

(PCT)

(19) World Intellectual Property
Organization
International Office



(43) Date of international publication
December 4, 2003 (12/04/2003)

PCT

(10) International publication number
WO 03/100337 A2

(51) International Patent Classification⁷:

F28F

(21) International application number:

PCT/FR03/01632

(22) International filing date: May 28, 2003 (05/28/2003)

(25) Filing language: French

(26) Language of publication: French

(30) Priority data:

02/06512

May 28, 2002 (05/28/2002) FR

(71) Applicant (for all designated countries except US):

VALEO THERMIQUE MOTEUR [FR/FR]; 8, rue Louis Lormand, F-78321 La Verrière (FR).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **GODEFROY, Alain** [FR/FR]; 2, rue du Moulinet, F-78610 Le Perray en Yvelines (FR). **FRASCA, Daniel** [FR/FR]; 31, rue de Montplaisir-Bailletot, F-28320 Bailleau-Armenonville (FR).

(74) Representative: **ROLLAND, Jean-Christophe**; Valeo Thermique Moteur, 8, rue Louis Lormand, F-78321 La Verrière (FR).

(81) Designated states (*domestic*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, 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, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Designated States (*Regional*): ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian Patent (AM, AZ, B Y, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

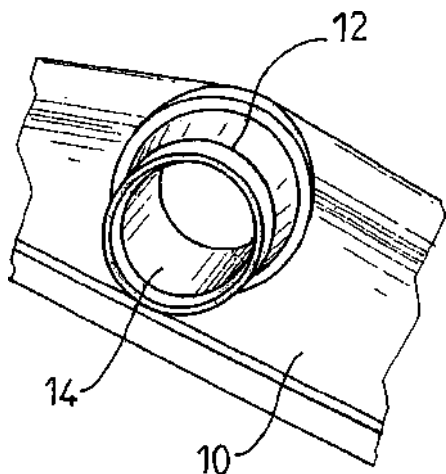
Published:

— without an international search report, will be republished upon receipt of this report

With regard to two-letter codes and other abbreviations, see the "Explanatory Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: DEVICE FOR PROTECTING A HEAT EXCHANGER AGAINST CORROSION

(55) Title: DEVICE FOR PROTECTING A HEAT EXCHANGER AGAINST CORROSION



(57) Abstract: The invention concerns a device for protecting the aluminum walls of a heat exchanger against corrosion by an aggressive environment to which its walls are subjected. The device comprises at least one renewable sacrificial resist (14) consisting of elements, in particular zinc and/or magnesium elements, adapted to reduce at least locally the electrochemical potential of the aluminum of the heat exchanger walls. The sacrificial resist can be contained either in the heat exchanger or in a fluid circuit comprising the heat exchanger. The invention is particularly applicable to motor vehicle heat exchangers.

WO 03/100337 A2

Device for protecting a heat exchanger against corrosion

The invention relates to the field of heat exchangers, in particular for motor vehicles.

It relates, more specifically, to a device for protecting the aluminum walls of a heat exchanger against corrosion by an aggressive medium to which these walls are exposed.

The term "walls" is meant here to cover various circulation channels which include, but are not limited to, the tubes and the manifolds of the exchanger, as well as its connection pipes.

The term "aluminum" is intended to cover both aluminum as such and various alloys thereof.

Such heat exchangers are usually composed of a bundle of tubes connected to one or more manifolds defining a volume intended to be traversed by a heat transfer fluid, most often a liquid, which can be or may potentially become corrosive.

These exchangers are usually traversed by liquids which can be acidic, neutral or basic, that is to say whose pH is generally between 2 and 10.

This is particularly the case with light alloy heat exchangers used in motor vehicles. These heat exchangers include, without limitation, engine cooling radiators, radiators or air heaters intended for heating the passenger compartment and, more generally, any heat exchanger in which a liquid circulates which can be or may potentially become corrosive.

The consequences of such corrosion are particularly damaging when the walls of the exchanger are particularly thin, as is the case in particular for certain tubes of the exchanger.

This then results in risks of leaks which can compromise the operation of the engine of the vehicle or present a danger to the occupants of the vehicle.

Various solutions have already been proposed for solving this problem and protecting the walls, in particular the tubes, made of aluminum against corrosion.

Until now, to protect the aluminum tubes against corrosion, it is necessary to co-roll, on an aluminum strip, a protective strip capable of protecting the aluminum, then to form the tubes before brazing them.

This requires applying another layer of a suitable alloy, namely a brazing alloy, on the other side of the aluminum strip, that is to say, on the side opposite the one with the protective strip.

Such protection is made possible by modifying the electrochemical potential of the protective strip below the electrochemical potential of the aluminum, so as to confer cathodic protection. This is generally done by adding zinc or zinc-aluminum or magnesium-aluminum or zinc-aluminum-magnesium alloys which lower (i.e. make them more electronegative) the potential of the protective strip aluminum alloy by approximately 30 to 200 millivolts.

This known solution requires co-laminating, which complicates the manufacturing processes and increases the thickness of the walls of the tubes. In addition, this solution requires compatibility between the material of the protective strip and that of the solder alloy.

Another known solution consists in depositing zinc by hot spraying directly on the aluminum strip, which will then be shaped to produce a tube.

Yet another recognized solution, applicable to unbraced exchangers, consists in co-extruding the aluminum to form channels having an interior alloy which will preferentially corrode.

Another known solution is to put a cartridge of silicate-based products, either in the heat exchanger itself, or in the circuit of which the exchanger forms part. This cartridge can thus be placed either in the engine cooling radiator or in the cooling circuit itself.

All these known solutions also have drawbacks.

This is particularly the case with regard to solutions in which an alloy is applied, forming protection on the aluminum walls. Indeed, these alloys which corrode (as intended) very often have a chosen thickness equal to 10% of that of the aluminum wall. However, in the case where the aluminum wall is thin, this alloy does not represent a sufficient reserve of protection. This is particularly the case of media containing large quantities of chlorides (80 to 1000 ppm), copper (1 to 30 ppm) in a neutral medium or, *a fortiori*, in an acid (pH 2 to 6.5), or even alkaline (pH 7.5 to 11) medium.

One answer to this problem is to increase the thickness of this sacrificial alloy up to 20 or 30% of the aluminum wall thickness. This solution results in an increase in the overall thickness of the wall, without guaranteeing that this thickness will be sufficient to confer the necessary protection.

Another possible answer seems to be to modify the sacrificial element content, but here again this is not well controlled since the percentages, for example of zinc, vary from 0.8% to 5%, or even 15%. With such percentages, problems arise with the diffusion of zinc in the case of brazed exchangers and also with the recyclability of these alloys.

In addition, lowering the potential of this layer particularly increases its dissolution rate, as soon as it contains cracks, scratches or other damage allowing the corrosive liquid to come into direct contact.

Furthermore, in the case of cartridges based on silicate products, which are aluminum corrosion inhibitors, protection is no longer

ensured in acidic environments because the silicate is unstable and precipitates in the form of inert silica.

The object of the invention is in particular to overcome the above drawbacks by proposing an effective device for protecting the aluminum walls of a heat exchanger against corrosion by an aggressive medium.

It aims in particular to provide such a device which avoids the use of an anti-corrosion alloy applied, for example co-laminated, to the walls of aluminum tubes.

It also aims to provide such a protection device which is compatible with all types of heat exchangers, whether brazed heat exchangers or heat exchangers obtained by mechanical assembly.

The invention proposes a protection device of the type defined above for this purpose, which comprises at least one renewable sacrificial resist formed of elements capable of lowering at least locally the electrochemical potential of the aluminum of the walls of the heat exchanger.

This resist is preferably completely immersed in the aggressive medium, so that the entire resist can be consumed.

For example, these elements may include zinc and/or magnesium.

In one design, the sacrificial resist is contained within the heat exchanger. This heat exchanger can be constituted, for example, by a cooling radiator of a motor vehicle engine.

In another embodiment, the sacrificial resist is contained in a fluid circuit which includes the heat exchanger. It may be, for example, the cooling circuit of a motor vehicle engine.

This renewable sacrificial resist is intended to provide a supply of elements, for example zinc and/or magnesium, in a quantity much greater than the theoretical quantity necessary for protection, so that these elements are sacrificed, i.e. they gradually disappear.

The term "renewable" is intended here to denote a resist capable of being recharged with sacrificial elements.

As these elements are present in a largely sufficient quantity, the protection will always be ensured, without risk of exhaustion of the constituent elements of the resist.

The elements in question advantageously comprise zinc and/or magnesium. In this case, it may be in particular zinc alloys, magnesium alloys or even zinc and magnesium alloys.

The sacrificial resist can be present in various different forms.

It may in particular be present in the form of discrete elements, in particular in the form of a powder, granules, grains, etc.

It can also be in the form of continuous elements, in particular in the form of plates or inserts, having a thickness of 0.1 to 30 mm.

The elements of the sacrificial resist are advantageously contained in a receptacle permeable to the aggressive medium. As a receptacle, a sachet or a cartridge, advantageously made of stainless steel and/or plastic material, comprising passage openings for the aggressive medium is ideally indicated.

It is also possible for the elements of the sacrificial resist to be contained in a housing of the heat exchanger, which is exposed to the aggressive medium.

In another design, the elements of the sacrificial resist are contained in a paint applied against an internal wall of the heat exchanger. Such a paint will advantageously contain more than 80% by weight of dry extracts of the elements, in particular zinc and/or magnesium.

According to one design, the sacrificial resist is placed at a chosen location of the heat exchanger. It may be contained in a reservoir, in particular in a manifold of the heat exchanger. It can also be contained in a tube of the heat exchanger.

According to another design, the sacrificial resist is contained in a fluid circuit which includes the heat exchanger.

The device of the invention offers various advantages compared to the known solutions of the prior version.

One of these advantages is not causing any problem whatsoever during the manufacture of heat exchangers requiring a brazing and/or mechanical assembly operation.

Another advantage is linked to the fact that, the more aggressive the medium, in particular at an acid or alkaline pH, the more the sacrificial resist will corrode and bring ions of the elements, for example zinc and/or magnesium, to the aluminum surface, which needs to be protected.

Without wanting to be bound to a particular theory, the presence of the sacrificial resist causes it to corrode in the first place by bringing ions of the elements, for example zinc and/or magnesium, to the surface of the aluminum wall, which needs to be protected.

Another advantage of the invention is that all the ions which form micro-cathodes on the aluminum, therefore which accelerate its rate of corrosion, in particular in the form of pitting, will be trapped by the sacrificial resist, due to the fact that it has a far greater electronegative potential than the alloys previously described, used as protective tape on aluminum tubes.

Ions which form micro-cathodes include, but are not limited to, iron, copper, tin, silver, etc.

In another aspect, the invention relates to a heat exchanger comprising a protection device as defined above. It also relates to a fluid circuit comprising a heat exchanger and a protection device as defined above.

In the following description, given solely by way of example, reference is made to the appended drawings, in which:

- Fig. 1 shows a heat exchanger manifold provided with a pipe in which a protection device according to the invention is placed;
- Fig. 2 represents part of a heat exchanger manifold comprising a device according to the invention produced in the form of an insert or a cartridge;
- Fig. 3 is a sectional view of a heat exchanger manifold in which an insert or a protective cartridge is placed; and
- Fig. 4 is a cross-sectional view of a heat exchanger manifold comprising a protection device according to the invention, produced in the form of a paint applied to the internal wall of the manifold.

Reference is first made to Fig. 1, which shows a manifold 10 of a heat exchanger, in particular of a motor vehicle, to which a pipe 12 is connected, intended for the inlet or the outlet of a heat transfer liquid.

By way of example, the manifold 10 can be part of a cooling radiator of a motor vehicle engine, which is traversed by the engine coolant. This radiator is part of a fluid circuit, here a cooling circuit, which is traversed by the aforementioned cooling fluid.

To prevent any risk of corrosion, inside the pipe 12, there is a sacrificial resist 14 made here in the form of a tubular insert applied against the internal wall of the pipe 12. Given its location, the insert is completely bathed in the cooling fluid.

This insert is formed from a renewable sacrificial resist consisting of elements capable of lowering at least locally the electrochemical potential of the aluminum contained in the walls of the heat exchanger. By way of example, this insert can be formed from zinc and/or

magnesium. It may be in particular a zinc alloy, a magnesium alloy or even an alloy of zinc and magnesium.

Reference is now made to Fig. 2, which shows a manifold 10 of elongated configuration, in which another sacrificial resist 16 is placed, according to the invention. This resist 16 can be created in the form of an insert applied against the internal wall of the manifold, or even in the form of a cartridge filled with discrete elements, for example, granules.

In the case of zinc and/or magnesium elements, either a zinc and/or magnesium insert or a cartridge filled with zinc and/or magnesium granules can be used.

Reference is now made to Fig. 3, which shows another manifold 10, typically with a U-shaped section of a heat exchanger. A sacrificial resist 18 is placed inside the manifold, according to the invention. In the example, this resist is made in the form of an insert or a cartridge containing discrete elements, in particular granules. As in the case of Fig. 2, the insert may be based specifically on zinc and/or aluminum, and the cartridge may contain in particular granules of zinc and/or aluminum.

Reference is now made to Fig. 4, which shows another heat exchanger manifold 10, also with a typically U-shaped section.

Inside the U-shaped wall, a paint 20 is applied, preferably containing more than 80% dry extracts of sacrificial resist elements, for example zinc and/or magnesium elements.

In the case of a cartridge as shown in Figures 2 and 3, it will be made of a stainless material, for example stainless steel and/or plastic, and will include passage openings for the aggressive medium.

It should be understood that instead of using a cartridge, one can use any other form of receptacle, for example a sachet, offering passage openings for the aggressive medium.

Also, the sacrificial resist can be placed in any other spot on the heat exchanger, for example in reservoirs, protrusions or other housings that a heat exchanger may contain.

As a variant, the sacrificial resist can be placed in a circuit comprising the heat exchanger.

Regardless of its location, the sacrificial resist is capable of being completely immersed in the aggressive environment.

The invention will now be described with reference to the following comparative tests.

Comparative tests were carried out on a test loop in which was inserted an aluminum alloy heat exchanger comprising thin-walled channels (in specialized tubes). These comparative tests were carried out with and without the device of the invention.

In the test loop, circulated a heat transfer liquid at a temperature of approximately 90°C, containing approximately 200 mg per liter (200 ppm) of chloride ions, 1 ppm of copper ions and enough ferrite ions to lower the pH to approximately 3.

According to the invention, a protective device was used in the form of granules of approximately 3 to 5 mm in length and 1.5 to 3 mm in width contained in a stainless-steel sachet having mesh openings of approximately 1 mm in length.

This bag was placed in a suitable place of the heat exchanger, preferably in a manifold.

The test was carried out for 500 hours. At the end of this test time, no perforation of the heat exchanger was observed. The inspection of the exchanger made it possible to highlight attacks whose depth was less than one micrometer, therefore not likely to compromise the correct operation of the heat exchanger.

The same test, carried out with a heat exchanger without the device of the invention, had to be stopped after approximately 100 hours due to leaks through drilling.

Patent Claims

1. Device for protecting the aluminum walls of a heat exchanger against corrosion by an aggressive medium 5 to which these heat exchanger walls are exposed,

characterized in that it comprises at least one renewable sacrificial resist (14, 16, 18, 20) formed of elements capable of lowering at least locally the electrochemical potential of the aluminum of the walls of the heat exchanger.

2. Device according to patent claim 1, characterized in that the elements comprise zinc and/or magnesium.

3. Device according to one of patent claims 1 and 2, characterized in that the sacrificial resist is present in the form of discrete elements, in particular in the form of a powder, granules or shot.

4. Device according to one of patent claims 1 and 2, characterized in that the sacrificial resist is present in the form of continuous elements, in particular in the form of plates or inserts.

5. Device according to one of patent claims 3 and 4, characterized in that the elements of the sacrificial resist are contained in a receptacle permeable to the aggressive medium.

6. Device according to patent claim 5, characterized in that the receptacle is a sachet or a cartridge, advantageously made of stainless steel and/or plastic material, comprising passage openings for the aggressive medium.

7. Device according to one of patent claims 3 and 4, characterized in that the elements of the sacrificial resist are contained in a housing of the heat exchanger, which is exposed to the aggressive medium.

8. Device according to patent claim 1, characterized in that the elements of the sacrificial resist are contained in a paint applied against an internal wall of the heat exchanger.

9. Device according to patent claim 8, characterized in that the paint contains more than 80% by weight of dry extracts of the elements, in particular zinc and/or magnesium.

10. Device according to one of patent claims 1 to 9, characterized in that the sacrificial resist is contained in a reservoir, in particular in a manifold (10) of the heat exchanger.

11. Device according to one of patent claims 1 to 9, characterized in that the sacrificial resist is contained in a tube (12) of the heat exchanger.

12. Device according to one of patent claims 1 to 6, characterized in that the sacrificial resist is contained in a fluid circuit which includes the heat exchanger.

13. Device according to one of the preceding patent claims, characterized in that the sacrificial resist is completely immersed in the aggressive medium, so that the entire resist can be consumed.

14. Heat exchanger, in particular for a motor vehicle, comprising a protection device according to one of patent claims 1 to 11 and 13.

35 15. Fluid circuit, in particular motor vehicle cooling circuit, comprising an exchanger heater and a protective device according to one of patent claims 1 to 6 and 12 to 13.

1/2

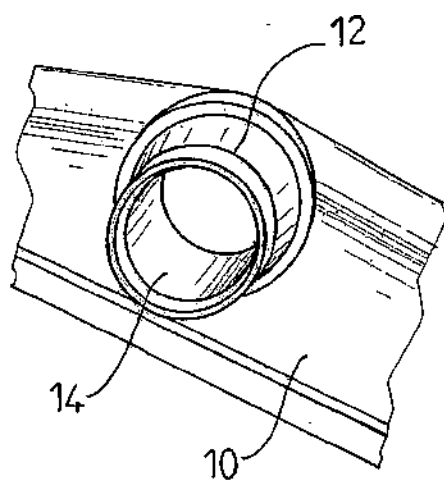


FIG. 1

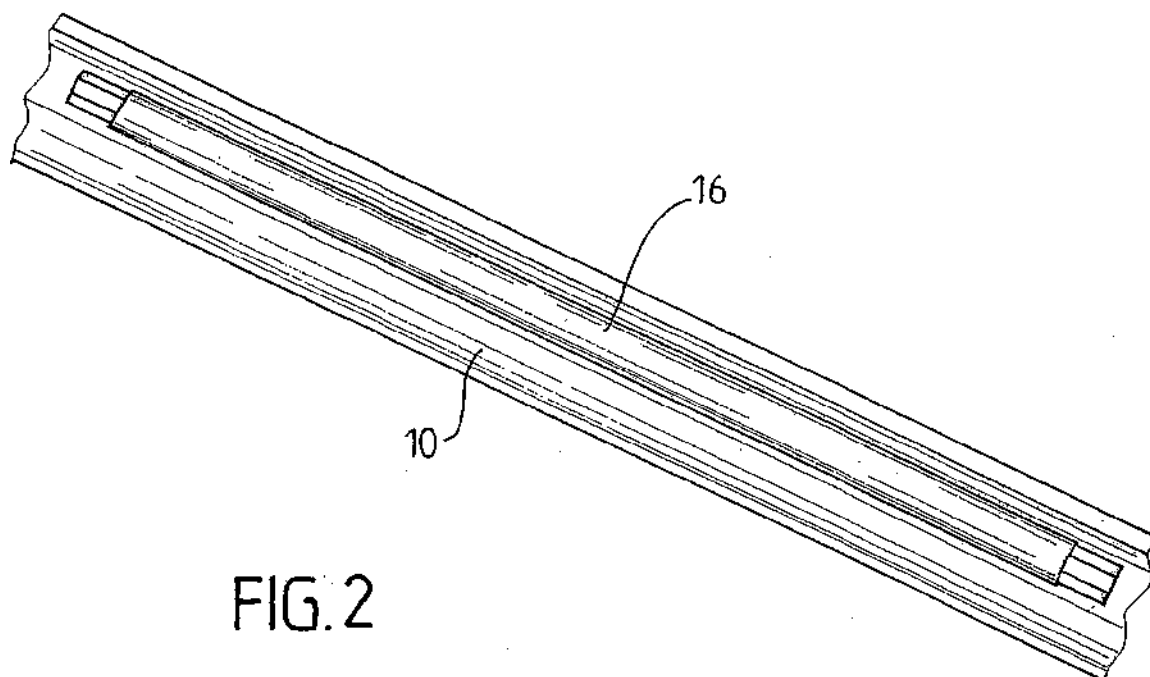


FIG. 2

2/2

FIG. 3

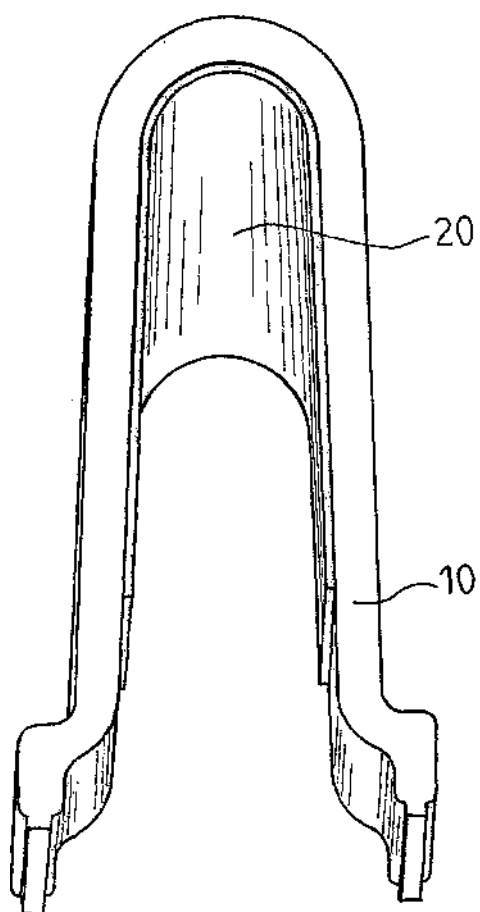
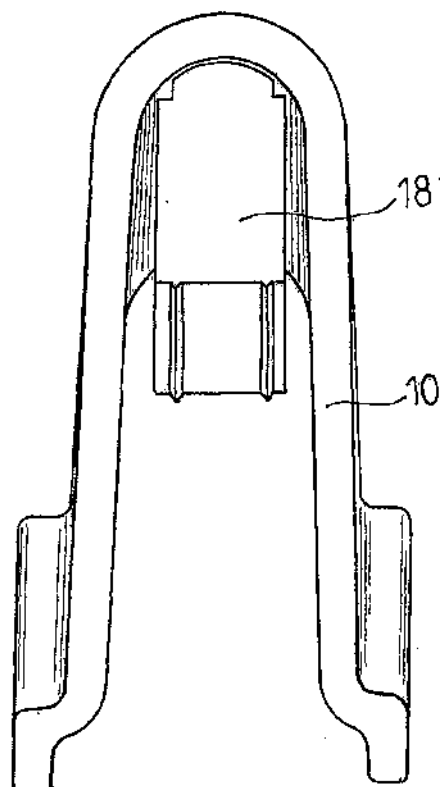


FIG. 4

TRANSLATOR CERTIFICATION

Date: April 11, 2023

To whom it may concern:

I, Robert James , a translator fluent in the French and English languages, on behalf of Morningside Translations, 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 document is designated as:

- WO03100337A2.docx



Signature

Robert James

Print

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
4 décembre 2003 (04.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/100337 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **F28F**
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR03/01632
- (22) Date de dépôt international : 28 mai 2003 (28.05.2003)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
02/06512 28 mai 2002 (28.05.2002) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **VALEO THERMIQUE MOTEUR** [FR/FR]; 8, rue Louis Lormand, F-78321 La Verrière (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **GODE-FROY, Alain** [FR/FR]; 2, rue du Moulinet, F-78610 Le Perray en Yvelines (FR). **FRASCA, Daniel** [FR/FR]; 31, rue de Montplaisir-Bailletot, F-28320 Baillet-Latour (FR).
- (74) Mandataire : **ROLLAND, Jean-Christophe**; Valeo Thermique Moteur, 8, rue Louis Lormand, F-78321 La Verrière (FR).

- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, 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, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

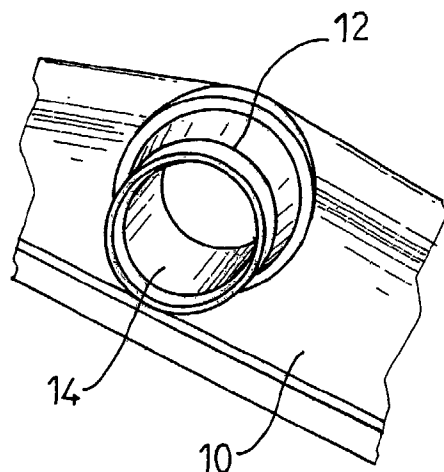
Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: DEVICE FOR PROTECTING A HEAT EXCHANGER AGAINST CORROSION

(54) Titre : DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN ECHANGEUR DE CHALEUR CONTRE LA CORROSION



(57) Abstract: The invention concerns a device for protecting the aluminium walls of a heat exchanger against corrosion by an aggressive environment to which its walls are subjected. The device comprises at least a renewable sacrificial resist (14) consisting of elements, in particular zinc and/or magnesium elements, adapted to reduce at least locally the electrochemical potential of the aluminium of the heat exchanger walls. The sacrificial resist can be contained either in the heat exchanger or in a fluid circuit comprising the heat exchanger. The invention is particularly applicable to motor vehicle heat exchangers.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif pour protéger les parois en aluminium d'un échangeur de chaleur contre la corrosion par un milieu agressif auquel ses parois sont exposées. Le dispositif comprend au moins une réserve sacrificielle renouvelable (14) formée d'éléments, en particulier de zinc et/ou de magnésium, aptes à abaisser au moins localement le potentiel électrochimique de l'aluminium des parois de l'échangeur de chaleur. La réserve sacrificielle peut être contenue soit dans l'échangeur de chaleur soit dans un circuit de fluide comprenant l'échangeur de chaleur. Application en particulier aux échangeurs de chaleur de véhicules automobiles.

WO 03/100337 A2

Dispositif de protection d'un échangeur de chaleur contre la corrosion

L'invention se rapporte au domaine des échangeurs de chaleur, notamment pour les véhicules automobiles.

Elle concerne plus particulièrement un dispositif pour protéger les parois en aluminium d'un échangeur de chaleur contre la corrosion par un milieu agressif auquel ces parois sont exposées.

Par le terme "parois", on entend ici couvrir différents canaux de circulation qui incluent, de manière non limitative, les tubes et les boîtes collectrices de l'échangeur, ainsi que ses tubulures de raccordement.

Le terme "aluminium" entend couvrir aussi bien l'aluminium en tant que tel, que différents alliages de celui-ci.

De tels échangeurs de chaleur sont composés habituellement d'un faisceau de tubes raccordés à une ou plusieurs boîtes collectrices définissant un volume destiné à être parcouru par un fluide caloporteur, le plus souvent un liquide, qui peut être ou devenir corrosif.

Ces échangeurs sont parcourus habituellement par des liquides qui peuvent être acides, neutres ou basiques, c'est-à-dire dont le pH est généralement compris entre 2 et 10.

Ceci est le cas notamment des échangeurs de chaleur en alliage léger utilisés dans les véhicules automobiles. Ces échangeurs de chaleur comprennent, de manière non limitative, les radiateurs de refroidissement du moteur, les radiateurs ou aérothermes destinés au chauffage de l'habitacle et, de manière

plus générale, tout échangeur de chaleur dans lequel circule un liquide qui peut être ou devenir corrosif.

Les conséquences d'une telle corrosion sont particulièrement dommageables lorsque les parois de l'échangeur sont particulièrement fines, comme c'est le cas notamment pour certains tubes de l'échangeur.

Il en résulte alors des risques de fuites qui peuvent compromettre le fonctionnement du moteur du véhicule ou présenter un danger à l'égard des occupants du véhicule.

Différentes solutions ont déjà été proposées pour résoudre ce problème et protéger les parois, notamment les tubes, en aluminium contre la corrosion.

Jusqu'à présent, pour protéger les tubes en aluminium contre la corrosion, il faut co-laminer, sur une bande en aluminium, une bande de protection capable de protéger l'aluminium, puis former des tubes avant de les braser.

Ceci nécessite d'appliquer une autre couche d'un alliage adéquat, à savoir un alliage de brasure, sur l'autre face de la bande en aluminium, c'est-à-dire sur la face opposée à celle portant la bande de protection.

Une telle protection est rendue possible en modifiant le potentiel électrochimique de la bande de protection en deçà du potentiel électrochimique de l'aluminium, de manière à conférer une protection cathodique. Ceci s'effectue en général par des apports de zinc ou d'alliages zinc-aluminium ou magnésium-aluminium ou zinc-aluminium-magnésium qui abaissent (c'est-à-dire rendent plus électronégatifs) d'environ 30 à 200 millivolts le potentiel de l'alliage d'aluminium de la bande de protection.

Cette solution connue nécessite un co-laminage, ce qui complique les procédés de fabrication et augmente l'épaisseur des parois des tubes. De plus, cette solution exige une compatibilité entre la matière de la bande de protection et celle de l'alliage de brasure.

Une autre solution connue consiste à déposer du zinc par projection à chaud directement sur la bande d'aluminium, qui sera ensuite conformée pour réaliser un tube.

Une autre solution connue, applicable aux échangeurs non brasés, consiste à co-extruder l'aluminium pour former des canaux ayant un alliage intérieur qui se corrodera préférentiellement.

On connaît encore une autre solution qui consiste à mettre une cartouche de produits à base de silicate, soit dans l'échangeur de chaleur lui-même, soit dans le circuit dont fait partie l'échangeur. Cette cartouche peut ainsi être placée soit dans le radiateur de refroidissement du moteur, soit dans le circuit de refroidissement lui-même.

Toutes ces solutions connues présentent des inconvénients.

C'est le cas notamment des solutions dans lesquelles on applique un alliage, formant protection, sur les parois en aluminium. En effet, ces alliages qui se corrodent (par destination) ont très souvent une épaisseur choisie égale à 10% de celle de la paroi en aluminium. Or, dans le cas où la paroi en aluminium est fine, cet alliage ne représente pas une réserve de protection suffisante. Ceci est notamment le cas de milieux contenant de fortes quantités de chlorures (80 à 1000 ppm), de cuivre (1 à 30 ppm) en milieu neutre ou, à plus forte raison, en milieu acide (pH 2 à 6,5), voire alcalin (pH 7,5 à 11).

Une réponse à ce problème est d'augmenter l'épaisseur de cet alliage sacrificiel jusqu'à 20 ou 30% de l'épaisseur de la paroi en aluminium. Cette solution se traduit par une augmentation de l'épaisseur globale de la paroi, sans garantir que cette épaisseur sera suffisante pour conférer la protection nécessaire.

Une autre réponse possible semble être de modifier la teneur en élément sacrificiel, mais là encore ceci n'est pas bien maîtrisé puisque les pourcentages, par exemple de zinc, varient de 0,8% à 5%, voire 15%. Avec de tels pourcentages, se posent des problèmes de diffusion du zinc dans le cas d'échangeurs brasés et également de recyclabilité de ces alliages.

De plus, l'abaissement du potentiel de cette couche augmente particulièrement sa vitesse de dissolution, dès qu'elle contient des fissures, des éraflures ou autres endommagements permettant au liquide corrosif d'entrer en contact direct.

Par ailleurs, dans le cas de cartouches à base de produits de silicate, qui sont des inhibiteurs de la corrosion d'aluminium, la protection n'est plus assurée dans les milieux acides car le silicate est instable et précipite sous forme de silice inerte.

L'invention a notamment pour but de surmonter les inconvénients ci-dessus en proposant un dispositif efficace pour protéger les parois en aluminium d'un échangeur de chaleur contre la corrosion par un milieu agressif.

Elle vise en particulier à procurer un tel dispositif qui évite le recours à un alliage anticorrosion appliqué, par exemple co-laminé, sur les parois de tubes en aluminium.

Elle vise encore à procurer un tel dispositif de protection qui soit compatible avec tous types d'échangeurs de chaleur, qu'il s'agisse d'échangeurs de chaleur brasés, ou d'échangeurs de

chaleur obtenus par assemblage mécanique.

L'invention propose à cet effet un dispositif de protection du type défini précédemment, lequel comprend au moins une réserve sacrificielle renouvelable formée d'éléments aptes à abaisser au moins localement le potentiel électrochimique de l'aluminium des parois de l'échangeur de chaleur.

Cette réserve est, de préférence, entièrement immergée dans le milieu agressif, en sorte que la totalité de la réserve peut être consommée.

A titre d'exemple, ces éléments peuvent comprendre du zinc et/ou du magnésium.

Dans une forme de réalisation, la réserve sacrificielle est contenue dans l'échangeur de chaleur. Cet échangeur de chaleur peut être constitué, par exemple, par un radiateur de refroidissement d'un moteur de véhicule automobile.

Dans une autre forme de réalisation, la réserve sacrificielle est contenue dans un circuit de fluide qui comprend l'échangeur de chaleur. Il peut s'agir, par exemple, du circuit de refroidissement d'un moteur de véhicule automobile.

Cette réserve sacrificielle renouvelable est destinée à fournir un apport en éléments, par exemple de zinc et/ou de magnésium, en une quantité bien supérieure à la quantité théorique nécessaire à la protection, en sorte que ces éléments soient sacrifiés, c'est-à-dire disparaissent progressivement.

Par le terme "renouvelable", on entend désigner ici une réserve apte à être rechargée en éléments sacrificiels.

Comme ces éléments sont présents en une quantité largement suffisante, la protection sera toujours assurée, sans risque

d'épuisement des éléments constitutifs de la réserve.

Les éléments en question comprennent avantageusement du zinc et/ou du magnésium. Dans ce cas, il pourra s'agir notamment d'alliages de zinc, d'alliages de magnésium ou encore d'alliages de zinc et de magnésium.

La réserve sacrificielle peut être présente sous différentes formes.

Elle peut notamment être présente sous la forme d'éléments discrets, en particulier sous la forme d'une poudre, de granulés, de grenaille, etc.

Elle peut également se présenter sous la forme d'éléments continus, en particulier sous la forme de plaques ou d'inserts, ayant une épaisseur de 0,1 à 30 mm.

Les éléments de la réserve sacrificielle sont avantageusement contenus dans un réceptacle perméable au milieu agressif. Comme réceptacle, on envisage en particulier un sachet ou une cartouche, avantageusement en acier inoxydable et/ou en matière plastique, comportant des ouvertures de passage pour le milieu agressif.

Il est envisageable aussi que les éléments de la réserve sacrificielle soient contenus dans un logement de l'échangeur de chaleur, qui est exposé au milieu agressif.

Dans une autre forme de réalisation, les éléments de la réserve sacrificielle sont contenus dans une peinture appliquée contre une paroi interne de l'échangeur de chaleur. Une telle peinture contiendra avantageusement plus de 80% en poids d'extraits secs des éléments, en particulier de zinc et/ou de magnésium.

Selon un mode de réalisation, la réserve sacrificielle est

placée en un endroit choisi de l'échangeur de chaleur. Elle peut être contenue dans un réservoir, en particulier dans une boîte collectrice, de l'échangeur de chaleur. Elle peut aussi être contenue dans une tubulure de l'échangeur de chaleur.

Selon un autre mode de réalisation, la réserve sacrificielle est contenue dans un circuit de fluide qui comprend l'échangeur de chaleur.

Le dispositif de l'invention offre différents avantages par rapport aux solutions connues de l'art antérieur.

L'un de ces avantages est de ne pas engendrer de problème quelconque lors de la fabrication d'échangeurs de chaleur nécessitant une opération de brasage et/ou d'assemblage mécanique.

Un autre avantage est lié au fait que, plus le milieu sera agressif, notamment lors d'un pH acide ou alcalin, plus la réserve sacrificielle se corrodera et apportera des ions des éléments, par exemple de zinc et/ou de magnésium, à la surface de l'aluminium, là où il faut la protéger.

Sans vouloir se lier à une théorie particulière, la présence de la réserve sacrificielle fait que cette dernière se corrode en premier lieu en apportant des ions des éléments, par exemple de zinc et/ou de magnésium, à la surface de la paroi en aluminium, là où il faut la protéger.

Un autre avantage de l'invention est que tous les ions qui forment des micro-cathodes sur l'aluminium, donc qui accélèrent sa vitesse de corrosion, notamment sous forme de piqûres, seront piégés par la réserve sacrificielle, car celle-ci possède un potentiel beaucoup plus électronégatif que les alliages décrits précédemment, utilisés comme bande de protection sur les tubes en aluminium.

Les ions qui forment des micro-cathodes sont, de façon non limitative, le fer, le cuivre, l'étain, l'argent, etc.

Sous un autre aspect, l'invention concerne un échangeur de chaleur comprenant un dispositif de protection tel que défini ci-dessus. Elle concerne aussi un circuit de fluide comprenant un échangeur de chaleur et un dispositif de protection tel que défini ci-dessus.

Dans la description qui suit, faite seulement à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 représente une boîte collectrice d'échangeur de chaleur munie d'une tubulure dans laquelle est placé un dispositif de protection selon l'invention ;
- la Figure 2 représente une partie d'une boîte collectrice d'échangeur de chaleur comportant un dispositif selon l'invention réalisé sous la forme d'un insert ou d'une cartouche ;
- la Figure 3 est une vue en coupe d'une boîte collectrice d'échangeur de chaleur dans laquelle est placé un insert ou une cartouche de protection ; et
- la Figure 4 est une vue en coupe d'une boîte collectrice d'échangeur de chaleur comportant un dispositif de protection selon l'invention, réalisé sous la forme d'une peinture appliquée sur la paroi interne de la boîte collectrice.

On se réfère d'abord à la Figure 1 qui montre une boîte collectrice 10 d'un échangeur de chaleur, en particulier de véhicule automobile, à laquelle se raccorde une tubulure 12 destinée à l'entrée ou la sortie d'un liquide caloporteur.

A titre d'exemple, la boîte collectrice 10 peut faire partie d'un radiateur de refroidissement d'un moteur de véhicule automobile, qui est parcouru par le liquide de refroidissement

du moteur. Ce radiateur fait partie d'un circuit de fluide, ici un circuit de refroidissement, qui est parcouru par le fluide de refroidissement précité.

Pour prévenir tout risque de corrosion, on prévoit, à l'intérieur de la tubulure 12, une réserve sacrificielle 14 réalisée ici sous la forme d'un insert tubulaire appliqué contre la paroi interne de la tubulure 12. Compte tenu de son emplacement, l'insert est complètement baigné par le fluide de refroidissement.

Cet insert est formé d'une réserve sacrificielle renouvelable constituée d'éléments aptes à abaisser au moins localement le potentiel électrochimique de l'aluminium des parois de l'échangeur de chaleur. A titre d'exemple, cet insert peut être formé de zinc et/ou de magnésium. Il peut s'agir en particulier d'un alliage de zinc, d'un alliage de magnésium ou encore d'un alliage de zinc et de magnésium.

On se réfère maintenant à la Figure 2 qui montre une boîte collectrice 10 de configuration allongée, dans laquelle est placée une autre réserve sacrificielle 16 selon l'invention. Cette réserve 16 peut être réalisée sous la forme d'un insert appliqué contre la paroi interne de la boîte collectrice, ou encore sous la forme d'une cartouche remplie d'éléments discrets, par exemple de granulés.

Dans le cas d'éléments de zinc et/ou de magnésium, on peut utiliser soit un insert en zinc et/ou magnésium, soit une cartouche remplie de granulés de zinc et/ou de magnésium.

On se réfère maintenant à la Figure 3 qui montre une autre boîte collectrice 10, à section en forme générale de U, d'un échangeur de chaleur. A l'intérieur de la boîte collectrice, est placée une réserve sacrificielle 18 selon l'invention. Dans l'exemple, cette réserve est réalisée sous la forme d'un insert

ou d'une cartouche contenant des éléments discrets, en particulier des granulés. Comme dans le cas de la Figure 2, l'insert peut être notamment à base de zinc et/ou d'aluminium, et la cartouche contenir notamment des granulés de zinc et/ou d'aluminium.

On se réfère maintenant à la Figure 4 qui montre une autre boîte collectrice 10 d'échangeur de chaleur, également à section en forme générale de U.

A l'intérieur de la paroi en U, est appliquée une peinture 20 contenant de préférence plus de 80% d'extraits secs d'éléments de réserve sacrificielle, par exemple d'éléments de zinc et/ou de magnésium.

Dans le cas d'une cartouche comme montrée aux Figures 2 et 3, celle-ci sera réalisée en un matériau inoxydable, par exemple en acier inoxydable et/ou en matière plastique, et comportera des ouvertures de passage pour le milieu agressif.

Il doit être entendu qu'au lieu d'utiliser une cartouche, on peut utiliser toute autre forme de réceptacle, par exemple un sachet, offrant des ouvertures de passage pour le milieu agressif.

Egalement, la réserve sacrificielle peut être placée en tout autre endroit de l'échangeur de chaleur, par exemple dans des réservoirs, des excroissances ou autres logements que peut définir un échangeur de chaleur.

En variante, la réserve sacrificielle peut être placée dans un circuit comprenant l'échangeur de chaleur.

Quel que soit son emplacement, la réserve sacrificielle est apte à être complètement immergée dans le milieu agressif.

L'invention sera maintenant décrite en référence aux tests comparatifs suivants.

Des tests comparatifs ont été menés sur une boucle d'essai dans laquelle était inséré un échangeur de chaleur en alliage d'aluminium comportant des canaux (notamment des tubes) à paroi mince. Ces essais comparatifs ont été réalisés avec et sans le dispositif de l'invention.

Dans la boucle d'essai, circulait un liquide caloporteur à une température d'environ 90°C, contenant environ 200 mg par litre (200 ppm) d'ions chlorure, 1 ppm d'ions cuivre et suffisamment d'ions ferrite de manière à abaisser le pH à environ 3.

On a utilisé un dispositif de protection selon l'invention sous la forme de granulés d'environ 3 à 5 mm de longueur et de 1,5 à 3 mm de largeur contenus dans un sachet en acier inoxydable ayant des mailles d'environ 1 mm d'ouverture.

Ce sachet a été placé en un endroit approprié de l'échangeur de chaleur, de préférence dans une boîte collectrice.

Le test a été réalisé pendant 500 heures. A l'expiration de ce temps d'essai, aucun percement de l'échangeur de chaleur n'a été constaté. L'inspection de l'échangeur a permis de mettre en évidence des attaques dont la profondeur était inférieure au micromètre, donc non susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de l'échangeur de chaleur.

Le même test, réalisé avec un échangeur de chaleur dépourvu du dispositif de l'invention, a dû être arrêté après 100 heures environ en raison de fuites par percement.

Revendications

1. Dispositif pour protéger les parois en aluminium d'un échangeur de chaleur contre la corrosion par un milieu agressif
5 auquel ces parois sont exposées,

caractérisé en ce qu'il comprend au moins une réserve sacrificielle renouvelable (14, 16, 18, 20) formée d'éléments aptes à abaisser au moins localement le potentiel
10 électrochimique de l'aluminium des parois de l'échangeur de chaleur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments comprennent du zinc et/ou du magnésium.
15

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est présente sous la forme d'éléments discrets, en particulier sous la forme d'une poudre, de granulés ou de grenaille.
20

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est présente sous la forme d'éléments continus, en particulier sous la forme de plaques ou d'inserts.
25

5. Dispositif selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que les éléments de la réserve sacrificielle sont contenus dans un réceptacle perméable au milieu agressif.

30 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réceptacle est un sachet ou une cartouche, avantageusement en acier inoxydable et/ou en matière plastique, comportant des ouvertures de passage pour le milieu agressif.

35 7. Dispositif selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que les éléments de la réserve sacrificielle sont

contenus dans un logement de l'échangeur de chaleur, qui est exposé au milieu agressif.

5 8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de la réserve sacrificielle sont contenus dans une peinture appliquée contre une paroi interne de l'échangeur de chaleur.

10 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la peinture contient plus de 80% en poids d'extraits secs des éléments, en particulier de zinc et/ou de magnésium.

15 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est contenue dans un réservoir, en particulier dans une boîte collectrice (10) de l'échangeur de chaleur.

20 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est contenue dans une tubulure (12) de l'échangeur de chaleur.

25 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est contenue dans un circuit de fluide qui comprend l'échangeur de chaleur.

30 13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la réserve sacrificielle est entièrement immergée dans le milieu agressif, en sorte que la totalité de la réserve peut être consommée.

14. Echangeur de chaleur, en particulier de véhicule automobile, comprenant un dispositif de protection selon l'une des revendications 1 à 11 et 13.

35 15. Circuit de fluide, en particulier circuit de refroidissement de véhicule automobile, comprenant un échangeur

de chaleur et un dispositif de protection selon l'une des revendications 1 à 6 et 12 à 13.

1/2

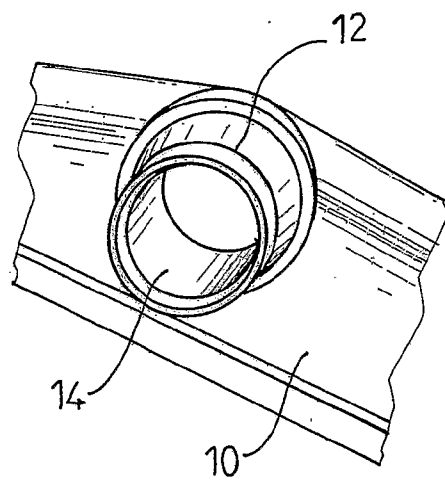


FIG. 1

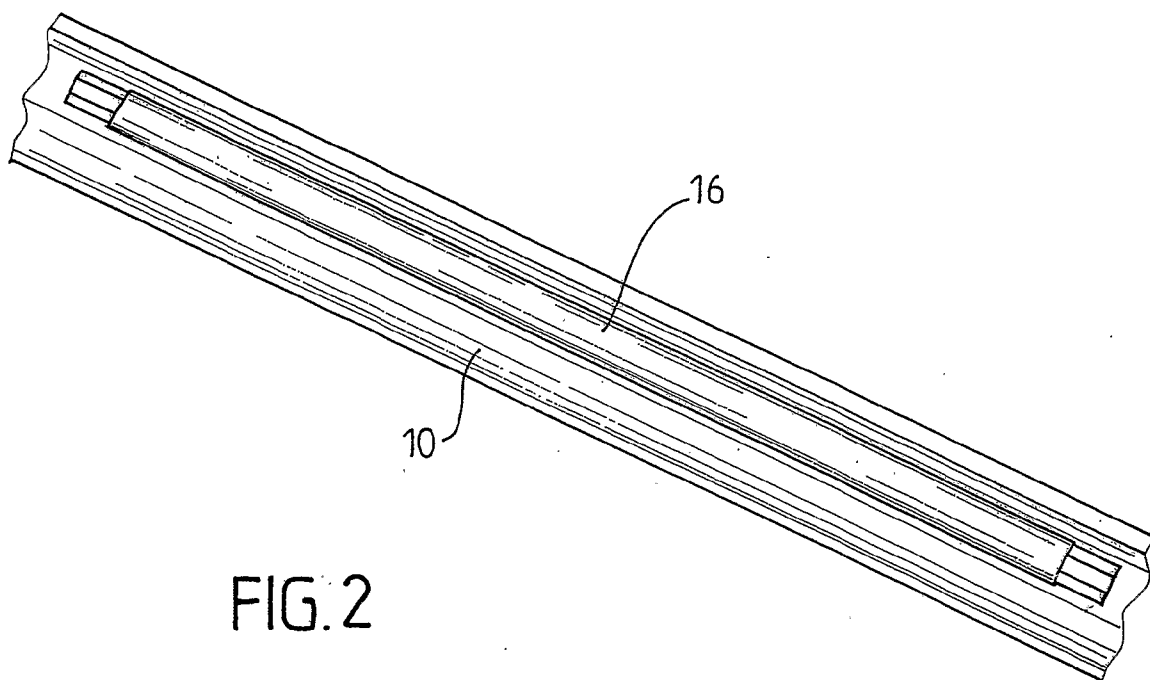


FIG. 2

2/2

FIG. 3

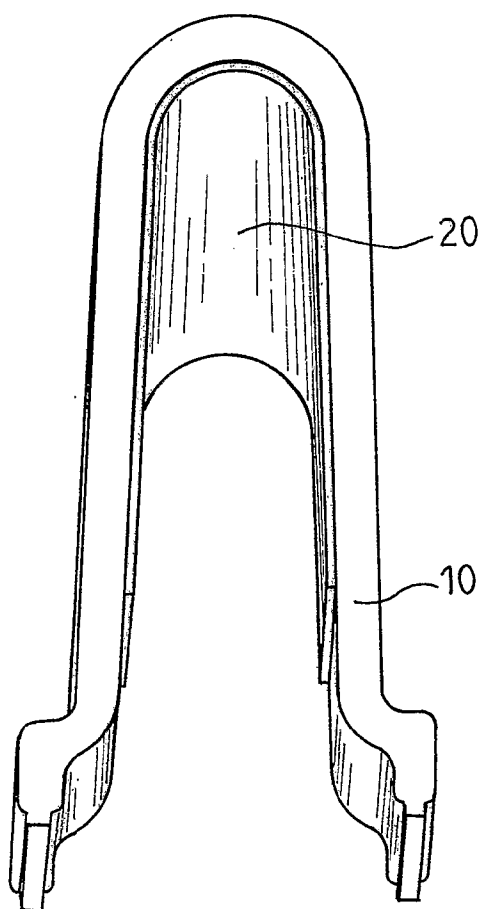
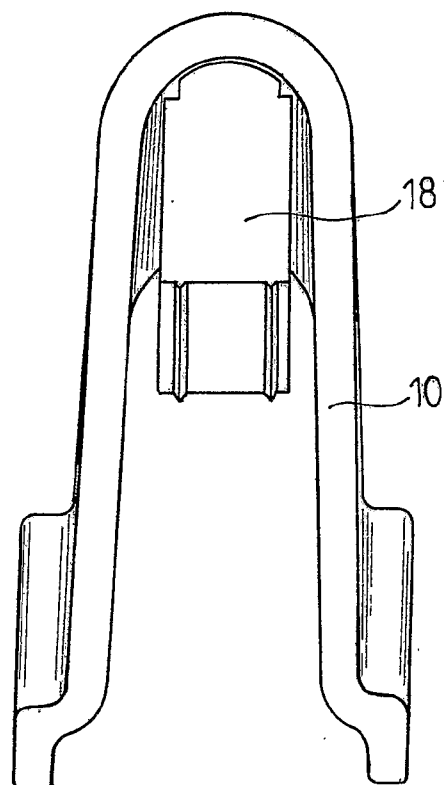


FIG. 4