

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 617 249 A2**

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **94400628.7**

51 Int. Cl.⁵: **F28D 7/06, F28F 9/04,
F28F 9/02, F28F 1/32**

22 Date de dépôt: **24.03.94**

30 Priorité: **24.03.93 US 36324**

43 Date de publication de la demande:
28.09.94 Bulletin 94/39

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

71 Demandeur: **VALEO CLIMATE CONTROL
CORPORATION**
4401 Blue Mound Road
Fort Worth, Texas 76106-1988 (US)

72 Inventeur: **Buckley, James Howard Jr.**
6725 Cahoba Drive
Fort Worth, Texas 76135 (US)

74 Mandataire: **Lemaire, Marc**
Valeo Management Services,
Propriété Industrielle,
2, rue André Boulle,
B.P. 150
F-94004 Créteil (FR)

54 **Echangeur de chaleur.**

57 Un échangeur de chaleur (2) comprend un réservoir d'extrémité (6) définissant dans cet appareil une entrée de fluide (16) par laquelle, en fonctionnement, du fluide entre dans l'échangeur de chaleur, et une sortie de fluide (20) par laquelle, en fonctionnement, du fluide sort de l'échangeur de chaleur (2), une pluralité de tubes échangeurs de chaleur (8) ayant des portions d'extrémité (10) par lesquelles les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés audit réservoir d'extrémité (6), une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur (12) raccordées aux tubes échangeurs de chaleur (8), une pluralité d'embouts (28) prévus sur ledit réservoir d'extrémité (6) s'étendant vers l'extérieur depuis celui-ci et définissant des passages dans ledit réservoir d'extrémité, lesdites portions d'extrémité (10) des tubes échangeurs de chaleur étant dimensionnées pour recevoir lesdits embouts (28), dans lequel les embouts (28) sont pourvus chacun de deux rainures annulaires (29) espacées axialement sur leur surface externe, un joint torique d'étanchéité (30) étant placé dans chaque rainure annulaire (29) pour assurer un joint étanche entre les tubes échangeurs de chaleur (8) et les embouts (28).

EP 0 617 249 A2

Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à un échangeur de chaleur du type à tubes-ailettes pour l'utilisation, en particulier mais pas exclusivement, en tant qu'évaporateur dans un système de climatisation automobile.

Art antérieur

De manière conventionnelle, un échangeur de chaleur du type à tubes-ailettes pour l'utilisation en tant qu'évaporateur ou condenseur comporte une pluralité de tubes échangeurs de chaleur en forme de U sur lesquels sont arrangées un grand nombre de fines ailettes métalliques. Les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés, par l'intermédiaire de collecteurs d'entrée et de sortie comprenant une pluralité de connexions tubulaires, à une entrée ou une sortie de fluide de refroidissement ou sont raccordés à des coudes en U, un ou plusieurs passages circulatoires pour le liquide de refroidissement étant définis entre l'entrée et la sortie.

Au lieu de prévoir des collecteurs et des connexions en coudes en U séparés, les tubes échangeurs de chaleur peuvent être raccordés à un réservoir de raccordement ou à un réservoir d'extrémité qui est pourvu d'une entrée et d'une sortie pour la connexion au circuit de refroidissement, et qui est divisé intérieurement de manière à définir avec les tubes échangeurs de chaleur le passage ou les passages circulatoires du fluide entre une entrée et une sortie de fluide. Les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés au réservoir d'extrémité par des embouts tubulaires en saillie prévus sur le réservoir d'extrémité et qui sont reçus dans des portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur, un adhésif, ou tout autre matériau synthétique durcissable, étant utilisé pour sceller la connexion. Un échangeur de chaleur de ce type est connu par le brevet britannique n° 1601429. Durant le montage des retraits définis autour des connexions tubulaires en saillie sont pourvus du matériau durcissable, retraits dans lesquels sont insérées les extrémités des tubes échangeurs de chaleur. Un certain jeu est prévu entre les connexions tubulaires en saillie et les tubes échangeurs de chaleur pour permettre d'injecter du matériau durcissable entre les deux.

On sait également souder ou braser les extrémités des tubes échangeurs de chaleur aux embouts en saillie.

Un inconvénient d'un joint soudé ou brasé, ou d'un joint utilisant un matériau adhésif ou durcissable, est que de tels joints sont susceptibles de fuir. De tels joints peuvent également être réduits intérieurement ou bouchés lorsque du matériau d'étanchéité entre dans le tube. Lorsque l'on utilise la

soudure, il existe des risques évidents en matière de sécurité associés à cette technique. La fabrication de ces joints est aussi relativement onéreuse.

5 Résumé de la présente invention

10 La présente invention a pour objet de proposer un échangeur de chaleur dont les connexions entre le réservoir d'extrémité et les tubes échangeurs de chaleur surmontent les difficultés susmentionnées et peuvent être formées facilement et efficacement.

Conformément à la présente invention, il est proposé un échangeur de chaleur comprenant:

15 un réservoir d'extrémité définissant dans cet appareil une entrée de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide entre dans l'échangeur de chaleur, et une sortie de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide sort de l'échangeur de chaleur;

20 une pluralité de tubes échangeurs de chaleur ayant des portions d'extrémité par lesquelles les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés audit réservoir d'extrémité;

25 une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur raccordées aux tubes échangeurs de chaleur;

30 une pluralité d'embouts prévus sur ledit réservoir d'extrémité définissant des passages dans ledit réservoir d'extrémité, lesdits embouts recevant ou étant reçus par des portions d'extrémité de tubes échangeurs de chaleur respectifs, pour former la connexion entre ledit réservoir d'extrémité et lesdits tubes échangeurs de chaleur;

35 dans lequel des joints toriques d'étanchéité sont prévus entre lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur et lesdits embouts pour assurer un joint étanche entre les deux, et dans lequel des rainures annulaires sont formées dans lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur ou dans lesdits embouts, rainures dans lesquelles sont placés lesdits joints toriques d'étanchéité.

40 L'arrangement ci-dessus assure une connexion étanche aux fluides particulièrement efficace entre le réservoir d'extrémité et les tubes échangeurs de chaleur, et qui est dépourvue de soudure ou d'adhésif. Un autre avantage est que les joints peuvent être désolidarisés pour permettre un nettoyage interne, puis réassemblés. Lors du montage, les joints toriques sont comprimés pour assurer un joint étanche aux fluides efficace.

45 Dans une forme de réalisation préférée, les embouts font saillie vers l'extérieur depuis le réservoir d'extrémité, et sont formés avec lesdites rainures annulaires à l'extérieur. Les portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur sont de préférence évasées pour recevoir les embouts.

50 Les embouts peuvent, en variante, faire saillie vers l'intérieur du réservoir d'extrémité, les rainures

annulaires étant formées à l'intérieur des embouts.

De préférence, lesdits embouts ou portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur qui sont reçus dans lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur ou embouts sont pourvus de deux rainures annulaires espacées axialement, dans lesquelles sont placés les joints toriques d'étanchéité respectifs, augmentant ainsi l'efficacité du joint étanche.

Le réservoir d'extrémité peut être un réservoir d'extrémité en plastique ayant des embouts en aluminium moulés puis rapportés sur celui-ci.

En l'absence de soudure ou d'autre matériau durcissable, il est souhaitable de fournir une autre forme de fixation des tubes échangeurs de chaleur sur le réservoir d'extrémité pour empêcher un détachement. Lorsqu'une plaque d'extrémité est prévue pour supporter les tubes échangeurs de chaleur à distance du réservoir d'extrémité, un logement peut être prévu pour recevoir par coulissement l'ensemble constitué du réservoir d'extrémité, des tubes échangeurs de chaleur, des ailettes et de la plaque d'extrémité. Le logement peut comprendre un logement de type cadre comportant une base et des faces d'extrémité opposées qui viennent en prise avec le réservoir d'extrémité et la plaque d'extrémité respectivement.

En variante, une ou plusieurs courroies de fixation peuvent être prévues, s'étendant autour du montage dans son ensemble.

En variante supplémentaire, la plaque d'extrémité peut être disposée de manière à supporter les tubes échangeurs de chaleur à proximité du réservoir d'extrémité, la connexion entre la plaque d'extrémité et le réservoir d'extrémité étant formée par sertissage.

Brève description des dessins

Des formes de réalisation de l'invention vont être décrites, à titre d'exemple uniquement, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

la figure 1 est une vue éclatée partiellement schématique d'un échangeur de chaleur selon l'invention;

la figure 2 est une vue éclatée d'une forme de réalisation d'un échangeur de chaleur selon l'invention;

la figure 3 est une vue en bout du réservoir d'extrémité tel qu'illustré à la figure 2;

la figure 4 est une vue en bout dans le sens de la flèche A de la figure 3, dans laquelle on peut voir la construction interne du réservoir d'extrémité;

les figures 5(a) et 5(b) sont des vues en section transversale partielle détaillées de la connexion d'un tube échangeur de chaleur au réservoir d'extrémité avant et après le montage;

les figures 6(a) et 6(b) illustrent un ensemble évaporateur ayant un logement pour recevoir l'échangeur de chaleur, avant et après l'insertion de l'échangeur de chaleur;

la figure 7 est une vue en section transversale détaillée d'une variante de connexion d'un tube au réservoir d'extrémité;

les figures 8(a) et (b) sont des vues éclatées et à l'état monté d'une autre forme de réalisation de l'invention, illustrant une variante de connexion d'un réservoir d'extrémité au montage-bloc à serpentin; et

les figures 9(a) et (b) sont des vues éclatées et à l'état monté d'une autre forme de réalisation de l'invention représentant encore une autre variante de connexion.

Description de la forme de réalisation préférée

En se référant aux dessins, la figure 1 illustre une vue éclatée simplifiée d'un échangeur de chaleur selon la présente invention.

L'échangeur de chaleur 2 comprend essentiellement un montage-bloc à serpentin 4 raccordé à un réservoir d'extrémité 6. Le montage-bloc à serpentin 4 comprend une pluralité de tubes échangeurs de chaleur 8, chacun en forme d'épingle à cheveux, dont les extrémités 10 sont visibles à la figure 1, et dont l'une est illustrée à l'état retiré à la figure 1.

Une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur 12 en aluminium, de forme conventionnelle, sont raccordées aux tubes échangeurs de chaleur 8. Diverses méthodes de connexion peuvent être utilisées, mais les tubes échangeurs de chaleur sont de préférence des tubes en aluminium qui sont élargis par dudgeonnage à travers des ouvertures dans les ailettes, pour former un ajustage à frottement dur dans les ouvertures des ailettes. Une plaque d'extrémité 14, de préférence également en aluminium, est prévue du côté du montage-bloc à serpentin 4 opposé au réservoir d'extrémité 6, afin de supporter les tubes échangeurs de chaleur 8.

Le réservoir d'extrémité 6 est un réservoir en plastique moulé par injection ayant une entrée de fluide 16 tubulaire et une sortie de fluide 18. En fonctionnement, le réservoir d'extrémité 6 est raccordé par une soupape de détente 22 à un circuit pour fluide de refroidissement. Le réservoir d'extrémité 6 comprend une pluralité de cloisons internes 24 définissant dans celui-ci une pluralité de compartiments 26, comme on peut le voir aux figures 3 et 4. Des passages aboutissant dans les compartiments 26 du réservoir d'extrémité sont définis par des ouvertures 27 dans une face du réservoir d'extrémité qui est pourvue d'embouts tubulaires 28 se projetant vers l'extérieur. Les embouts 28 sont formés de préférence de sections tubulaires courtes

en aluminium ou en cuivre, qui sont usinées puis moulées et rapportées sur le réservoir d'extrémité 6, bien que les embouts 28 puissent être en plastique, moulés individuellement avec le réservoir d'extrémité 6.

Le réservoir d'extrémité 6 est de préférence formé selon une méthode à "noyau perdu", dans laquelle un polymère est injecté dans un moule qui a été chargé au préalable avec un noyau moulé par injection, en métal à bas point de fusion, qui est fondu par la suite pour donner le réservoir d'extrémité creux. Cette méthode est particulièrement appropriée pour obtenir la forme relativement complexe de l'intérieur du réservoir.

Les tubes échangeurs de chaleur 8 sont pourvus de portions d'extrémité 10 évasées ou "en cloche", dimensionnées pour recevoir les embouts 28, comme on peut le voir au mieux à la figure 5. Les embouts 28 sont formés chacun avec une paire de rainures annulaires 29 espacées axialement sur leur surface externe, rainures dans lesquelles sont placés les joints toriques d'étanchéité 30 respectifs. La connexion entre les tubes échangeurs de chaleur 8 et les embouts respectifs 28 est un ajustage gras, les joints toriques étant comprimés dans les rainures 29, pour former de cette manière un joint étanche aux fluides efficace.

En variante de l'arrangement décrit ci-dessus, on notera que ces embouts 28 pourraient tout aussi bien être dimensionnés pour recevoir les portions d'extrémité 10 des tubes échangeurs de chaleur 8. En variante supplémentaire, les embouts pourraient être conçus de manière à s'étendre vers l'intérieur du réservoir d'extrémité, les portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur étant dimensionnées pour être reçues dans les embouts, comme illustré à la figure 7. Dans cette figure, une portion d'extrémité 10' d'un tube échangeur de chaleur 8' est reçue dans l'embout 28' en saillie vers l'intérieur. Au lieu de former les rainures sur les embouts, celles-ci pourraient être formées sur les portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur à l'intérieur de celles-ci à l'endroit où elles reçoivent les embouts, ou à l'extérieur lorsque celles-ci sont reçues par les embouts.

On obtient une fixation supplémentaire du réservoir d'extrémité 6 au montage-bloc à serpent 4 en prévoyant un système de logement de type cassette dans lequel l'échangeur de chaleur à l'état monté peut être reçu par coulissement, de manière à fournir un support dans le sens axial des tubes échangeurs de chaleur 8 et des embouts 28 pour assurer un maintien de la connexion. Comme indiqué à la figure 6, le logement comprend un support coulissant 32 de type cadre comprenant une base 34 et des portions d'extrémité 36, 38 qui viennent en prise avec le réservoir d'extrémité 6 et la plaque d'extrémité 14 pour empêcher que les

tubes échangeurs de chaleur 8 ne se détachent du réservoir d'extrémité 6, et une ouverture 40 par laquelle l'échangeur de chaleur est introduit dans le logement est prévue pour fermer l'ouverture 40, et comporte une languette 44 pour venir en prise avec une rainure 46 prévue dans le support 32. La figure 6 illustre également le support tel que positionné entre un logement 48 de soufflante d'air conventionnel et un logement 50 d'alimentation d'air.

En variante de ce logement, comme on le voit aux figures 8(a) et (b), des courroies de tension circonférentielles 48, par exemple en acier ou en nylon, peuvent être fixées autour de l'échangeur de chaleur afin d'assurer le support axial. Les courroies 48 sont fixées sur le réservoir d'extrémité aux points de fixation 50, et s'étendent autour des ailettes/tubes échangeurs de chaleur et de la plaque d'extrémité 14', tout en étant placées dans des fentes 52 dans des brides d'extrémité de la plaque d'extrémité 14'.

En variante supplémentaire, comme on le voit aux figures 9(a) et (b), il est prévu une plaque d'extrémité 52 à proximité du réservoir d'extrémité 6, pourvue d'un bord crénelé. Le réservoir d'extrémité 6 est dans ce cas pourvu d'une bride relevée 54 moulée dans le réservoir d'extrémité, le réservoir d'extrémité 6 et le montage échangeur de chaleur étant fixés l'un à l'autre par sertissage, comme on peut le voir au mieux dans le détail de la figure 9(b).

L'échangeur de chaleur qui vient d'être décrit présente les avantages que le fait d'éviter la soudure, ou l'utilisation d'un adhésif ou de tout autre matériau durcissable se traduit par une connexion étanche aux fluides plus efficace, dans laquelle les problèmes de fuite sont réduits et les problèmes d'obstruction interne des passages sont évités. Le fait de se passer de matériau d'étanchéité supplémentaire facilite également l'automatisation du procédé de montage. Les connexions peuvent aussi être désolidarisées, le réservoir d'extrémité 6 étant retiré des tubes échangeurs de chaleur 8, afin de permettre un nettoyage interne des tubes et du réservoir, tout en permettant un réassemblage ultérieur.

L'utilisation d'un réservoir d'extrémité 6 en plastique permet de prévoir un réservoir d'extrémité de section plus étroite que l'arrangement conventionnel présent utilisant un montage de collecteurs et de coudes en U, permettant une meilleure utilisation de l'espace occupé par l'échangeur de chaleur pour fournir des surfaces d'échange thermique, ce qui augmente donc l'efficacité de l'échangeur de chaleur.

De manière conventionnelle, l'échangeur de chaleur est placé dans le conduit d'air entre le

logement de soufflante d'air et le logement d'alimentation d'air par engagement avec des pattes de positionnement dans le conduit. L'utilisation d'un logement de type cassette facilite l'insertion de l'échangeur de chaleur, et en outre, élimine la nécessité de disposer, autour de l'échangeur de chaleur, un matériau d'étanchéité, qui est généralement utilisé pour assurer que tout le flux d'air passe par l'échangeur de chaleur.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comprenant:

un réservoir d'extrémité définissant dans cet appareil une entrée de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide entre dans l'échangeur de chaleur, et une sortie de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide sort de l'échangeur de chaleur;

une pluralité de tubes échangeurs de chaleur ayant des portions d'extrémité par lesquelles les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés audit réservoir d'extrémité;

une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur raccordées aux tubes échangeurs de chaleur;

une pluralité d'embouts prévus sur ledit réservoir d'extrémité définissant des passages dans ledit réservoir d'extrémité, lesdits embouts recevant ou étant reçus par des portions d'extrémité de tubes échangeurs de chaleur respectifs, pour former la connexion entre ledit réservoir d'extrémité et lesdits tubes échangeurs de chaleur;

dans lequel des joints toriques d'étanchéité sont prévus entre lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur et lesdits embouts pour assurer un joint étanche entre les deux, et dans lequel des rainures annulaires sont formées dans lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur ou embouts, rainures dans lesquelles sont placés lesdits joints toriques d'étanchéité.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel les rainures annulaires sont prévues sur les embouts.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel les embouts font saillie vers l'extérieur depuis le réservoir d'extrémité, et sont formés avec lesdites rainures annulaires à l'extérieur.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, dans lequel les portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur sont des portions d'extrémité de tube évasées qui reçoivent les em-

bouts.

5. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel les embouts font saillie vers l'intérieur du réservoir d'extrémité, lesdites rainures annulaires étant formées à l'intérieur des embouts.

6. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel chaque dit embout ou portion d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur raccordée à celui-ci est pourvu de deux rainures annulaires espacées axialement dans lesquelles sont placés les joints toriques d'étanchéité respectifs.

7. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel le réservoir d'extrémité est un réservoir d'extrémité en plastique dans lequel sont moulés puis rapportés des embouts en aluminium.

8. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, en combinaison avec un logement dans lequel l'échangeur de chaleur peut être reçu par coulissement, ledit logement servant à empêcher que les tubes échangeurs de chaleur ne se détachent du réservoir d'extrémité.

9. Echangeur de chaleur selon la revendication 8, dans lequel une plaque d'extrémité est prévue pour supporter les tubes échangeurs de chaleur dans une zone éloignée du réservoir d'extrémité, et dans lequel ledit logement est un logement de type cadre comprenant une base et des faces d'extrémité opposées qui viennent en prise avec le réservoir d'extrémité et la plaque d'extrémité respectivement.

10. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, comprenant en outre une ou plusieurs courroies de fixation s'étendant autour du réservoir d'extrémité et des tubes échangeurs de chaleur pour empêcher que les tubes ne se détachent du réservoir d'extrémité.

11. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel une plaque d'extrémité est prévue pour supporter les tubes échangeurs de chaleur dans une zone à proximité du réservoir d'extrémité, et dans lequel ladite plaque d'extrémité est raccordée audit réservoir d'extrémité par sertissage, ce qui empêche les tubes échangeurs de chaleur de se détacher du réservoir d'extrémité.

12. Echangeur de chaleur comprenant:
un réservoir d'extrémité définissant dans

cet appareil une entrée de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide entre dans l'échangeur de chaleur, et une sortie de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide sort de l'échangeur de chaleur;

une pluralité de tubes échangeurs de chaleur ayant des portions d'extrémité par lesquelles les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés audit réservoir d'extrémité;

une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur raccordées aux tubes échangeurs de chaleur;

une pluralité d'embouts prévus sur ledit réservoir d'extrémité s'étendant vers l'extérieur depuis celui-ci et définissant des passages dans ledit réservoir d'extrémité, lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur étant dimensionnées pour recevoir lesdits embouts;

dans lequel lesdits embouts sont pourvus chacun de deux rainures annulaires espacées axialement sur leur surface externe, et dans lequel un joint torique d'étanchéité est placé dans chaque rainure annulaire pour assurer un joint étanche entre les tubes échangeurs de chaleur et les embouts.

5

10

15

20

25

13. Montage échangeur de chaleur comprenant:

un réservoir d'extrémité définissant dans cet appareil une entrée de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide entre dans l'échangeur de chaleur, et une sortie de fluide par laquelle, en fonctionnement, du fluide sort de l'échangeur de chaleur;

une pluralité de tubes échangeurs de chaleur ayant des portions d'extrémité par lesquelles les tubes échangeurs de chaleur sont raccordés audit réservoir d'extrémité;

une pluralité d'ailettes échangeuses de chaleur raccordées aux tubes échangeurs de chaleur;

une plaque d'extrémité disposée à distance dudit réservoir d'extrémité pour supporter les tubes échangeurs de chaleur;

une pluralité d'embouts prévus sur ledit réservoir d'extrémité s'étendant vers l'extérieur depuis celui-ci et définissant des passages dans ledit réservoir d'extrémité, lesdites portions d'extrémité des tubes échangeurs de chaleur étant dimensionnées pour recevoir lesdits embouts;

un logement de type cadre comprenant une base et des faces d'extrémité opposées à l'intérieur duquel le réservoir d'extrémité, les tubes échangeurs de chaleur, les ailettes échangeuses de chaleur et la plaque d'extrémité peuvent être reçus par coulissement, lesdites faces d'extrémité opposées venant en

30

35

40

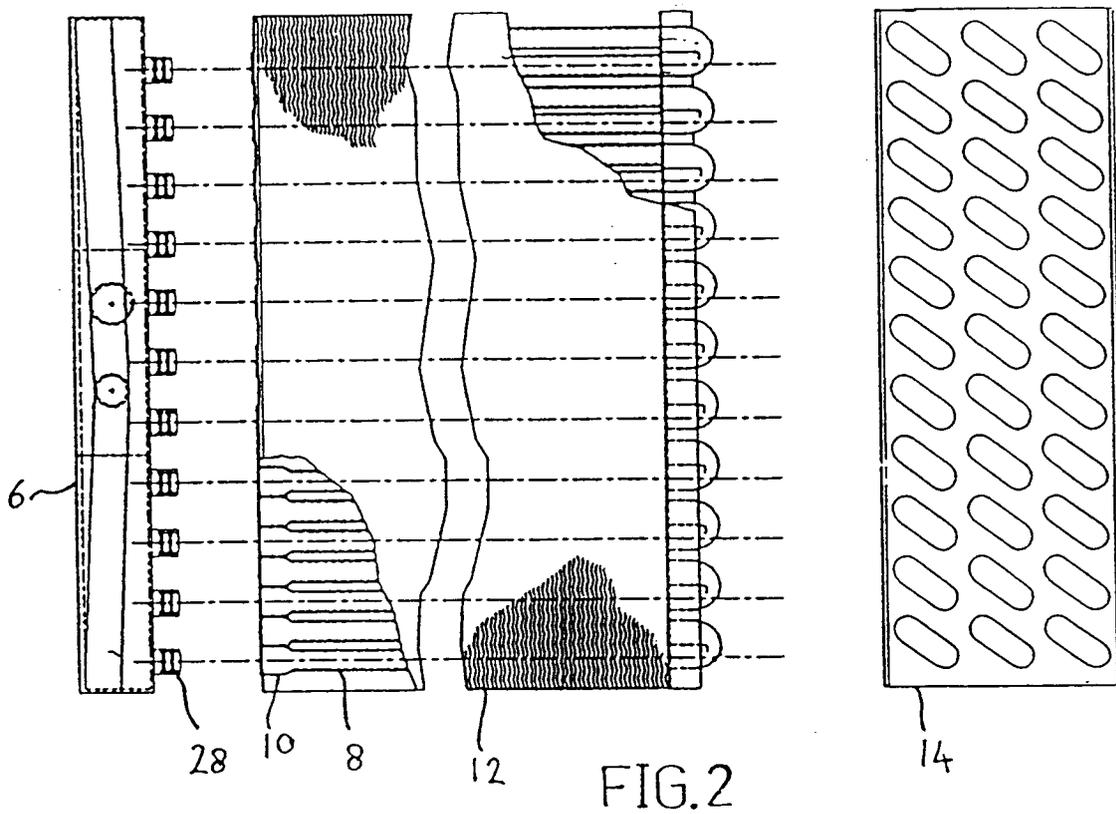
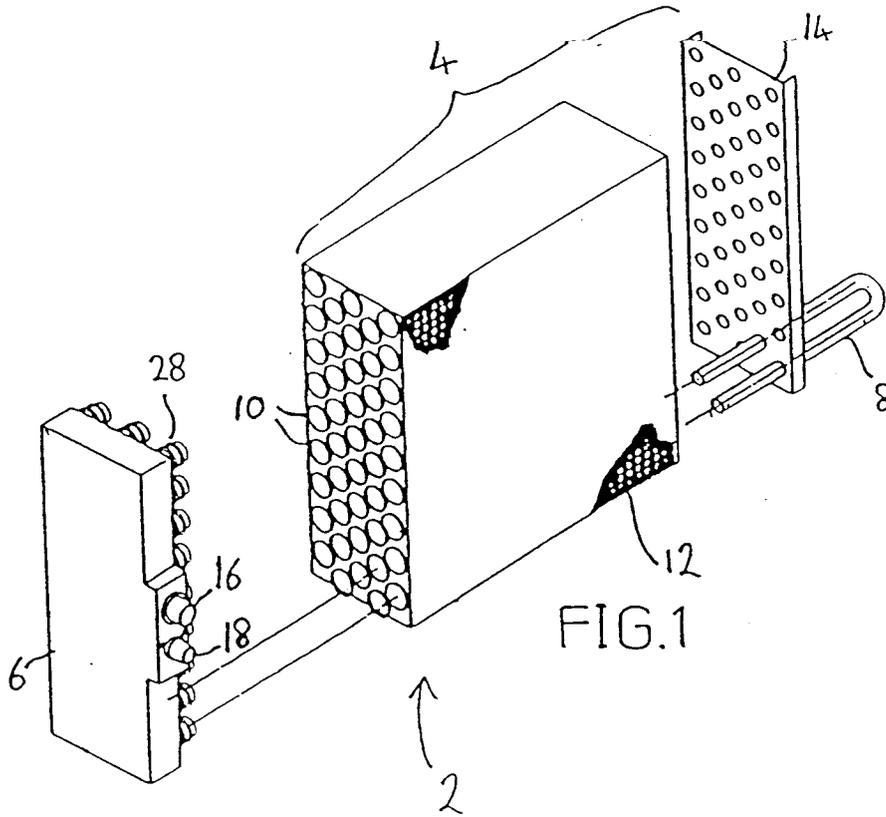
45

50

55

prise avec le réservoir d'extrémité et la plaque d'extrémité respectivement afin d'empêcher que les tubes échangeurs de chaleur ne se détachent desdits embouts;

dans lequel lesdits embouts sont pourvus chacun de deux rainures annulaires espacées axialement sur leur surface externe, et dans lequel un joint torique d'étanchéité est placé dans chaque rainure annulaire pour assurer un joint étanche entre les tubes échangeurs de chaleur et les embouts.



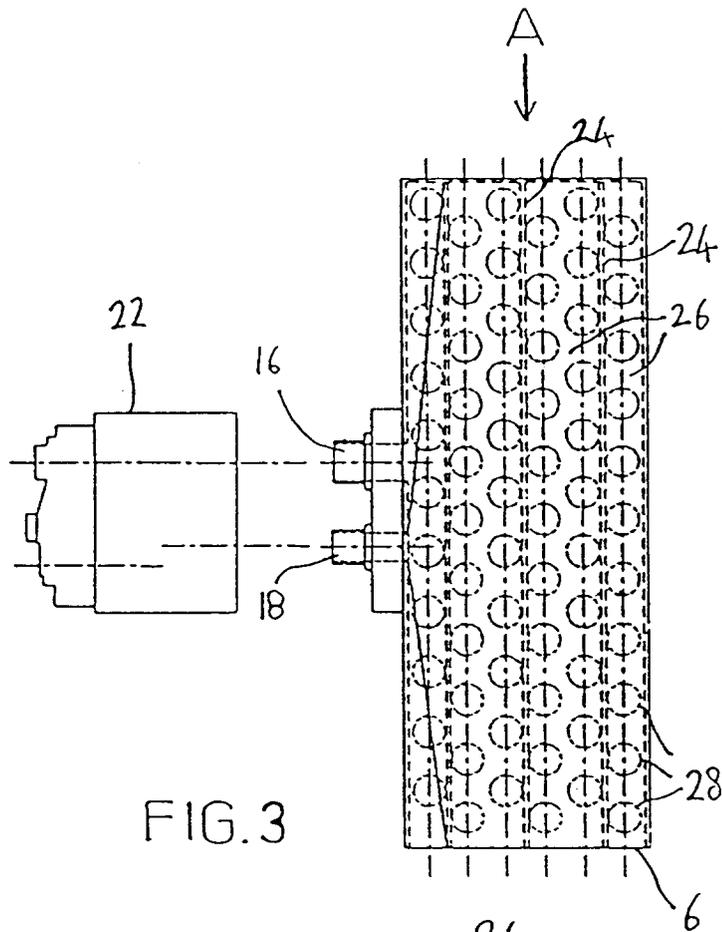


FIG. 3

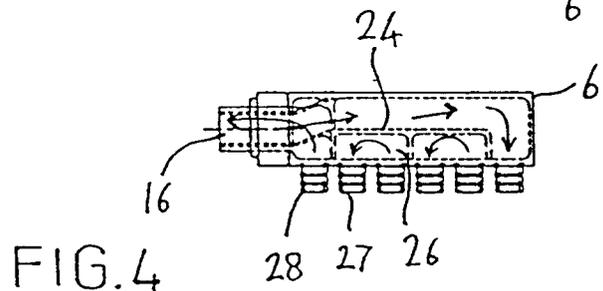


FIG. 4

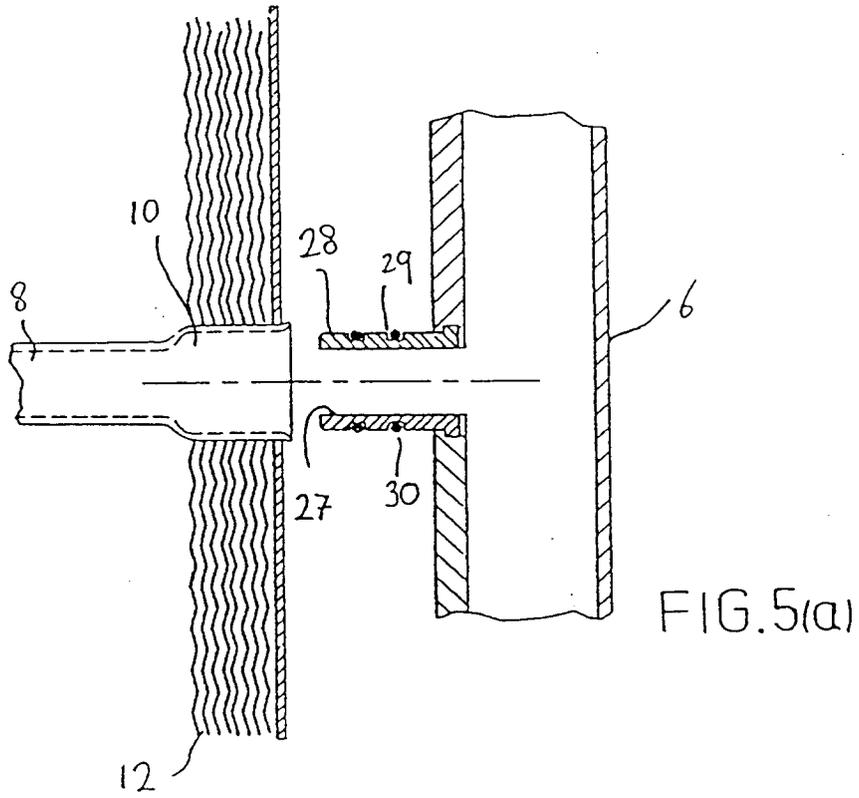


FIG. 5(a)

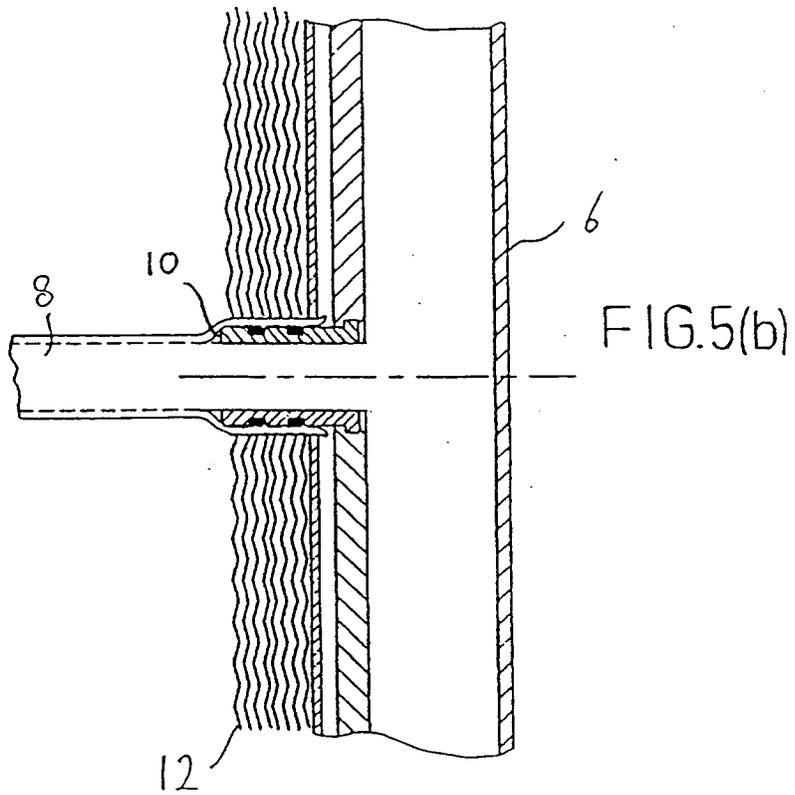


FIG. 5(b)

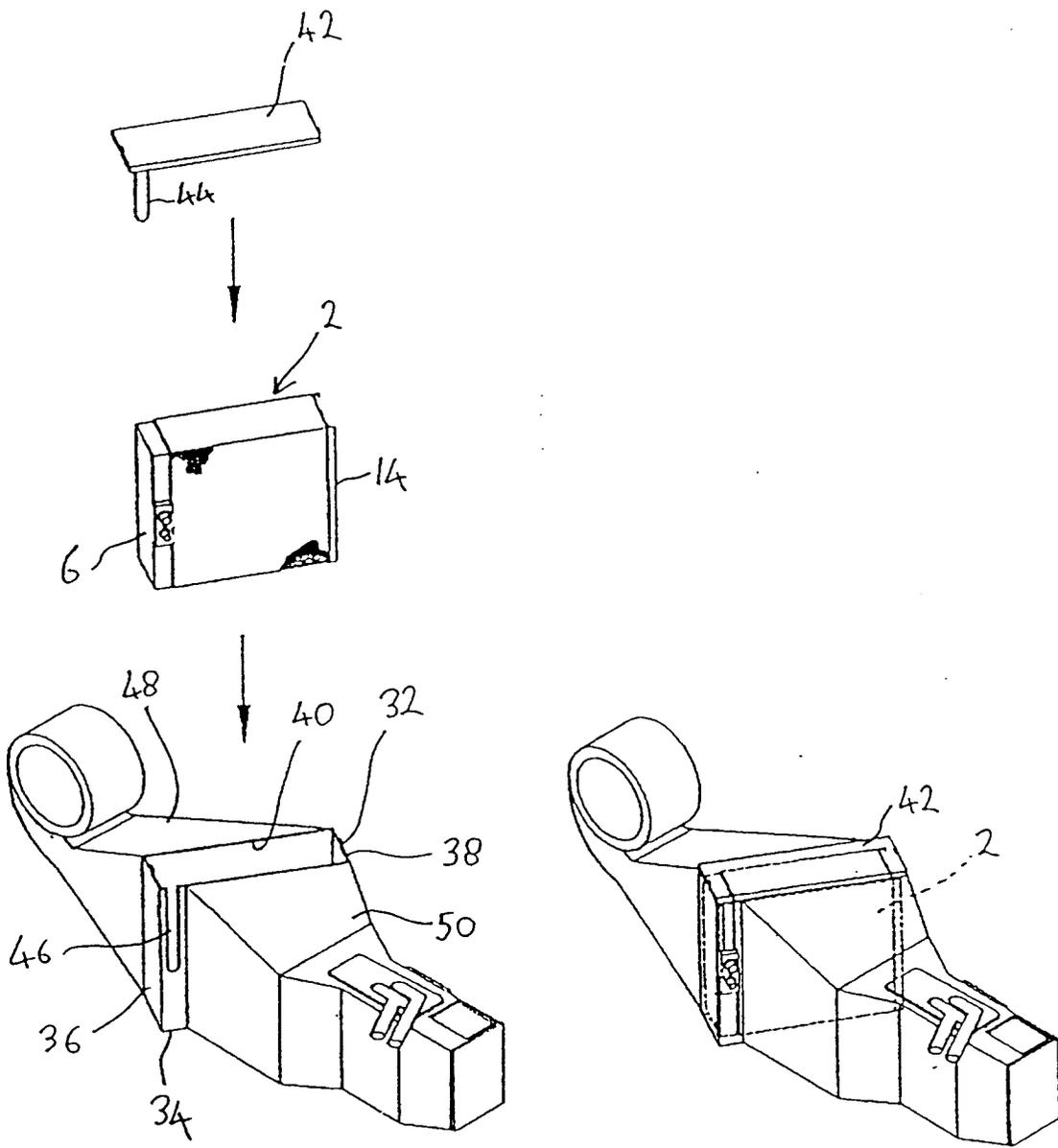


FIG. 6(a)

FIG. 6(b)

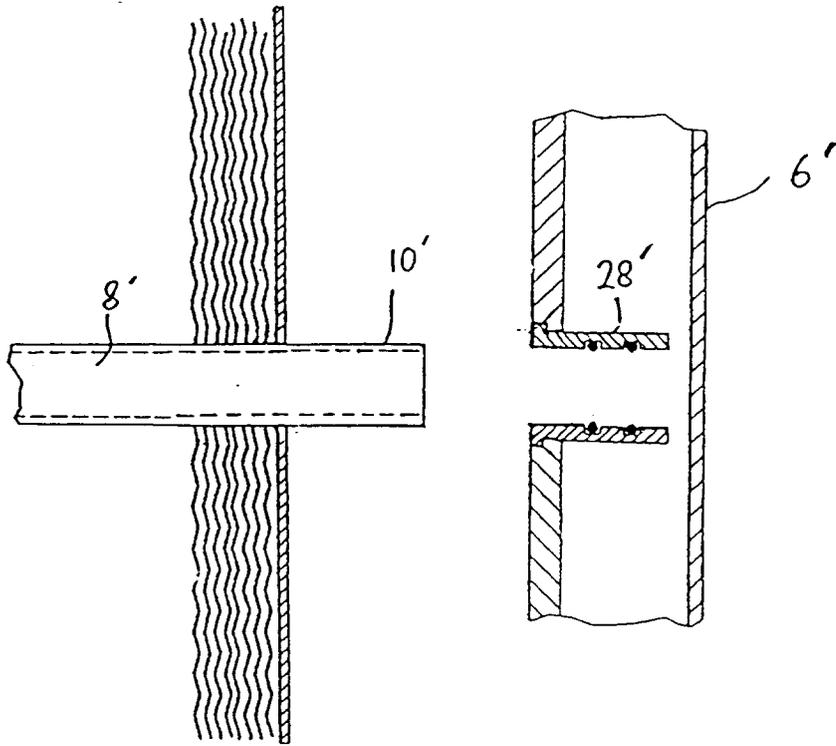


FIG.7

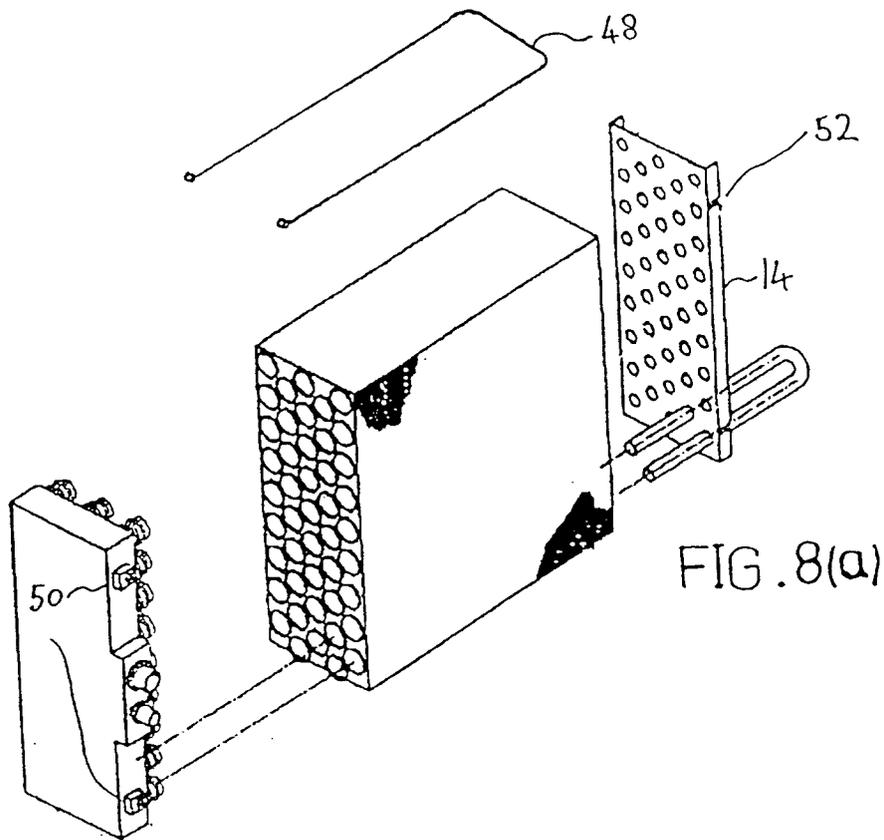


FIG. 8(a)

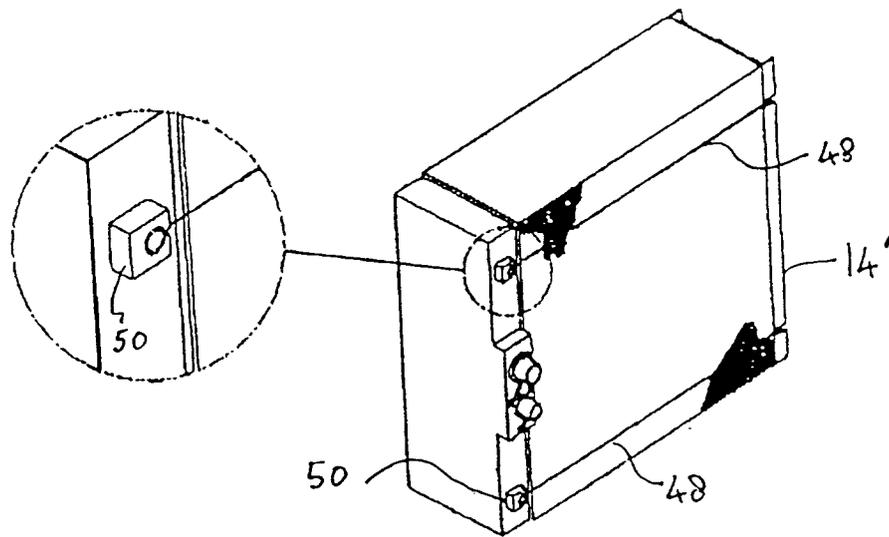


FIG. 8(b)

