

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent
Application Publication Number

(12) **Japanese Unexamined Patent
Application Publication (A)**

H1-217196

(51) Int. Cl.⁴
F28F 19/00

Identification codes

JPO file numbers
7380-3L

(43) Publication date August 30, 1989

Request for examination: Requested Number of Inventions: 3 (Total of 9 Pages)

(54) Title of the invention	HEAT EXCHANGER MADE FROM ALUMINUM	
	(21) Japanese Patent Application	S63-40880
	(22) Date of Application	February 25, 1988
(72) Inventor	HANAZAKI, Masayuki	% Nikkei Giken Co., Ltd. 1-34-1 Kambara, Kambara-cho, Anbara-gun, Shizuoka Prefecture
(72) Inventor	KAWAKITA, Koji	% Nippon Light Metal Co., Ltd. Funabashi Plant, 4-12-2 Narashino, Funabashi, Chiba Prefecture
(71) Applicant	Nippon Light Metal Co., Ltd.	13-12-3 Mita, Minato-ku, Tokyo
(74) Agent	Patent attorney NAKAMURA, Tomohiro	and 3 others

SPECIFICATION

1. TITLE OF THE INVENTION

Heat Exchanger Made from Aluminum

2. Patent Claims

(1) A heat exchanger made from aluminum, that uses a brine made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, wherein:

a sacrificial anode, formed from a metal that is less noble than aluminum, and that reduces the electropotential of the pipeline to 50 mv, at least, less than the pitting electropotential, is formed on an inner wall of a pipeline that forms a brine flow path.

(2) A heat exchanger made from aluminum, that uses a brine made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, wherein:

a sacrificial anode that is formed from a metal that is less noble than aluminum that forms a pipeline, and that has a weight of between 0.003 and 0.486 g/cm², when made from an aluminum alloy, or between 0.008 and 1.296 g/cm², when made from zinc, or of between 0.002 and 0.306 g/cm², when made from magnesium, with respect to the unit area of the pipeline inner wall, is attached to the inner wall of the pipeline that forms the brine flow path, and at least a portion is welded or secured between the sacrificial anode and the pipe wall.

(3) A heat exchanger, made from aluminum, that uses a brine comprising an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, structured from a pair of header pipes and a large number of heat exchanging pipes that form a heat exchange region that bridges between the header pipes, wherein:

a header pipe and/or a heat exchanging pipe for forming a brine flow path is formed from an aluminum molded member, and an attaching groove that extends along the axial direction is formed on a pipe inner wall of one or both thereof and a sacrificial anode is disposed along the attaching groove and at least a portion is welded or secured between the sacrificial anode and the pipe wall.

3. Detailed Explanation of the Invention

[Industrial Field of Application]

The present invention relates to a heat exchanger that is made from aluminum that uses a brine that comprises an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, and, in particular, to a heat exchanger, made from aluminum, that is superior in resisting pitting.

[Prior Art]

Conventionally, aluminum heat exchangers made from aluminum or aluminum alloys have problems with pitting, so typically Freon gas, ammonia gas, or the like, has been used as the coolant, where the coolant is used recirculating, repetitively undergoing evaporation and condensation during the refrigerating cycle. However, with Freon gas the problems with the damage to the environment have attracted considerable attention in recent years, with a tendency to be placed under increasingly strict constraints, or, with ammonia gas, when there is a gas leak for some reason, there is not only a problem with toxicity for the human body, but also problems with foul odors or soiling of the environment, and problems with explosiveness, and the like.

Moreover, that which is termed "brine," such as, for example, an aqueous solution of calcium chloride or an aqueous solution of sodium chloride, is known as a coolant that is used for this purpose, where, for example, for a

EX1007

MAHLE Behr

IPR2023-00861

Page 1 of 17

calcium chloride aqueous solution the eutectic point of a 29.9 wt% aqueous solution (with a specific gravity of 1.286) is low, at -55°C , and is non-toxic and inexpensive, and thus is used broadly in industry. However, when these brine coolants are used, the corrosiveness in relation metal is extremely high, due to the electrolytes, and thus there is a major problem with durability of heat exchangers that use brine, such as having a service life that is no greater than five years, at the longest, even with a steel heat exchanger that has been subjected to a zinc plating process.

However, in various cooling devices in which such heat exchangers are used, and particularly in those that are mobile, such as, for example, refrigeration equipment or refrigerated trucks for shipping, or the like, reducing weight through making the heat exchanger from aluminum or an aluminum alloy is extremely important in not just enabling more freight to be loaded, commensurate with the weight reduction, but in improving fuel consumption as well.
[Problem Solved by the Present Invention]

As the result of diligent research in contemplation of the perspective described above, the present inventors arrived at the present invention through solving this problem of corrosion in a heat exchanger made from aluminum that uses brine that is made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride.

Consequently, the object of the present invention is to provide an aluminum heat exchanger, made from aluminum or an aluminum alloy, with superior durability, wherein it is possible to use, as the coolant, brine that is made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, which is non-toxic and inexpensive and which has no problem with contaminating the environment nor with toxicity in respect to the human body.
[Means for Solving the Problem]

That is, the present invention is a heat exchanger made from aluminum, that uses a brine made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, wherein a sacrificial anode, formed from a metal that is less noble than aluminum, and that reduces the electropotential of the pipeline to 50 mV, at least, less than the pitting electropotential, is formed on an inner wall of a pipeline that forms a brine flow path.

In the present invention, pure aluminum (1000 series), or any of a variety of aluminum alloys, such as, for example, Al-Mn (3000 series), Al-Si (4000 series), Al-Mg (5000 series), Al-Cu-Mg (2000 series), Al-Mg-Si (6000 series) Al-Zn-Hg (7000 series), may be used as the material for the heat exchanger.

Moreover, for the calcium chloride aqueous solution or sodium chloride aqueous solution, or the like, used as the coolant, that which is used conventionally for this purpose, such as, for example, a calcium chloride aqueous solution that has a density that is 29.9 wt%, or a sodium chloride aqueous solution that has a density that is 5 wt%, or the like, may be used. Normally such a brine has a pH in a range between 5 and 9.2. For example, for a calcium chloride brine there is an active dissolving region when the pH thereof is greater than 9.2, and under natural storage conditions the pH rarely falls below 5.

Moreover, depending on the type of brine, a conventional known corrosion inhibiting agent, such as, for example, sodium hydrogen phosphate, zinc powder,

triethanolamine, or the like, may be added in order to control corrosiveness.

Moreover, for these brines, diethylene triamine added at between 0.1 and 30 wt%, and preferably between 2 and 5 wt%, may be used as a preferred anticorrosion agent. The use of this diethylene triamine can greatly reduce corrosion of the aluminum heat exchanger by the brine, and can substantially increase the durability of the aluminum heat exchanger when used together with the sacrificial electrode of the present invention, to increase the service life thereof remarkably.

In the heat exchanger of the present invention, structured in this way, the pitting electropotential of the pipeline that forms the flow path for the brine, according to measurements by the present inventors, are normally in a range between -350 and -1400 mV, although this varies depending on a variety of environmental conditions such as the type of heat exchanger material or brine that is used, and depending on the temperature of the brine, the amount of dissolved oxygen therein, the flow speed, and the like.

Consequently, while, for the sacrificial anode that is attached to the inner wall of the pipeline that forms the flow path for the brine in the heat exchanger, in theory any metal that is a metal that is less noble than the aluminum that structures the pipeline can be used to enable an anticorrosion electric current in the pipeline, in practice, as described above, there are minor variations in the pipeline pitting electropotential, due to the effects of environmental conditions such as the temperature of the brine, the amount of dissolved oxygen therein, the flow speed, and the like, and thus preferably that which causes the electropotential of the pipeline to be reduced to at least 50 mV, and preferably at least 100 mV, less than the pitting electropotential is used. Anode electrodes that satisfy such conditions include, specifically, zinc (Zn) or magnesium (Mg) or metal alloys equivalent thereto, such as, for example, an Al-Zn-In-(other metal) alloy (manufactured by Japan Light Metals, brand name: NIKKANODE), or the like.

Additionally, in regard to the use of a sacrificial anode, although there will be differences depending on the material of the pipeline of the heat exchanger, the type of brine used, and the like, if the sacrificial anode is made from an aluminum alloy, the area ratio thereof in respect to the inner wall area of the pipeline of the heat exchanger (the anode/cathode area ratio) should be between 1:10 and 1:140, and preferably between 1:20 and 1:100, and should be between 0.003 and 0.486 g/cm^2 , and preferably between 0.006 and 0.147 g/cm^2 , with respect to the unit area of the pipeline inner wall. If the amount of sacrificial anode used were less than 1:140 for the anode/cathode area ratio, or less than 0.003 g/m^2 , then not only would it not be possible to reduce the pipeline inner wall electropotential to below the critical pitting electropotential, it would also be difficult to achieve an improvement in the service life by improving the durability of the heat exchanger, and, conversely, if the anode/cathode area ratio were greater than 1:10 and 0.486 g/cm^2 , it would become impossible to secure an adequate brine flow path for the heat exchanger that is formed from the pipeline, reducing the efficiency of the heat exchange. Note that if the sacrificial anode is made from zinc, the amount used should be between 0.008 and 1.296 g/cm^2 .

with respect to the unit area of the pipeline inner wall, and if the sacrificial anode is made from magnesium, the amount used should be between 0.002 and 0.306 g/m² with respect to the unit area of the pipeline inner wall.

For the method for attaching the sacrificial anode to the inner wall of the pipeline of the heat exchanger, at least a portion of the sacrificial anode and pipeline inner wall should be welded or secured, and, preferably, the heat exchanger may be formed from a pair of header pipes and a large number of heat exchanging pipes that form a heat exchange region bridging between these header pipes, where the header pipes and/or heat exchanging pipes for forming the flow path for the brine are formed from aluminum molded members, and attaching grooves that extend along the axial direction may be formed in the pipe inner walls of one or both of the above, and the sacrificial anode may be arranged along these attaching grooves can at least a portion between the sacrificial anode and the header pipes and/or between the heat exchanging pipes and the pipeline inner walls, may be welded or secured. In this way, through arranging sacrificial anodes within the attaching grooves in the header pipes and/or heat exchanging pipes that are formed from aluminum molded members in this way and welding and securing, the provision of the sacrificial anodes will be accurate, and the cross-sectional area of the brine flow path will not be too large or too small locally, and thus there will be no concerns about producing erosion or about turbulent flow causing bubbles that would reduce the efficiency of heat exchange.

Additionally, the shape of the sacrificial anode that is attached to the pipeline here wall in this way can be any type of shape insofar as it can be attached, such a rod-shaped body or block-shaped body that is as cross-sectionally circular, cross-sectionally elliptical, cross-sectionally triangular, cross-sectionally square, cross-sectionally trapezoidal, cross-sectionally polygonal, or the like, although preferably it is a rod-shaped body that has a fitting portion of a cross-sectional shape that is the same as that of the attaching groove in the header pipe and/or heat exchanging pipe. Moreover, when welding or securing between the sacrificial anode and the pipeline inner wall of the header pipe and/or heat exchanging pipe, the welding or securing between some or all of the sacrificial anode that is provided within the attaching groove on the inside of the pipeline is carried out, from outside of the header pipe and/or heat exchanging pipe, through, for example, plug welding, spot welding, seam welding, bolting, or the like.

The heat exchanger made from aluminum in the present invention may be used in heat exchanging in any field, such as, for example, air cleaning, air conditioning, bookbinding, dry ice, refrigeration for shipping, cooling water towers, refrigerators, refrigerated trucks, and the like.

[Effects]

While in the aluminum heat exchanger according to the present invention a pitting electropotential is produced in the pipeline that forms the flow path for the brine through the use, as a coolant, of a brine that is made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, an anticorrosion electric current flows from the sacrificial electrode that is attached to the inner wall of the pipeline, thereby bringing the pipeline to less than the critical pitting

electropotential, thereby preventing corrosion of the aluminum pipeline, that is, of the heat exchanger.

[Embodiments]

The present invention will be explained in detail below based on embodiments shown in the test examples and appended drawings.

Corrosion Resistance Test Example 1

A test piece made from aluminum (6063) with dimensions of 70-mm wide, 5-mm thick, and 2000-mm long was used as a corrosion-proofed body, and an alloy of Al-Zn-In-another metal (manufactured by Japan Light Metals Company, brand name: NIKKANODE), with a diameter of 16 mm and a length of 80 mm, weighing 43.41 g, was used as a sacrificial anode (with an anode/cathode surface area ratio of 1/75 for the ratio of the surface area with respect to the surface area of the corrosion-proofed body, at 0.0145 g/cm² with respect to the unit area for the surface area of the corrosion-proofed body), and a 29.9 wt% calcium chloride aqueous solution with a pH of 9 was used as the brine, of which 130 L of the brine 2 was placed in a 160 L water tank 1, as depicted in FIG. 1, and a sacrificial anode 4 that is connected electrically on one end to the corrosion-proofed body 3 was immersed in the brine 2 so as to be submerged completely in the brine 2, and a pump 5 that was placed in the water tank 1 was used to carry out Corrosion Resistance Testing for 100 days at room temperature (between 18 and 30°C) while circulating the brine 2 through a cycle of circulation for eight hours per day at a speed of 120 L per minute, followed by stopping for 16 hours, and the pitting electropotential of the corrosion-proofed body was measured through polarization measurement and the change in electropotential of the corrosion-proofed body at a location 2000 mm away from the sacrificial anode (the location at the end that is opposite from where the sacrificial anode was connected) was measured, and the speed at which the sacrificial anode was consumed and the state of corrosion of the corrosion-proofed body were observed.

The results of the measurements and observations were that the pitting electropotential of the corrosion-proofed body was -830 mV, where the electropotential of the corrosion-proofed body stabilized, after three days, in a range of between 1100 and 1130, stabilizing at an electropotential about 300 mV lower than the pitting electropotential, and, from the change in weight of the sacrificial anode during the Corrosion Resistance Testing, the speed of consumption of the sacrificial anode was 0.017 g/cm², and no production of corrosion, such as pitting, was observed in the corrosion-proofed body.

Corrosion Resistance Test Example 2

An Corrosion Resistance Test was carried out in the same manner as in Test Example 1, described above, except for the use of a 5 wt% sodium chloride aqueous solution as the brine, and the pitting electropotential of the corrosion-proofed body, the change in electropotential over time in the corrosion-proofed body at the location that is 2000 mm away from the sacrificial anode, and the consumption speed of the sacrificial anode were each measured, and the state of corrosion of the corrosion-proofed body was observed. The result was that the pitting electropotential of the corrosion-proofed body was -720 mV, the electropotential of the corrosion-proofed body

stabilized in a range between -1100 and -1150 mV, stabilizing at an electropotential that is about 400 mV less than the pitting electropotential, and the consumption speed of the sacrificial anode was 0.0129 g/cm², with no corrosion, such as pitting, of the corrosion-proofed body observed.

Reference Test Example 1

A corrosion test was carried out in exactly the same manner as with Corrosion Resistance Test Example 1, described above, except that no sacrificial electrode was used, and the state of corrosion of the corrosion-proofed body was observed. The result was that pitting began to occur on the third day after the commencement of testing, and after six months the depths of the pits reached 1.747 mm, and thus it is clear that in an aluminum heat exchanger it would be difficult to use the 29.9 wt% calcium chloride aqueous solution as the brine without carrying out some sort of anticorrosion measure.

Embodiment 1

FIG. 2A and FIG. 2B show an aluminum heat exchanger according to a first embodiment according to the present invention. This heat exchanger is structured from a pair of header pipes 6 (6a and 6b) that have a relatively large diameter, arranged in parallel with a space therebetween, and heat exchanging pipe units 7, connecting between the header pipes 6a and 6b, where a coolant supplying opening and coolant exhausting opening are provided at the two ends of the primary side header pipe 6a that is positioned on the upstream side, where heat is exchanged in the heat exchange region during the time until the coolant that is introduced from the supplying opening arrives at the exhaust opening 10 after traveling serpentine through each of the brine flow paths 8 of each of the header pipes 6 and the heat exchanging pipe units 7. In this case, as depicted in FIG. 2B, the heat exchanging pipe units 7 are structured through fitting together heat exchanging molded members 9 made from aluminum alloy extrusion molded members. In this first embodiment, the header pipes 6 and the heat exchanging pipe units 7 have 6063 aluminum alloy as the materials thereof, and the pipelines for the header pipes 6 and heat exchanging pipe units 7 that form the brine flow path 8 in which the brine, as the coolant, flows are designed to have an internal surface area of about 8 m².

Given this, as depicted in FIG. 3, which shows the primary side header pipe 6a enlarged, the header pipe 6 is formed through aluminum extrusion molding so as to be cross-sectionally rectangular, where the back wall 6c is formed with a wall thickness so as to be a thicker wall than the front wall 6d, the top wall 6e and the bottom wall 6f, and, in addition, an attaching groove 11 of a helical groove shape is formed, spanning the total length, on the inner surface side thereof, and a sacrificial anode 12, made from an essentially rectangular rod-shaped body, extrusion molded to a prescribed dimension, from an alloy of Al-Zn-In-another metal (manufactured by Japan Light Metals, brand-name: NIKKANODE) is fitted into this attaching groove 11, followed by plug welding at welding points 13 at at least five locations for a single sacrificial anode 12 with a prescribed spacing of, for example, 30 cm.

In the first embodiment, the sacrificial anode 12 is designed so that the area ratio thereof in respect to the area of the interior of the pipelines of the header pipes 6 and the

heat exchanging pipe units 7 that form the flow path for the brine (that is, the anode/cathode area ratio) will be 1:25, and will be 0.72 g/mm², with respect to the unit area for the area of the interior of the pipeline.

Additionally, dividing plates 14 for dividing between mutually adjacent heat exchanging molded members 9 are provided in the primary-side header pipe 6a, and similar dividing plates (not shown) are provided in the secondary-side header pipe 6b, so that the coolant that enters into the primary-side header pipe 6a from the supplying opening will flow in a serpentine manner through the brine flow path 8 of the individual heat exchanging molded members 9 of the heat exchanging pipe units 7, and then be discharged to the outside through an exhausting outlet that is again in the primary side header pipe 6a.

The heat exchanger of this first embodiment used the same 29.9 wt% calcium chloride aqueous solution that was used in Corrosion Resistance Test Example 1, described above, and incorporated in the first embodiment and operated in actual refrigeration cycles to observe the change in the state of corrosion of the heat exchanger as time elapsed. The result was that no corrosion, such as pitting, or the like, was observed even after 180 days elapsed.

Next FIG. 4A and FIG. 4B depict a modified example of the cross-sectional shape of the attaching groove 11 that is formed in each header pipe 6 and of the sacrificial anode 12 that is attached in the attaching groove 11, where in the case of FIG. 4A the attaching groove 11 is formed in a wide helical groove shape and the sacrificial anode 12 that is attached within the attaching groove 11 is formed with a cross-sectional shape that is substantially trapezoidal, where in the case of FIG. 4B, an attaching groove 11 is formed into a helical groove shape by ribs 15 that each protrude from the back wall 6c, the front wall 6d, and the top wall 6e, where the sacrificial anode 12 that is attached within the attaching groove 11 is formed so as to have a cross-sectional shape that is substantially rectangular.

Furthermore, FIG. 5 depicts a modified example of an attaching structure for a case of a sacrificial anode 12' that is made from zinc (Zn) or magnesium (Mg), where a bolt 13a that is screwed through the back wall 6c of the header pipe 6 is welded tightly 13' from the outside, and the threaded portion thereof screws together with the sacrificial anode 12'.

Embodiment 2

FIG. 6 through FIG. 9 relate to an aluminum heat exchanger according to a second embodiment that is termed a "pipe shelf," structured from: five heat exchanging pipe molded members 16a that are formed integrally, through aluminum extrusion molding, integrating together a pair of heat exchanging pipes 16c, each having a cross-sectional circular shape; a single heat exchanging pipe molded member 16b with a single heat exchanging pipe 16c that has a circular cross-section; a plurality of long and thin flat plates 17 that connect together these heat exchanging pipe molded members 16a and 16b; four U-shaped header pipes 20a that connect between the individual end portions of the aforementioned heat exchanging pipes 16c, connecting between a coolant supplying opening 18 at one end of the heat exchanging pipe 16c that is positioned on one side and arriving at a coolant exhausting outlet 19 on one end of a

heat exchanging pipe 16c that is positioned fifth from the top in the drawing, to form a serpentine brine flow path; and five U-shaped header pipes 20b that connect between each end portion of each of the heat exchanging pipes 16c and that connect from a coolant supplying opening 18 at one end of the heat exchanging pipe 16c that is positioned on the other side, to arrive at the coolant exhausting outlet 19 at the other end of the heat exchanging pipe 16c that is positioned sixth from the top in the drawing, to form a serpentine brine flow path.

In this second embodiment, as depicted in FIG. 7, helical groove-shaped attaching grooves 21 are formed in the interior of a heat exchanging pipe 16c wherein each of the heat exchanging pipe molded members 16a and 16b are formed integrally, an arc-shaped sacrificial anode 22 is fitted into an end portion side of the attaching groove 21 so as to contact the inner surface thereof, and a welding point 23 is plug welded here between the heat exchanging pipe 16c and the sacrificial anode 22. Moreover, for each of the aforementioned header pipes 20a and 20b as well, a molded member that is formed so that a helical groove-shaped attaching groove 24 is formed in the interior of an aluminum extrusion molding is also formed through bending into a U shape, where sacrificial anodes 22 are fitted into attaching grooves 24 that are positioned in the straight parts on both ends thereof, and, as with the heat exchanging pipe 16c described above, plug welding is carried out at welding points 25 between the header pipes 20a and 20b and the sacrificial anodes 22.

Additionally, the sacrificial anode 22 of this second embodiment is designed with an area ratio, with respect to the area of the interior of the pipelines for the header pipes 20a and 20b and the heat exchanging pipes 20c, that form the flow path for the brine (that is, the anode/cathode area ratio), being between 1:30 and 1:100, with 0.003 through 0.48 g/cm² with respect to the area within the pipeline. A 29.9 wt% calcium chloride aqueous solution, the same as was used in Corrosion Test Example 1, was used as the brine in this second embodiment as well, and the result of observing the state of corrosion with the passage of time when operating in an actual refrigerating cycle was that no corrosion whatsoever, such as pitting, or the like, was observed over an extended period of time, the same as in the first embodiment.

Note that FIG. 10 depicts a modified example of the header pipes 20a and 20b relating to the second embodiment, where, when forming the header pipes 20a and 20b by bending, into U shapes, molded members formed through aluminum extrusion molding, the same as in the second embodiment, described above, sacrificial anodes 22 of prescribed lengths were fitted in advance into a substantially center-portion attaching groove 24 of the molded member, and plug welding was performed at welding points 25 between the sacrificial anode 22 and the header pipes 20a and 20b, after which both end portions were bent to form the U shape. Note that in this modified example as well, the sacrificial anode 22 was attached to the interior of the attaching groove 24, positioned in the straight parts at both ends of each header pipe 20a and 20b, as necessary, making it possible to adjust the area ratio of the sacrificial anode 22 with respect to the area of the

interior of the pipeline (that is, the anode/cathode area ratio).

Embodiment 3

FIG. 11 depicts an aluminum heat exchanger according to a third embodiment according to the present invention. This heat exchanger comprises: a pair of header pipes 26a and 26b that have a relatively large diameter, provided in parallel with a space therebetween; 12 heat exchanging pipes 27 that connect between these header pipes 26a and 26b; and a corrugated heat exchanging fin 28 that is provided, substantially perpendicularly with respect to the heat exchanging pipes 27, between mutually adjacent heat exchanging pipes 27, wherein: a coolant supplying opening 29 is provided at one end of the primary side header pipe 26a that is positioned at the top and a coolant exhausting outlet 30 is provided at one end of the secondary side header pipe 26b, positioned toward the bottom, where the coolant that is introduced from the supplying opening 29 is subjected to heat exchange in a heat exchanging region, prior to arriving at the exhausting outlet 30.

In this third embodiment, the material for the header pipes 26a and 26b and for the heat exchanging pipes 27 is 6063 aluminum alloy, and the pipelines for the header pipes 26a and 26b and heat exchanging pipes 27 that form the brine flow path through which brine flows as the coolant are designed so that the interior area thereof will be within the same range of ratios, with respect to the sacrificial anode, as in the embodiments set forth above. Additionally, the header pipes 26a and 26b are formed, through aluminum extrusion molding, with the cross-sectional shapes thereof being circular, and an attaching groove 31 is formed in a helical groove shape along the total length thereof on the inner surface side, where the sacrificial anode 32 that is formed with prescribed dimensions, in the same manner as in the first embodiment set forth above, is fitted into the attaching groove 31, and is plug welded, at least two welding points for each individual sacrificial anode 32, at prescribed intervals such as, for example, with a spacing of 30 cm.

In this third embodiment as well, the same 29.9 wt% calcium chloride aqueous solution used in Corrosion Resistance Test Example 1, described above, was used as the brine, and the result of observations of the state of corrosion over time when operated included in actual refrigerating cycles were that no corrosion whatsoever, such as pitting, was observed over an extended period of time, as was the case for the first embodiment.

[Effects of the Invention]

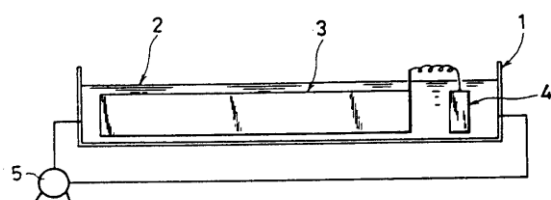
The present invention provides a heat exchanger that is made from aluminum that is lightweight and has superior durability, with a long service life, that uses, as the coolant, brine made from an aqueous solution of calcium chloride or sodium chloride, that has no problems with contaminating the environment or problems with toxicity with respect to the human body, and that is non-toxic and inexpensive.

4. Brief Descriptions of the Drawings

FIG. 1 is an explanatory diagram of a testing apparatus used in each test example; FIG. 2A is a cross-sectional perspective diagram of an aluminum heat exchanger according to a first embodiment according to the present invention; FIG. 2B is a cross-sectional drawing along the section II-II in FIG. 2A; FIG. 3 is a horizontal cross

sectional drawing of the header pipe I of FIG. 1; FIG. 4A and FIG. 4B are horizontal cross-sectional drawings, similar to FIG. 3, depicting modified examples of attaching grooves that are formed within the header pipes and of sacrificial anodes that are attached to these attaching grooves; FIG. 5 is a horizontal cross-sectional drawing, similar to FIG. 3, depicting a modified example of an attaching structure relating to a sacrificial anode of another material; FIG. 6 is a front view of an aluminum heat exchanger according to a second embodiment; FIG. 7 is a cross-sectional drawing along the section VII-VII in FIG. 6; FIG. 8 is a partial cross-sectional front view of the header pipe in FIG. 6; FIG. 9 is a cross-sectional drawing along the section IX-IX FIG. 8; FIG. 10 is a partial cross-sectional front view, similar to FIG. 8, depicting a modified example of the header pipe in FIG. 10; and FIG. 11 is a

2: Brine
3: Corrosion-Proofed Body
4: Sacrificial Anode
FIG. 1



6, 6a, 6b: Header Pipes
7: Heat Exchanging Pipe Unit
8: Brine Flow Path
11: Attaching Groove
12: Sacrificial Anode
13: Welding Point
FIG. 2A

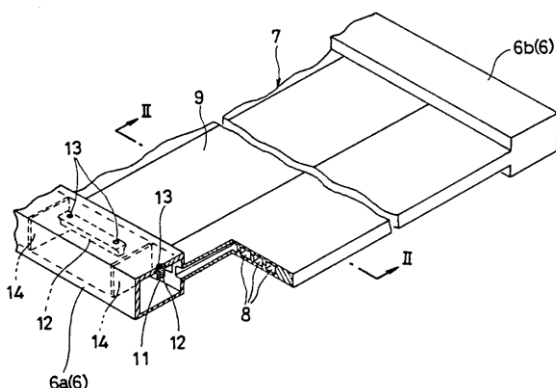
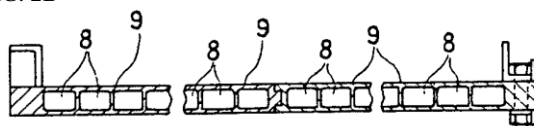


FIG. 2B



partial cross-sectional front view of an aluminum heat exchanger according to a third embodiment.

Explanations of Reference Symbols

- (2) Brine (29.9 wt% Calcium Chloride Aqueous Solution)
- (3) Corrosion-Proofed Body
- (4) (12) (12') (22) (32): Sacrificial Anodes
- (6) (6a) (6b) (20a) (20b) (26a) (26b) Header Pipes
- (7) Heat Exchanging Pipe Unit
- (8) Brine Flow Path
- (16c) (27) Heat Exchanging Pipes
- (11) (21) (24) (31) Attaching Grooves
- (13) (23) (25) Welding Points

Patent Applicant: Japan Light Steel Co., Ltd.
Agent: Patent Attorney Tomohiro Nakamura (and 3 Others)

FIG. 3

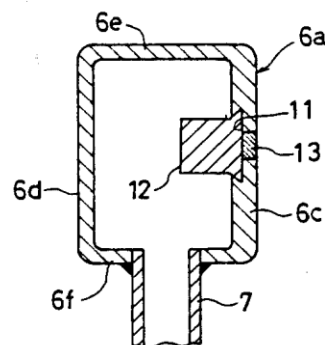


FIG. 4A

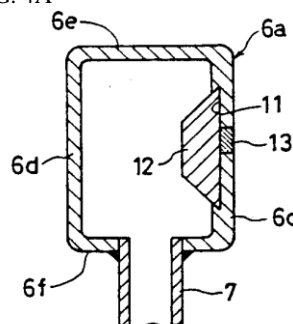
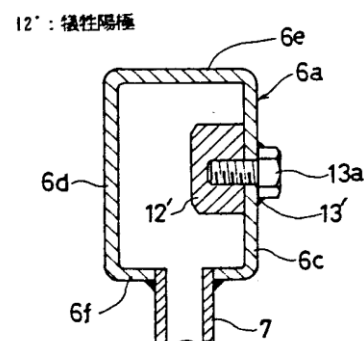
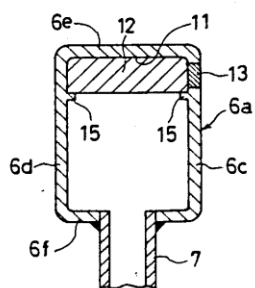


FIG. 5



12': Sacrificial Anode

FIG. 4B



16c: Heat Exchanging Pipe
20a, 20b: Header Pipes
FIG. 6

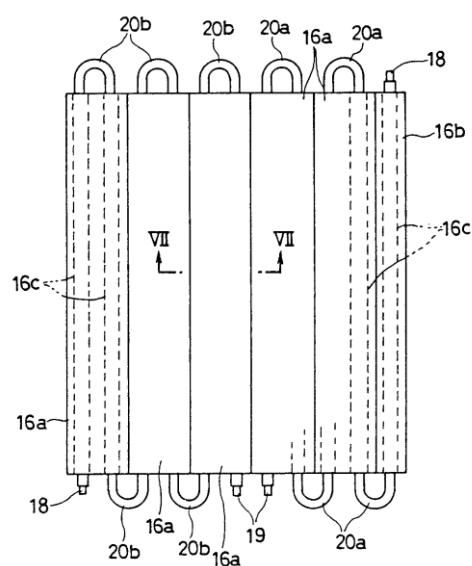
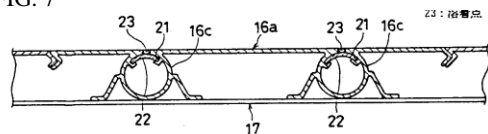


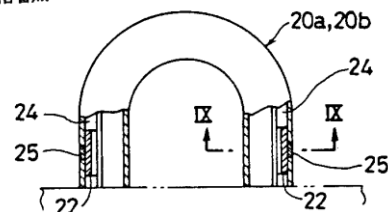
FIG. 7



21: Attaching Groove
22: Sacrificial Anode
23: Welding Point

FIG. 8

24: 取付溝
25: 溶着点



24: Attaching Groove
25: Welding Point

FIG. 9

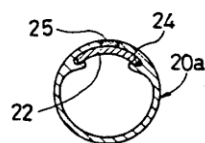
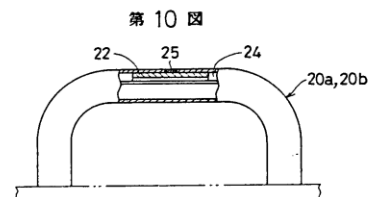
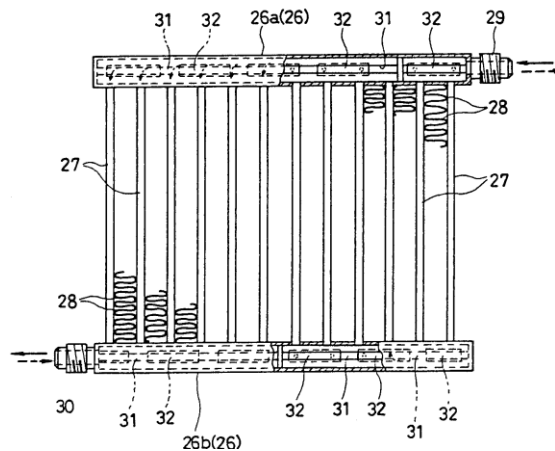


FIG. 10



26a, 26b: Header Pipes
27: Heat Exchanging Pipe
31: Attaching Groove
32: Sacrificial Anode

FIG. 11



TRANSLATION CERTIFICATION

Date: April 17, 2023

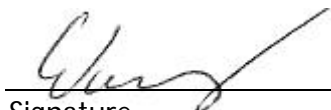
To whom it may concern:

I, Dr. Warren Smith, a translator fluent in the Japanese and English languages, on behalf of Morningside, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that best reflects the intention and meaning of the original text.

I 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. I further declare that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like are punishable by fine, imprisonment, or both, under 18 U.S.C. § 1001 and may jeopardize the validity or enforceability the patent subject to inter partes review.

The documents are designated as:

- JP01217196A.pdf
- JP2005527776A.pdf
- JPS56169195U.pdf



Signature

Warren Smith

Print

Getting Ideas Right.

⑫ 公開特許公報(A) 平1-217196

⑥Int.Cl.⁴
F 28 F 19/00識別記号 庁内整理番号
7380-3L

④公開 平成1年(1989)8月30日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑤発明の名称 アルミニウム製熱交換器

②特 願 昭63-40880

②出 願 昭63(1988)2月25日

⑦発 明 者 花 崎 昌 幸 静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技
研内⑦発 明 者 河 北 好 司 千葉県船橋市習志野4丁目12番2号 日本軽金属株式会社
船橋工場内

⑦出 願 人 日本軽金属株式会社 東京都港区三田3丁目13番12号

⑦代 理 人 弁理士 中村 智廣 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

アルミニウム製熱交換器

2. 特許請求の範囲

(1) 塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器であり、そのブライン流路を形成する管路内壁には、アルミニウムより卑な金属で形成され、この管路の電位をその孔食電位より50mV以上引下げる犠牲陽極を取付けたことを特徴とするアルミニウム製熱交換器。

(2) 塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器であり、そのブライン流路を形成する管路内壁には、この管路を形成するアルミニウムより卑な金属で形成され、管路内壁の単位面積当りアルミニウム合金製の場合は0.003~0.486g/cm²の、亜鉛製の場合は0.008~1.296g/cm²の、また、マグネシウム製の場合は0.002~0.306g/cm²の重量を有する犠牲陽

極を取付け、これら管路と犠牲陽極との間を少くともその一部で溶着又は固着したことを特徴とするアルミニウム製熱交換器。

(3) 対をなすヘッダ管とこれらヘッダ管の間に架設されて熱交換領域を形成する多数の熱交換管とで構成され、塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器において、そのブライン流路を形成するヘッダ管及び/又は熱交換管をアルミ型材で形成すると共に、そのいずれか一方又は双方の管内壁にはその軸方向に沿って延びる取付溝を形成し、この取付溝内に沿って犠牲陽極を配設すると共に、この犠牲陽極と管壁との間を少くともその一部で溶着又は固着したことを特徴とするアルミニウム製熱交換器。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器に係り、特に耐蝕性に優れたアル

ミニウム製熱交換器に関する。

〔従来の技術〕

従来、アルミニウムあるいはアルミニウム合金で形成されたアルミニウム製熱交換器においては、腐蝕の問題があることから、一般にその冷媒としてフロンガス、アンモニアガス等が使用されており、これらの冷媒は冷凍サイクルの中で蒸発と凝縮を繰返して循環使用されている。しかしながら、フロンガスについては、近年その環境破壊の問題がクローズアップし、今後その規制が厳しくなる傾向にあり、また、アンモニアガスについては、それが何らかの原因でガス漏れを起したような場合、人体に対する毒性が問題になるほか、臭気や環境汚染、さらには爆発性等の問題もある。

また、このような目的で使用される冷媒としては、例えば、塩化カルシウム水溶液、塩化ナトリウム水溶液等のいわゆるブラインと称されるものが知られており、例えば塩化カルシウム水溶液の場合はその 29.9 重量% 水溶液（比重 1.286）での共晶点が -55°C と低く、しかも、無害

で安価であることから工業用として広く使用されている。しかしながら、これらのブラインを冷媒として使用する場合、それが電解質であることから金属に対する腐蝕性が極めて高く、亜鉛メッキ処理を施した鋼製熱交換器の場合でもその寿命が最長 5 年であるというように、このブラインを使用する熱交換器の耐久性が重大な問題になる。

ところで、このような熱交換器が使用される種々の冷却機器においては、特にそのうちでも移動するもの、例えば船用冷蔵装置や冷蔵トラック等においては、その熱交換器をアルミニウムあるいはアルミニウム合金製にして軽量化することは、これによって軽量化した分だけ余分に荷積できるほか、また、燃費も改善されるので、極めて意義のあることである。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明者等は、かかる観点に鑑みて鋭意研究を重ねた結果、塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器においてその腐蝕の問題を解決し、

本発明を完成したものである。

従って、本発明の目的は、冷媒として環境汚染の問題や人体に対する毒性の問題がなく、無害で安価な塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用することができ、しかも、耐久性に優れたアルミニウムあるいはアルミニウム合金で形成されたアルミニウム製熱交換器を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

すなわち、本発明は、塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用するアルミニウム製の熱交換器であり、そのブライン流路を形成する管路内壁には、アルミニウムより卑な金属で形成され、この管路の電位をその孔食電位より 50 mV 以上引下げる犠牲陽極を取付けたアルミニウム製熱交換器である。

本発明において、熱交換器の材質としては、純アルミニウム（1000系）や、Al-Mn系（3000系）、Al-Si系（4000系）、Al-Mg系（5000系）、Al-Cu-Mg系（2000系）、Al-Mg-Si系（6000系）、

Al-Zn-Mg系（7000系）等の種々のアルミニウム合金系を使用できる。

また、冷媒として使用する塩化カルシウム水溶液や塩化ナトリウム水溶液についても、例えば 29.9 重量% 濃度の塩化カルシウム水溶液や 5 重量% 濃度の塩化ナトリウム水溶液等、従来この種の目的で通常使用されているものである。このようなブラインは、通常その pH が 5～9.2 の範囲である。例えば、塩化カルシウムブラインの場合、その pH 9.2 を越えると活性溶解の領域になり、また、自然放置条件下では pH 5 以下には下りにくい。

そして、これらのブラインには、その腐蝕性を抑制する目的でブラインの種類等に応じ、例えば磷酸水素ナトリウム、亜鉛末、トリエタノールアミン等の従来公知の腐蝕抑制剤を添加してもよい。さらに、これらのブラインについては、好ましくは腐蝕抑制剤として添加量 0.1～30 重量%、好ましくは 2～5 重量% のジエチレントリアミンを使用するのがよい。このジエチレントリアミン

の使用により、ブラインによるアルミニウム製熱交換器の腐蝕を大幅に軽減することができ、本発明の犠牲電極と併用使用することによりアルミニウム製熱交換器の耐久性が一段と向上し、その寿命が著しく改善される。

このように構成される本発明の熱交換器において、そのブライン流路を形成する管路の孔食電位は、本発明者等の測定によれば、使用する熱交換器の材質やブラインの種類、その他ブラインの温度、溶存酸素量、流速等の種々の環境条件によって異なるが、通常、 $-350 \sim -1,400$ mVの範囲内である。

従って、上記熱交換器のブライン流路を形成する管路内壁に取付ける犠牲陽極としては、理論的にはこの管路を構成するアルミニウムより卑な金属であって管路に防蝕電流を流すことができる金属であれば使用することができるが、上述したように実際上は管路の孔食電位がブラインの温度、溶存酸素量、流速等の環境条件によって影響されて微妙に変動するので、管路の電位をその孔食電

が困難になり、反対に、陽極／陰極面積比 $1:10$ 及び 0.486 g/cm^2 を越える使用は管路によって形成される熱交換器の十分なブライン流路を確保できなくなり、熱交換効率が低下する。なお、犠牲陽極が亜鉛製の場合にはその使用量は管路内壁の単位面積当り $0.008 \sim 1.296 \text{ g/cm}^2$ であり、また、犠牲陽極がマグネシウム製の場合にはその使用量は管路内壁の単位面積当り $0.002 \sim 0.306 \text{ g/cm}^2$ とするのがよい。

上記犠牲陽極を熱交換器の管路内壁に取付ける方法については、この犠牲陽極と管路内壁とが少くともその一部で溶着又は固着していればよいが、好ましくは、熱交換器を対をなすヘッダ管とこれらヘッダ管の間に架設されて熱交換領域を形成する多数の熱交換管とで構成し、そのブライン流路を形成するヘッダ管及び／又は熱交換管をアルミ型材で形成し、そのいずれか一方又は双方の管内壁にその軸方向に沿って延びる取付溝を形成し、この取付溝内に沿って犠牲陽極を配設し、この犠牲陽極とヘッダ管及び／又は熱交換管の管路内壁

位より 50 mV 以上、好ましくは 100 mV 以上引下げることができるものであるのがよい。このような条件を満たす陽極電極としては、具体的には亜鉛 (Zn) やマグネシウム (Mg) あるいはこれ等の金属の合金、例えば Al-Zn-In 他合金 (日本軽金属㈱製商品名: NIKKANODE) 等を挙げることができる。

そして、この犠牲陽極の使用量については、熱交換器の管路の材質や使用するブラインの種類等によって異なるが、この犠牲陽極がアルミニウム合金製の場合、熱交換器の管路内壁面積に対する面積比 (陽極／陰極面積比) が $1:10 \sim 1:140$ 、好ましくは $1:20 \sim 1:100$ であり、かつ、この管路内壁の単位面積当り $0.003 \sim 0.486 \text{ g/cm}^2$ 、好ましくは $0.006 \sim 0.147 \text{ g/cm}^2$ とするのがよい。犠牲陽極の使用量が陽極／陰極面積比 $1:140$ 及び 0.003 g/cm^2 より少ないと、管路内壁電位を臨界孔食電位以下に引下げることができなくなるほか、熱交換器の耐久性を改善してその寿命の向上を図ること

との間を少くともその一部で溶着又は固着するのがよい。このようにアルミ型材で形成されたヘッダ管及び／又は熱交換管の取付溝内に犠牲陽極を配設し溶着又は固着することにより、犠牲陽極の納まりが正確になり、また、ブライン流路の断面積が局部的に極端に大きくなったり小さくなるようなことがなく、エロージョン発生の虞がないほか、乱流により気泡が発生して熱交換効率が低下するという虞もない。

そして、このように管路内壁に取付けられる犠牲陽極の形状については、それが断面円形状、断面楕円形状、断面三角形形状、断面四角形状、断面台形状、断面多角形状等の棒状体やブロック状体等、取付可能であればどのような形状でもよいが、好ましくは上記ヘッダ管及び／又は熱交換管の取付溝と同じ断面形状の嵌合部を有する棒状体がよい。また、犠牲陽極とヘッダ管及び／又は熱交換管の管路内壁との間を溶着又は固着する際には、ヘッダ管及び／又は熱交換管の外側からその管路内部の取付溝内に配設された犠牲陽極の一部又は

全部との間を例えばプラグ溶接、スポット溶接やシーム溶接、ボルト止め等の手段で溶着又は固着すればよい。

本発明のアルミニウム製熱交換器は、例えばエアクリーニング、エアコンディショニング、製氷業、ドライアイス、船用冷蔵、冷水塔、冷蔵庫、冷蔵トラック等のあらゆる分野の熱交換手段として使用することができる。

〔作用〕

本発明のアルミニウム製熱交換器は、その冷媒として塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用することにより、そのブライン流路を形成する管路に孔食電位が発生するが、この管路内壁に取付けた犠牲電極からこの管路に防蝕電流が流れ、これによってこの管路をその臨界孔食電位未満に引下げることにより、アルミニウム製の管路、すなわち熱交換器が防蝕される。

〔実施例〕

以下、試験例及び添付図面に示す実施例に基い

に101日間の防蝕試験を行い、分極測定による被防蝕体の孔食電位測定、犠牲陽極から2,000mm離れた地点（犠牲陽極が接続された端とは反対の端の地点）における被防蝕体の電位の経時変化測定、犠牲陽極の消耗速度、及び、被防蝕体の腐蝕状況の観察を行った。

これら測定及び観察の結果については、被防蝕体の孔食電位が -830 mV であり、被防蝕体の電位は3日目以降 $1,100\sim 1,130\text{ mV}$ の範囲で安定して上記孔食電位より約 300 mV 低い電位に安定しており、また、犠牲陽極の消耗速度はこの防蝕試験の前後における犠牲陽極の重量変化から 0.017 g/cm^2 であり、さらに、被防蝕体には孔食等の腐蝕の発生が認められなかった。

防蝕試験例2

ブラインとして5wt%-塩化ナトリウム水溶液を使用した以外は、上記試験例1と同様にして防蝕試験を行い、被防蝕体の孔食電位、犠牲陽極から2,000mm離れた地点における被防蝕体の電位の経時変化及び犠牲陽極の消耗速度をそれぞれ測

て、本発明を具体的に説明する。

防蝕試験例1

被防蝕体として幅 $70\text{ mm}\times$ 厚さ $5\text{ mm}\times$ 長さ2,000mmの大きさのアルミニウム(6063)製試験片を使用し、また、犠牲陽極として直径 $16\text{ mm}\times$ 長さ 80 mm の大きさで重さ 43.41 g のAl-Zn-In-他の合金(日本軽金属㈱製商品名:NIKKANODE)製のもの(被防蝕体表面積に対する面積比の陽極/陰極面積比 $1/75$ 、被防蝕体表面積の単位面積当り 0.0145 g/cm^2)を使用し、さらに、ブラインとしてpH9の29.9wt%-塩化カルシウム水溶液を使用し、第1図に示すように、160ℓ水槽1内に上記ブライン2の130ℓを入れ、このブライン2中に上記被防蝕体3とその一端に電氣的に接続された犠牲陽極4とをこれらが完全にブライン2中に浸るように浸漬し、上記水槽1にセットしたポンプ5を使用してブラインの循環が1日当り 120 ℓ/min. の速度で8時間運転しその後16時間休止するというサイクルでこのブライン2を循環させながら室温下($18\sim 30^\circ\text{C}$)

定し、また、被防蝕体の腐蝕状況の観察を行った。

結果は、被防蝕体の孔食電位が -720 mV であり、被防蝕体の電位は $-1,100\sim -1,150\text{ mV}$ の範囲で安定して上記孔食電位より約 400 mV 低い電位に安定しており、また、犠牲陽極の消耗速度は 0.012 g/cm^2 であり、さらに、被防蝕体には孔食等の腐蝕の発生が認められなかった。

比較試験例1

犠牲電極を使用しなかった以外は上記防蝕試験例1と全く同様にして腐蝕試験を行い、被防蝕体の腐蝕状態を調べた。結果は、試験開始後3日で孔食が始まり、6ヶ月後には孔食の深さが 1.747 mm に達し、アルミニウム製熱交換器においては何らの防蝕処置を施すことなくそのブラインとして29.9wt%-塩化カルシウム水溶液を使用することは困難であることが判明した。

実施例1

第2A図及び第2B図において、この発明の第一実施例に係るアルミニウム製熱交換器が示されている。この熱交換器は、互いに間隔をおいて平行に

配設された比較的径の太い一対のヘッダ管6（6a、6b）と、これらヘッダ管6a、6bの間を連結する熱交換管体7とで構成されており、上流側に位置する一次側ヘッダ管6aの両端には図示外の冷媒供給口及び冷媒排出口が設けられており、供給口から導入された冷媒は、ヘッダ管6及び熱交換管体7の各ブライン流路8を蛇行した後、排出口10に至るまでの間の熱交換領域で熱交換されるようになっている。この場合、熱交換管体7は、第2B図に示すように、アルミニウム合金押出型材製の熱交換用型材9を互いに嵌合連結した構造となっている。

この第一実施例において、そのヘッダ管6及び熱交換管体7はその材質が6063アルミニウム合金であり、冷媒としてのブラインが流れるブライン流路8を形成する上記ヘッダ管6及び熱交換管体7の管路はその内面積が約8㎡となるように設計されている。

そして、上記ヘッダ管6は、その一次側ヘッダ管6aを拡大して示す第3図に示すように、アルミ

て上記供給口から一次側ヘッダ管6a内に入った冷媒は、熱交換管体7の各熱交換用型材9のブライン流路8を蛇行状に流れた後、再び一次側ヘッダ管6aに形成された排出口から外部に排出されるようになっている。

この第一実施例の熱交換器について、上記防蝕試験例1で使用したと同じ29.9wt%-塩化カルシウム水溶液をブラインとして使用し、実際に冷凍サイクルに組込んで稼働させ、この熱交換器の腐蝕の状態を経時的に観察した。結果は、180日経過後においても孔食等の腐蝕は全く認められなかった。

次に、第4A図及び第4B図は、各ヘッダ管6に形成する取付溝11及びこの取付溝11内に取付けられる犠牲陽極12の断面形状についての変形例を示すもので、第4A図の場合は取付溝11が幅広の蟻溝状に形成されていると共にこの取付溝11内に取付けられる犠牲陽極12が断面略台形状に形成されており、また、第4B図の場合は後壁6c及び前壁6dにそれぞれ突設された突条15と上壁6eとで蟻溝状の取

付溝11が形成され、この取付溝11内に取付けられる犠牲陽極12が断面略長形状に形成されている。さらに、第5図は亜鉛（Zn）又はマグネシウム（Mg）で形成された犠牲陽極12'の場合における取付構造の変形例を示すもので、ヘッダ管6の後壁6cを螺合貫通するボルト13aを外外部で密封溶接13'し、そのねじ部に犠牲陽極12'を螺合固着して行う。

この第一実施例において、上記犠牲陽極12は、そのブライン流路を形成する上記ヘッダ管6及び熱交換管体7の管路内面積に対するその面積比（陽極／陰極面積比）が1：25であって、その管路内面積の単位面積当たり0.072g/cm²となる設計されている。

そして、上記一次側ヘッダ管6aには互いに隣接する熱交換用型材9の間を仕切る仕切り板14が設けられ、また、二次側ヘッダ管6bにも同様に仕切り板（図示せず）が設けられており、これによっ

て上記供給口から一次側ヘッダ管6a内に入った冷媒は、熱交換管体7の各熱交換用型材9のブライン流路8を蛇行状に流れた後、再び一次側ヘッダ管6aに形成された排出口から外部に排出されるようになっている。

実施例2

第6図ないし第9図は、管棚と称される第二実施例に係るアルミニウム製熱交換器に係り、アルミ押出成形によって一対の断面円形状の熱交換管16cが一体に形成されている5本の熱交換管型材16aと、1本の断面円形状の熱交換管16cが一体に形成されている1本の熱交換管型材16bと、これら熱交換管型材16a及び16bを互いに連結する複数の細長いフラット板17と、上記各熱交換管16cの各端部間を連通連結して一側に位置する熱交換管16cの一端の冷媒供給口18から図面上右から5本目に位置する熱交換管16cの一端の冷媒排出

口19に至るまでの連続して蛇行するブライン流路を形成する4本のU字形状ヘッダ管20aと、上記各熱交換管16cの各端部間を連通連結して他側に位置する熱交換管16cの一端の冷媒供給口18から図面上左から6本目に位置する熱交換管16cの一端の冷媒排出口19に至るまでの連続して蛇行するブライン流路を形成する5本のU字形状ヘッダ管20bとで構成されている。

この第二実施例において、各熱交換管型材16a、16bに一体に形成された熱交換管16cには、第7図に示すように、その内部に蟻溝状の取付溝21が形成されており、その取付溝21内の端部側にはその内面に密着するような円弧状の犠牲陽極22が嵌合され、これに熱交換管16cと犠牲陽極22との間が溶着点23でプラグ溶接されている。また、上記各ヘッダ管20a、20bについても、アルミ押出成形により内部に蟻溝状の取付溝24が形成されるように成形された型材をU字形状に彎曲して形成されており、その両端の直線部分に位置する取付溝24内に犠牲陽極22が嵌合され、さらに上記熱交換

管20a、20bと犠牲陽極22との間を溶着点25でプラグ溶接し、しかる後にその両端部を折曲げてU字形状に形成してなるものである。なお、この変形例の場合においても、必要により各ヘッダ管20a、20bの両端の直線部分に位置する取付溝24内に犠牲陽極22を取付けることにより、管路内面積に対する犠牲陽極22の面積比（陽極／陰極面積比）を調節することができる。

実施例3

第11図において、この発明の第三実施例に係るアルミニウム製熱交換器が示されている。この熱交換器は、互いに間隔をおいて平行に配設された比較的径の太い一対のヘッダ管26a、26bと、これらヘッダ管26a、26bの間を連結する12本の熱交換管27と、互いに隣接する各熱交換管27の間に熱交換管27に対してほぼ直交状に配設される波形状の熱交換用フィン28とで構成されており、上方に位置する一次側ヘッダ管26aの一端には冷媒供給口29が設けられていると共に、下方に位置する二次側ヘッダ管26bの一端には冷媒排出口30

管16cと同様にこれらヘッダ管20a、20bと犠牲陽極22との間が溶着点25でプラグ溶接されている。

そして、この第二実施例の犠牲陽極22は、そのブライン流路を形成する上記ヘッダ管20a、20b及び熱交換管16cの管路内面積に対するその面積比（陽極／陰極面積比）が1：30～1：100であって、その管路内面積の単位面積当り0.003～0.48g/cm²となる設計されている。

この第二実施例の場合においても、上記防蝕試験例1で使用したと同じ29.9wt%-塩化カルシウム水溶液をブラインとし、実際に冷凍サイクルに組込んで稼働させて腐蝕の状態を経時的に観察した結果は、第一実施例の場合と同様に、長期間に亘って孔食等の腐蝕が全く認められなかった。

なお、第10図はこの第二実施例に係るヘッダ管20a、20bの変形例を示すもので、上記第二実施例と同様に、アルミ押出成形により成形された型材をU字形状に彎曲してヘッダ管20a、20bを形成する際に、その型材の略中央部取付溝24には予め所定長さの犠牲陽極22を嵌合し、これらヘッ

が設けられ、供給口29から導入された冷媒は排出口30に至るまでの間の熱交換領域で熱交換されるようになっている。

この第三実施例において、ヘッダ管26a、26b及び熱交換管27はその材質が6063アルミニウム合金であり、冷媒としてのブラインが流れるブライン流路を形成する上記ヘッダ管26a、26b及び熱交換管27の管路はその内面積が上記実施例と同じ犠牲陽極との比率範囲内となるように設計されている。

そして、上記ヘッダ管26a、26bは、アルミ押出成形によって横断面円形状に形成され、その内面側には全長に亘って蟻溝状の取付溝31が形成されており、この取付溝31内に所定の寸法に形成された上記実施例1と同様の犠牲陽極32が嵌着され、さらに所定の間隔、例えば30cm間隔をおいて少なくとも1本の犠牲陽極32について2箇所の溶着点でプラグ溶接されている。

この第三実施例の場合においても、上記防蝕試験例1で使用したと同じ29.9wt%-塩化カルシウム

水溶液をブラインとし、実際に冷凍サイクルに組込んで稼働させて腐蝕の状態を経時的に観察した結果は、第一実施例の場合と同様に、長期間に亘って孔食等の腐蝕が全く認められなかった。

[発明の効果]

本発明によれば、冷媒として環境汚染の問題や人体に対する毒性の問題がなく、無害で安価な塩化カルシウム又は塩化ナトリウム水溶液からなるブラインを使用する軽量で耐久性に優れ、寿命の長いアルミニウム製熱交換器を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

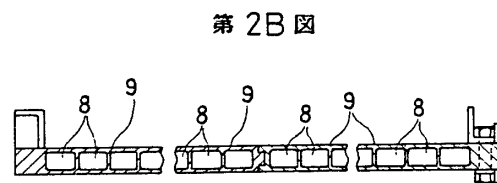
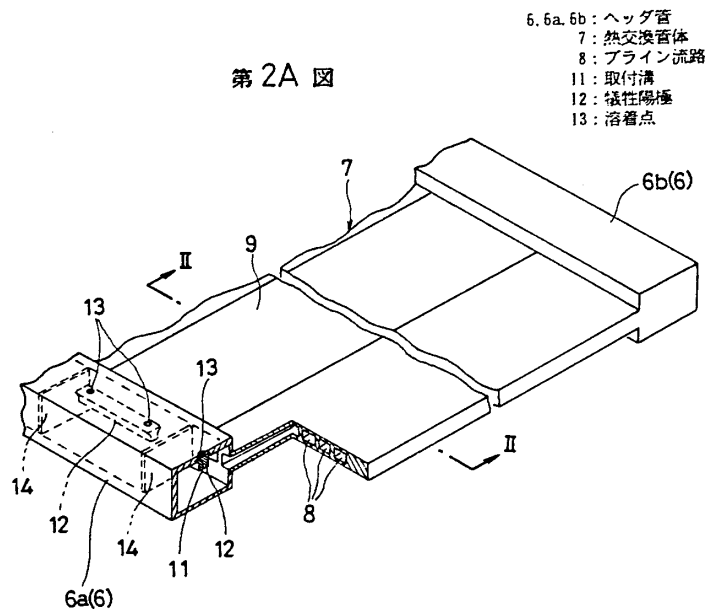
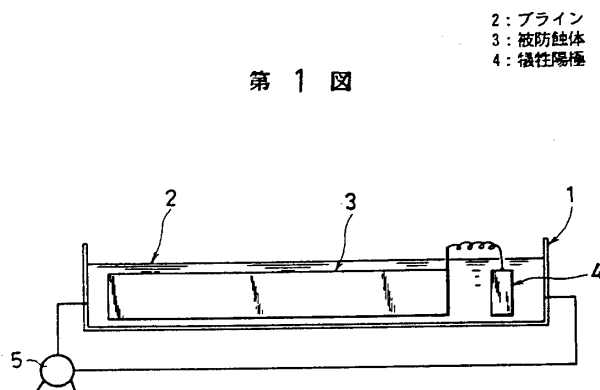
第1図は各試験例で使用した試験装置の説明図、第2A図は本発明の第一実施例に係るアルミニウム製熱交換器の断面斜視図、第2B図は第2A図のⅡ-Ⅱ線断面図、第3図は第1図のヘッダ管の横断面図、第4A図及び第4B図はヘッダ管内に形成される取付溝及びこの取付溝に取付けられる犠牲陽極の変形例を示す第3図と同様の横断面図、第5図は他の材質の犠牲陽極に係る取付構造の変形例を示

す第3図と同様の横断面図、第6図は第二実施例に係るアルミニウム製熱交換器の正面図、第7図は第6図のⅦ-Ⅶ線断面図、第8図は第6図のヘッダ管の部分断面正面図、第9図は第8図のⅨ-Ⅸ線断面図、第10図はヘッダ管の変形例を示す第8図と同様の部分断面正面図、第11図は第三実施例に係るアルミニウム製熱交換器を示す部分断面正面図である。

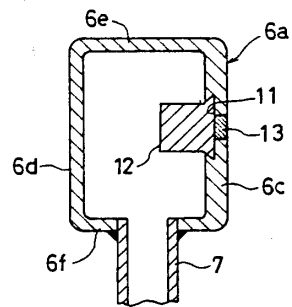
符号の説明

- (2) …ブライン (29.9wt%-塩化カルシウム水溶液)、
 (3) …被防蝕体、
 (4)(12)(12')(22)(32)…犠牲陽極、
 (6)(6a)(6b)(20a)(20b)(26a)(26b) …ヘッダ管、
 (7) …熱交換管体、(8) …ブライン流路、
 (16c)(27) …熱交換管、
 (11)(21)(24)(31)…取付溝、
 (13)(23)(25)…溶着点。

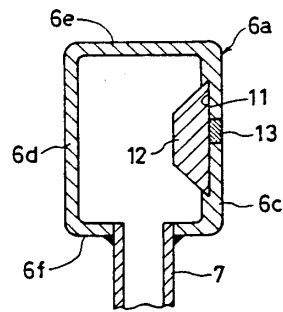
特許出願人 日本軽金属株式会社
 代理人 弁理士 中村 智 廣
 (外3名)



第 3 図

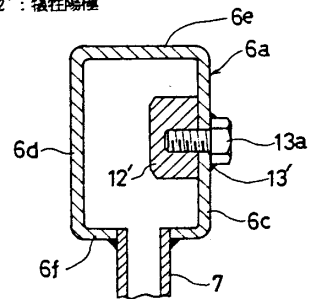


第 4A 図

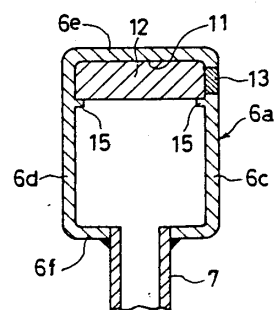


第 5 図

12' : 犠牲陽極

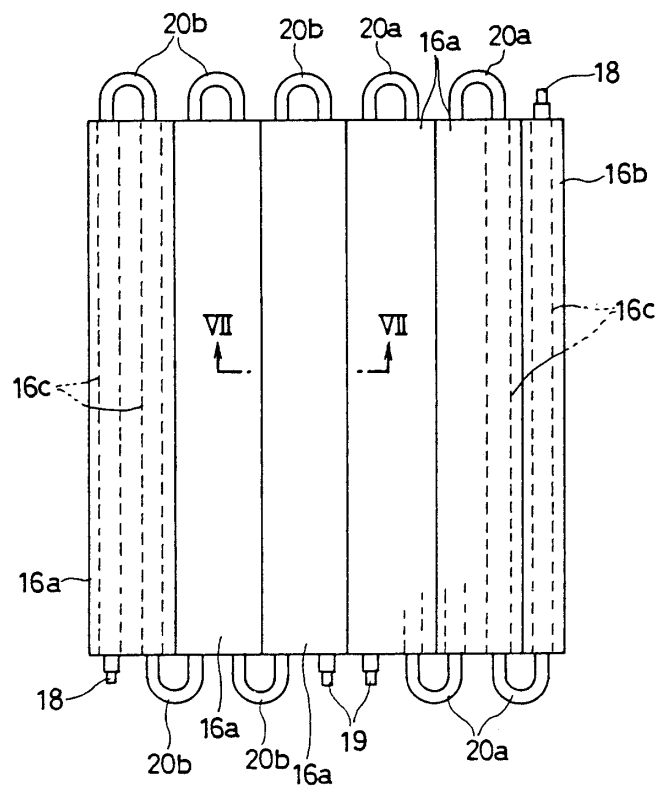


第 4B 図

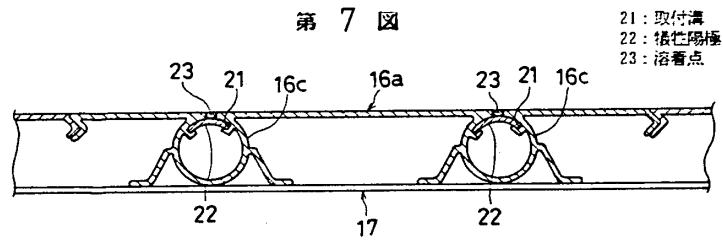


第 6 図

16c : 熱交換管
20a, 20b : ヘッド管

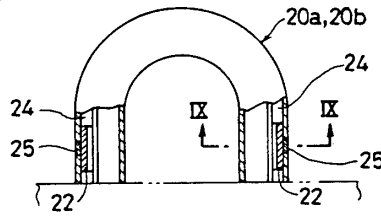


第 7 図

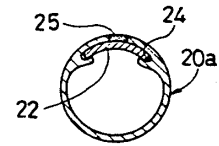


第 8 図

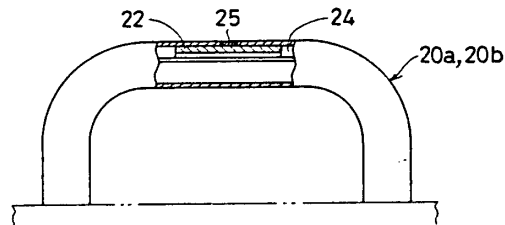
24: 取付溝
25: 溶着点



第 9 図



第 10 図



第 11 図

26a, 26b: ヘッダ管
27: 熱交換管
31: 取付溝
32: 犠牲陽極

