器では、受信サブキャリア信号で受けた他チャネルからの相互干渉やフェージングを補償し、元の送信サブキャリア信

号を再現することができる。

2.5 振幅重み係数

提案する SDM-OFDM 方式においては、干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。したがって、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。そこで、尤度情報を得るため、各チャネルの SNR に基づく振幅重み係数を伝達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$ から推定する。

ここで、図 3 のモデルを用いると、受信サブキャリア信号 $Rx_{1,j}^i$ 、 $Rx_{2,j}^i$ ($1 \leq j \leq N$) は、以下の式で表すことができる。

$$\begin{pmatrix} Rx_{1,j}^i \\ Rx_{2,j}^i \end{pmatrix} = S^i \begin{pmatrix} Tx_{1,j}^i \\ Tx_{2,j}^i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} n_1^i \\ n_2^i \end{pmatrix} \quad (6)$$

ここで、干渉補償器の i 番目のサブキャリアの j 番目のシンボルの 1ch、2ch の出力をそれぞれ $T'x_{1,j}^i$ 、 $T'x_{2,j}^i$ とすると、式(6)の各項の左側に伝達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$ を乗算することによって、

$$\begin{pmatrix} T'x_{1,j}^i \\ T'x_{2,j}^i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Tx_{1,j}^i \\ Tx_{2,j}^i \end{pmatrix} + (S^i)^{-1} \begin{pmatrix} n_1^i \\ n_2^i \end{pmatrix} \quad (7)$$

が得られる。 $Tx_{1,j}^i$ 、 $Tx_{2,j}^i$ の振幅は一定値 ($=T$ と仮定する) なので、 n_1^i 、 n_2^i が独立したガウス分布をとるので、 $T'x_{1,j}^i$ 、 $T'x_{2,j}^i$ の信号対雑音電力比 (SNR: Signal to Noise Ratio) は、

$$SNR(T'x_{1,j}^i) = \frac{|T|^2}{\left\{ |s_{11}^i|^2 + |s_{21}^i|^2 \right\} \sigma_v^2} \quad (8)$$

$$SNR(T'x_{2,j}^i) = \frac{|T|^2}{\left\{ |s_{12}^i|^2 + |s_{22}^i|^2 \right\} \sigma_v^2} \quad (9)$$

となる。ただし σ_v^2 は n_1^i 、 n_2^i の複素ガウス分布における分散であり、 s_{11}^i 、 s_{21}^i 、 s_{12}^i 、および s_{22}^i は伝

達係数逆行列 $(S^i)^{-1}$

$$(S^i)^{-1} = \begin{pmatrix} s_{11}^i & s_{21}^i \\ s_{12}^i & s_{22}^i \end{pmatrix} \quad (10)$$

の各要素である。

干渉補償後の信号に対して、受信信号の振幅比に応じた重み付けを行うため、式(8)、(9)より定数分を除いて、さらにその平方根をとると、

$$w_1^i = \frac{1}{\sqrt{|s_{11}^i|^2 + |s_{21}^i|^2}} \quad (11)$$

$$w_2^i = \frac{1}{\sqrt{|s_{12}^i|^2 + |s_{22}^i|^2}} \quad (12)$$

となる。本提案方式では、この w_1^i 、 w_2^i を振幅重み係数として、干渉補償後の信号 $T^i x_{1,j}^i$ 、 $T^i x_{2,j}^i$ に乗算する。

3. SDM-COFDM 方式の性能評価

本章では、提案する SDM-COFDM 方式の有効性を計算機シミュレーションによる PER (Packet Error Rate) 特性評価によって明らかにした。シミュレーションにおけるパラメータを表 1 に示した。周波数帯域幅は 20MHz、変調方式は QPSK(符号化率 1/2)、16QAM(符号化率 9/16)、64QAM(符号化率 1/2)、64QAM(符号化率 3/4) の 4 種類とした。各変調方式での 1 チャンネルあたりの伝送速度は、QPSK(符号化率 1/2) で 12Mbit/s (SDM-COFDM 方式で 24Mbit/s)、16QAM(符号化率 9/16) で 27Mbit/s (SDM-COFDM 方式で 54Mbit/s)、64QAM(符号化率 1/2) で 36Mbit/s (SDM-COFDM 方式で 72Mbit/s)、64QAM(符号化率 3/4) で 54Mbit/s (SDM-COFDM 方式で 108Mbit/s) となる。伝送 FFT のサンプル点数は 64、サブキャリア数は 48、有効シンボル長は 3.2μs、ガードインターバル長は 800ns とした。また伝送路としては、HIPERLAN/2[4]の評価に用いられている 18 波レイリーフェージングモデルで、最大ドップラ周波数 50Hz のモデルを仮定した。遅延スプレッドは 50ns、100ns、150ns とした。また、各チャンネルにおけるフェージングは互いに独立とした。深さ 16bit のインタリーブを使用した。誤り訂正方式としては、

拘束長 7 の畳み込み符号化-軟判定ビタビ復号を用いた。

表 1 シミュレーション諸元

FFT point	64
Number of sub-carriers / channel	48
Frequency band width	20MHz
Modulation of sub-carriers, coding rate, and transmission rate (SDM-COFDM scheme)	QPSK(R=1/2): 24Mbit/s 16QAM(R=9/16): 54Mbit/s 64QAM(R=1/2): 72Mbit/s 64QAM(R=3/4): 108Mbit/s
Demodulation of sub-carriers	Coherent Detection
OFDM symbol duration	3.2μs
Guard Interval	800ns
Multipath Fading	18 ray Rayleigh fading waves (Delay spread = 50ns, 100ns, 150ns, Maximum Doppler Frequency = 50Hz)
Depth of Interleaving	16 bit
Error Correction	Convolution coding and Soft decision Viterbi decoding (constraint length = 7)

図 4 に提案方式の周波数選択性フェージング伝送路における PER 特性を示した。また、比較対象として 1 チャンネル伝送の場合も示した。図 4 より、遅延スプレッドが 50ns においては、SDM-COFDM 方式を用いることによって、64QAM(符号化率 3/4)の場合で PER = 10⁻³ 付近にエラーフロアが現れるが、少なくとも PER = 10⁻³ 付近では、1 チャンネル伝送時に比べて、伝送品質をほとんど劣化させることなく、伝送速度を 2 倍にすることができることを明らかにした。したがって変調方式が 64QAM(符号化率 3/4)の場合で 108Mbit/s の伝送速度を達成した。その他のサブキャリア変調方式では、1 チャンネル伝送時に比べて、逆に最大 1dB 程度の伝送品質の改善が見られる。これは干渉補償後に残留したチャンネル間干渉による劣化分よりも、空間多重伝送によるダイバーシチ利得が上回ったためと考えられる。

遅延スプレッドが 100ns の場合、50ns の場合に比

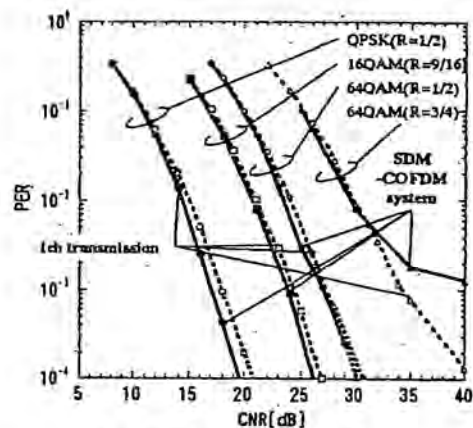
べて、PER 特性のエラーフロアが高くなる傾向が見られるが、 $PER = 10^{-1}$ 付近では、PER 特性が 1 チャネル伝送時に比べてほとんど劣化していないという結果が得られた。

4. まとめ

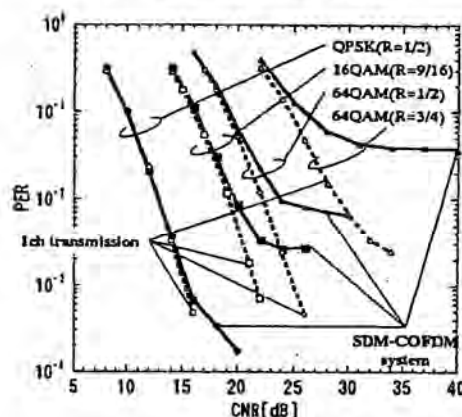
空間多重により周波数帯域を拡大することなく MIMO チャネルを構成し、広帯域移動通信システムを実現する SDM-COFDM 方式を提案し、その性能を計算機シミュレーションにより評価した。SDM-COFDM 方式を用いることによって、1 チャネル伝送に比べて、ほとんど変わらない PER 特性、または最大 1dB 程度の利得を得ながら、伝送速度を 2 倍にすることができた。特に変調方式が 64QAM (符号化率 3/4) の場合、周波数帯域幅 20MHz において、108Mbit/s の伝送速度を達成した。

文 献

- [1] 電波産業会, "小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム (HiSWANa) 標準規格", 2000.
- [2] A. van Zelst, R. van Nee and G. A. Awater, "Space Division Multiplexing (SDM) for OFDM systems", Vehicular Technology Conference Proceedings, 2000, VTC 2000-Spring Tokyo, 2000 IEEE 51st, Volume: 2, 2000.
- [3] 高橋昌弘, 高梨斉, 田中利憲, "マイクロセル移動通信に適した交差偏波干渉キャンセラ", 1995 信学技報, SST95-26, CS95-33, RCS95-35, pp.55-60, May, 1995.
- [4] "Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2: Physical (PHY) layer", ETSI TS 101 475 V1.1.1, April 2000



(a) 遅延分散 50ns の場合



(b) 遅延分散 100ns の場合

図 5 SDM-COFDM 方式の周波数選択性フェージング伝送路における PER 特性

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04Q7/36, H04J15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04J3/00-3/26, H04J15/00, H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38,
H04L13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2003-259430 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Par. No. [0026] (Family: none)	1-2, 4-6, 8
A	JP 2002-198933 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Par. Nos. [0018] to [0019] (Family: none)	1-2, 5-6
A	JP 07-303090 A (AT & T Corp.), 14 November, 1995 (14.11.95), Par. No. [0020]; Figs. 5, 10 (Family: none)	3, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 December, 2004 (06.12.04)Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

PCT

国際調査報告

International Search Report



(法第8条、法施行規則第40、41条)
(PCT18条、PCT規則43、44)

出願人又は代理人 の書類記号 3219	今後の手続きについては、様式PCT/ISA/220 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P2004/013483	国際出願日 (日.月.年) 09.09.2004	優先日 (日.月.年) 09.09.2003
出願人 (氏名又は名称) 日本電信電話株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT18条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. ☐ この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでいる (第I欄参照)。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第II欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第III欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第IV欄に示されているように、法施行規則第47条 (PCT規則38.2(b)) の規定により
国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこ
の国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 図面に関して

a. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ 出願人は図を示さなかったため、国際調査機関が選択した。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表しているため、国際調査機関が選択した。

b. ☐ 要約とともに公表される図はない。

様式PCT/ISA/210 (第1ページ) (2004年1月)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/013483

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

IPC第7版 H04Q 7/36
H04J 15/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IPC第7版 H04J 3/00 - 3/26, H04J 15/00
H04B 7/24 - 7/26, H04Q 7/00 - 7/38
H04L 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	JP 2003-259430 A (三洋電機株式会社) 2003.09.12, 第26段落 (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 8
A	JP 2002-198933 A (三洋電機株式会社) 2002.07.12, 第18-19段落 (ファミリーなし)	1-2, 5-6
A	JP 07-303090 A (エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション) 1995.11.14, 第20段落, 第5, 10図 (ファミリーなし)	3, 7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.12.2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 聡史

5J

3571

電話番号 03-3581-1101 内線 3535

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (2004年1月)

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）



WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING
AUTHORITY

PCT
国際調査機関の見解書
(法施行規則第40条の2)
(PCT規則43の2.1)

出願人代理人 古谷 史旺	標
あて名 〒 160-0023 東京都新宿区西新宿1丁目19番5号 第2明宝ビル9階	

発送日
(日.月.年) 21.12.2004

出願人又は代理人 の登録記号 3219	今後の手続きについては、下記2を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 2004/013483	国際出願日 (日.月.年) 09.09.2004	優先日 (日.月.年) 09.09.2003
国際特許分類 (IPC) IPC第7版 H04Q 7/36 H04J 15/00		
出願人 (氏名又は名称) 日本電信電話株式会社		

1. この見解書は次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 見解の基礎
- ☐ 第II欄 優先権
- ☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解の不作成
- ☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
- ☒ 第V欄 PCT規則43の2.1(a)(i)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- ☐ 第VI欄 ある種の引用文献
- ☐ 第VII欄 国際出願の不備
- ☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

2. 今後の手続き
国際予備審査の請求がされた場合は、出願人がこの国際調査機関とは異なる国際予備審査機関を選択し、かつ、その国際予備審査機関がPCT規則66.1の2(b)の規定に基づいて国際調査機関の見解書を国際予備審査機関の見解書とみなさない旨を国際事務局に通知していた場合を除いて、この見解書は国際予備審査機関の最初の見解書とみなされる。

この見解書が上記のように国際予備審査機関の見解書とみなされる場合、様式PCT/ISA/220を送付した日から3月又は優先日から22月のうちいずれか遅く満了する期限が経過するまでに、出願人は国際予備審査機関に、適当な場合は補正書とともに、答弁書を提出することができる。

さらなる選択肢は、様式PCT/ISA/220を参照すること。

3. さらなる詳細は、様式PCT/ISA/220の備考を参照すること。

見解書を作成した日 08.12.2004	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 聡史 電話番号 03-3581-1101 内線 3535

様式PCT/ISA/237 (表紙) (2004年1月)

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についてのPCT規則43の2.1(a)(i)に定める見解、
それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1-8	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲	1-8	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-8	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明

- 1) JP 2003-259430 A (三洋電機株式会社) 2003.09.12, 第26段落 (ファミリーなし)

該文献に記載された発明には、複数の移動端末装置が空間分割多重接続できる無線基地局におけるスロット割当方法であって、該移動端末装置が空間分割多重に適しているか否かを判定し、その判定結果が空間分割多重に適している場合には空間分割多重可能なスロットを割り当て、該判定結果が空間分割多重に適していない場合には空間分割多重が制限されるスロットを割り当てることが記載されている。

- 2) JP 2002-198933 A (三洋電機株式会社) 2002.07.12, 第18-19段落 (ファミリーなし)

該文献に記載された発明には、空間分割多重接続方式におけるチャネル割当方法であって、時間軸方向へのチャネル割当、及び、パス多重方向へのチャネル割当を行うことが記載されている。

- 3) JP 07-303090 A (エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション) 1995.11.14, 第20段落, 第5, 10図 (ファミリーなし)

該文献に記載された発明において、第5図では周波数軸、時間軸で構成される二次元空間におけるユーザのアクセス速度に応じたタイムスロットの割当方法、及び、第10図では周波数軸、時間軸、符号空間軸で構成される三次元空間におけるユーザのアクセス速度に応じたタイムスロットの割当方法について記載されている。

本願の請求の範囲に係る発明は、必須チャネルを設けること、及び、該必須チャネルが空き状態のときに限り、該必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う構成となっているが、上記文献に記載された発明はそのような構成を有していない点で相違する。

しかして、本願の請求の範囲に係る発明は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも上記の構成は記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

第1欄 見解の基礎

1. この見解書は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎として作成された。

- ☐ この見解書は、_____語による翻訳文を基礎として作成した。
それは国際調査のために提出されたPCT規則12.3及び23.1(b)にいう翻訳文の言語である。

2. この国際出願で開示されかつ請求の範囲に係る発明に不可欠なヌクレオチド又はアミノ酸配列に関して、以下に基づき見解書を作成した。

- a. タイプ ☐ 配列表
☐ 配列表に関連するテーブル
- b. フォーマット ☐ 書面
☐ コンピュータ読み取り可能な形式
- c. 提出時期 ☐ 出願時の国際出願に含まれる
☐ この国際出願と共にコンピュータ読み取り可能な形式により提出された
☐ 出願後に、調査のために、この国際調査機関に提出された

3. ☐ さらに、配列表又は配列表に関連するテーブルを提出した場合に、出願後に提出した配列若しくは追加して提出した配列が出願時に提出した配列と同一である旨、又は、出願時の開示を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

4. 補足意見：

PCT/JP2004/013483

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

09.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 9月 9日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-317100
[ST. 10/C]: [JP2003-317100]

出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

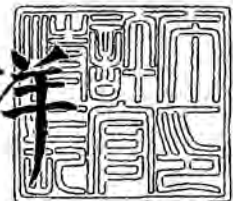


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2004-3092313

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH156172
【提出日】 平成15年 9月 9日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04L 12/28
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 永田 健悟
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 熊谷 智明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 大槻 信也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 齋藤 一賢
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 相河 聡
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100072718
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古谷 史旺
 【電話番号】 3343-2901
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013354
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9701422

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行うことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】

キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局 A と必須チャネルが設定されない無線局 B に区別し、

前記無線局 A を宛先とする無線パケットの場合には、前記必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、前記無線局 B を宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行うことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の無線パケット通信方法において、

並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定されることを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の無線パケット通信方法において、

データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】

キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備えたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 6】

キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局 A と必須チャネルが設定されない無線局 B に区別し、

前記無線パケットの宛先を検出し、前記無線局 A を宛先とする無線パケットの場合には、前記必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、前記無線局 B を宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備えたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 に記載の無線パケット通信装置において、
並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当する
パケット長が互いに同一または同等に設定される構成であることを特徴とする無線パケッ
ト通信装置。

【請求項 8】

請求項 1 または請求項 2 に記載の無線パケット通信装置において、
データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並
列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択する手段を備えたことを特徴とする
無線パケット通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来は、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、無線パケットの送信に先立って当該無線チャネルが空き状態か否かを検出（キャリアセンス）し、空き状態の場合にのみ1つの無線パケットを送信していた。このような制御により、1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができた（非特許文献1）。

【0003】

これに対して、キャリアセンスの際に複数の無線チャネルが空き状態であれば、その複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法を提案している（特願2003-173914）。以下、この手法の概要について、図13、図14を参照して説明する。

【0004】

図13(1)は、3個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが2個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて3個のうちの2個の無線パケットを並列送信する。図13(2)は、2個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて全て（2個）の無線パケットを並列送信する。

【0005】

図14は、公知の空間分割多重技術（非特許文献2）を併用する場合である。なお、空間分割多重は、複数のアンテナから同じ無線チャネルで同時に異なる無線パケットを送信し、対向する無線局の複数のアンテナに受信された各無線パケットの伝搬係数の違いに対応するデジタル信号処理により、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線パケットを分離する方式である。なお、伝搬係数等に応じて空間分割多重数が決定される。

【0006】

図14(1)は、各無線チャネルの空間分割多重数を2としたときに、7個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの並列伝送が可能であるので、3個の無線チャネルを用いて7個のうちの6個の無線パケットを並列送信する。

【0007】

図14(2)、(3)は、各無線チャネルの空間分割多重数を2としたときに、4個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの並列伝送が可能であるが、送信待ちの無線パケットは4個であるので、一部の無線チャネルについて空間分割多重を併用する。例えば、図14(2)に示すように、1個の無線チャネルは空間分割多重で2個の無線パケットを送信し、残りの2個の無線チャネルは空間分割多重を用いずにそれぞれ1個の無線パケットを送信し、全体で3個の無線チャネルを用いて4個の無線パケットを並列送信する。また、図14(3)に示すように、2個の無線チャネルでそれぞれ空間分割多重を併用し、全体で4個の無線パケットを並列送信する。

【0008】

ところで、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接している場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。一般に、無線パケットを伝送する場合には、送信側の無線局が無線パケットを送信した後に、受信側の無線局が受信した無線パケットに対して送達確認パケット（Ack）を送信側の無線局へ返送する。送信側の無線局がこの送達確認パケットを受信しようとするときに、並列送信に使用している他の無線チャネルからの漏洩

電力の影響が問題となる。

【0009】

例えば、図15に示すように、無線チャネル#1と無線チャネル#2の中心周波数が互いに近接し、各無線チャネルから並列送信する無線パケットの送信所要時間が異なる場合を想定する。ここでは、無線チャネル#1から送信された無線パケットが短いので、それに対する送達確認パケット(Ack1)が受信されるときに無線チャネル#2は送信中である。そのため、無線チャネル#1では、無線チャネル#2からの漏洩電力により送達確認パケット(Ack1)を受信できない可能性がある。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用して並列送信を行ったとしてもスループットの改善は見込めない。

【0010】

例えば無線LANシステムなどでは、ネットワークから入力するデータフレームのデータサイズは一定ではない。したがって、入力するデータフレームを順次に無線パケットに変換して送信する場合には、各無線パケットのパケット長も変化する。そのため、図15に示すように複数の無線パケットを同時に並列送信したとしても、各無線パケットの送信所要時間に違いが生じ、送達確認パケットの受信に失敗する可能性が高くなる。

【0011】

このような問題に対して、並列送信する複数の無線パケットのパケット長(無線パケットの送信に必要な時間)を同一または同等とすることにより、複数の無線パケットの送信を同時またはほぼ同時に終了させる方法を提案している(特願2003-173922、特願2003-177097、以下「先願」という)。これにより、複数の無線パケットのそれぞれに対する送達確認パケットが到着するタイミングでは、送信局は送信を行っていないので、無線チャネル間の漏洩電力などの影響を受けることなく、すべての送達確認パケットを受信することができ、スループットの改善に寄与することができる。

【非特許文献1】小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム(CSMA)標準規格、ARIB SDT-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【非特許文献2】黒崎 外、MIMOチャネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P2001-96, RCS2001-135(2001-10)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

ところで、並列送信する複数の無線パケットのパケット長を同一にしても、漏洩電力の影響が問題になる場合がある。以下、図16を参照して説明する。

【0013】

タイミングt1では、送信局の無線チャネル#1、#2が空き状態であり、無線チャネル#3がビジー状態にあるものとする。そのため、空き状態の無線チャネル#1、#2を用いて同一のパケット長の無線パケットを並列送信する。これにより、無線チャネル#1、#2間では互いの漏洩電力の影響は回避できる。しかし、この無線パケットの送信中(t2)に無線チャネル#3が空き状態になると、他の無線局では無線チャネル#3を空き状態と判断し、この無線チャネル#3を用いて当該送信局宛てに無線パケットを送信することがある。しかし、送信局では無線チャネル#1、#2を用いて無線パケットの送信中であり、その漏洩電力のために無線チャネル#3の無線パケットを受信することができない。すなわち、送信中の無線局は、送信チャネルの近隣の無線チャネルで送られた無線パケットを受信することができない。なお、この問題は複数の無線チャネルを用いた並列送信の場合に限らず、従来の1つの無線チャネルを用いて送信し、漏洩電力の影響を受ける近隣の無線チャネルで受信する場合でも発生する。

【0014】

本発明は、並列送信によるスループットの向上を目指す上で、近隣チャネルへの漏れこ

出証特2004-3092313

みの影響を回避することができる無線パケット通信方法および無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

請求項1に記載の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。

【0016】

請求項2に記載の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、無線局Aを宛先とする無線パケットの場合には、必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。

【0017】

ここで、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定される（請求項3）。また、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択するようにしてもよい（請求項4）。

【0018】

請求項5に記載の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備える。

【0019】

請求項6に記載の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、無線パケットの宛先を検出し、無線局Aを宛先とする無線パケットの場合には、必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備える。

【0020】

ここで、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定される構成とする（請求項7）。また、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択する手段を備えるようにしてもよい（請求項8）。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、複数の無線チャネルを用いるか空間分割多重方式を用いることにより複数の無線パケットを並列送信する場合に、必須チャネルを含む無線チャネルを用いて送信を行うようにし、必須チャネルが空き状態でなければ送信を禁止する。これにより、必須チャネルを含む無線チャネルを用いて送信している送信局に対しては、他の無線局から送信が行われないので、送信局で自局宛ての無線パケットの受信ができない事態を回避することができる。一方、他の無線局では、必須チャネルが空き状態になるのを待って送信局に対して無線パケットを送信することにより、確実に無線パケットを伝送することができ、スループットの改善を図ることができる。

【0022】

なお、送信する際には必須チャネルを含み、必須チャネルがビジー状態であれば他の無線チャネルが空き状態であっても送信を禁止する必須チャネルについては、複数の優先順位が設定された無線チャネルにおいて最高の優先順位が設定された無線チャネルとみることできる。

【0023】

また、必須チャネルの設定がなされていない無線局がある場合には、必須チャネルがビジー状態であってもその無線局間の送信を可能にすることにより、スループットの低下を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

(無線パケット通信方法の第1の実施形態)

図1は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のフローチャートを示す。図2は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3が用意され、各無線局に一律に必須チャネルとして無線チャネル#1が設定されているものとする。必須チャネルは、各無線局に対して定期的に報知され、各無線局は必須チャネルがビジー状態の場合には、仮に他の無線チャネルが空き状態であっても送信は行わないものとし、すべての送信が禁止される。また、無線チャネル#1、#2、#3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、1つの無線チャネルが送信中であれば他の無線チャネルで受信できないものとする。

【0025】

まず、送信バッファにデータが到着すると、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する(S1、S2)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて無線チャネル#3がビジー状態であり、無線チャネル#1および無線チャネル#2が空き状態として検索される。次に、必須チャネルが空き状態か否かを判断し(S3)、必須チャネルがビジー状態であれば空き状態の無線チャネルの検索に戻る。一方、必須チャネルが空き状態であれば、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて、例えば先願に示す方法により各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して(並列)送信する(S4)。ここでは、必須チャネルである無線チャネル#1が空き状態であるので、無線チャネル#2を含む2チャネルによって無線パケットの並列送信が行われる。

【0026】

データパケットの再構成の方法としては、例えばデータパケットが1つで空きチャネル数が2つの場合には、図3(1)に示すようにデータパケットを均等に2つに分割する。またデータパケットが2つで空きチャネル数が2つの場合には、図3(2)に示すように同一のパケット長になるようにデータパケットを適当に切り貼りする。また、複数の無線チャネルを使用する際に各無線チャネルの伝送速度が異なる場合には、各無線パケットのサイズ比を伝送速度比と同一になるように調整する。

【0027】

なお、他の無線局では無線チャネル#3が空き状態になっても、必須チャネルである無線チャネル#1がビジー状態であるので、送信は禁止される。一方、送信データ生起(2)のタイミングでは、必須チャネルである無線チャネル#1を含むすべての無線チャネルが

空き状態となるので、各無線局は送信可能状態となる。例えば、送信データ生起(1)のタイミングで無線パケットを送信した送信局に対して他の無線局が無線パケットを送信したい場合には、送信データ生起(2)のタイミングで行われる。

【0028】

(無線パケット通信方法の第2の実施形態)

図4は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のフローチャートを示す。図5は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、必須チャネルが設定される無線局Aと、必須チャネルが設定されない無線局Bが存在し、無線局Bを宛先とする送信の場合には特に制限はなく、無線局Aを宛先とする送信の場合には必須チャネルが空き状態のときに限り送信可能とし、必須チャネルがビジー状態であれば他の無線チャネルが空き状態であっても送信は禁止されるものとする。なお、第1の実施形態の場合には、すべての無線局に一律に必須チャネルが設定されているので、無線パケットの宛先を考慮することなく、送信する際には必ず必須チャネルを含む制御になっている。

【0029】

まず、送信バッファにデータが到着すると、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する(S1, S2)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて無線チャネル#3がビジー状態であり、無線チャネル#1および無線チャネル#2が空き状態として検索される。次に、送信バッファに到着した1つのデータパケットの宛先を解読し(S11)、その宛先となる無線局に必須チャネルが設定されているか否かを判断する(S12)。宛先の無線局に必須チャネルが設定されていれば、その必須チャネルが空き状態か否かを判断し(S13)、必須チャネルが空き状態であれば、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて、例えば先願に示す方法により各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して(並列)送信する(S4)。ここでは、無線局A宛ての無線パケットについて、必須チャネルである無線チャネル#1が空き状態であるので、無線チャネル#2を含む2チャネルによって無線パケットの並列送信が行われる。

【0030】

一方、S12において、宛先の無線局に必須チャネルが設定されていなければ、必須チャネルの空き状態を考慮することなく、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して(並列)送信する(S4)。また、S13において、必須チャネルが空き状態でなければ、必須チャネルが設定されている無線局A宛ての無線パケットの送信はできないので、送信バッファに他のデータパケットがあるか否かを判断し(S14)、他のデータパケットがあればS11の宛先解読に戻り、他のデータパケットがなければS2の空き状態の無線チャネルの検索を行う。

【0031】

ここでは、無線チャネル#3が空き状態となったときに、無線チャネル#3を用いて必須チャネルが設定されていない無線局B宛ての無線パケットの送信が可能となる。一方、無線チャネル#3による無線局A宛ての無線パケットの送信は、無線チャネル#1がビジー状態であるので禁止され、無線チャネル#1が空き状態になるまで待たされる。

【0032】

なお、送信データ生起(2)のタイミングでは無線チャネル#1、#2が空き状態となるので、必須チャネルが設定されている無線局A宛ての無線パケット、あるいは必須チャネルが設定されていない無線局B宛ての無線パケットのいずれでも、それらの無線チャネルを用いて送信が可能となる。

【0033】

(無線パケット通信方法の第3の実施形態)

図6は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第1の実施形態において無線パケットの並列送信に空間分割多重方式を併用するところにある。第1の実施形態におけるS4で無線パケットを再構成する際に、空間分割多重数×空きチャネル数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構

出証特 2004-3092313

成する (S5)。その他は第1の実施形態と同様である。

【0034】

(無線パケット通信方法の第4の実施形態)

図7は、本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、無線パケットの並列送信に空間分割多重方式を併用する場合に、第3の実施形態におけるS5で空間分割多重数×空きチャンネル数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構成する前に、伝搬係数よりアンテナ相関を求め、予め定めた閾値により1チャンネルに重複可能な空間分割多重数を求めるところにある (S6)。その他は第3の実施形態と同様である。

【0035】

(無線パケット通信方法の第5の実施形態)

図8は、本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第1の実施形態に示すように複数の無線チャネルを用いて並列送信を行うか、第3の実施形態に示す空間分割多重方式を用いて並列送信を行うか、送信バッファに到着したデータ数や第4の実施形態で示した伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて選択するところにある (S7)。この選択に応じて、空きチャンネル数または空間分割多重数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構成して並列送信する (S4, S8)。その他は第1の実施形態と同様である。

【0036】

(無線パケット通信方法の第6の実施形態)

図9は、本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第2の実施形態において無線パケットの並列送信に空間分割多重方式を併用するところにある。第2の実施形態におけるS4で無線パケットを再構成する際に、空間分割多重数×空きチャンネル数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構成する (S5)。その他は第2の実施形態と同様である。

【0037】

(無線パケット通信方法の第7の実施形態)

図10は、本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、無線パケットの並列送信に空間分割多重方式を併用する場合に、第6の実施形態におけるS5で空間分割多重数×空きチャンネル数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構成する前に、伝搬係数よりアンテナ相関を求め、予め定めた閾値により1チャンネルに重複可能な空間分割多重数を求めるところにある (S6)。その他は第6の実施形態と同様である。

【0038】

(無線パケット通信方法の第8の実施形態)

図11は、本発明の無線パケット通信方法の第8の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第2の実施形態に示すように複数の無線チャネルを用いて並列送信を行うか、第6の実施形態に示す空間分割多重方式を用いて並列送信を行うか、送信バッファに到着したデータ数や第7の実施形態で示した伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて選択するところにある (S7)。この選択に応じて、空きチャンネル数または空間分割多重数に対してそれぞれ同一のパケット長になるように再構成して並列送信する (S4, S8)。その他は第2の実施形態と同様である。

【0039】

(無線パケット通信装置の実施形態)

図12は、本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示す。ここでは、3個の無線チャネル#1, #2, #3を用いて3個の無線パケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線チャネルごとに空間分割多重を利用する場合には、(無線チャネル数×空間分割多重数)の無線パケットを並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。

【0040】

図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3と、送信バッファ21, パケット生成/再構成処理部22, 送信チャネル選択制御部23, パケット振り分け送信制御部24, パケット順序管理部25およびヘッダ除去部26とを備える。

【0041】

送受信処理部10-1, 10-2, 10-3は、互いに異なる無線チャネル#1, #2, #3で無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信できる構成になっている。各送受信処理部10は、変調器11, 無線送信部12, アンテナ13, 無線受信部14, 復調器15, パケット選択部16およびキャリア検出部17を備える。

【0042】

送信バッファ21の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され、バッファリングされる。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。送信バッファ21は、現在保持しているデータフレームの数、宛先となる無線パケット通信装置のID情報、データサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報などをパケット生成/再構成処理部22に逐次与え、さらにそれらの情報が送信チャネル選択制御部23に通知される。

【0043】

パケット生成/再構成処理部22は、図17に示すデータパケットを生成する。すなわち、送信バッファ21にバッファリングされた送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報や、宛先ごとに独立したデータフレームの順番を表すシーケンス番号や、無線チャネル上での占有時間を表すフィールドを含むヘッダと、無線パケットの誤りを検出するためのCRC符号部が付加される。また、複数の無線チャネルや空間分割多重方式を用いて複数の無線パケットを並列送信する場合には、図3に示すように各無線パケットが同等のパケット長になるように再構成する。

【0044】

一方、他の無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャネル#1, #2, #3を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部10-1, 10-2, 10-3のアンテナ13を介して無線受信部14に入力される。各無線チャネル対応の無線受信部14は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波およびAD変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部14には、それぞれ接続されたアンテナ13が送信のために使用されていない時に、各無線チャネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線チャネルの受信電界強度を表すRSSI信号がキャリア検出部17へ出力される。また、無線受信部14に対応する無線チャネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調部15へ出力される。

【0045】

復調器15は、無線受信部14から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットはパケット選択部16へ出力される。パケット選択部16は、入力されたデータパケットに対してCRCチェックを行い、誤りが検出されなかったデータパケットをキャリア検出部17へ出力する（後述するNAV設定用）。また、データパケットが誤りなく受信された場合には、その事実を送信チャネル選択制御部23に通知する（C1-1, C2-1, C3-1）とともに、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先IDが自局と一致するかどうかを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット順序管理部25へ出力する。また、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部16で当該パケットが破棄される。パケット順序管理部25は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部26へ出力す

出証特2004-3092313

る。ヘッダ除去部26は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。

【0046】

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部17は、この判定結果をキャリア検出結果として出力する。なお、各送受信処理部10において、アンテナ13が送信状態である場合にはキャリア検出部17にRSSI信号が入力されない。また、アンテナ13が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ13を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部17はRSSI信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

【0047】

また、キャリア検出部17は、パケット選択部16から入力されたデータパケット内に記述された占有時間をNAVに設定する。そして、このNAVの値および無線受信部14から入力されたRSSI信号に応じて、対応する無線チャネルが空き状態かビジーかを判定し、そのキャリア検出結果を送信チャネル選択制御部23へ出力する(C1-2, C2-2, C3-2)。送信チャネル選択制御部23は、各無線チャネルに対応するキャリア検出結果と、送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数とに基づいて、並列送信するデータパケット数を決定する。また、送信チャネル選択制御部23はデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、選択結果の情報をパケット振り分け送信制御部24に与える。

【0048】

送信チャネル選択制御部23は、たとえば空き状態の無線チャネル数Nが送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数K以上の場合には、このデータパケット数Kを並列送信するデータパケット数として決定し、決定したデータパケット数Kと同数の無線チャネルを空き状態の無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する(例えば図13(2)の場合)。また、空き状態の無線チャネル数Nが送信バッファ22に蓄積されたデータパケット数Kよりも少ない場合には、空き状態の無線チャネル数Nと同数のデータパケットを並列送信するデータパケット数として決定し、全ての空き状態の無線チャネルを選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する(例えば図13(1)の場合)。

【0049】

パケット振り分け送信制御部24は、送信チャネル選択制御部23から通知された並列送信するデータパケット数に基づいて、これと同数のデータパケットの出力を要求する要求信号をパケット生成/再構成処理部22に出力する。パケット生成/再構成処理部22は、パケット振り分け送信制御部24から入力された要求信号の内容を参照し、送信バッファ21が保持しているデータパケットのうち、送信バッファ21に入力された時刻が早いデータパケットから順に要求された数のデータパケットを取り出し、複数の無線パケットを並列送信する場合には各無線パケットが同等のパケット長になるように再構成してパケット振り分け送信制御部24に出力する。

【0050】

さらに、パケット振り分け送信制御部24は、パケット生成/再構成処理部22から入力された各データパケットと送信チャネル選択制御部23が選択した無線チャネルとの対応付けを行う。たとえば、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3に対応する3つの無線チャネル#1, #2, #3が全て空き状態であり、送信チャネル選択制御部23が3つの無線チャネル#1, #2, #3を全て選択し、送信バッファ22から3つのデータパケットが同時に入力され、かつこれらが同等のパケット長である場合には、これらの3つのデータパケットをそれぞれ無線チャネル#1, #2, #3に順番に対応付ければよい。

出証特2004-3092313

【0051】

このような対応付けの結果、無線チャンネル#1に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-1内の変調器11に入力され、無線チャンネル#2に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-2内の変調器11に入力され、無線チャンネル#3に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10-3内の変調器11に入力される。各変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部12に出力する。各無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャンネルを介してアンテナ13から無線パケットとして送信される。

【図面の簡単な説明】

【0052】

- 【図1】 本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態を示すフローチャート。
- 【図2】 本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図3】 データパケットの再構成の方法を示す図。
- 【図4】 本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態を示すフローチャート。
- 【図5】 本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図6】 本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態を示すフローチャート。
- 【図7】 本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態を示すフローチャート。
- 【図8】 本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態を示すフローチャート。
- 【図9】 本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態を示すフローチャート。
- 【図10】 本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態を示すフローチャート。
- 【図11】 本発明の無線パケット通信方法の第8の実施形態を示すフローチャート。
- 【図12】 本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示すブロック図。
- 【図13】 複数の無線チャンネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法を説明する図。
- 【図14】 複数の無線チャンネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法（空間分割多重を併用）を説明する図。
- 【図15】 無線チャンネルの漏洩電力の影響を説明する図。
- 【図16】 並列送信する無線パケットのパケット長を同一にしても漏洩電力の影響が問題になる場合を説明する図。
- 【図17】 本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成を示す図。

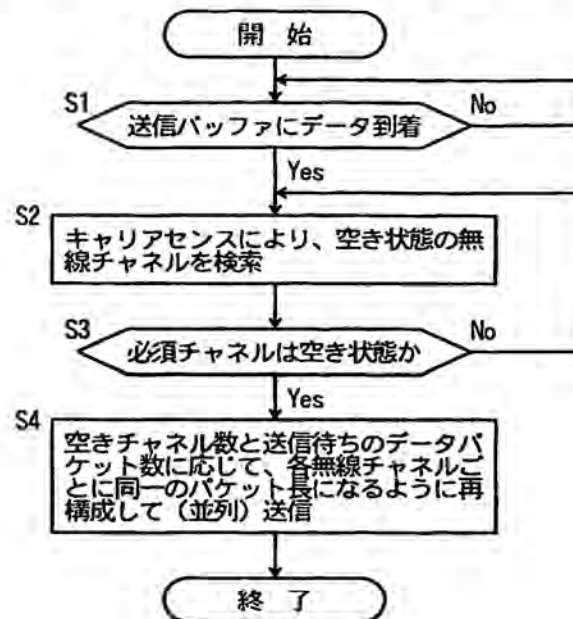
【符号の説明】

【0053】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 21 送信バッファ
- 22 パケット生成／再構成処理部
- 23 送信チャンネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部

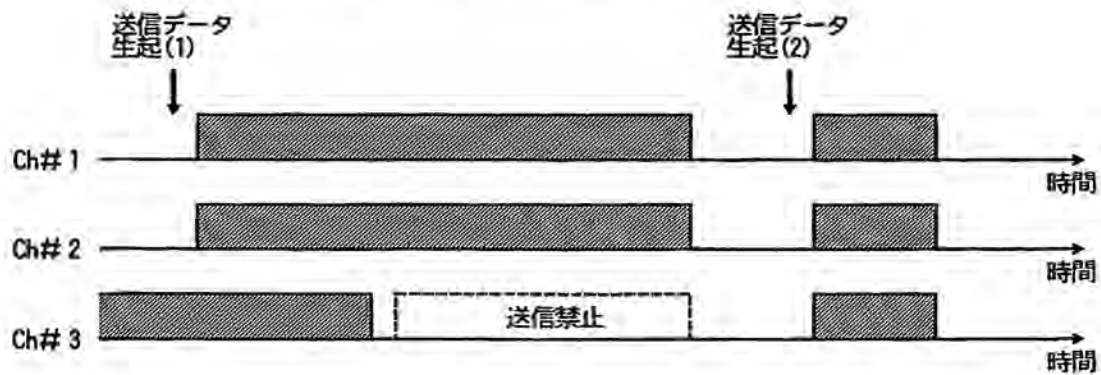
【書類名】 図面
【図 1】

本発明の無線バケット通信方法の第 1 の実施形態



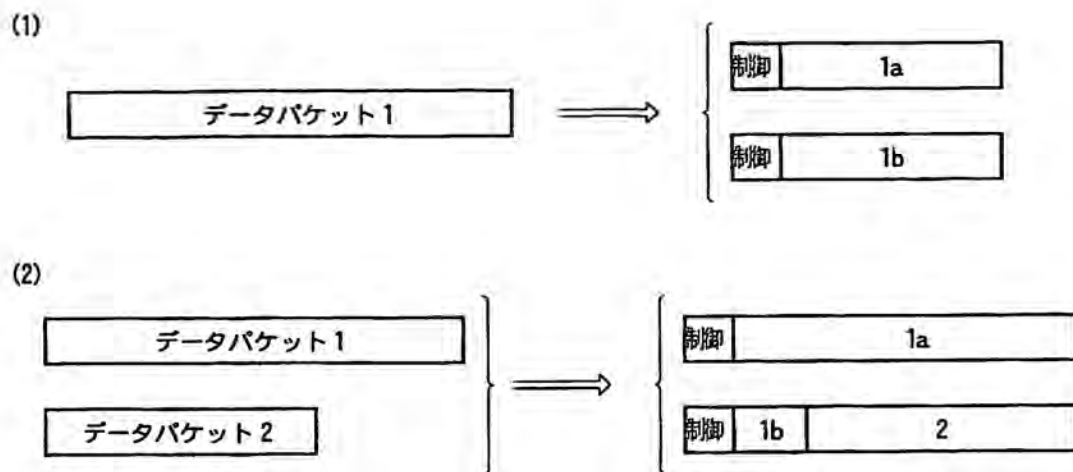
【図 2】

本発明の無線バケット通信方法の第 1 の実施形態



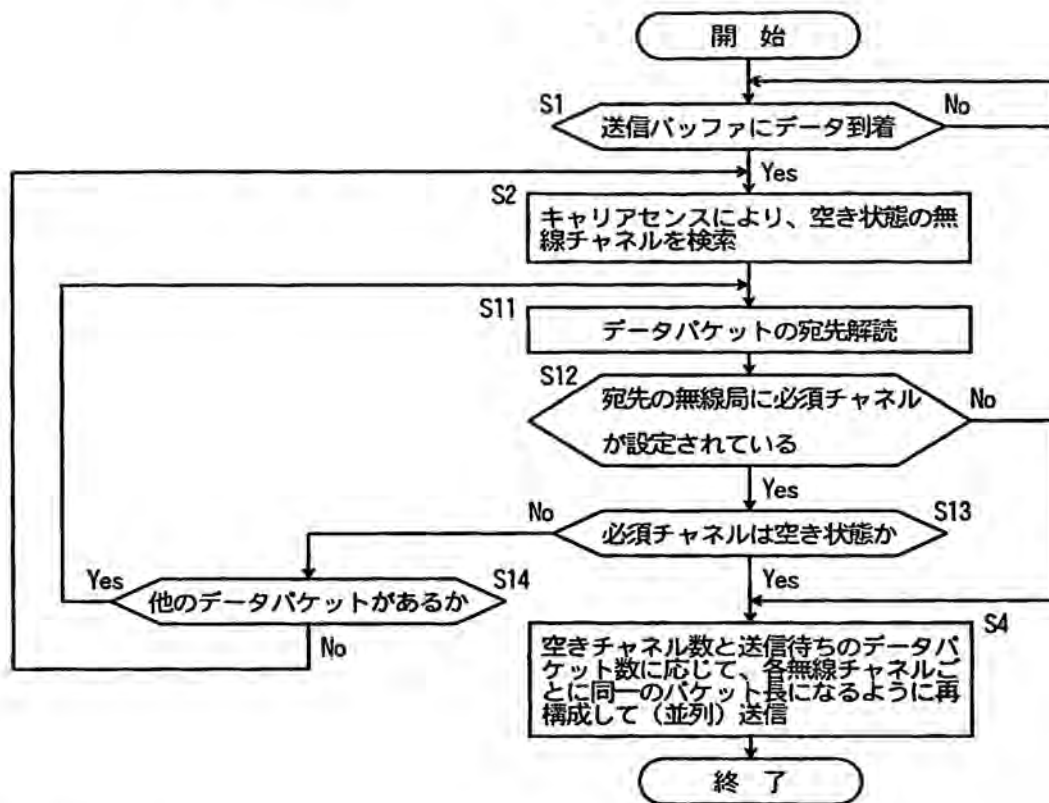
【図 3】

データパケットの再構成の方法



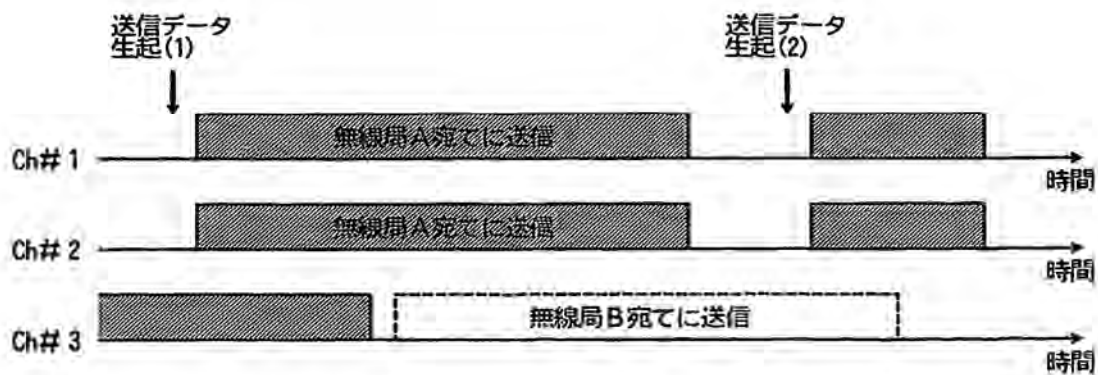
【図4】

本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態



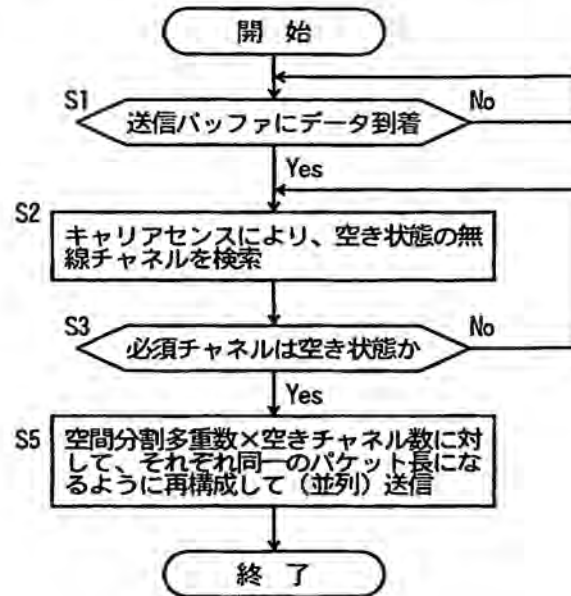
【図5】

本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態



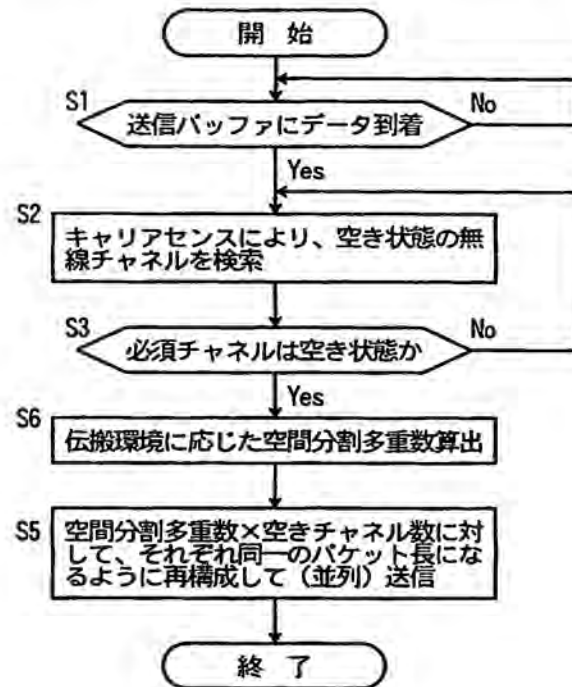
【図 6】

本発明の無線パケット通信方法の第 3 の実施形態



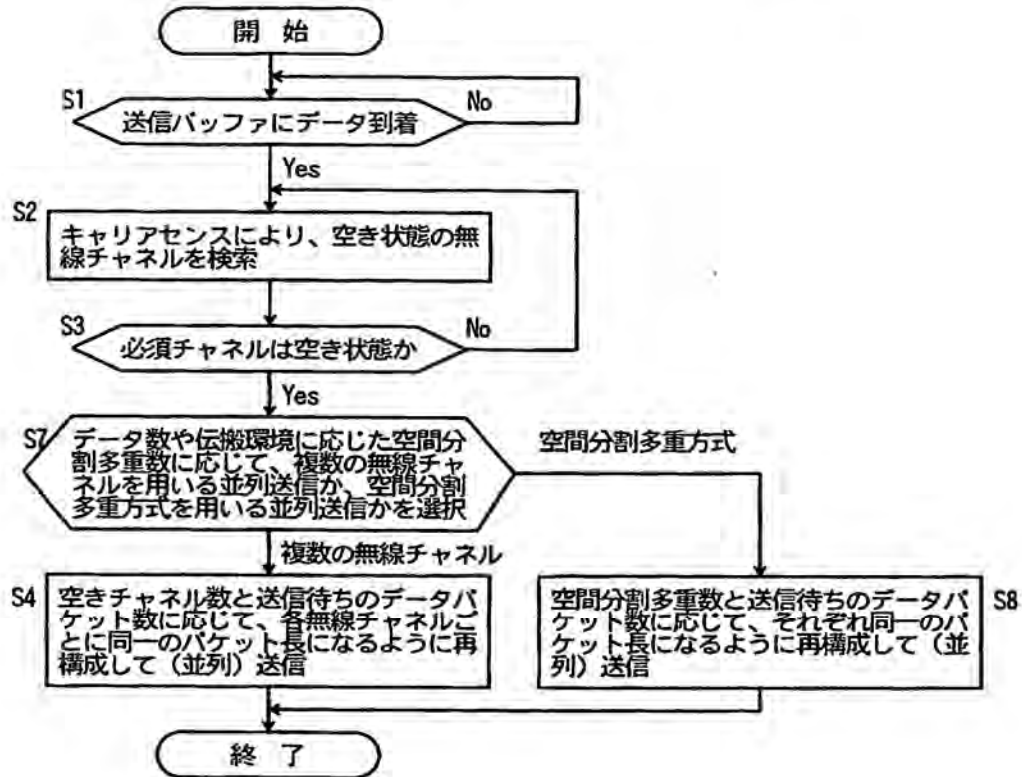
【図 7】

本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態



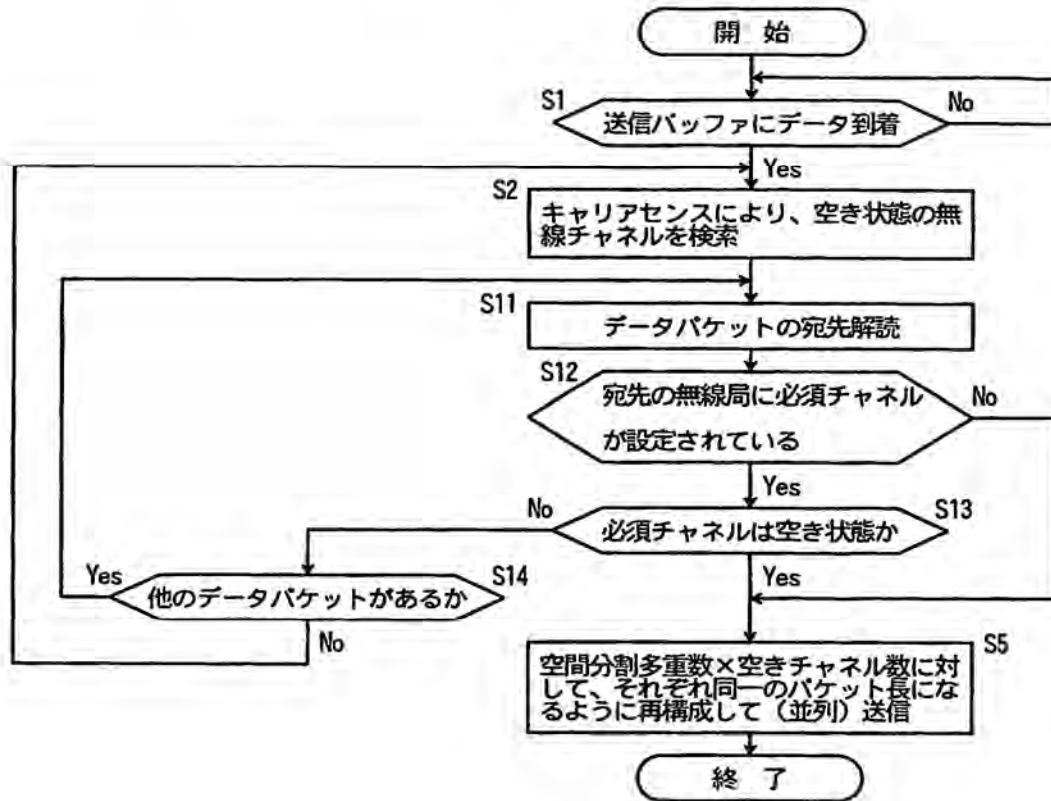
【図 8】

本発明の無線パケット通信方法の第 5 の実施形態



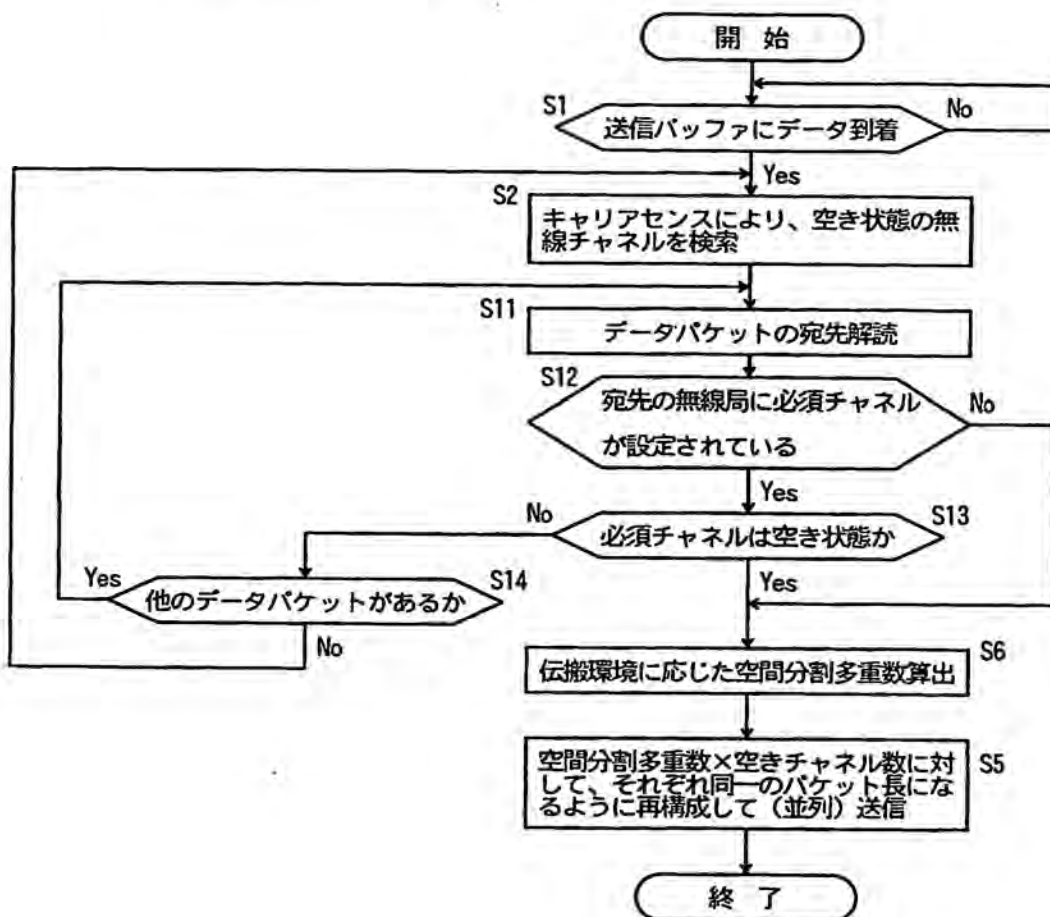
【図 9】

本発明の無線バケット通信方法の第 6 の実施形態



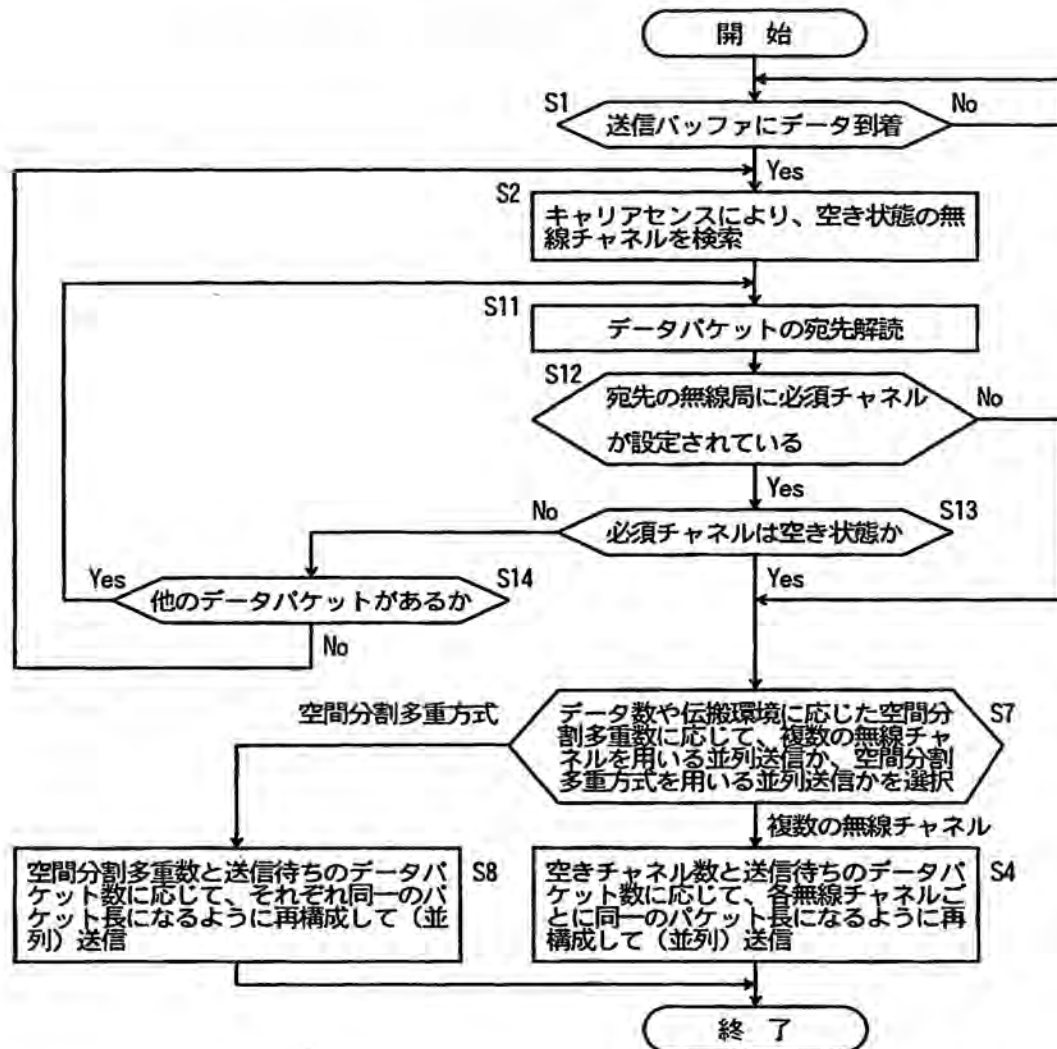
【図10】

本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態

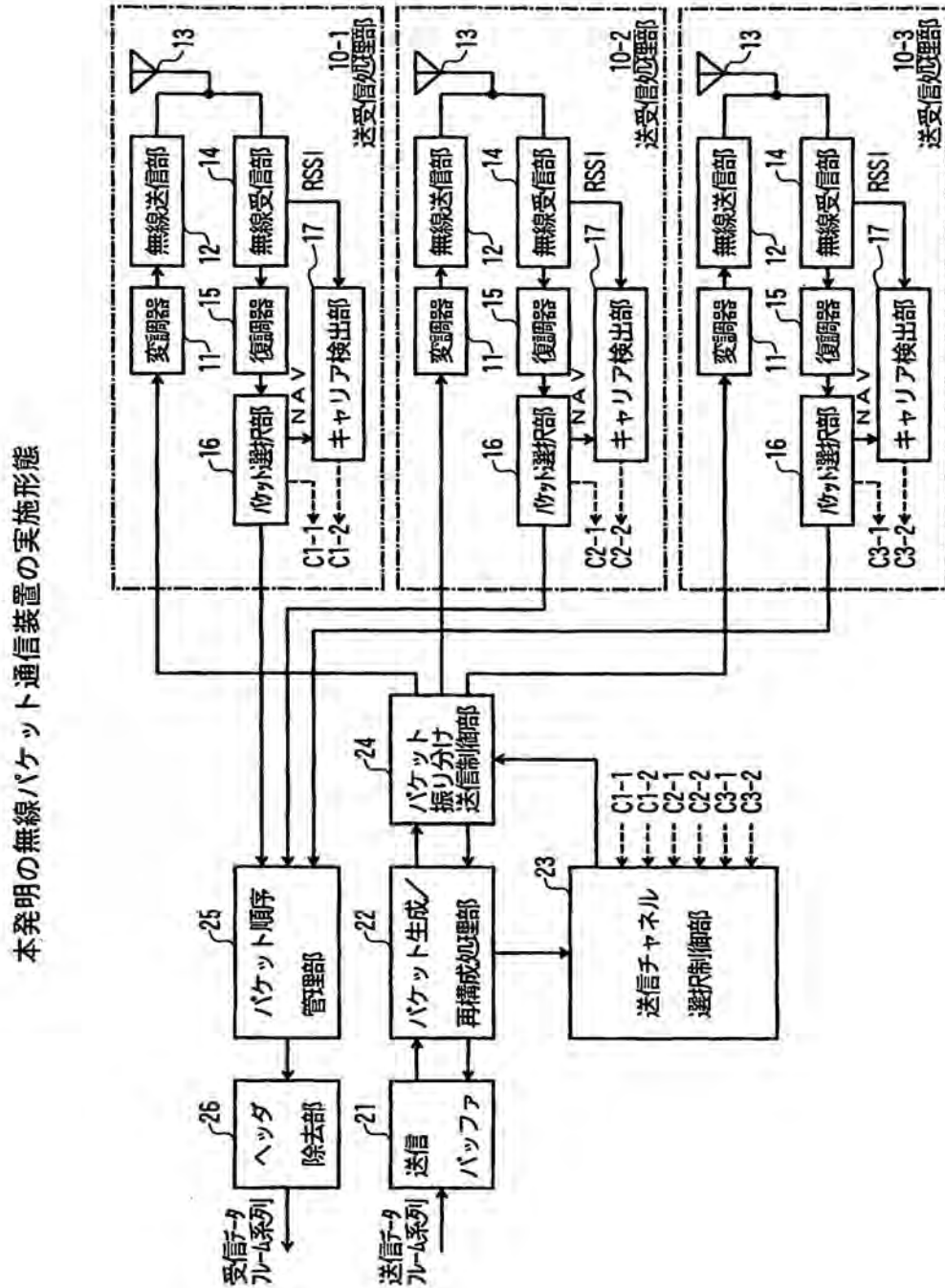


【図 11】

本発明の無線パケット通信方法の第 8 の実施形態

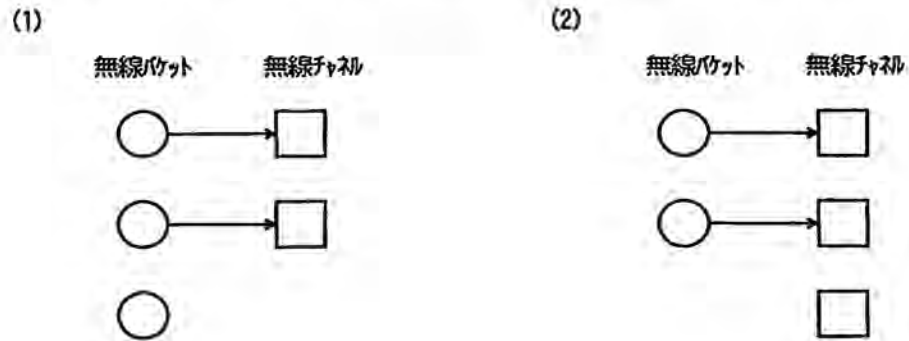


【圖 12】



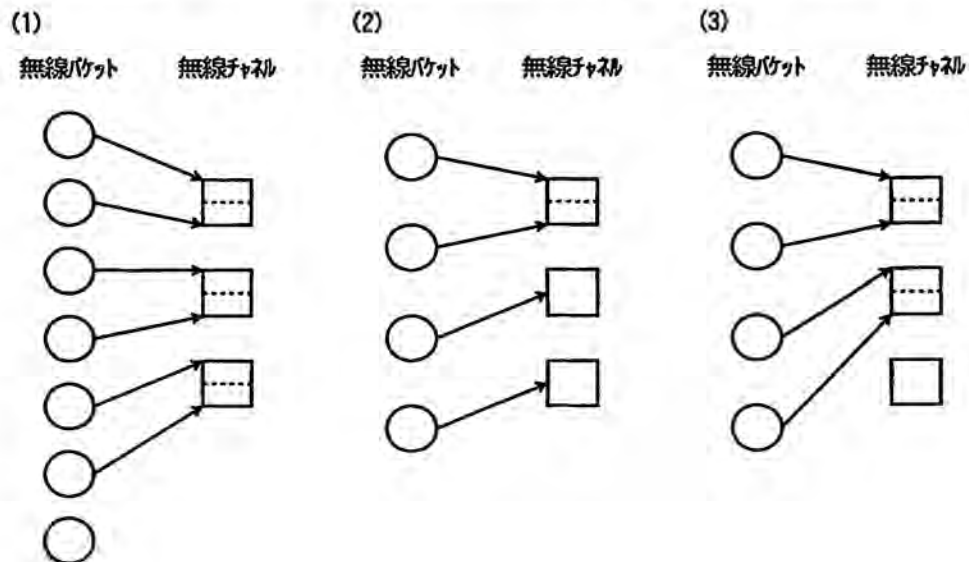
【図 13】

複数の無線チャネルを用いた複数の無線パケットを並列送信する方法



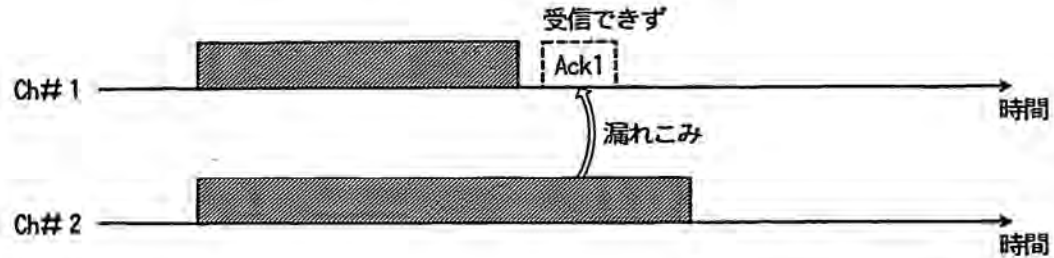
【図 14】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法



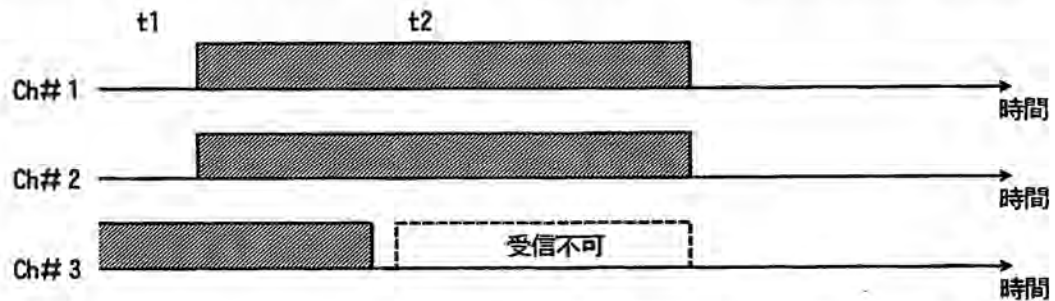
【図 15】

無線チャネルの漏洩電力の影響



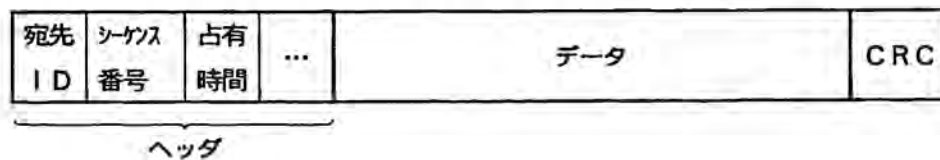
【図 16】

並列送信する無線パケットの packets 長を同一にしても漏洩電力の影響が問題になる場合



【図 17】

本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 送信中の無線局が送信チャネルの近隣の無線チャネルで送られた無線パケットを受信できない問題を解決し、並列送信によるスループットの向上を目指す。

【解決手段】 キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。

【選択図】 図1

特願 2003-317100

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏名

日本電信電話株式会社

10/553107

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2009

Application Data Sheet

Application Information

Application Type::	Regular
Subject Matter::	Utility
Suggested Group Art Unit::	N/A
CD-ROM or CD-R?::	None
Sequence submission?::	None
Computer Readable Form (CRF)?::	No
Title::	WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS
Attorney Docket Number::	6268-000010/US/NP
Request for Early Publication?::	No
Request for Non-Publication?::	No
Total Drawing Sheets::	12
Small Entity?::	No
Petition included?::	No
Secrecy Order in Parent Appl.?::	No

Applicant Information

Applicant Authority Type::	Inventor
Primary Citizenship Country::	Japan
Status::	Full Capacity
Given Name::	Kengo
Family Name::	NAGATA
City of Residence::	Yokohama-shi, Kanagawa
Country of Residence::	Japan
Street of mailing address::	c/o NTT Intellectual Property Center 9-11, Midori-cho 3-chome, Musashino-shi
City of mailing address::	Tokyo
Country of mailing address::	Japan

Postal or Zip Code of mailing address:: 180-8585

Applicant Authority Type:: Inventor
Primary Citizenship Country:: Japan
Status:: Full Capacity
Given Name:: Tomoaki
Family Name:: KUMAGAI
City of Residence:: Yokosuka-shi, Kanagawa
Country of Residence:: Japan
Street of mailing address:: c/o NTT Intellectual Property Center
9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi
City of mailing address:: Tokyo
Country of mailing address:: Japan
Postal or Zip Code of mailing address:: 180-8585

Applicant Authority Type:: Inventor
Primary Citizenship Country:: Japan
Status:: Full Capacity
Given Name:: Shinya
Family Name:: OTSUKI
City of Residence:: Yokohama-shi, Kanagawa
Country of Residence:: Japan
Street of mailing address:: c/o NTT Intellectual Property Center
9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi
City of mailing address:: Tokyo
Country of mailing address:: Japan
Postal or Zip Code of mailing address:: 180-8585

Applicant Authority Type:: Inventor
Primary Citizenship Country:: Japan
Status:: Full Capacity
Given Name:: Kazuyoshi

Family Name:: SAITO
City of Residence:: Hachioji-shi, Tokyo
Country of Residence:: Japan
Street of mailing address:: c/o NTT Intellectual Property Center
9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi
City of mailing address:: Tokyo
Country of mailing address:: Japan
Postal or Zip Code of mailing address:: 180-8585

Applicant Authority Type:: Inventor
Primary Citizenship Country:: Japan
Status:: Full Capacity
Given Name:: Satoru
Family Name:: AIKAWA
City of Residence:: Yokohama-shi, Kanagawa
Country of Residence:: Japan
Street of mailing address:: c/o NTT Intellectual Property Center
9-11, Midori-cho 3-Chome, Musashino-shi
City of mailing address:: Tokyo
Country of mailing address:: Japan
Postal or Zip Code of mailing address:: 180-8585

Correspondence Information

Correspondence Customer Number:: 27572

Representative Information

Gregory A. Stobbs Reg. No.: 28,764

Domestic Priority Information

Application::	Continuity Type::	Parent Application::	Parent Filing Date::
This Application	National Stage of	PCT/JP2004/013483	09/09/04

Foreign Priority Information

Country::	Application number::	Filing Date::	Priority Claimed::
Japan	2003-317100	09/09/03	Yes

Assignee Information

Assignee name:: NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION

Street of mailing address:: 3-1, Otemachi 2-chome
Chiyoda-ku

City of mailing address:: Tokyo

Country of mailing address:: Japan

Postal or Zip Code of mailing address:: 100-8116

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 3 月 24 日 (24.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/027555 A1

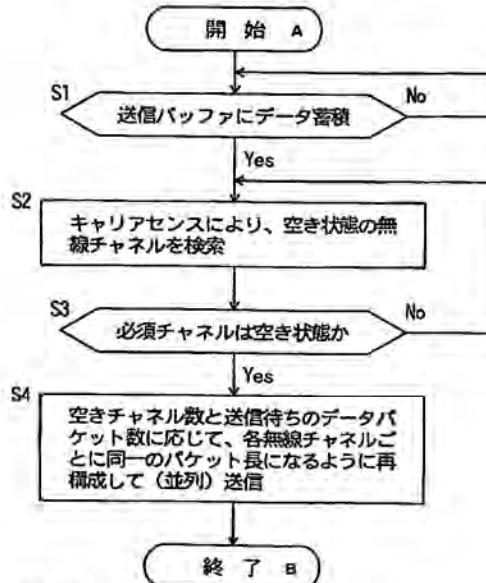
- (51) 国際特許分類: H04Q 7/36, H04J 15/00
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/013483
 (22) 国際出願日: 2004 年 9 月 9 日 (09.09.2004)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2003-317100 2003 年 9 月 9 日 (09.09.2003) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 永田 健悟 (NAGATA, Kengo) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 熊谷 智明 (KUMAGAI, Tomoaki) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大槻 信也 (OTSUKI, Shinya) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 斎藤 一賢 (SAITO, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 相河 聡 (AIKAWA, Satoru) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(続葉有)

(54) Title: RADIO PACKET COMMUNICATION METHOD AND RADIO PACKET COMMUNICATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 無線パケット通信方法および無線パケット通信装置



A START
 S1 STORE DATA IN TRANSMISSION BUFFER
 S2 SEARCH FOR OPEN RADIO CHANNEL BY USE OF CARRIER SENSE
 S3 INDISPENSABLE CHANNEL IS OPEN?
 S4 RECONSTARCT DATA PACKETS SUCH THAT THEIR PACKET LENGTHS ARE EQUAL TO EACH OTHER FOR EACH RADIO CHANNEL IN ACCORDANCE WITH NUMBER OF OPEN CHANNELS AND NUMBER OF DATA PACKETS WAITING FOR TRANSMISSION, AND (PARALLEL) TRANSMIT THE DATA PACKETS
 B END

(57) Abstract: In a radio packet communication method for parallel transmitting a plurality of radio packets by use of a plurality of radio channels that are judged as being open by carrier sense, or for parallel transmitting a plurality of radio packets by use of space division multiplexing using a single radio channel that is judged as being open, or for parallel transmitting a plurality of radio packets by use of combination of them, an indispensable channel to be necessarily used for transmission is set, and only when the indispensable channel is open, radio channels including this indispensable channel are used to transmit the radio packets. That is, in a case of parallel transmitting a plurality of radio packets, radio channels including the indispensable channel are used for transmission, and if the indispensable channel is not open, the transmission is inhibited.

(57) 要約: キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。すなわ

ち、複数の無線パケットを並列送信する場合に、必須チャネルを含む無線チャネルを用いて送信を行うようにし、必須チャネルが空き状態でなければ送信を禁止する。

WO 2005/027555 A1



(74) 代理人: 古谷 史旺, 外(FURUYA, Fumio et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 1 丁目 19 番 5 号 第 2 明宝ビル 9 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

5 技術分野

本発明は、複数の無線チャネルまたは空間分割多重方式を利用して複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

10 背景技術

従来の無線パケット通信装置では、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、データパケットの送信に先立って当該無線チャネルが空き状態か否かを検出（キャリアセンス）し、当該無線チャネルが空き状態の場合にのみ1つのデータパケットを送信していた。このような制御により、1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができた（(1) IEEE802.11 "MAC and PHY Specification for Metropolitan Area Networks", IEEE 802.11, 1998、(2) 小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB SDT-T71 1.0版、（社）電波産業会、平成12年策定）。

これに対して、キャリアセンスの際に複数の無線チャネルが空き状態であれば、その複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法がある。以下、この手法の概要について、図13、図14を参照して説明する。

図13(1)は、3個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが2個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて3個のうちの2個の無線パケットを並列送信する。図13(2)は、2個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて全て（2個）の無線パケットを並列送信する。

図14は、公知の空間分割多重技術（黒崎 外、MIMOチャネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、電子情報通信

学会技術研究報告、A・P2001-96, RCS2001-135(2001-10))を併用する場合である。空間分割多重は、複数のアンテナから同じ無線チャネルで同時に異なる無線パケットを送信し、対向する無線局の複数のアンテナに受信された各無線パケットの伝搬係数の違いに対応するデジタル信号処理により、同じ無線チャネルで
5 同時に送信された複数の無線パケットを分離する方式である。なお、伝搬係数等に応じて空間分割多重数が決定される。

図14(1)は、各無線チャネルの空間分割多重数を2としたときに、7個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの並列
10 伝送が可能であるので、3個の無線チャネルを用いて7個のうちの6個の無線パケットを並列送信する。

図14(2),(3)は、各無線チャネルの空間分割多重数を2としたときに、4個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの
15 並列伝送が可能であるが、送信待ちの無線パケットは4個であるので、一部の無線チャネルについて空間分割多重を併用する。例えば、図14(2)に示すように、1個の無線チャネルは空間分割多重で2個の無線パケットを送信し、残りの2個の無線チャネルは空間分割多重を用いずにそれぞれ1個の無線パケットを送信し、全体で3個の無線チャネルを用いて4個の無線パケットを並列送信する。また、
20 図14(3)に示すように、2個の無線チャネルでそれぞれ空間分割多重を併用し、全体で4個の無線パケットを並列送信する。

ところで、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接している場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。一般に、無線パケットを伝送する
25 場合には、送信側の無線局が無線パケットを送信した後に、受信側の無線局が受信した無線パケットに対して送達確認パケット(Ack)を送信側の無線局へ返送する。送信側の無線局がこの送達確認パケットを受信しようとするときに、並列送信に使用している他の無線チャネルからの漏洩電力の影響が問題となる。

例えば、図15に示すように、無線チャネル#1と無線チャネル#2の中心周

波数が互いに近接し、各無線チャネルから並列送信する無線パケットの送信所要時間が異なる場合を想定する。ここでは、無線チャネル#1から送信された無線パケットが短いので、それに対する送達確認パケット(Ack1)が受信されるときに無線チャネル#2は送信中である。そのため、無線チャネル#1では、無線チャネル#2からの漏洩電力により送達確認パケット(Ack1)を受信できない可能性がある。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用して並列送信を行ったとしてもスループットの改善は見込めない。

例えば無線LANシステムなどでは、ネットワークから入力するデータフレームのデータサイズは一定ではない。したがって、入力するデータフレームを順次に無線パケットに変換して送信する場合には、各無線パケットのパケット長も変化する。そのため、図15に示すように複数の無線パケットを同時に並列送信したとしても、各無線パケットの送信所要時間に違いが生じ、送達確認パケットの受信に失敗する可能性が高くなる。

このような問題に対して、並列送信する複数の無線パケットのパケット長(無線パケットの送信に必要な時間)を同一または同等とすることにより、複数の無線パケットの送信を同時またはほぼ同時に終了させる方法がある。これにより、複数の無線パケットのそれぞれに対する送達確認パケットが到着するタイミングでは、送信局は送信を行っていないので、無線チャネル間の漏洩電力などの影響を受けることなく、すべての送達確認パケットを受信することができ、スループットの改善に寄与することができる。

しかし、並列送信する複数の無線パケットのパケット長を同一にしても、漏洩電力の影響が問題になる場合がある。以下、図16を参照して説明する。

タイミングt1では、送信局の無線チャネル#1、#2が空き状態であり、無線チャネル#3がビジー状態にあるものとする。そのため、空き状態の無線チャネル#1、#2を用いて同一のパケット長の無線パケットを並列送信する。これにより、無線チャネル#1、#2間では互いの漏洩電力の影響は回避できる。しかし、この無線パケットの送信中(t2)に無線チャネル#3が空き状態になると、他の無線局では無線チャネル#3を空き状態と判断し、この無線チャネル#3を用いて当該送信局宛てに無線パケットを送信することがある。しかし、送信局で

は無線チャネル# 1, # 2を用いて無線パケットの送信中であり、その漏洩電力のために無線チャネル# 3の無線パケットを受信することができない。すなわち、送信中の無線局は、送信チャネルの近隣の無線チャネルで送られた無線パケットを受信することができない。なお、この問題は複数の無線チャネルを用いた並列送信の場合に限らず、従来の1つの無線チャネルを用いて送信し、漏洩電力の影響を受ける近隣の無線チャネルで受信する場合でも発生する。

本発明の目的は、近隣チャネルへの漏れこみの影響を回避し、並列送信によるスループットの向上を図るところにある。

10 発明の開示

請求の範囲1の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。

すなわち、複数の無線パケットを並列送信する場合に、必須チャネルを含む無線チャネルを用いて送信を行うようにし、必須チャネルが空き状態でなければ送信を禁止する。なお、送信する際には必須チャネルを含み、必須チャネルがビジー状態であれば他の無線チャネルが空き状態であっても送信を禁止する必須チャネルについては、複数の優先順位が設定された無線チャネルにおいて最高の優先順位が設定された無線チャネルとみることできる。

請求の範囲2の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、無線局Aを宛先と

する無線パケットの場合には、必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。

- 5 無線局Aについては、請求の範囲1の発明と同様の機能を有し、必須チャネルの設定がなされていない無線局Bについては、必須チャネルがビジー状態であってもその無線局間の送信を可能にする。

請求の範囲3の発明は、請求の範囲1または請求の範囲2において、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパ
10 ケット長が互いに同一または同等に設定される。

請求の範囲4の発明は、請求の範囲1または請求の範囲2において、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択する。

- 請求の範囲5の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の
15 無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用
20 いて無線パケットの送信を行う手段を備える。

- 請求の範囲6の発明は、キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信す
25 る無線パケット通信装置において、送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、無線パケットの宛先を検出し、無線局Aを宛先とする無線パケットの場合には、必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャ

ネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備える。

請求の範囲 7 の発明は、請求の範囲 5 または請求の範囲 6 において、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定される。

- 5 請求の範囲 8 の発明は、請求の範囲 5 または請求の範囲 6 において、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択する。

図面の簡単な説明

- 10 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態を示すフローチャートである。
図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 3 は、データパケットの再構成の方法を説明する図である。
図 4 は、本発明の第 2 の実施形態を示すフローチャートである。
図 5 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
15 図 6 は、本発明の第 3 の実施形態を示すフローチャートである。
図 7 は、本発明の第 4 の実施形態を示すフローチャートである。
図 8 は、本発明の第 5 の実施形態を示すフローチャートである。
図 9 は、本発明の第 6 の実施形態を示すフローチャートである。
図 10 は、本発明の第 7 の実施形態を示すフローチャートである。
20 図 11 は、本発明の第 8 の実施形態を示すフローチャートである。
図 12 は、本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示すブロック図である。
図 13 は、複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法を説明する図である。
図 14 は、複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方
25 法（空間分割多重を併用）を説明する図である。
図 15 は、無線チャネルの漏洩電力の影響を説明する図である。
図 16 は、並列送信する無線パケットのパケット長を同一にしても漏洩電力の影響が問題になる場合を説明する図である。
図 17 は、本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成を示す

図である。

発明を実施するための最良の形態

[第1の実施形態]

- 5 図1は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のフローチャートを示す。図2は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3が用意され、各無線局に一律に必須チャネルとして無線チャネル#1が設定されているものとする。必須チャネルは、各無線局に対して定期的に報知され、各無線局は必須チャネルがビジー状態の場合には、仮に他の無線チャネルが空き状態であっても送信は行わないものとし、すべての送信が禁止される。また、無線チャネル#1、#2、#3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、1つの無線チャネルが送信中であれば他の無線チャネルで受信できないものとする。

- 15 まず、送信バッファにデータが蓄積されると、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する(S1、S2)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて無線チャネル#3がビジー状態であり、無線チャネル#1および無線チャネル#2が空き状態として検索される。次に、必須チャネルが空き状態か否かを判断し(S3)、必須チャネルがビジー状態であれば空き状態の無線チャネルの検索に戻る。一方、必須チャネルが空き状態であれば、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて、各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して(並列)送信する(S4)。ここでは、必須チャネルである無線チャネル#1が空き状態であるので、無線チャネル#2を含む2
- 20 チャンネルによって無線パケットの並列送信が行われる。

- 25 データパケットの再構成の方法としては、次の3つの方法がある。例えばデータパケットが1つで空きチャネル数が2つの場合には、図3(1)に示すようにデータパケットを分割することにより、同一パケット長の2つのデータパケットを生成する。またデータパケットが3つで空きチャネル数が2つの場合には、図3(2)に示すように、例えばデータパケット2を分割してそれぞれデータパケット1およびデータパケット3と結合することにより、同一パケット長の2つのデー

- タパケットを生成する。あるいは、3つのデータパケットを連結してから2分割しても同様である。また、図3(3)に示すように、データパケット1とデータパケット2を連結し、データパケット3にダミービットを付加し、同一パケット長の2つのデータパケットを生成する。また、複数の無線チャネルを使用する際に
- 5 各無線チャネルの伝送速度が異なる場合には、各データパケットのサイズ比を伝送速度比に対応させてパケット長が同じになるように調整する。

- なお、他の無線局では無線チャネル#3が空き状態になっても、必須チャネルである無線チャネル#1がビジー状態であるので、送信は禁止される。一方、送信データ生起(2)のタイミングでは、必須チャネルである無線チャネル#1を含む
- 10 すべての無線チャネルが空き状態となるので、各無線局は送信可能状態となる。例えば、送信データ生起(1)のタイミングで無線パケットを送信した送信局に対して他の無線局が無線パケットを送信したい場合には、送信データ生起(2)のタイミングで行われる。

[第2の実施形態]

- 15 図4は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のフローチャートを示す。図5は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、必須チャネルが設定される無線局Aと、必須チャネルが設定されない無線局Bが存在し、無線局Bを宛先とする送信の場合には特に制限はなく、無線局Aを宛先とする送信の場合には必須チャネルが空き状態のときに限り送信可能とし、必須チャネルがビジー状態であれば他の無線チャネルが空き状態であつても送信は禁止されるものとする。なお、第1の実施形態の場合には、
- 20 すべての無線局に一律に必須チャネルが設定されているので、無線パケットの宛先を考慮することなく、送信する際には必ず必須チャネルを含む制御になっている。
- 25 まず、送信バッファにデータが蓄積されると、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する(S1, S2)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて無線チャネル#3がビジー状態であり、無線チャネル#1および無線チャネル#2が空き状態として検索される。次に、送信バッファに到着した1つのデータパケットの宛先を解読し(S11)、その宛先となる無線局に必

須チャネルが設定されているか否かを判断する（S12）。宛先の無線局に必須チャネルが設定されていれば、その必須チャネルが空き状態か否かを判断し（S13）、必須チャネルが空き状態であれば、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて、各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して（並列）送信する（S4）。ここでは、無線局A宛ての無線パケットについて、必須チャネルである無線チャネル#1が空き状態であるので、無線チャネル#2を含む2チャネルによって無線パケットの並列送信が行われる。

一方、S12において、宛先の無線局に必須チャネルが設定されていなければ、必須チャネルの空き状態を考慮することなく、空きチャネル数と送信待ちのデータパケット数に応じて各無線チャネルごとに同一のパケット長になるように再構成して（並列）送信する（S4）。また、S13において、必須チャネルが空き状態でなければ、必須チャネルが設定されている無線局A宛ての無線パケットの送信はできないので、送信バッファに他のデータパケットがあるか否かを判断し（S14）、他のデータパケットがあればS11の宛先解読に戻り、他のデータパケットがなければS2の空き状態の無線チャネルの検索を行う。

ここでは、無線チャネル#3が空き状態となったときに、無線チャネル#3を用いて必須チャネルが設定されていない無線局B宛ての無線パケットの送信が可能となる。一方、無線チャネル#3による無線局A宛ての無線パケットの送信は、無線チャネル#1がビジー状態であるので禁止され、無線チャネル#1が空き状態になるまで待たされる。

なお、送信データ生起(2)のタイミングでは無線チャネル#1、#2が空き状態となるので、必須チャネルが設定されている無線局A宛ての無線パケット、あるいは必須チャネルが設定されていない無線局B宛ての無線パケットのいずれでも、それらの無線チャネルを用いて送信が可能となる。

25 [第3の実施形態]

図6は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第1の実施形態において無線パケットの並列送信に空間分割多重方式を併用するところにある。第1の実施形態におけるS4で無線パケットを再構成する際に、空きチャネルの各空間分割多重数の総和に相当する

並列送信数に対して、それぞれ同一の packets 長になるように再構成する (S 5)。その他は第 1 の実施形態と同様である。

〔第 4 の実施形態〕

図 7 は、本発明の無線 packets 通信方法の第 4 の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、無線 packets の並列送信に空間分割多重方式を併用する場合に、第 3 の実施形態における S 5 で空きチャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数に対してそれぞれ同一の packets 長になるように再構成する前に、伝搬係数よりアンテナ相関を求め、予め定めた閾値により 1 チャネルに重複可能な空間分割多重数を求めるところにある (S 6)。その他は第 3 の実施形態と同様である。

〔第 5 の実施形態〕

図 8 は、本発明の無線 packets 通信方法の第 5 の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第 1 の実施形態に示すように複数の無線チャネルを用いて並列送信を行うか、第 3 の実施形態に示す空間分割多重方式を用いて並列送信を行うか、送信バッファに蓄積されたデータ数や第 4 の実施形態で示した伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて選択するところにある (S 7)。この選択に応じて、空きチャネル数または空間分割多重数に対してそれぞれ同一の packets 長になるように再構成して並列送信する (S 4, S 8)。その他は第 1 の実施形態と同様である。

〔第 6 の実施形態〕

図 9 は、本発明の無線 packets 通信方法の第 6 の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第 2 の実施形態において無線 packets の並列送信に空間分割多重方式を併用するところにある。第 2 の実施形態における S 4 で無線 packets を再構成する際に、空きチャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数に対してそれぞれ同一の packets 長になるように再構成する (S 5)。その他は第 2 の実施形態と同様である。

〔第 7 の実施形態〕

図 10 は、本発明の無線 packets 通信方法の第 7 の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、無線 packets の並列送信に空間分割多重方式を併

用する場合に、第6の実施形態におけるS5で空きチャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数に対してそれぞれ同一の packets 長になるように再構成する前に、伝搬係数よりアンテナ相関を求め、予め定めた閾値により1チャネルに重複可能な空間分割多重数を求めるところにある(S6)。その他は第6
5 の実施形態と同様である。

〔第8の実施形態〕

図11は、本発明の無線 packets 通信方法の第8の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第2の実施形態に示すように複数の無線チャネルを用いて並列送信を行うか、第6の実施形態に示す空間分割多重方式を用いて並
10 列送信を行うか、送信バッファに到着したデータ数や第7の実施形態で示した伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて選択するところにある(S7)。この選択に応じて、空きチャネル数または空間分割多重数に対してそれぞれ同一の packets 長になるように再構成して並列送信する(S4, S8)。その他は第2の実施形態と同様である。

15 〔無線 packets 通信装置の構成例〕

図12は、本発明の無線 packets 通信装置の構成例を示す。ここでは、3個の無線チャネル#1, #2, #3を用いて3個の無線 packets を並列に送受信可能な無線 packets 通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線チャネルごとに空間分割多重を利用する場合には、複数の無線
20 無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数の無線 packets を並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。また、複数の無線チャネルを個々に独立に使用する場合についても同様である。

図において、無線 packets 通信装置は、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3と、送信バッファ21, データ packets 生成部22, データフレーム管理部23, チャネル状態管理部24, packets 振り分け送信制御部25, packets 順序管理部26およびヘッダ除去部27とを備える。
25

送受信処理部10-1, 10-2, 10-3は、互いに異なる無線チャネル#1, #2, #3で無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャネルを利用して無線

通信できる構成になっている。各送受信処理部 10 は、変調器 11、無線送信部 12、アンテナ 13、無線受信部 14、復調器 15、パケット選択部 16 およびキャリア検出部 17 を備える。

5 他の無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャネル #1、#2、#3 を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部 10-1、10-2、10-3 のアンテナ 13 を介して無線受信部 14 に入力される。各無線チャネル対応の無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波および AD 変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部 14 には、それぞれ接続されたアンテナ 13 が送信のために使用されていない時に、
10 各無線チャネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線チャネルの受信電界強度を表す RSSI 信号がキャリア検出部 17 へ出力される。また、無線受信部 14 に対応する無線チャネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調器 15 へ出力される。

 復調器 15 は、無線受信部 14 から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットはパケット選択部 16 へ出力される。
15 パケット選択部 16 は、入力されたデータパケットに対して CRC チェックを行い、データパケットが誤りなく受信された場合には、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先 ID が自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット
20 順序管理部 26 へ出力するとともに、図示しない送達確認パケット生成部で送達確認パケットを生成して変調器 11 に送出し、応答処理を行う。このとき、送達確認パケットの送信にあたって、伝送速度の設定や空間分割多重を適用しないなどの送信モードの設定を行うようにしてもよい。一方、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部 16 で当該パケットが破棄される。

25 パケット順序管理部 26 は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部 27 へ出力する。ヘッダ除去部 27 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信デ

ータフレーム系列として出力する。

キャリア検出部 17 は、RSSI 信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャンネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャンネルがビジーであると判定する。各無線チャンネルに対応するキャリア検出部 17 は、この判定結果をキャリア検出結果 CS 1 ～CS 3 として出力する。なお、各送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 に RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャンネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

各無線チャンネルに対応するキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS 1 ～CS 3 は、チャンネル状態管理部 24 に入力される。チャンネル状態管理部 24 は、各無線チャンネルに対応するキャリア検出結果に基づいて各無線チャンネルの空き状態を管理し、空き状態の無線チャンネルおよび空きチャンネル数などの情報をデータフレーム管理部 23 に通知する（図 12, a）。

一方、送信バッファ 21 には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され、バッファリングされる。この送信データフレーム系列は、1 つあるいは複数のデータフレームで構成される。送信バッファ 21 は、現在保持しているデータフレームの数、宛先となる無線パケット通信装置の ID 情報、データサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報などをデータフレーム管理部 23 に逐次通知する（b）。

データフレーム管理部 23 は、送信バッファ 21 から通知された各宛先無線局 ID ごとのデータフレームに関する情報と、チャンネル状態管理部 24 から通知された無線チャンネルに関する情報に基づき、どのデータフレームからどのようにデータパケットを生成し、どの無線チャンネルで送信するかを決定し、それぞれ送信バッファ 21、データパケット生成部 22 およびデータパケット振り分け送信制

御部 25 に通知する (c, d, e)。例えば、必須チャネルを含む空き状態の無線チャネル数 N が送信バッファ 21 にある送信待ちのデータフレーム数 K より少ない場合に、必須チャネルを含む空き状態の無線チャネル数 N を並列送信するデータパケット数として決定し、送信バッファ 21 に対して K 個のデータフレーム

5 から N 個のデータフレームを指定するアドレス情報を通知する (c)。また、データパケット生成部 22 に対しては、送信バッファ 21 から入力したデータフレームから N 個のデータパケットを生成するための情報を通知する (d)。また、パケット振り分け送信制御部 25 に対しては、データパケット生成部 22 で生成された N 個のデータパケットと空き状態の無線チャネルとの対応を指示する

10 (e)。

送信バッファ 21 は、出力指定されたデータフレームをデータパケット生成部 22 に出力する (f)。データパケット生成部 22 は、各データフレームからデータ領域を抽出して複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局の ID 情報やデータフレームの順番を表すシーケンス番号などの制御情報を含むヘッダ部と、誤り検出符号である CRC

15 符号 (FCS 部) を付加し、図 17 に示すようなデータパケットを生成する。なお、制御情報には、受信側の無線局がデータパケットを受信した際に、元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれる。パケット振り分け送信制御部 25 は、データパケット生成部 22 から入力された各データパケットと各無線

20 チャネルとの対応付けを行う。

このような対応付けの結果、無線チャネル #1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-1 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル #2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-2 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル #3 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-3 内の

25 変調器 11 に入力される。各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 25 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャネルを介

してアンテナ 13 から無線パケットとして送信する。

- 第 1 の実施形態～第 8 の実施形態で示した必須チャネルを考慮した処理は、データフレーム管理部 23 の制御に基づいて行われる。これにより、複数の無線チャネルを使用する場合に、隣接チャネルへの漏れこみなどに起因して無線パケットが受信できない事態を回避する。

産業上の利用可能性

- 本発明は、必須チャネルを含む無線チャネルを用いて送信している送信局に対しては、他の無線局から送信が行われないので、送信局で自局宛ての無線パケットの受信ができない事態を回避することができる。一方、他の無線局では、必須チャネルが空き状態になるのを待って送信局に対して無線パケットを送信することにより、確実に無線パケットを伝送することができ、スループットの改善を図ることができる。

- また、必須チャネルの設定がなされていない無線局がある場合には、必須チャネルがビジー状態であってもその無線局間の送信を可能にすることにより、スループットの低下を抑制することができる。

請求の範囲

(1) キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行うことを特徴とする無線パケット通信方法。

(2) キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、

前記無線局Aを宛先とする無線パケットの場合には、前記必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、前記無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行うことを特徴とする無線パケット通信方法。

(3) 請求の範囲1または請求の範囲2に記載の無線パケット通信方法において、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定されることを特徴とする無線パケット通信方法。

(4) 請求の範囲1または請求の範囲2に記載の無線パケット通信方法において、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択することを特徴と

する無線パケット通信方法。

- (5) キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信に必ず使用する必須チャネルを設定し、この必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備えたことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (6) キャリアセンスによって空き状態と判定された複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信するか、または空き状態と判定された1つの無線チャネルを用いて空間分割多重方式により複数の無線パケットを並列送信するか、または両者を併用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

- 15 送信に必ず使用する必須チャネルが設定される無線局Aと必須チャネルが設定されない無線局Bに区別し、

- 前記無線パケットの宛先を検出し、前記無線局Aを宛先とする無線パケットの場合には、前記必須チャネルが空き状態のときに限り必須チャネルを含む無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行い、前記無線局Bを宛先とする無線パケットの場合には、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う手段を備えたことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (7) 請求の範囲5または請求の範囲6に記載の無線パケット通信装置において、並列送信される複数の無線パケットは、パケットサイズまたは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同一または同等に設定される構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

- (8) 請求の範囲5または請求の範囲6に記載の無線パケット通信装置において、データ数や伝搬環境に応じた空間分割多重数に応じて、複数の無線チャネルを用いる並列送信か空間分割多重方式を用いる並列送信かを選択する手段を備えたことを特徴とする無線パケット通信装置。

1/12

FIG. 1

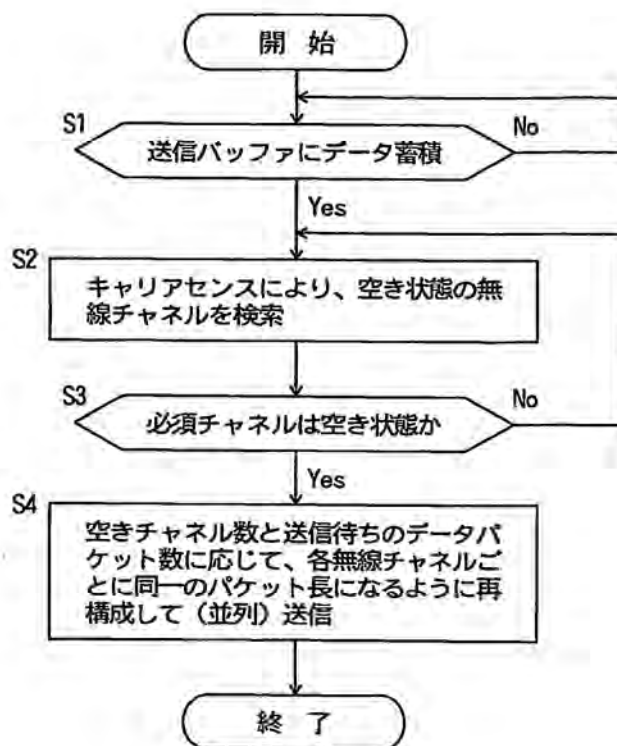
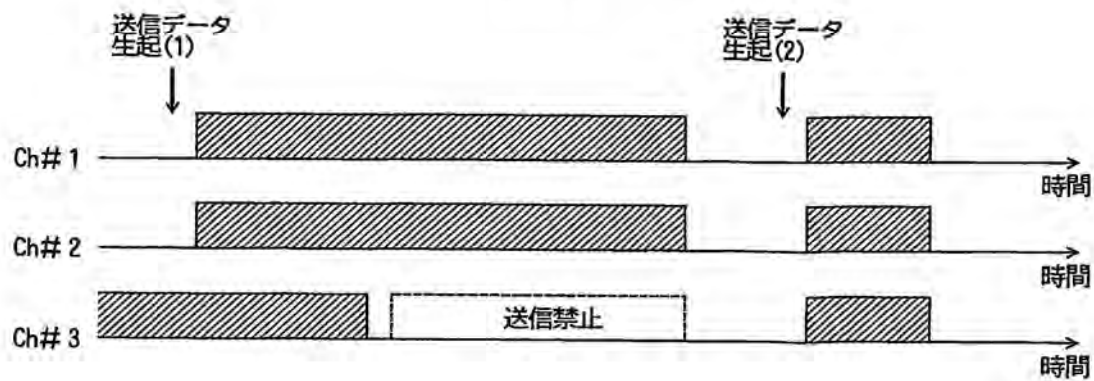


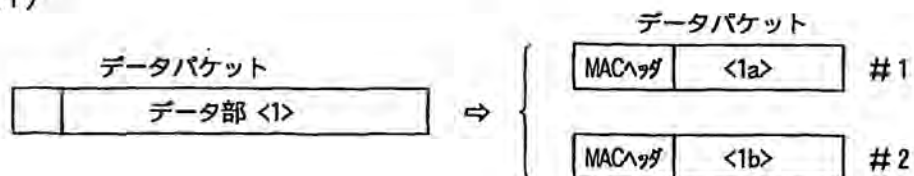
FIG. 2



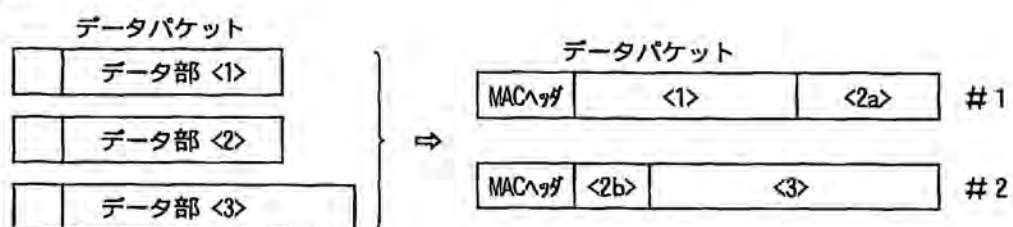
2/12

FIG. 3

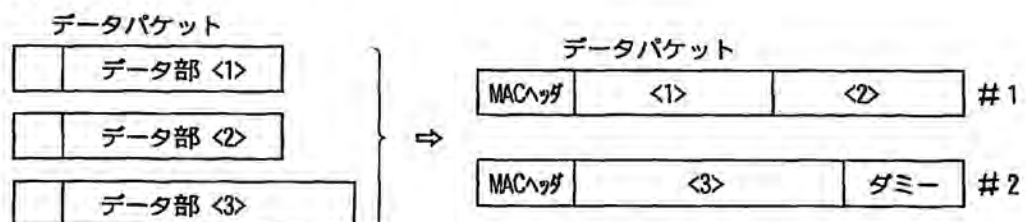
(1)



(2)



(3)



3 / 1 2

FIG. 4

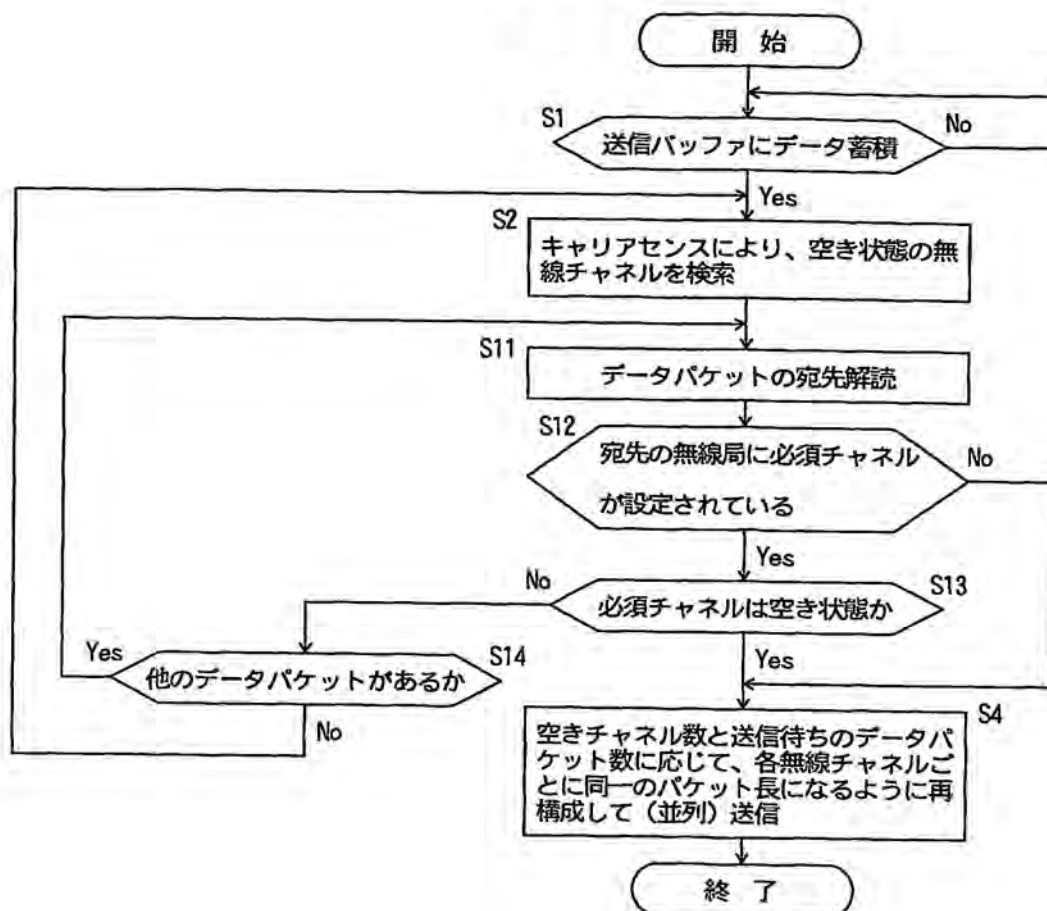
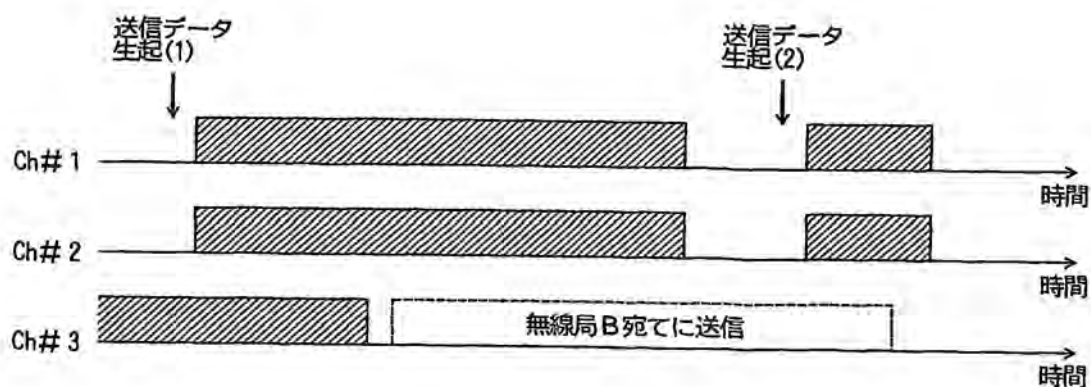
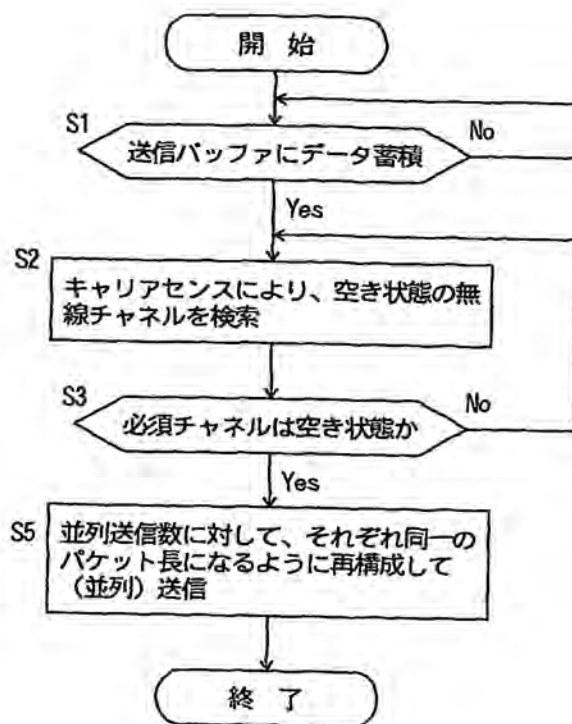


FIG. 5



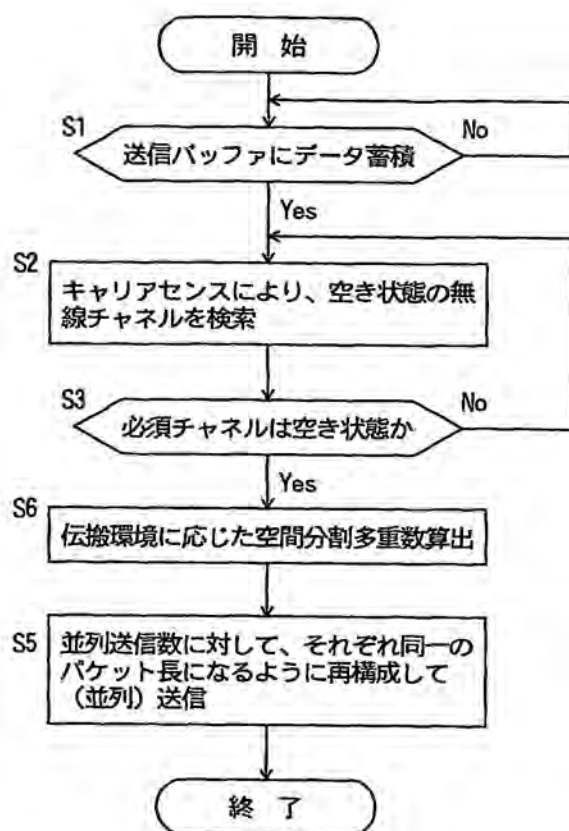
4 / 1 2

FIG. 6



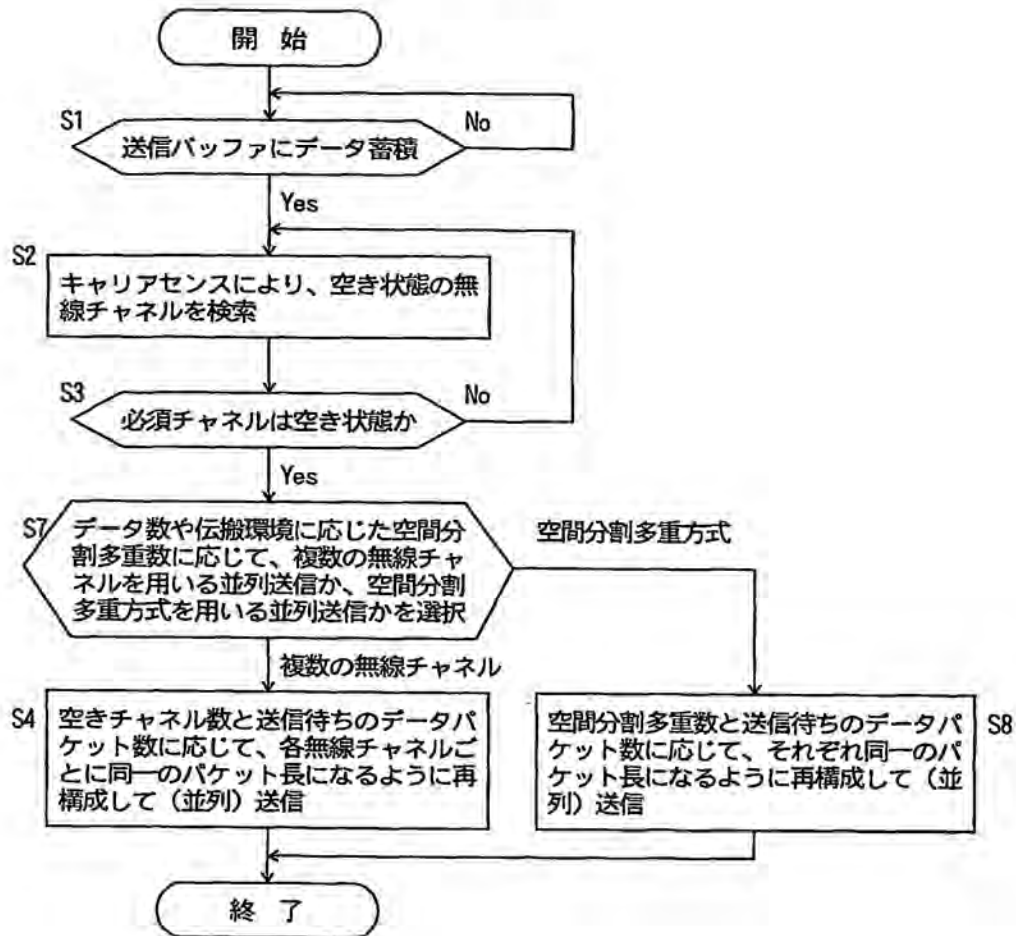
5/12

FIG. 7



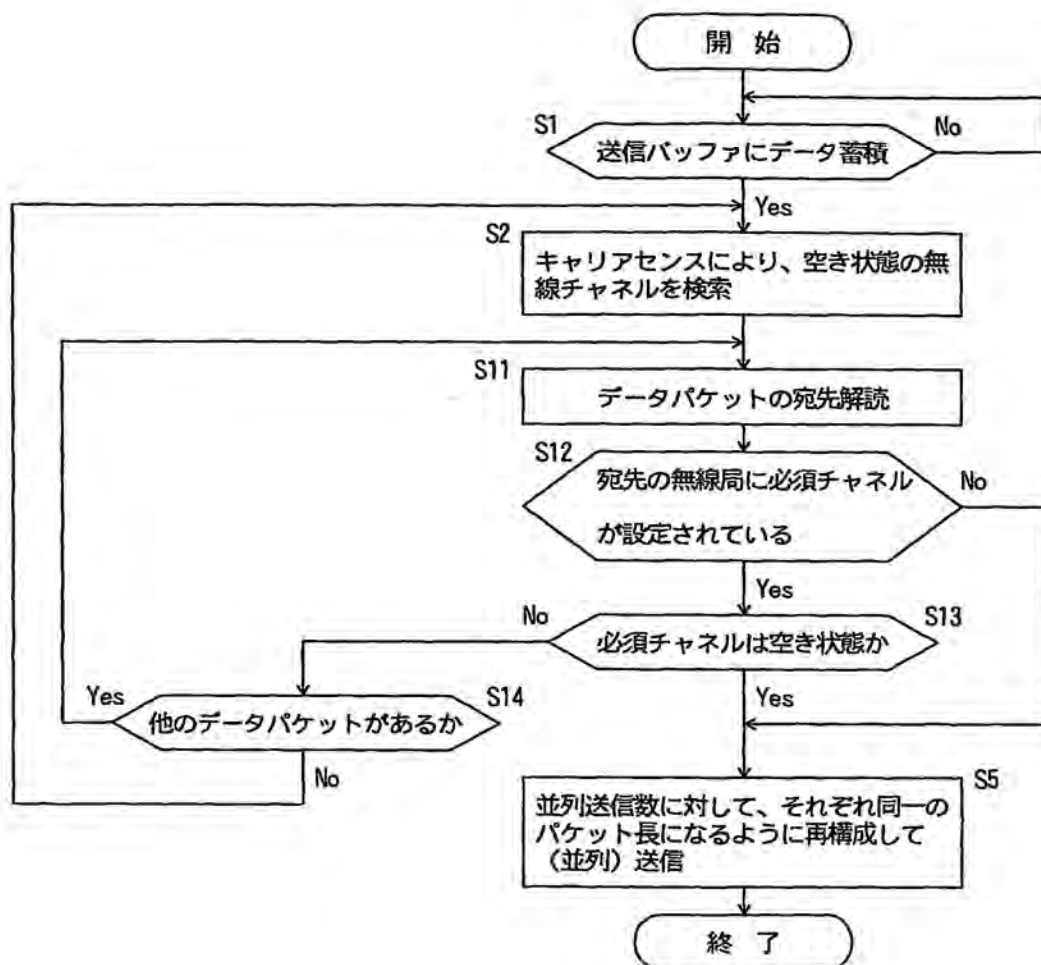
6/12

FIG. 8



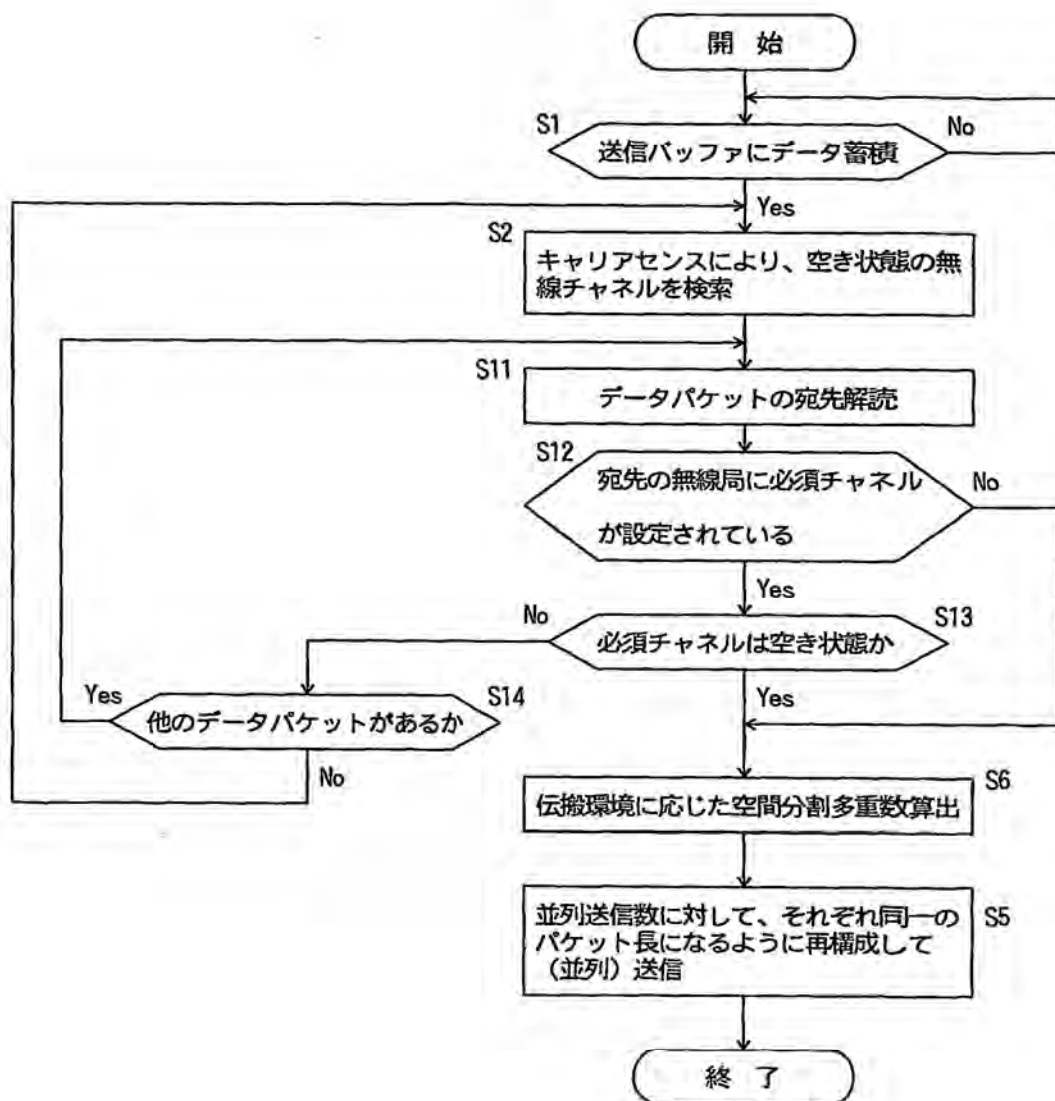
7/12

FIG. 9



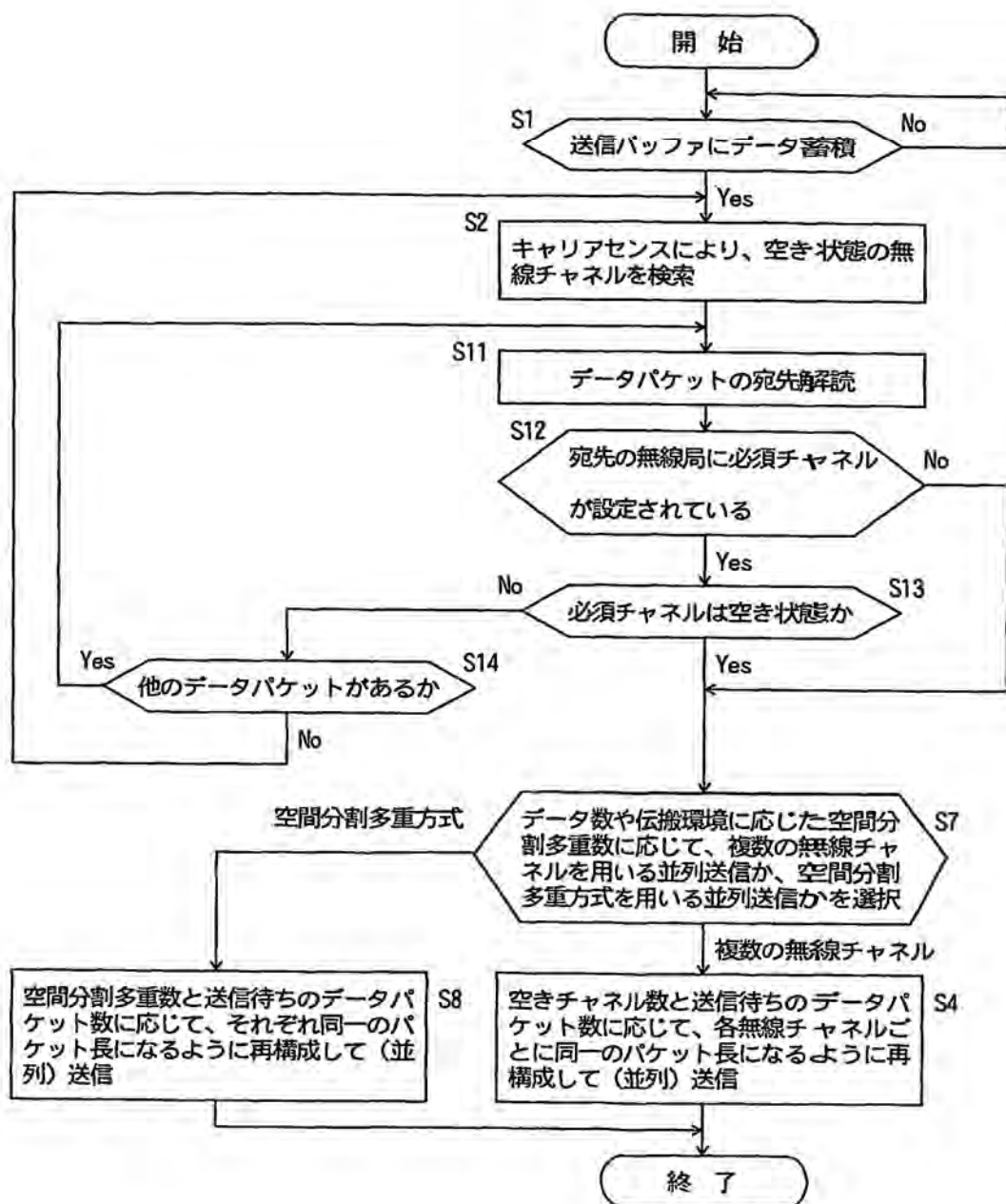
8/12

FIG. 10



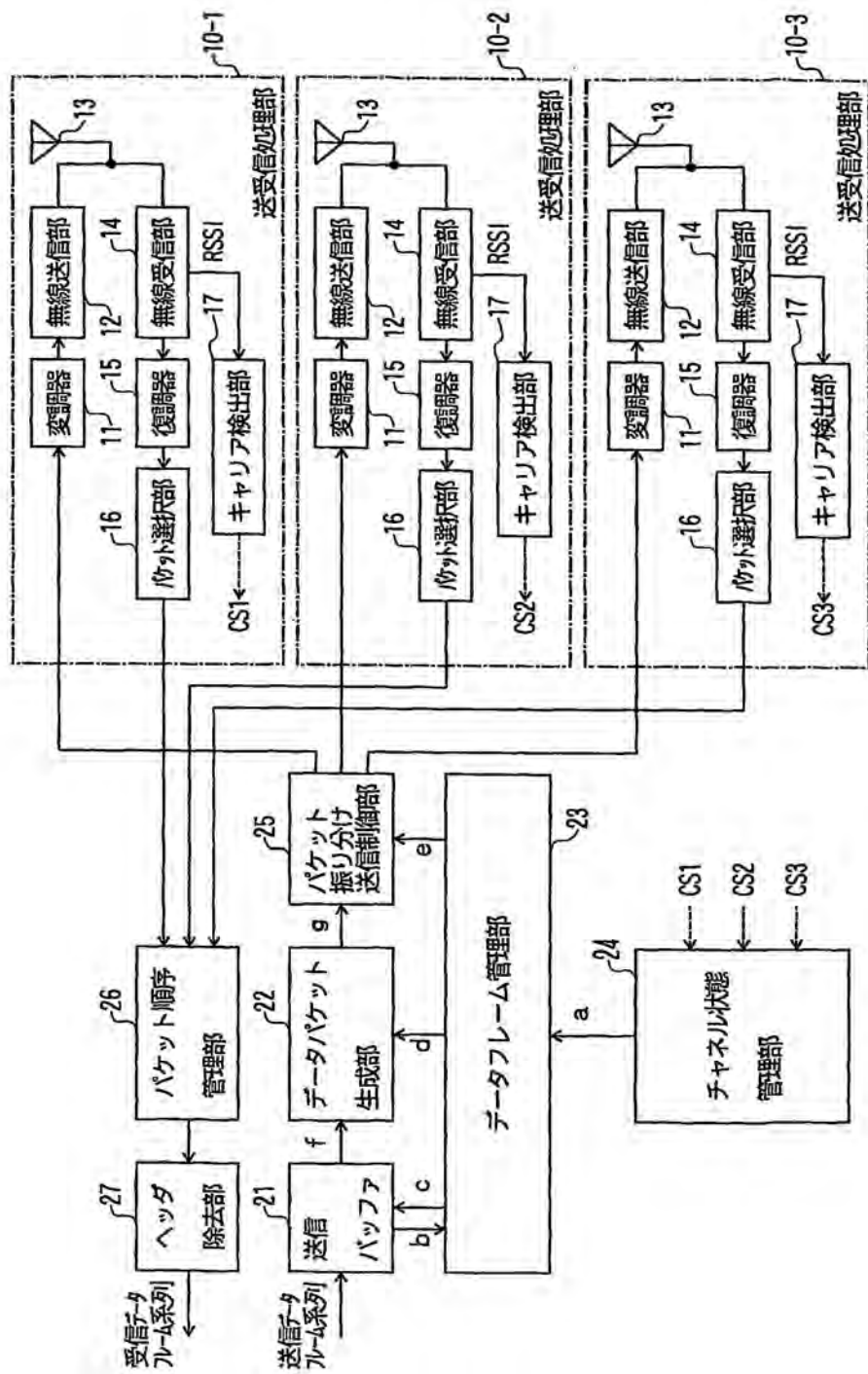
9/12

FIG. 11



10/12

FIG. 12



11/12

FIG. 13

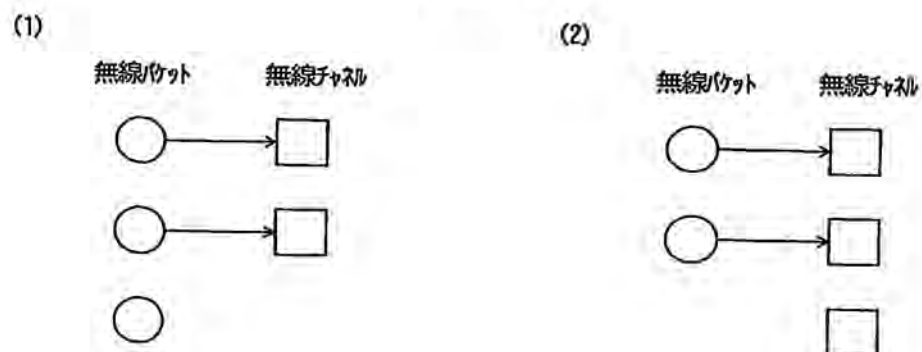
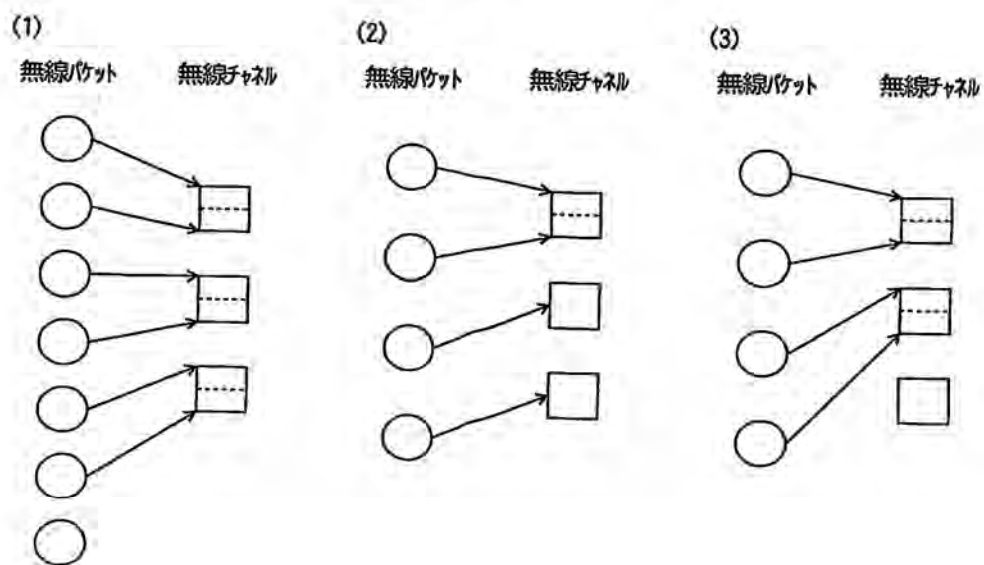


FIG. 14



12/12

FIG. 15

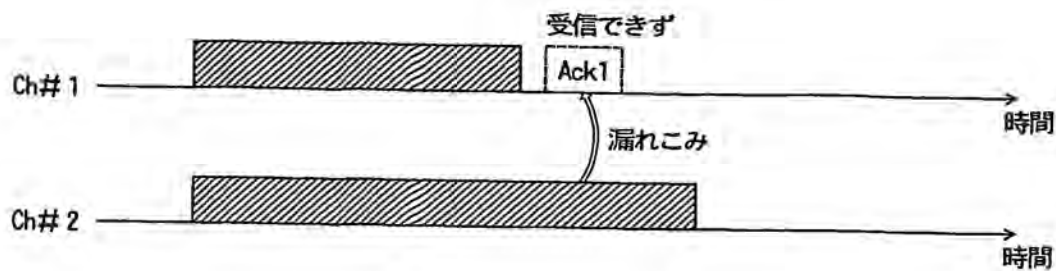


FIG. 16

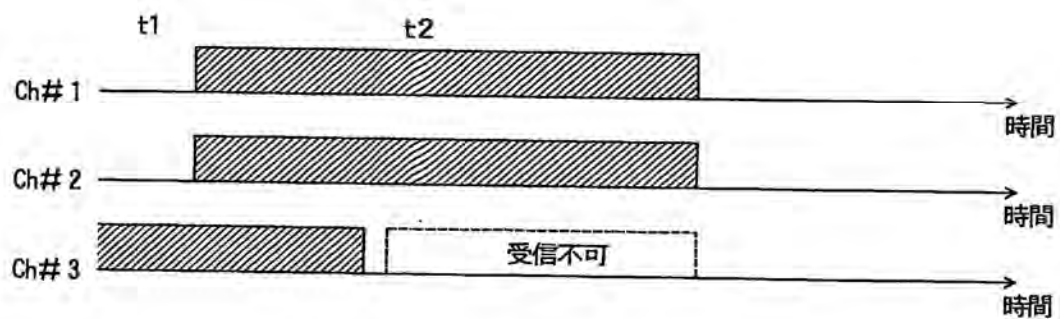
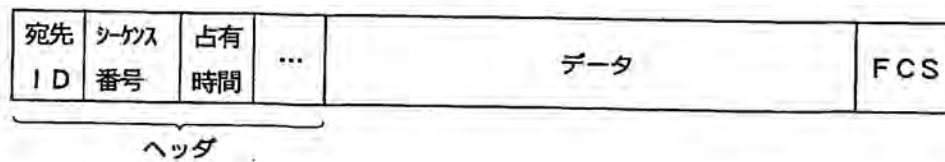


FIG. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04Q7/36, H04J15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04J3/00-3/26, H04J15/00, H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38,
H04L13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2003-259430 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Par. No. [0026] (Family: none)	1-2, 4-6, 8
A	JP 2002-198933 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Par. Nos. [0018] to [0019] (Family: none)	1-2, 5-6
A	JP 07-303090 A (AT & T Corp.), 14 November, 1995 (14.11.95), Par. No. [0020]; Figs. 5, 10 (Family: none)	3, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 December, 2004 (06.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2004/013483

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 IPC第7版 H04Q 7/36
 H04J 15/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IPC第7版 H04J 3/00 - 3/26, H04J 15/00
 H04B 7/24 - 7/26, H04Q 7/00 - 7/38
 H04L 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	J P 2003-259430 A (三洋電機株式会社) 2003.09.12, 第26段落 (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 8
A	J P 2002-198933 A (三洋電機株式会社) 2002.07.12, 第18-19段落 (ファミリーなし)	1-2, 5-6
A	J P 07-303090 A (エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション) 1995.11.14, 第20段落, 第5, 10図 (ファミリーなし)	3, 7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 06.12.2004

国際調査報告の発送日 21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 佐藤 聡史

5 J 3571

電話番号 03-3581-1101 内線 3535

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (2004年1月)

DO/ EO WORKSHEET

Karen McLean, Patent Application Specialist/ National Stage Division

U.S. Appl. No. 10/ 553107

International Appl. No. PCT/ JP04/013483

Application filed by : ☐ 20 months ☒ 30 months

WIPO PUBLICATION INFORMATION :

Publication No.: WO2005/027555

Publication Language : ☐ English ☐ German ☒ Japanese ☐ Chinese ☐ Korean
☐ French ☐ Spanish ☐ Russian ☐ Other :

Publication Date : 24 MAR 2005

Not Published : ☐ U.S. only designated ☐ EP request

Published : ☒ EP request

INTERNATIONAL APPLICATION PAPERS IN THE APPLICATION FILE :

☒ International Application (RECORD COPY)

☐ Article 19 Amendments

☐ PCT/IPEA/409 IPER : ☐ EP ☐ JP ☐ SE ☐ AU
☐ US ☐ FR ☐ CN ☐ ES ☐ RU ☐ AT ☐ KR ☐ _____

☐ Annexes to 409

☐ PCT/ISA/237 : ☐ EP ☐ JP ☐ SE ☐ AU
☐ US ☐ FR ☐ CN ☐ ES ☐ RU ☐ AT ☐ KR ☐ _____

☒ PCT/IPEA/409 or PCT/ISA/237 was NOT AVAILABLE at the time of paralegal review

☐ PCT/IB/306

☐ Request form PCT/RO/101

☒ PCT/ISA/210 - Search Report : ☐ EP ☒ JP ☐ SE ☐ AU
☐ US ☐ FR ☐ CN ☐ ES ☐ RU ☐ AT ☐ KR ☐ _____ ☐ NONE

☐ Search Report References

☒ Priority Document (s) No. 1

☐ N/A

☐ Priority Document was NOT AVAILABLE at the time of paralegal review

☐ Other : _____

RECEIPTS FROM THE APPLICANT (other than checked above) :

☒ Basic National Fee (or authorization to charge)

☒ Description ²⁰ ☒ Claims ³ ☒ Abstract

☒ Drawing Figure(s) - (# of drwgs. 12)

☐ Translation of Article 19 Amendments

☐ entered ☐ not entered :

☐ not a page for page substitution

☐ replaced by Article 34 Amendment

☐ Annexes to 409

☐ entered ☐ not entered :

☐ not a page for page substitution

☐ no translation ☐ other : _____

☒ Application Data Sheet

☐ Power of Attorney

☐ Change of Address

☒ Preliminary Amendment(s) Filed on :

1. ☒ same as 371 request date 2. _____ 3. _____

☒ Information Disclosure Statement(s) Filed on :

1. ☒ same as 371 request date 2. _____ 3. _____

☒ Assignment Document (forwarded to Assignment Branch)

☐ Assignee Statement Under 37 CFR 3.73(b)

☐ Assignee PG Publication Notice

☐ Substitute Specification Filed on :

1. ☐ same as 371 request date 2. _____ 3. _____

☐ Verified Small Status Statement

☒ Oath/ Declaration (executed)

☐ unsigned ☐ no citizenship

☐ DNA Diskette

☐ Sequence Listing

☐ Other : _____

NOTES : ☐ I.A. used as Specification ☐ Other :

35 U.S.C. 371 - Receipt of Request (PTO-1390)

mo. 10 / day 14 / yr. 2005

Date Acceptable Oath/ Declaration Received

☒ Same as 371 Req. Date; ☐ mo. / day / yr. 200

Date of Completion of requirements under 35 U.S.C. 371

☒ Same as 371 Req. Date; ☐ Same as OATH Date; ☐ mo. / day / yr. 200

Date of Completion of DO/ EO 903 - Notification of Acceptance

JUL -7 2006

Date of Completion of DO/ EO 905 - Notification of Missing Requirements

Date of Completion of DO/ EO 909 - Notification of Abandonment

Date of Completion of DO/ EO 916 - Notification of Defective Response

Date of Completion of DO/ EO 922 - Notification to Comply w/ Requirements for Patent Applications Containing Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Disclosures

Date of Completion of DO/ EO 923

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Effective December 8, 2004

Application or Docket Number

10/ 553107

CLAIMS AS FILED - PART I

	(Column 1)	(Column 2)
U.S. NATIONAL STAGE FEES		
BASIC FEE		
EXAMINATION FEE		
SEARCH FEE		
FEE FOR EXTRA SPEC. PGS.	minus 100 =	/ 50 =
TOTAL CHARGEABLE CLAIMS	12 minus 20 = *	
INDEPENDENT CLAIMS	4 minus 3 = *	1
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT ☒		

* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2

SMALL ENTITY
TYPE ☐ OR

OTHER THAN
SMALL ENTITY

RATE	FEE
BASIC FEE	
EXAM. FEE	
SEARCH FEE	
X \$ 125 =	
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL	

RATE	FEE
BASIC FEE	300
EXAM. FEE	200
SEARCH FEE	400
X \$ 250 =	
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	200
+ \$ 360 =	360
TOTAL	1460

CLAIMS AS AMENDED - PART II

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
Total	*	Minus	**
Independent	*	Minus	***
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM ☐			

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL ADDI- T. FEE	

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	
+ \$ 360 =	
TOTAL ADDI- T. FEE	

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA
Total	*	Minus	**
Independent	*	Minus	***
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM ☐			

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL ADDI- T. FEE	

RATE	ADDI- TIONAL FEE
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	
+ \$ 360 =	
TOTAL ADDI- T. FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than '20', enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than '3', enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

MULTIPLE DEPENDENT CLAIM FEE CALCULATION SHEET (FOR USE WITH FORM PTO-875)						SERIAL NO. 10/553107		FILING DATE					
						APPLICANT(S)							
CLAIMS													
	AS FILED		AFTER 1 st AMENDMENT		AFTER 2 nd AMENDMENT			AS FILED		AFTER 1 st AMENDMENT		AFTER 2 nd AMENDMENT	
	IND.	DEP.	IND.	DEP.	IND.	DEP.		IND.	DEP.	IND.	DEP.	IND.	DEP.
1							51						
2							52						
3							53						
4							54						
5							55						
6							56						
7							57						
8							58						
9							59						
10							60						
11							61						
12							62						
13							63						
14							64						
15							65						
16							66						
17							67						
18							68						
19							69						
20							70						
21							71						
22							72						
23							73						
24							74						
25							75						
26							76						
27							77						
28							78						
29							79						
30							80						
31							81						
32							82						
33							83						
34							84						
35							85						
36							86						
37							87						
38							88						
39							89						
40							90						
41							91						
42							92						
43							93						
44							94						
45							95						
46							96						
47							97						
48							98						
49							99						
50							100						
TOTAL IND.		↓	4	↓		↓	TOTAL IND.		↓		↓		↓
TOTAL DEP.		←	8	←		←	TOTAL DEP.		←		←		←
TOTAL CLAIMS			12				TOTAL CLAIMS						

PTO - 1360 (REV. 11/04)

U.S. DEPARTMENT of COMMERCE
Patent and Trademark Office

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Effective December 8, 2004

Application or Docket Number

101 553107

CLAIMS AS FILED - PART I

	(Column 1)	(Column 2)
U.S. NATIONAL STAGE FEES		
BASIC FEE		
EXAMINATION FEE		
SEARCH FEE		
FEE FOR EXTRA SPEC. PGS.	minus 100 =	/ 50 =
TOTAL CHARGEABLE CLAIMS	12 minus 20 = *	
INDEPENDENT CLAIMS	4 minus 3 = *	1
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT		☒

* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2

SMALL ENTITY TYPE ☐ OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	FEE
BASIC FEE	
EXAM. FEE	
SEARCH FEE	
X \$ 125 =	
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL	

RATE	FEE
BASIC FEE	300
EXAM. FEE	200
SEARCH FEE	400
X \$ 250 =	
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	200
+ \$ 360 =	360
TOTAL	1400

CLAIMS AS AMENDED - PART II

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
AMENDMENT A	10/14/05	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR
Total	* 12	Minus	** 20 =
Independent	* 4	Minus	*** 4 =
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM			☐

SMALL ENTITY OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL ADDIT. FEE	

RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	
+ \$ 360 =	
TOTAL ADDIT. FEE	0

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
AMENDMENT B		CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR
Total	*	Minus	** =
Independent	*	Minus	*** =
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM			☐

RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 25 =	
X \$ 100 =	
+ \$ 180 =	
TOTAL ADDIT. FEE	

RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 50 =	
X \$ 200 =	
+ \$ 360 =	
TOTAL ADDIT. FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than "20", enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than "3", enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

U.S. APPLICATION NUMBER NO.	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO.
10/553,107	Kengo Nagata	6268-000010/US/NP

INTERNATIONAL APPLICATION NO.
PCT/JP04/13483

27572
HARNESSE, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

I.A. FILING DATE	PRIORITY DATE
09/09/2004	09/09/2003

CONFIRMATION NO. 2388
371 ACCEPTANCE LETTER



Date Mailed: 07/12/2006

NOTICE OF ACCEPTANCE OF APPLICATION UNDER 35 U.S.C 371 AND 37 CFR 1.495

The applicant is hereby advised that the United States Patent and Trademark Office in its capacity as a Designated / Elected Office (37 CFR 1.495), has determined that the above identified international application has met the requirements of 35 U.S.C. 371, and is ACCEPTED for national patentability examination in the United States Patent and Trademark Office.

The United States Application Number assigned to the application is shown above and the relevant dates are:

<u>10/14/2005</u>	<u>10/14/2005</u>
DATE OF RECEIPT OF 35 U.S.C. 371(c)(1), (c)(2) and (c)(4) REQUIREMENTS	DATE OF COMPLETION OF ALL 35 U.S.C. 371 REQUIREMENTS

A Filing Receipt (PTO-103X) will be issued for the present application in due course. **THE DATE APPEARING ON THE FILING RECEIPT AS THE " FILING DATE" IS THE DATE ON WHICH THE LAST OF THE 35 U.S.C. 371 (c)(1), (c)(2) and (c)(4) REQUIREMENTS HAS BEEN RECEIVED IN THE OFFICE. THIS DATE IS SHOWN ABOVE.** The filing date of the above identified application is the international filing date of the international application (Article 11(3) and 35 U.S.C. 363). Once the Filing Receipt has been received, send all correspondence to the Group Art Unit designated thereon.

The following items have been received:

- Copy of the International Application filed on 10/14/2005
- English Translation of the IA filed on 10/14/2005
- Copy of the International Search Report filed on 10/14/2005
- Preliminary Amendments filed on 10/14/2005
- Information Disclosure Statements filed on 10/14/2005
- Oath or Declaration filed on 10/14/2005
- Request for Immediate Examination filed on 10/14/2005
- U.S. Basic National Fees filed on 10/14/2005
- Assignment filed on 10/14/2005
- Priority Documents filed on 10/14/2005
- Specification filed on 10/14/2005

- Claims filed on 10/14/2005
- Abstracts filed on 10/14/2005
- Drawings filed on 10/14/2005

Applicant is reminded that any communications to the United States Patent and Trademark Office must be mailed to the address given in the heading and include the U.S. application no. shown above (37 CFR 1.5)

KAREN R MCLEAN

Telephone: (703) 308-9140 EXT 214

PART 3 - OFFICE COPY

FORM PCT/DO/EO/903 (371 Acceptance Notice)

Docket No.: 6268-000010/US/NP
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kengo Nagata et al.

Application No.: 10/553,107

Confirmation No.: 2388

Filed: October 14, 2005

Art Unit: 2616

For: Wireless Packet Communication Method
And Wireless Packet Communication
Apparatus

Examiner: Not Yet Assigned

SECOND PRELIMINARY AMENDMENT

MS Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INTRODUCTORY COMMENTS

Prior to examination on the merits, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the Specification begin on page 2 of this paper.

Remarks/Arguments begin on page 3 of this paper.

GAS:sjr

AMENDMENTS TO THE SPECIFICATION

Please replace the title with the following title rewritten in amendment format:

~~RADIO~~WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND ~~RADIO~~WIRELESS
PACKET COMMUNICATION APPARATUS

REMARKS

Claims 1-8 are now pending in the application.

CONCLUSION

Applicant respectfully requests prompt and favorable consideration of this amendment. If the Examiner believes that personal communication will expedite prosecution of this application, the Examiner is invited to telephone the undersigned at (248) 641-1600.

Applicant believes no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 08-0750, under Order No. 6268-000010/US/NP from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: December 28, 2006

Respectfully submitted,

Electronic signature: /Gregory A. Stobbs/
Gregory A. Stobbs
Registration No.: 28,764
HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. Box 828
Bloomfield Hills, Michigan 48303
(248) 641-1600
Attorney for Applicant

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	1404227
Application Number:	10553107
International Application Number:	
Confirmation Number:	2388
Title of Invention:	Radio packet communication method and radio packet communication apparatus
First Named Inventor/Applicant Name:	Kengo Nagata
Customer Number:	27572
Filer:	Gregory Alan Stobbs/Stephanie Rutkowski
Filer Authorized By:	Gregory Alan Stobbs
Attorney Docket Number:	6268-000010/US/NP
Receipt Date:	28-DEC-2006
Filing Date:	14-OCT-2005
Time Stamp:	14:30:52
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		2006_12_28_14_28_19.pdf	50350	yes	3

Multipart Description/PDF files in .zip description			
Document Description		Start	End
Preliminary Amendment		1	1
Specification		2	2
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment		3	3

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	50350
-------------------------------------	-------

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/14/2005	Kengo Nagata	6268-000010/US/NP	2388

27572 7590 02/15/2007
HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

EXAMINER

TRINH, SONNY

ART UNIT	PAPER NUMBER
----------	--------------

2618

SHORTENED STATUTORY PERIOD OF RESPONSE	MAIL DATE	DELIVERY MODE
3 MONTHS	02/15/2007	PAPER

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire 6 MONTHS from the mailing date of this communication.

Office Action Summary	Application No.	Applicant(s)	
	10/553,107	NAGATA ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Sonny TRINH	2618	

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTH(S) OR THIRTY (30) DAYS, WHICHEVER IS LONGER, FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

- 1) ☒ Responsive to communication(s) filed on 14 October 2005.
- 2a) ☐ This action is **FINAL**. 2b) ☒ This action is non-final.
- 3) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims

- 4) ☒ Claim(s) 1-8 is/are pending in the application.
- 4a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.
- 5) ☒ Claim(s) 2, 6, 3/2, 4/2, 7/6, 8/6 is/are allowed.
- 6) ☒ Claim(s) 1 and 5 is/are rejected.
- 7) ☐ Claim(s) 3/1, 4/1, 7/5, 8/5 is/are objected to.
- 8) ☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

Application Papers

- 9) ☐ The specification is objected to by the Examiner.
- 10) ☒ The drawing(s) filed on 14 October 2005 is/are: a) ☒ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).
- 11) ☐ The oath or declaration is objected to by the Examiner. Note the attached Office Action or form PTO-152.

Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) ☒ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
- a) ☒ All b) ☐ Some * c) ☐ None of:
1. ☒ Certified copies of the priority documents have been received.
2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.
3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).
- * See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

- | | |
|--|---|
| 1) ☒ Notice of References Cited (PTO-892) | 4) ☐ Interview Summary (PTO-413) |
| 2) ☐ Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) | Paper No(s)/Mail Date: _____ |
| 3) ☒ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08) | 5) ☐ Notice of Informal Patent Application |
| Paper No(s)/Mail Date: _____ | 6) ☐ Other: _____ |

DETAILED ACTION

Claim Rejections - 35 USC § 103

The following is a quotation of 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

(a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

1. **Claims 1, 5** are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Mousley et al. (hereinafter "Mousley"; U.S. Patent Application Publication number 2002/0159431) in view of Sonetaka (U.S. Patent number 6,591,107).

Regarding claim 1, Mousley discloses a wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels (paragraphs [009] – [0015], claims 1-2, 9-10, 14). Mousley does not disclose the determination of an idle channel by carrier sense and setting a mandatory channel that is always used for transmission; and transmitting the wireless packets by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

In an analogous art, Sonetaka teaches a method of assigning service channel (abstract). Sonetaka further teaches a method for assigning channel by using mandatory channel that is always used for transmission when there is no channel to be assigned to the traffic having a predetermined service rank (abstract, claims 1, 3, 5-6).

Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art, at the time the invention was made to incorporate the channel assignment, as taught by

Sonetaka, to the system of Mouldsley. The motivation for doing so to make it possible to assign radio-signal channel to traffic having a high service rank, even if radio-signal channels are all occupied by traffics each having a low service rank.

Claim 5 is the apparatus claim necessary for performing the method steps of claim 1 and is therefore rejected for the same reasons.

Allowable Subject Matter

2. **Claims 3/1, 4/1, 7/5, 8/5** are objected to as being dependent upon a rejected base claim, but would be allowable if rewritten in independent form including all of the limitations of the base claim and any intervening claims.

Regarding **claim 3/1**, the applied references fail to disclose or render obvious the claimed limitations, specifically wherein the method characterized in that the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

Regarding **claim 4/1**, the applied references fail to disclose or render obvious the claimed limitations, specifically wherein the method characterized by further comprising simultaneously transmitting Wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

Claims 7/5 and 8/5 are the apparatus claims as opposed to the method claim of claims 3/1 and 4/1 and are therefore allowed.

3. **Claims 2, 3/2, 4/2, 6, 7/6, 8/6** are allowed.

Regarding **claim 2**, the applied references fail to disclose or render obvious the claimed limitations of a method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method characterized by comprising: distinguishing an STA A from an STA B, the STA A for which a mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set, the mandatory channel being always used for transmission; and when wireless packets are addressed to said STA A, transmitting the wireless packets to said STA A by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle; and when wireless packets are addressed to said STA B, transmitting the wireless packets to said STA B by using idle wireless channel(s).

Claims 3/2, and 4/2 are allowed by virtue of their dependency on claim 2.

Claims 6, 7/6 and 8/6 are the corresponding apparatus claims for performing the method steps of claims 2, 3/2, 4/2 (respectively) and are allowed for the same reasons.

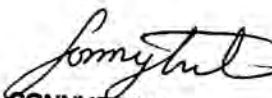
CONCLUSION

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Sonny TRINH whose telephone number is 571-272-7927. The examiner can normally be reached on Monday-Thursday.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Edward URBAN can be reached on 571-272-7899. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

2/8/07


SONNY TRINH
PRIMARY EXAMINER

JC20 Rec'd PCT/PTO 14 OCT 2005

PTO/SB/08a/b (07-05)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/B/PTO				Complete If Known	
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Use as many sheets as necessary)				Application Number	Not Yet Assigned
				Filing Date	Concurrently Herewith
				First Named Inventor	Kengo Nagata
				Art Unit	N/A
				Examiner Name	Not Yet Assigned
Sheet	1	of	1	Attorney Docket Number	6268-000010/US/NP

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Document Number Number-Kind Code ² (if known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials*	Cite No. ¹	Foreign Patent Document Country Code ³ -Number ⁴ -Kind Code ⁵ (if known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁶
ST	BA	JP-2003-259430-A	09-12-2003			✓
ST	BB	JP-2002-198933-A	07-12-2002			✓
ST	BC	JP-07-303090-A	11-14-1995			✓

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. ¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² See Kinds Codes of USPTO Patent Documents at www.uspto.gov or MPEP 901.04. ³ Enter Office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ⁴ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁵ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁶ Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS				
Examiner Initials	Cite No. ¹	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ²	
ST	CA	International Standard ISO/IEC 8802-11 ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications		
ST	CB	IEEE Std 802.11-1997, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications		
ST	CC	Low-powered Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) standard, ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Businesses (with English Translation)		
ST	CD	Kurosaki et al., "100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications", Technical Report of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, A P2001-96, RCS2001-135		

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ Applicant's unique citation designation number (optional). ² Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached.

Examiner Signature	/Sonny Trinh/	Date Considered	02/07/2007
-----------------------	---------------	--------------------	------------

GAS/

PRIOR ART INFORMATION LIST

your case No.	
our case No.	0003219_NT_PCT-US

	Inventor, Patent Number, Country Author, Title, Name of Document	Issue date	Concise Explanation of the Relevance (indication of page, column, line figure of the relevant portion)
ST	International Standard ISO/IEC 8802-11 ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	1999	Technological background
ST	IEEE Std 802.11-1997, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications	1997	Technological background
ST	Low-powered Data Communication System/Broadband Mobile Access Communication System (CSMA) standard, ARIB STD-T71 version 1.0, Association of Radio Industries and Businesses	settled in 2000	Technological background 6.2.4.1.1, 6.2.4.2 - 6.2.4.2.10
ST	Kurosaki et al., "100Mbit/s SDM-COFDM over MIMO Channel for Broadband Mobile Communications", Technical Report of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, A-P2001-96, RCS2001-135	2001-10	Technological background

Notice of References Cited	Application/Control No. 10/553,107	Applicant(s)/Patent Under Reexamination NAGATA ET AL.	
	Examiner Sonny TRINH	Art Unit 2618	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-2007/0019592	01-2007	Otsuki, Shinya	370/338
*	B	US-2006/0251028	11-2006	Nagata et al.	370/338
*	C	US-2006/0209874	09-2006	Nagata, Kengo	370/445
*	D	US-2006/0139201	06-2006	Nagata et al.	342/001
*	E	US-2006/0171353	08-2006	Nagata et al.	370/329
*	F	US-2006/0109813	05-2006	Saito et al.	370/329
*	G	US-2006/0087998	04-2006	Saito et al.	370/328
*	H	US-6,591,107	07-2003	Sonetaka, Noriyoshi	455/450
*	I	US-4,979,168	12-1990	Courtois et al.	370/349
*	J	US-7,158,484	01-2007	Ahmed et al.	370/254
*	K	US-2002/0159431	10-2002	Moulsley et al.	370/347
	L	US-			
	M	US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Index of Claims



Application/Control No.

10/553,107

Examiner

Sonny TRINH

Applicant(s)/Patent under Reexamination

NAGATA ET AL.

Art Unit

2618

✓	Rejected
=	Allowed

-	(Through numeral) Cancelled
÷	Restricted

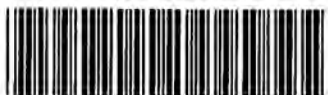
N	Non-Elected
I	Interference

A	Appeal
O	Objected

Claim	Date
Final	Original
2/7/05	
1	✓
2	=
3	O
4	O
5	✓
6	=
7	O
8	O
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	

Claim	Date
Final	Original
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

Claim	Date
Final	Original
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	
108	
109	
110	
111	
112	
113	
114	
115	
116	
117	
118	
119	
120	
121	
122	
123	
124	
125	
126	
127	
128	
129	
130	
131	
132	
133	
134	
135	
136	
137	
138	
139	
140	
141	
142	
143	
144	
145	
146	
147	
148	
149	
150	

Search Notes

Application/Control No.

10/553,107

Examiner

Sonny TRINH

Applicant(s)/Patent under
Reexamination

NAGATA ET AL.

Art Unit

2618

SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
370	431	2/7/2007	ST
370	445	2/7/2007	ST
370	342	2/7/2007	ST
370	328	2/7/2007	ST
370	329	2/7/2007	ST
370	254	2/7/2007	ST
370	352	2/7/2007	ST
370	314	2/7/2007	ST
370	321	2/7/2007	ST

INTERFERENCE SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner

**SEARCH NOTES
(INCLUDING SEARCH STRATEGY)**

	DATE	EXMR
U.S. Patent, EPO, JPO, DERWENT, PG-PUB	2/7/2007	ST



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov



Bib Data Sheet

CONFIRMATION NO. 2388

SERIAL NUMBER 10/553,107	FILING OR 371(c) DATE 10/14/2005 RULE	CLASS 370	GROUP ART UNIT 2618	ATTORNEY DOCKET NO. 6268-000010/US/NP	
APPLICANTS Kengo Nagata, Tokyo, JAPAN; Tomoaki Kumagai, Tokyo, JAPAN; Shinya Otsuki, Tokyo, JAPAN; Kazuyoshi Saito, Tokyo, JAPAN; Satoru Aikawa, Tokyo, JAPAN; ** CONTINUING DATA ***** This application is a 371 of PCT/JP04/13483 09/09/2004 ** FOREIGN APPLICATIONS ***** JAPAN 2003-317100 09/09/2003					
Foreign Priority claimed ☒ yes ☐ no 35 USC 119 (a-d) conditions met ☒ yes ☐ no ☐ Met after Allowance Verified and Acknowledged ☒ S-T Examiner's Signature _____ Initials _____		STATE OR COUNTRY JAPAN	SHEETS DRAWING 12	TOTAL CLAIMS 8	INDEPENDENT CLAIMS 4
ADDRESS 27572					
TITLE Radio packet communication method and radio packet communication apparatus					
FILING FEE RECEIVED 1460	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:		☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit		

Docket No.: 6268-000010/US/NP
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kengo Nagata et al.

Application No.: 10/553,107

Confirmation No.: 2388

Filed: October 14, 2005

Art Unit: 2618

For: Wireless Packet Communication Method
And Wireless Packet Communication
Apparatus

Examiner: S. Trinh

RESPONSE TO NON-FINAL OFFICE ACTION

MS Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

INTRODUCTORY COMMENTS

In response to the Office Action dated February 15, 2007, please amend the above-identified U.S. patent application as follows:

Amendments to the claims begin on page 2 of this paper

Remarks/Arguments begin on page 6 of this paper.

GAS/sjr

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

The following listing of claims will replace all prior versions and listings of claims in the application.

LISTING OF CLAIMS

1. (currently amended) A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method ~~characterized by~~ comprising:

setting a mandatory channel that is always used for transmission; and

transmitting the wireless packets by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle.

2. (currently amended) A wireless packet communication method for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the method ~~characterized by~~ comprising:

distinguishing an STA A from an STA B, the STA A for which a mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set, the mandatory channel being always used for transmission; and

when wireless packets are addressed to said STA A, transmitting the wireless packets to said STA A by using a wireless channel/wireless channels that includes/include the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle; and

when wireless packets are addressed to said STA B, transmitting the wireless packets to said STA B by using idle wireless channel(s).

3. (currently amended) The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2, ~~characterized in that~~ wherein

the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

4. (currently amended) The wireless packet communication method according to Claim 1 or 2, ~~characterized by~~ further comprising

simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

5. (currently amended) A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the apparatus ~~characterized by~~ comprising

a unit setting a mandatory channel that is always used for transmission, and transmitting the wireless packets only when the mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include the mandatory channel.

6. (currently amended) A wireless packet communication apparatus for transmitting a plurality of wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels determined to be idle by carrier sense, a single wireless channel determined to be idle and MIMO, or the multiple wireless channels and the MIMO, the apparatus ~~characterized by~~ comprising

a unit distinguishing an STA A from an STA B and determining destinations of the wireless packets so as to transmit wireless packets addressed to said STA A only when said mandatory channel is idle by using a wireless channel or wireless channels that includes/include a mandatory channel, and to transmit wireless packets addressed to said STA B by using idle wireless channel or channels, the mandatory channel being always used for transmission, the STA A for which the mandatory channel is set, the STA B for which no mandatory channel is set.

7. (currently amended) The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, ~~characterized in that~~ wherein

the plurality of wireless packets transmitted simultaneously are set to have a same or equivalent packet time length that corresponds to a packet size or a transmission time.

8. (original) The wireless packet communication apparatus according to Claim 5 or 6, ~~characterized by~~ further comprising:

a unit simultaneously transmitting wireless packets selectively using the multiple wireless channels or the MIMO in accordance with a number of pieces of data or a number of MIMOs that depends on a channel condition.

REMARKS

Claims 1-8 are now pending in the application. The amendments to the claims contained herein are of equivalent scope as originally filed and, thus, are not a narrowing amendment. The Examiner is respectfully requested to reconsider and withdraw the rejections in view of the amendments and remarks contained herein.

REJECTION UNDER 35 U.S.C. § 103

Claims 1, 5 stand rejected under 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over Mousley et al. (U.S. Pat. Application Publication No. 2002/0159431) in view of Sonetaka (U.S. Pat. No. 6,591,107). This rejection is respectfully traversed.

Note that claims 1 and 5 are parent claims of the group of claims each on the wireless packet communication device method (2-4) and on the wireless packet communication apparatus (6-8).

However, the combination of Mousley and Sonetaka will not make the present claims 1 and 5 obvious to persons skilled in the art, for the following reasons.

First, although Mousley does disclose a method to transmit plural wireless packets simultaneously by using multiple wireless channels, the Examiner is correct in the assessment that Mousley does not disclose the determination of an idle channel by carrier sense and setting a mandatory channel that is always used for transmission; and transmitting the wireless packets by using a wireless channel/wireless channels that include/includes the mandatory channel, only when the mandatory channel is idle. The Examiner cites Sonetaka to supply the teaching that is missing from Mousley. However, as next explained, Sonetaka does not provide the missing teaching.

Sonetaka discloses a method to reserve a predetermined number of channels in advance for a traffic of a predetermined service, and to assign the channels reserved in advance to the traffic only when there is no channel to be assigned for the traffic having

predetermined service rank (see the abstract and claims 1, 3 and 5-6 of Sonetaka). The Examiner calls this channel *reserved in advance* to be assigned for the traffic having the predetermined service rank "mandatory channel". However, this "reserved in advance" channel is *special* and is used only when there is "no channel to be assigned to the traffic having a predetermined service rank" [See Sonetaka Abstract].

The present invention in claims 1 and 5 differs in that it performs wireless packet transmission by using one or more wireless channel(s) that include(s) a mandatory channel (i.e., an indispensable channel) only when the mandatory channel set in advance is idle.

Thus, the "mandatory channel" in each the present invention and Sonetaka are essentially different from each other. The "mandatory channel" in Sonetaka is, in substance, a channel not normally used. This is because it is reserved for high priority traffic only, and is not assigned to low priority traffic. In contrast, the "mandatory channel" in the present invention is, in substance, channels regularly used for packet transmission, no matter the degree of priority of traffic. In other words, in the present invention, if the "mandatory channel" is idle, packet transmission is enabled, if not, packet transmission is prohibited.

It is respectfully submitted that the claims on file presently distinguish applicants' invention from the Moulisley-Sonetaka combination. Applicants' claims recite that the "mandatory channel" is used only when the mandatory channel is idle. This is different from Sonetaka, which uses its "mandatory channel" (in applicant's view—a different kind of channel) only when there is no channel to be assigned for the traffic having predetermined service rank. Clearly the respective uses of these different "mandatory channels" serve to define applicants' "mandatory channel" as being different from the reserved-in-advance channel employed by Sonetaka

Therefore, as Sonetaka and the present invention are clearly and completely different, applying the art in Sonetaka to Mousley will not make the configuration of claims 1 and 5 obvious to a person skilled in the art.

ALLOWABLE SUBJECT MATTER

The Examiner states that claims 3/1, 4/1, 7/5 and 8/5 would be allowable if rewritten in independent form, including all of the limitations of the base claim and any intervening claims.

However, as base claims 1 and 5 are urged to be non-obvious over the cited references, as explained above, it is respectfully submitted that claims 3/1, 4/1, 7/5 and 8/5 are allowable without having to rewrite them in independent form.

CONCLUSION

It is believed that all of the stated grounds of rejection have been properly traversed, accommodated, or rendered moot. Applicant therefore respectfully requests that the Examiner reconsider and withdraw all presently outstanding rejections. It is believed that a full and complete response has been made to the outstanding Office Action and the present application is in condition for allowance. Thus, prompt and favorable consideration of this amendment is respectfully requested. If the Examiner believes that personal communication will expedite prosecution of this application, the Examiner is invited to telephone the undersigned at (248) 641-1600.

Application No. 10/553,107
Amendment dated May 11, 2007
Reply to Office Action of February 15, 2007

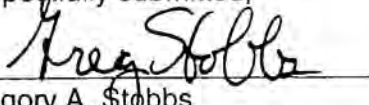
Docket No.: 6268-000010/US/NP

Applicant believes no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 08-0750, under Order No. 6268-000010/US/NP from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: May 11, 2007

Respectfully submitted,

By



Gregory A. Stobbs

Registration No.: 28,764

HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.

P.O. Box 828

Bloomfield Hills, Michigan 48303

(248) 641-1214

Attorney for Applicant

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	1767343
Application Number:	10553107
International Application Number:	
Confirmation Number:	2388
Title of Invention:	Radio packet communication method and radio packet communication apparatus
First Named Inventor/Applicant Name:	Kengo Nagata
Customer Number:	27572
Filer:	Gregory Alan Stobbs/Stephanie Rutkowski
Filer Authorized By:	Gregory Alan Stobbs
Attorney Docket Number:	6268-000010/US/NP
Receipt Date:	11-MAY-2007
Filing Date:	14-OCT-2005
Time Stamp:	14:39:06
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	no
------------------------	----

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		2007_05_11_14_30_46.pdf	286369	yes	9

Multipart Description/PDF files in .zip description			
Document Description	Start	End	
Amendment - After Non-Final Rejection	1	1	
Claims	2	5	
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	6	9	

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	286369
-------------------------------------	--------

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD

Effective December 8, 2004

Application or Docket Number

101 553107

CLAIMS AS FILED - PART I

	(Column 1)	(Column 2)
U.S. NATIONAL STAGE FEES		
BASIC FEE		
EXAMINATION FEE		
SEARCH FEE		
FEE FOR EXTRA SPEC. PGS.		minus 100 = / 50 =
TOTAL CHARGEABLE CLAIMS	12	minus 20 =
INDEPENDENT CLAIMS	4	minus 3 = 1
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT		☒

* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2

SMALL ENTITY TYPE ☐ OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	FEE		RATE	FEE
BASIC FEE		OR	BASIC FEE	300
EXAM. FEE			EXAM. FEE	200
SEARCH FEE			SEARCH FEE	400
X \$ 125 =			X \$ 250 =	
X \$ 25 =		OR	X \$ 50 =	
X \$ 100 =		OR	X \$ 200 =	200
+ \$ 180 =		OR	+ \$ 360 =	360
TOTAL		OR	TOTAL	1400

CLAIMS AS AMENDED - PART II

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
AMENDMENT A	10/14/05	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR
Total	12	Minus	20
Independent	4	Minus	4
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM			☐

SMALL ENTITY OR

OTHER THAN SMALL ENTITY

RATE	ADDITIONAL FEE		RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 25 =		OR	X \$ 50 =	
X \$ 100 =		OR	X \$ 200 =	
+ \$ 180 =		OR	+ \$ 360 =	
TOTAL ADDIT. FEE		OR	TOTAL ADDIT. FEE	0

	(Column 1)	(Column 2)	(Column 3)
AMENDMENT B	5/11/07	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR
Total		Minus	
Independent		Minus	
FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM			☐

RATE	ADDITIONAL FEE		RATE	ADDITIONAL FEE
X \$ 25 =		OR	X \$ 50 =	
X \$ 100 =		OR	X \$ 200 =	
+ \$ 180 =		OR	+ \$ 360 =	
TOTAL ADDIT. FEE		OR	TOTAL ADDIT. FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than "20", enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than "3", enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

27572 7590 06/27/2007

HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

EXAMINER

TRINH, SONNY

ART UNIT

PAPER NUMBER

2618

DATE MAILED: 06/27/2007

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/14/2005	Kengo Nagata	6268-000010/US/NP	2388
TITLE OF INVENTION: RADIO PACKET COMMUNICATION METHOD AND RADIO PACKET COMMUNICATION APPARATUS				

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	\$1400	\$300	\$0	\$1700	09/27/2007

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. **PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED.** THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN **THREE MONTHS** FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. **THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED.** SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the SMALL ENTITY status shown above.

If the SMALL ENTITY is shown as YES, verify your current SMALL ENTITY status:

- A. If the status is the same, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.
- B. If the status above is to be removed, check box 5b on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and twice the amount of the ISSUE FEE shown above, or

If the SMALL ENTITY is shown as NO:

- A. Pay TOTAL FEE(S) DUE shown above, or
- B. If applicant claimed SMALL ENTITY status before, or is now claiming SMALL ENTITY status, check box 5a on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and 1/2 the ISSUE FEE shown above.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: **Mail** **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

27572 7590 06/27/2007

HARNES, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/14/2005	Kengo Nagata	6268-000010/US/NP	2388
TITLE OF INVENTION: RADIO PACKET COMMUNICATION METHOD AND RADIO PACKET COMMUNICATION APPARATUS				

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	\$1400	\$300	\$0	\$1700	09/27/2007
EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS				
TRINH, SONNY	2618	370-342000				

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).
☐ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.
☐ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a Customer Number is required.

2. For printing on the patent front page, list
 (1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively, 1 _____
 (2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed. 2 _____
 3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent): ☐ Individual ☐ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

- ☐ Issue Fee
☐ Publication Fee (No small entity discount permitted)
☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): (Please first reapply any previously paid issue fee shown above)

- ☐ A check is enclosed.
☐ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
☐ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. Change in Entity Status (from status indicated above)

- ☐ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27. ☐ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature _____

Date _____

Typed or printed name _____

Registration No. _____

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/14/2005	Kengo Nagata	6268-000010/JS/NP	2388
27572	7590	06/27/2007	EXAMINER	
HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C. P.O. BOX 828 BLOOMFIELD HILLS, MI 48303			TRINH, SONNY	
			ART UNIT	PAPER NUMBER
			2618	
DATE MAILED: 06/27/2007				

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b) (application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment to date is 63 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 63 day(s).

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (<http://pair.uspto.gov>).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

Notice of Allowability	Application No.	Applicant(s)	
	10/553,107	NAGATA ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Sonny TRINH	2618	

– The **MAILING DATE** of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address–

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to amendment filed 05/11/07.
2. ☒ The allowed claim(s) is/are 1-8.
3. ☒ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
 - a) ☒ All b) ☐ Some* c) ☐ None of the:
 1. ☒ Certified copies of the priority documents have been received.
 2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____
 3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

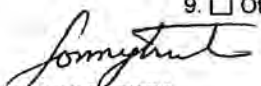
* Certified copies not received: _____

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

4. ☐ A SUBSTITUTE OATH OR DECLARATION must be submitted. Note the attached EXAMINER'S AMENDMENT or NOTICE OF INFORMAL PATENT APPLICATION (PTO-152) which gives reason(s) why the oath or declaration is deficient.
 5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
 - (a) ☐ including changes required by the Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) attached
 - 1) ☐ hereto or 2) ☐ to Paper No./Mail Date _____
 - (b) ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____
- Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).
6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

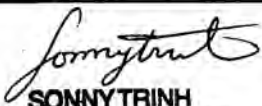
Attachment(s)

- | | |
|--|---|
| 1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892) | 5. ☐ Notice of Informal Patent Application |
| 2. ☐ Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) | 6. ☐ Interview Summary (PTO-413),
Paper No./Mail Date _____ |
| 3. ☐ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08),
Paper No./Mail Date _____ | 7. ☐ Examiner's Amendment/Comment |
| 4. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit
of Biological Material | 8. ☐ Examiner's Statement of Reasons for Allowance |
| | 9. ☐ Other _____ |


SONNY TRINH
PRIMARY EXAMINER 6-17-07

Issue Classification 	Application/Control No. 10/553,107	Applicant(s)/Patent under Reexamination NAGATA ET AL.
	Examiner Sonny TRINH	Art Unit 2618

ISSUE CLASSIFICATION												
ORIGINAL					INTERNATIONAL CLASSIFICATION							
CLASS		SUBCLASS			CLAIMED				NON-CLAIMED			
370		431			H	04	L	12	/28			
CROSS REFERENCES					H	04	J	3	/16			
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)											
370	437	443						/			/	
								/			/	
								/			/	
								/			/	
								/			/	
								/			/	

 (Assistant Examiner) (Date)		SONNY TRINH PRIMARY EXAMINER (Primary Examiner) (Date)		Total Claims Allowed: 8	
(Legal Instruments Examiner) (Date)		6-17-07		O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Fig. 1

☒ Claims renumbered in the same order as presented by applicant				☐ CPA				☐ T.D.				☐ R.1.47			
Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original		
1	1		31		61		91		121		151		181		
2	2		32		62		92		122		152		182		
3	3		33		63		93		123		153		183		
4	4		34		64		94		124		154		184		
5	5		35		65		95		125		155		185		
6	6		36		66		96		126		156		186		
7	7		37		67		97		127		157		187		
8	8		38		68		98		128		158		188		
	9		39		69		99		129		159		189		
	10		40		70		100		130		160		190		
	11		41		71		101		131		161		191		
	12		42		72		102		132		162		192		
	13		43		73		103		133		163		193		
	14		44		74		104		134		164		194		
	15		45		75		105		135		165		195		
	16		46		76		106		136		166		196		
	17		47		77		107		137		167		197		
	18		48		78		108		138		168		198		
	19		49		79		109		139		169		199		
	20		50		80		110		140		170		200		
	21		51		81		111		141		171		201		
	22		52		82		112		142		172		202		
	23		53		83		113		143		173		203		
	24		54		84		114		144		174		204		
	25		55		85		115		145		175		205		
	26		56		86		116		146		176		206		
	27		57		87		117		147		177		207		
	28		58		88		118		148		178		208		
	29		59		89		119		149		179		209		
	30		60		90		120		150		180		210		

Search Notes

Application/Control No.

10/553,107

Examiner

Sonny TRINH

Applicant(s)/Patent under
Reexamination

NAGATA ET AL.

Art Unit

2618

SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
370	431	6/17/2007	ST
370	445	6/17/2007	ST
370	342	6/17/2007	ST
370	328	6/17/2007	ST
370	329	6/17/2007	ST
370	254	6/17/2007	ST
370	352	6/17/2007	ST
370	314	6/17/2007	ST
370	321	6/17/2007	ST
370	437	6/17/2007	ST
370	443	6/17/2007	ST
370	524	6/17/2007	ST

INTERFERENCE SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
370	431	6/17/2007	ST
370	437	6/17/2007	ST
370	443	6/17/2007	ST

**SEARCH NOTES
(INCLUDING SEARCH STRATEGY)**

	DATE	EXMR
U.S. Patent, EPO, JPO, DERWENT, PG-PUB	6/17/2007	ST



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
 United States Patent and Trademark Office
 Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
 P.O. Box 1450
 Alexandria, Virginia 22313-1450
 www.uspto.gov

BIBDATASHEET

CONFIRMATION NO. 2388

Bib Data Sheet

SERIAL NUMBER 10/553,107	FILING OR 371(c) DATE 10/14/2005 RULE	CLASS 370	GROUP ART UNIT 2618	ATTORNEY DOCKET NO. 6268-000010/US/NP
APPLICANTS Kengo Nagata, Tokyo, JAPAN; Tomoaki Kumagai, Tokyo, JAPAN; Shinya Otsuki, Tokyo, JAPAN; Kazuyoshi Saito, Tokyo, JAPAN; Satoru Aikawa, Tokyo, JAPAN;				
** CONTINUING DATA ***** This application is a 371 of PCT/JP04/13483 09/09/2004				
** FOREIGN APPLICATIONS ***** JAPAN 2003-317100 09/09/2003				
Foreign Priority claimed ☒ yes ☐ no 35 USC 119 (a-d) conditions met ☐ yes ☐ no ☐ Met after Allowance		STATE OR COUNTRY JAPAN	SHEETS DRAWING 12	TOTAL CLAIMS 8
Verified and Acknowledged _____ Examiner's Signature _____ Initials _____		INDEPENDENT CLAIMS 4		
ADDRESS 27572				
TITLE WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS				
FILING FEE RECEIVED 1460	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:		☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit	

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: **Mail** Mail Stop ISSUE FEE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

27572 7590 06/27/2007

HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission
I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571)273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/14/2005	Kengo Nagata	6268-000010/US/NP	2388

TITLE OF INVENTION: WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	\$1400	\$300	\$0	\$1700	09/27/2007

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
TRINH, SONNY	2618	370-342000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363)

- ☐ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached
☐ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. Use of a Customer Number is required.

2. For printing on the patent front page, list

- (1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,
(2) the name of a single firm (having as a member a registered patent attorney or agents and the name of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
2 _____
3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitution for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE

Nippon Telegraph and Telephone Corporation

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Tokyo, Japan

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent): ☐ Individual ☒ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

- ☒ Issue Fee
☒ Publication Fee (No small entity discount permitted)
☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): (Please first reapply any previously paid issue fee shown above)

- ☐ A check is enclosed.
☐ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.
☒ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 08-0750 (enclose an extra copy of this form).

5. Change In Entity Status (from status indicated above)

- ☐ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27. ☐ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature

Gregory A. Stobbs

Date 09/05/2007

Typed or Printed Name Gregory A. Stobbs

Registration No. 28,764

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the complete application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Communication

Applicants' would like to bring to the Examiner's attention the fact that the title of this application was amended by Second Preliminary Amendment on December 28, 2006, to read:

Wireless Packet Communication Method and Wireless Packet Communication Apparatus

The title, as reflected in the Notice of Allowance does not conform to this amended title. (Instead, the Notice of Allowance substitutes the "radio" for "wireless").

Although the applicants do not believe this difference in title affects the scope of the claims, applicants nevertheless request appropriate correction so that the application will issue with the proper title, as amended.

Electronic Patent Application Fee Transmittal				
Application Number:		10553107		
Filing Date:		14-Oct-2005		
Title of Invention:		WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS		
First Named Inventor/Applicant Name:		Kengo Nagata		
Filer:		Gregory Alan Stobbs/Stephanie Rutkowski		
Attorney Docket Number:		6268-000010/US/NP		
Filed as Large Entity				
U.S. National Stage under 35 USC 371 Filing Fees				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Utility Appl issue fee	1501	1	1400	1400
Publ. Fee- early, voluntary, or normal	1504	1	300	300

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				1700

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	2159470
Application Number:	10553107
International Application Number:	
Confirmation Number:	2388
Title of Invention:	WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS PACKET COMMUNICATION APPARATUS
First Named Inventor/Applicant Name:	Kengo Nagata
Customer Number:	27572
Filer:	Gregory Alan Stobbs/Stephanie Rutkowski
Filer Authorized By:	Gregory Alan Stobbs
Attorney Docket Number:	6268-000010/US/NP
Receipt Date:	05-SEP-2007
Filing Date:	14-OCT-2005
Time Stamp:	14:18:11
Application Type:	U.S. National Stage under 35 USC 371

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment was successfully received in RAM	\$ 1700
RAM confirmation Number	7590
Deposit Account	080750

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes) /Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
--------------------	----------------------	-----------	-------------------------------------	---------------------	---------------------

1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	2007_09_05_14_10_54.pdf	106796 ae1966d0ced8019aed133fe6470c8ac 42e56944	no	2
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (PTO-06)	fee-info.pdf	8350 8a7a215e07d3de900c910299bb1a0113 a5e03e11	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			115146		
This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503. <u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application. <u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course. <u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.					



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/553,107	10/09/2007	7280551	6268-000010/US/NP	2388

27572 7590 09/19/2007
HARNESSE, DICKEY & PIERCE, P.L.C.
P.O. BOX 828
BLOOMFIELD HILLS, MI 48303

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b) (application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 63 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (<http://pair.uspto.gov>).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site <http://pair.uspto.gov> for additional applicants):

Kengo Nagata, Tokyo, JAPAN;
Tomoaki Kumagai, Tokyo, JAPAN;
Shinya Otsuki, Tokyo, JAPAN;
Kazuyoshi Saito, Tokyo, JAPAN;
Satoru Aikawa, Tokyo, JAPAN;