



(51) Classification internationale des brevets :

F28D 1/053 (2006.01) B21D 53/08 (2006.01)
B21D 39/06 (2006.01) B23P 15/26 (2006.01)
B21D 39/08 (2006.01) F28F 1/02 (2006.01)
B21D 39/20 (2006.01) F28F 1/32 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2018/067118

(22) Date de dépôt international :

26 juin 2018 (26.06.2018)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1756205 30 juin 2017 (30.06.2017) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR/FR] ; ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La
Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

(72) Inventeurs : BOISSELLE, Patrick ; C/o Valeo Systèmes
Thermiques, 130 route de Mayenne, BP2219, 53022 Laval
(FR). MONNET, Véronique ; C/o Valeo Systèmes Ther-
miques, 130, route de Mayenne, BP2219, 53022 Laval (FR).

ETIENNE, Erwan ; Valeo Japan Co., Ltd, 4F Glass City
Motoyoyogi, 30-13, Motoyoyogi-cho, Shibuya-ku, Tokyo,
151-0062 (JP).

(74) Mandataire : TRAN, Chi-Hai ; Valeo Systèmes Ther-
miques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La
Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) Titre : ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION

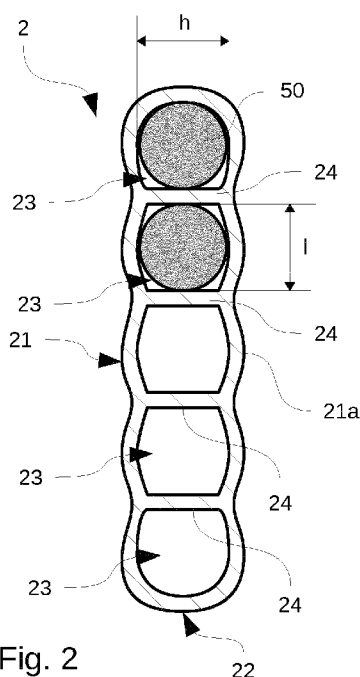


Fig. 2

(57) Abstract: The present invention relates to a heat exchanger (1) comprising a tube bundle (2), said tube bundle (2) comprising: a large number of tubes (2), in which a first heat transfer fluid is intended to circulate and which are arranged parallel with one another in a row, said tubes (2) being of oblong cross-section and comprising two parallel long sides (21) and two short sides connecting the ends of said long sides (21), a plurality of fins (6) between which a second heat transfer fluid is intended to circulate, said fins (6) comprising apertures through which the tubes (2) extend, the tubes (2) being connected to the fins (6) by means of a mechanical link obtained by expansion of the tubes (2) in the apertures of said fins (6), the tubes (2) comprising within them at least two channels (23) separated by at least one internal wall (24) connecting said long sides (21).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un échangeur de chaleur (1) comprenant un faisceau de tubes (2), ledit faisceau de tubes (2) comportant : une multitude de tubes (2) dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres selon une rangée, lesdits tubes (2) étant de section oblongue et comportant deux grands côtés (21) parallèles et deux petits côtés reliant les extrémités desdits grands côtés (21), une pluralité d'ailettes (6) entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes (6) comportant des orifices à travers lesquels passent les tubes (2), les tubes (2) étant reliés aux ailettes (6) par une liaison mécanique obtenue par expansion des tubes (2) dans les orifices desdites ailettes (6), les tubes (2) comportant en leur sein au moins deux conduites (23) séparées par au moins une paroi interne (24) reliant lesdits grands côtés (21).

FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Échangeur de chaleur et son procédé de fabrication.

L'invention concerne un échangeur de chaleur et son procédé de fabrication. Plus
5 particulièrement dans le domaine des échangeurs de chaleur mécanique pour une
application dans le domaine automobile.

Un échangeur de chaleur 1 illustré à la figure 1 comporte :

- des tubes 2 parallèles les uns avec les autres et disposés selon au moins une
10 rangée et dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler, et
- des ailettes 6 disposées parallèlement les unes par rapport aux autres et au
travers desquelles un second fluide caloporteur est apte à circuler, les ailettes 6
sont disposées perpendiculairement au plan du ou des rangs de tubes 2 et elles
comportent des orifices dans lesquels les tubes 2 sont insérés et fixés.

15 La fixation des tubes 2 avec les ailettes 6 est dite mécanique et est réalisée
notamment par expansion desdits tubes 2. Pour cela, une olive de taille supérieure à
celle initiale des tubes 2 est insérée dans les tubes et les traverse pour les agrandir. Les
tubes 2 sont alors élargis et fixés aux ailettes 6 par contrainte mécanique.

Les tubes 2 ont une section oblongue comportant deux grands côtés parallèles et
20 deux petits côtés courbes reliant les extrémités desdits grands côtés et formant les
tranches des tubes. Du contact entre les tubes 2 et les ailettes 6 dépendent non
seulement la fixation des tubes 2 mais également la qualité des échanges thermiques
entre les tubes 2 et les ailettes 6 et donc l'efficacité de l'échangeur de chaleur 1.

Les tubes 2 de l'art antérieur ont généralement une section avec des grands côtés
25 concaves, convexes ou ondulés et ne présentent qu'un canal sur l'ensemble de leur
section. De ce fait, lors de l'expansion des tubes 2 en vue de les fixer aux ailettes 6, un
retour élastique au niveau de la partie centrale des tubes 2 s'effectue ce qui diminue le
contact et les échanges thermiques entre les tubes 2 et les ailettes 6. Une solution
connue pour compenser ce retour élastique est d'effectuer une sur-expansion des tubes 2.

Cependant une telle sur-expansion peut entraîner une déformation des ailettes 6 qui elle aussi peut pénaliser les échanges thermiques du fait d'un mauvais contact entre les tubes 2 et les ailettes 6.

De plus, l'expansion des tubes 2 entraîne des amincissements locaux de la paroi des tubes 2, notamment au niveau des petits côtés et de leurs jonctions avec les grands côtés. Compte-tenu de ces amincissements locaux à l'expansion, d'autant plus présents en cas de sur-expansion des tubes, l'épaisseur de la paroi des tubes 2 est accrue, de sorte que les parois aient une tenue en fatigue suffisante pour supporter les contraintes d'assemblage de ce type d'échangeur. Cette épaisseur accrue influe négativement sur les échanges thermiques et implique en outre l'utilisation d'une plus grande quantité de matériau pour former les tubes 2, ce qui augmente le coût de production et la masse de l'échangeur.

Un des buts de la présente invention est donc de remédier au moins partiellement aux inconvénients de l'art antérieur et de proposer un échangeur de chaleur amélioré.

La présente invention concerne donc un échangeur de chaleur comprenant un faisceau de tubes, ledit faisceau de tubes comportant :

- 20 ➤ une multitude de tubes dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres selon une rangée, lesdits tubes étant de section oblongue et comportant deux grands côtés parallèles et deux petits côtés reliant les extrémités
- 25 ➤ une pluralité d'ailettes entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes comportant des orifices à travers lesquels passent les tubes,

les tubes étant reliés aux ailettes par une liaison mécanique obtenue par expansion des tubes dans les orifices desdites ailettes, les tubes comportant en leur sein au moins deux conduites séparées par au moins une paroi interne reliant lesdits grands côtés.

Le fait que les tubes comportent au moins une paroi interne reliant les grands côtés permet de diminuer le phénomène de retour élastique après l'expansion des tubes. La liaison entre les tubes et les ailettes est donc améliorée et l'échangeur de chaleur est plus efficace. De plus la présence des parois internes permet au tube d'avoir une
5 meilleure résistance à la pression exercée par le premier fluide caloporteur qui le traverse. Il est ainsi possible d'avoir des tubes ayant une épaisseur de paroi par exemple inférieure à 0,2mm tout en conservant une largeur importante, par exemple de l'ordre de 12mm. On entend ici par largeur la distance entre les deux petits côtés de la section du tube. On comprend donc que la courbure des parois internes permet de compenser
10 l'allongement nécessaire à la réalisation de l'expansion des canaux sans entraîner une réduction de l'épaisseur des parois de cloisons.

Selon un aspect de l'invention, au niveau des grands côtés des tubes, chaque conduite présente un bombement vers l'extérieur du tube.
15

Selon un autre aspect de l'invention, la largeur des conduites est égale à la hauteur desdites conduites, c'est-à-dire la distance interne entre deux grands côtés.

Selon un autre aspect de l'invention, deux conduites adjacentes sont séparées par
20 une seule paroi interne.

Selon un autre aspect de l'invention, deux conduites adjacentes sont séparées par deux parois internes ménageant au moins un espace entre lesdites conduites adjacentes, chaque paroi interne étant courbe et dont le centre de courbure est situé au sein de la
25 conduite adjacente à ladite paroi interne.

Selon un autre aspect de l'invention, les parois internes de deux conduites adjacentes sont en contact l'une de l'autre de sorte à former deux espaces de part et d'autre de leur zone de contact.

Selon un autre aspect de l'invention, les conduites ont un profil cylindrique.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un
5 échangeur de chaleur mécanique comprenant un faisceau de tubes, ledit faisceau de tubes comportant :

- 10 ✧ une multitude de tubes dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres selon une rangée, lesdits tubes étant de section oblongue et comportant :
 - ✧ deux grands côtés plats et parallèles,
 - ✧ deux petits côtés reliant les extrémités desdits grands côtés,
 - ✧ au moins deux conduites séparées par au moins une paroi interne déformable reliant lesdits grands côtés,
 - 15 ✧ une pluralité d'ailettes entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes comportant des orifices à travers lesquels passent les tubes,
- ledit procédé comportant une étape de fixation des tubes dans les orifices des ailettes par insertion d'une olive d'expansion dans les conduites de sorte à
augmenter la largeur et la hauteur desdits tubes par déformation, les parois
20 internes des tubes étant également déformées par le passage de l'olive d'expansion.

Selon un aspect du procédé selon l'invention, les tubes comporte une seule paroi
interne entre deux conduites adjacentes,
25 avant expansion des tubes, lesdites parois internes étant courbes en section transversale,
après expansion des tubes, lesdites parois internes ayant un rayon de courbure supérieur ou devenant rectilignes en section transversale.

Selon un autre aspect du procédé selon l'invention, deux conduites adjacentes sont séparées par deux parois internes courbes,

avant expansion des tubes, chaque paroi interne ayant son centre de courbure situé à l'opposé de la conduite adjacente à ladite paroi interne et ménageant un
5 espace entre lesdites deux conduites adjacentes,
après expansion des tubes, chaque paroi interne étant déformée de sorte que son centre de courbure est situé au sein de la conduite adjacente à ladite paroi interne.

10 Selon un autre aspect du procédé selon l'invention, après expansion des tubes, les parois internes adjacentes sont en contact l'une de l'autre de sorte à former deux espaces de part et d'autre de leur zone de contact.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement
15 à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 montre une représentation schématique d'un échangeur de chaleur,
- la figure 2 montre une représentation schématique en section transversale selon le plan de coupe C d'un tube selon un premier mode de réalisation,
- 20 • la figure 3 montre une représentation schématique en section transversale selon le plan de coupe C du tube de la figure 2 avant expansion,
- la figure 4 montre une représentation schématique en section transversale selon le plan de coupe C d'un tube selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 5 montre une représentation schématique en section transversale selon
25 le plan de coupe C du tube de la figure 4 avant expansion.

Les éléments identiques sur les différentes figures, portent les mêmes références.

Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

Dans la présente description, on peut indexer certains éléments ou paramètres, comme par exemple premier élément ou deuxième élément ainsi que premier paramètre et deuxième paramètre ou encore premier critère et deuxième critère etc. Dans ce cas, il s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer des éléments ou paramètres ou critères proches mais non identiques. Cette indexation n'implique pas une priorité d'un élément, paramètre ou critère par rapport à un autre et on peut aisément interchanger de telles dénominations sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps par exemple pour apprécier tels ou tels critères.

La figure 1 montre un échangeur de chaleur 1 comprenant un faisceau de tubes 2. Ce faisceau de tubes 2 comporte :

- 20 ➤ une multitude de tubes 2 dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres et disposés en rang,
- une pluralité d'ailettes 6 entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes 6 comportant des orifices par lesquels
25 passent les tubes 2. Les ailettes 6 sont disposées parallèlement les unes par rapport aux autres.

A chaque extrémité du faisceau de tubes 2 est disposé un collecteur 3 qui permet la distribution et/ou la collecte du premier fluide caloporteur. Le collecteur 3 comporte

une plaque collectrice 4 munie d'ouvertures au travers desquelles passent les extrémités des tubes 2 et d'un couvercle 8 recouvrant la plaque collectrice 4.

Dans sa construction générale, l'échangeur de chaleur 1 ressemble aux échangeurs de chaleur de l'état de la technique. Les différences d'un échangeur de
5 chaleur 1 selon l'invention par rapport à ceux de l'état de la technique, concernent les tubes 2 comme explicité aux figures 2 à 5.

Comme le montre plus en détail la figure 2, les tubes 2 sont de section oblongue et comportent deux grands côtés 21 parallèles et deux petits côtés reliant les extrémités
10 desdits grands côtés 21. Les petits côtés forment les tranches 22 des tubes 2. Les tubes 2 sont reliés aux ailettes 6 par une liaison mécanique obtenue par expansion des tubes 2 dans les orifices des ailettes 6,

Comme le montre les figures 2 et 4, les tubes 2 comportent en leur sein au moins
15 deux conduites 23 séparées par au moins une paroi interne 24 reliant les grands côtés 21. Dans les exemples des figures 2 et 4, les tubes 2 comportent cinq conduites 23, cependant ce nombre est nullement limitatif et les tubes 2 peuvent tout à fait comporter moins ou plus de conduites 23.

Le fait que les tubes 2 comportent au moins une paroi interne 24 reliant les
20 grands côtés 21 permet de diminuer le phénomène de retour élastique après l'expansion des tubes 2. La liaison entre les tubes 2 et les ailettes 6 est donc améliorée et l'échangeur de chaleur 1 est plus efficace. De plus la présence des parois internes 24 permet au tube 2 d'avoir une meilleure résistance à la pression exercée par le premier fluide caloporteur qui le traverse. Il est ainsi possible d'avoir des tubes 2 ayant une
25 épaisseur de paroi par exemple inférieure à 0,2mm tout en conservant une largeur importante, par exemple de l'ordre de 12mm. On entend ici par largeur la distance entre les deux tranches 22 du tube 2.

Au niveau des grands côtés 21 des tubes 2, chaque conduite 23 peut notamment présenter un bombement 21a vers l'extérieur du tube 2 du fait de l'insertion d'une olive d'expansion 50 afin de faire subir une expansion aux tubes 2.

De préférence, la largeur l des conduites 23 est égale à leur hauteur h. On entend
5 par largeur l la distance entre deux parois internes 24 ou entre une paroi interne 24 et la tranche 22 du tube 2. On entend également par hauteur h la hauteur de la lumière du tube 2 entre deux grands côtés 21. Le fait d'avoir des conduites ayant une largeur l égale à leur hauteur h, permet de limiter les retours élastiques après expansion des tubes 2 mais également permet de limiter les amincissements liés à cette expansion. De ce fait,
10 il est possible d'utiliser des tubes 2 dont la paroi est relativement mince et donc ayant une meilleure conductivité thermique.

Il est cependant également tout à fait possible d'imaginer des conduites 23 oblongues dont la largeur l est supérieure à la hauteur h. Dans ce cas, les conduites 23 auront leur grand axe confondu avec le grand axe des tubes 2. Une variante peut
15 également être que la largeur l des conduites est inférieure à la hauteur h. Dans ce cas, les conduites 23 auront leur grand axe parallèle au petit axe des tubes 2.

Selon un premier mode de réalisation illustré à la figure 2, deux conduites 23 adjacentes peuvent être séparées par une seule paroi interne 24. Cette paroi interne 24
20 peut plus particulièrement avoir un profil transversal rectiligne entre les deux grands côtés 21.

La figure 3 montre plus particulièrement une section d'un tube 2 selon le premier mode de réalisation avant son expansion par insertion d'une olive d'expansion 50 dans les conduites 23. Les parois internes 24 sont alors courbes avant expansion des
25 tubes 2. Le passage de l'olive d'expansion 50 dans une conduite 23 déforme la ou les parois internes 24. Après expansion des tubes 2, les parois internes 24 ont un rayon de courbure supérieur à celui des tubes avant expansion, ou deviennent rectilignes en section transversale, comme illustré sur la figure 3.

Dans ce premier mode de réalisation la distance entre deux conduites 23 est donc égale à l'épaisseur de la paroi interne 24.

Selon un deuxième mode de réalisation illustré à la figure 4, deux conduites 23 adjacentes sont séparées par deux parois internes 24. Ces deux parois internes 24 ménagent au moins un espace 25 entre lesdites conduites 23 adjacentes. Chaque paroi interne 24 est courbe en section transversale et son centre de courbure est situé au sein de la conduite 23 adjacente à ladite paroi interne 24.

Dans l'exemple présenté à la figure 4, les parois internes 24 de deux conduites 23 adjacentes sont en contact l'une de l'autre de sorte à former deux espaces 25 de part et d'autre de leur zone de contact. Ces espaces 25 peuvent être suffisants pour que le premier fluide caloporteur puisse circuler en leur sein, au même titre que dans les conduites 23.

Pour ce deuxième mode de réalisation, les conduites 23 ont notamment un profil cylindrique. Ce profil cylindrique permet une meilleure tenue aux efforts des conduites 23 et des tubes 2.

La figure 5 montre plus particulièrement une section d'un tube 2 selon le deuxième mode de réalisation avant son expansion par insertion d'une olive d'expansion 50 dans les conduites 23. Avant expansion des tubes 2, chaque paroi interne 24 a son centre de courbure situé à l'opposé de la conduite 23 adjacente à ladite paroi interne 24. Ces parois internes 24 ménagent un espace 25 entre deux conduites 23 adjacentes. Le passage de l'olive d'expansion 50 dans une conduite 23 déforme la ou les parois internes 24. Après expansion des tubes 2, chaque paroi interne 24 est déformée de sorte que son centre de courbure est situé au sein de la conduite 23 adjacente à ladite paroi interne 24, comme illustré sur la figure 4. Après expansion, les parois internes 24 adjacentes peuvent être en contact l'une de l'autre de sorte à former deux espaces 25 de part et d'autre de leur zone de contact.

Dans ce deuxième mode de réalisation la distance minimale entre deux conduites 23 adjacentes, est donc égale à la somme des épaisseurs des deux parois internes 24 disposées entre les deux conduites 23 adjacentes.

5 Les olives d'expansion 50 peuvent être par exemple des éléments en carbure montés sur des tiges métalliques et étant introduites dans les conduites 23. De préférence, et afin de limiter le nombre d'opération, l'ensemble des conduites 23 d'un même tube 2 voir même l'ensemble des tubes 2 d'un même faisceau subissent une expansion simultanée via un outil comportant une multitude de tiges et d'olives
10 d'expansion 50. Dans les exemples décrits aux figures 2 et 4, l'olive d'expansion 50 a une section ovoïde ou même circulaire afin que les conduites 23 aient leur largeur l égale à leur hauteur h.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un
15 échangeur de chaleur 1 mécanique comprenant un faisceau de tubes 2 tel que décrit précédemment. Le procédé comporte plus particulièrement une étape de fixation des tubes 2 dans les orifices des ailettes 6 par insertion d'une olive d'expansion 50 dans les conduites 23 de sorte à augmenter la largeur et la hauteur desdits tubes 2 par déformation. Lors de cette expansion, les parois internes 24 des tubes 2 sont également
20 déformées par le passage de l'olive d'expansion 50 dans les conduites 23.

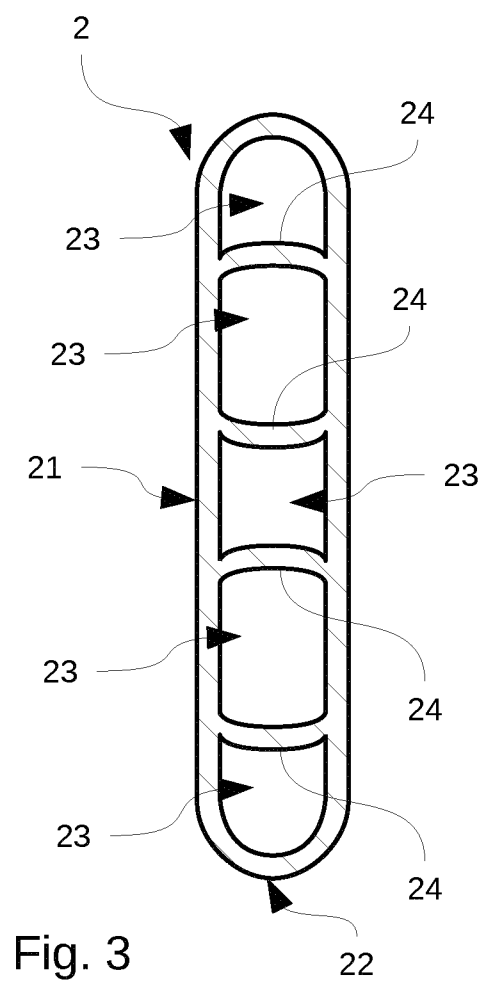
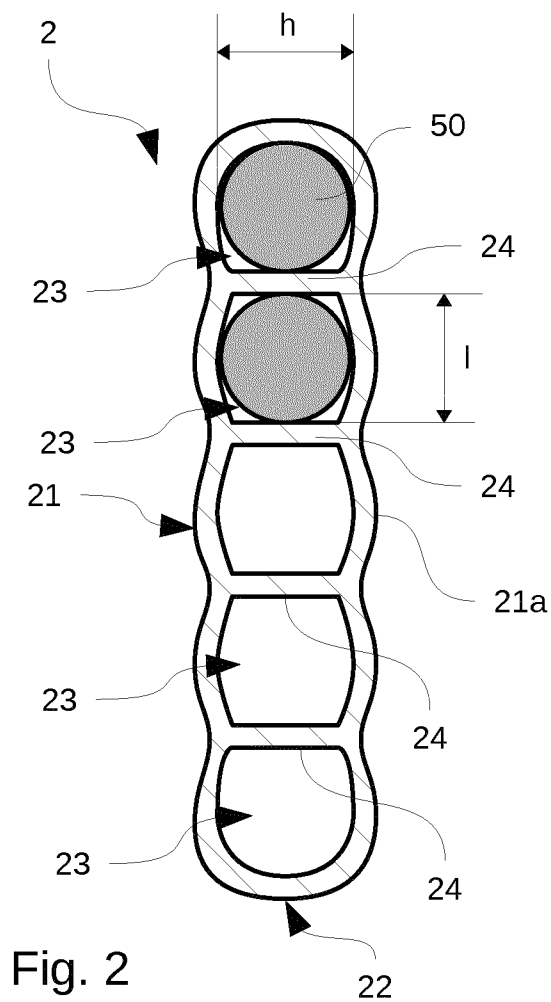
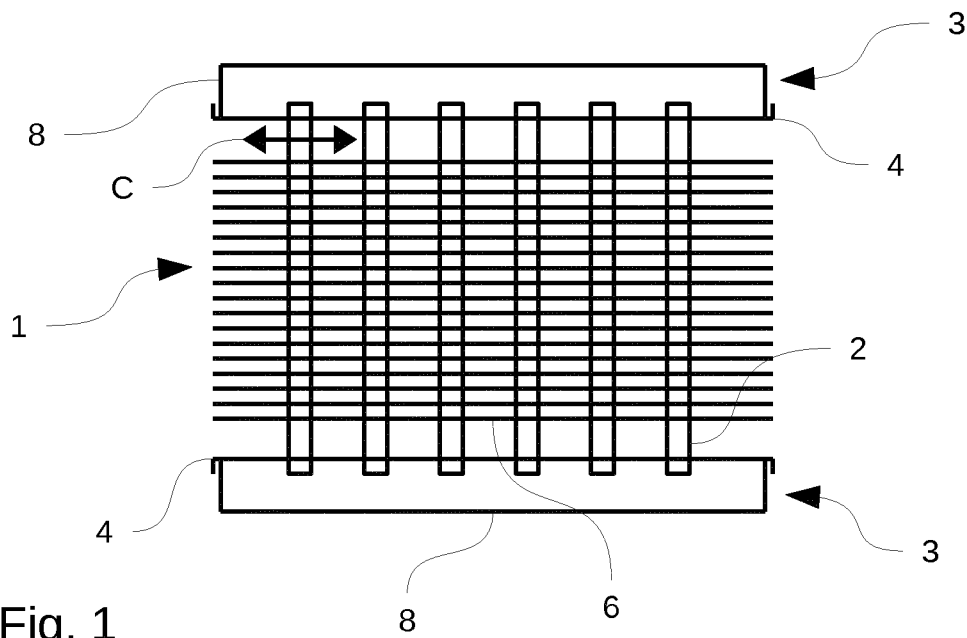
Ainsi, on voit bien que l'échangeur de chaleur 1 selon l'invention de part la structure des tubes 2 et de son procédé de fabrication, permet une meilleure liaison entre les tubes 2 et les ailettes 6 après expansion des tubes 2, et cela grâce à la présence des
25 conduites 23 et des parois internes 24 qui diminue le phénomène de retour élastique après expansion des tubes 2. De plus, la présence des conduites 23 et des parois internes 24 diminue l'amincissement local de la paroi des tubes 2 toujours du fait de leur expansion.

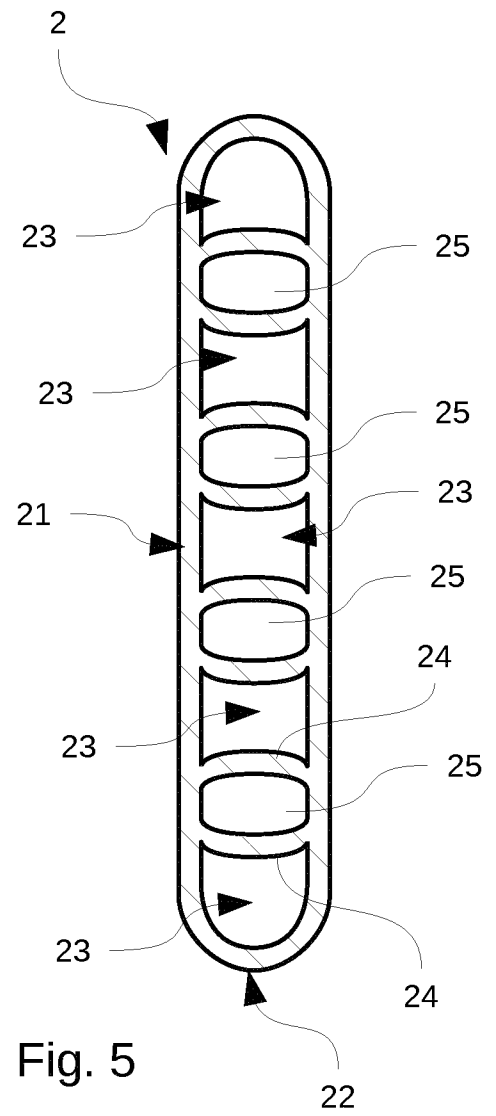
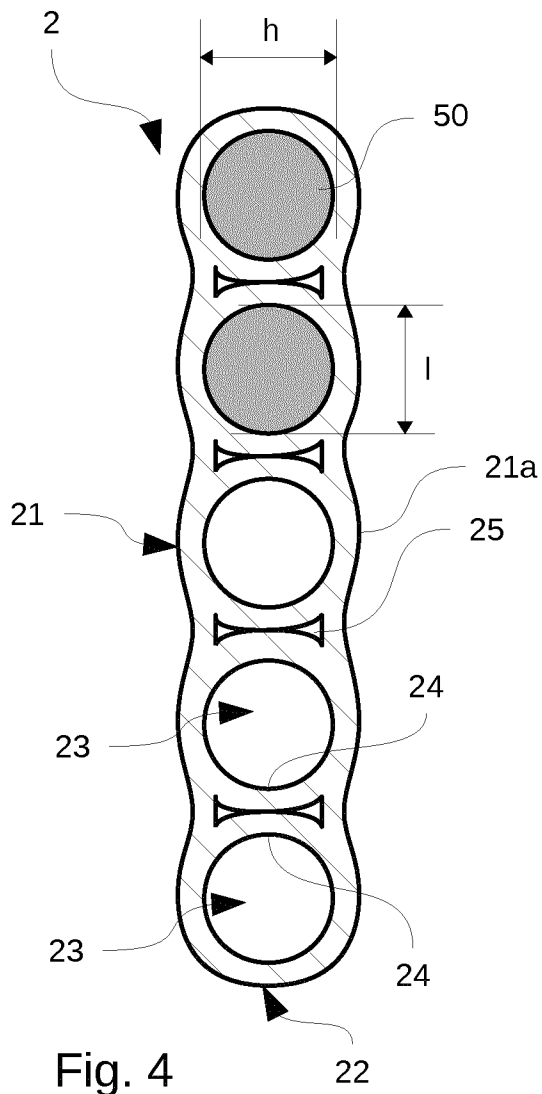
REVENDICATIONS

- 5 1. Échangeur de chaleur (1) comprenant un faisceau de tubes (2), ledit faisceau de tubes (2) comportant :
- 10 ❧ une multitude de tubes (2) dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres selon une rangée, lesdits tubes (2) étant de section oblongue et comportant deux grands côtés (21) parallèles et deux petits côtés reliant les extrémités desdits grands côtés (21),
- 15 ❧ une pluralité d'ailettes (6) entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes (6) comportant des orifices à travers lesquels passent les tubes (2),
- 20 les tubes (2) étant reliés aux ailettes (6) par une liaison mécanique obtenue par expansion des tubes (2) dans les orifices desdites ailettes (6), caractérisé en ce que les tubes (2) comportent en leur sein au moins deux conduites (23) séparées par au moins une paroi interne (24) reliant lesdits grands côtés (21).
- 25 2. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'au niveau des grands côtés (21) des tubes (2), chaque conduite (23) présente un bombement (21a) vers l'extérieur du tube (2).
3. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la largeur (l) des conduites (23) est égale à la hauteur (h) desdites conduites (23), c'est-à-dire la distance interne entre deux grands côtés (21).

4. Échangeur de chaleur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que deux conduites (23) adjacentes sont séparées par une seule paroi interne (24).
- 5 5. Échangeur de chaleur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que deux conduites (23) adjacentes sont séparées par deux parois internes (24) ménageant au moins un espace (25) entre lesdites conduites (23) adjacentes, chaque paroi interne (24) étant courbe et dont le centre de courbure est situé au sein de la conduite (23) adjacente à ladite paroi interne (24).
- 10 6. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les parois internes (24) de deux conduites (23) adjacentes sont en contact l'une de l'autre de sorte à former deux espaces (25) de part et d'autre de leur zone de contact.
- 15 7. Échangeur de chaleur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les conduites (23) ont un profil cylindrique.
8. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur (1) comprenant un faisceau de tubes (2), ledit faisceau de tubes (2) comportant :
- 20
- ✎ une multitude de tubes (2) dans lesquels un premier fluide caloporteur est destiné à circuler et disposés parallèlement les uns aux autres et selon une rangée, lesdits tubes (2) étant de section oblongue et comportant :
 - ✦ deux grands côtés (21) parallèles,
 - 25 ✦ deux petits côtés reliant les extrémités desdits grands côtés (21),
 - ✦ au moins deux conduites (23) séparées par au moins une paroi interne (24) déformable reliant lesdits grands côtés (21),

- une pluralité d'ailettes (6) entre lesquelles un deuxième fluide caloporteur est destiné à circuler, lesdites ailettes (6) comportant des orifices à travers lesquels passent les tubes (2),
- 5 ledit procédé comportant une étape de fixation des tubes (2) dans les orifices des ailettes (6) par insertion d'une olive d'expansion (50) dans les conduites (23) de sorte à augmenter la largeur et la hauteur desdits tubes (2) par déformation, les parois internes (24) des tubes (2) étant également déformées par le passage de l'olive d'expansion (50).
- 10 9. Procédé de fabrication selon la revendication 8, caractérisé en ce que les tubes (2) comportent une seule paroi interne (24) entre deux conduites (23) adjacentes, lesdites parois internes (24) étant :
- courbes en section transversale avant expansion des tubes (2),
 - avec un rayon de courbure supérieur ou devenant rectilignes en section
- 15 transversale après expansion des tubes (2).
10. Procédé de fabrication selon la revendication 8, caractérisé en ce que deux conduites (23) adjacentes sont séparées par deux parois internes (24) courbes, chaque paroi interne (24) ayant :
- 20 - son centre de courbure situé à l'opposé de la conduite (23) adjacente à ladite paroi interne (24) avant expansion des tubes (2), ménageant un espace (25) entre lesdites deux conduites (23) adjacentes,
 - été déformée par expansion des tubes (2) de sorte que son centre de courbure est situé au sein de la conduite (23) adjacente à ladite paroi interne
- 25 (24).





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/067118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	F28D1/053 B23P15/26	B21D39/06 F28F1/02
	B21D39/08 F28F1/32	B21D39/20 B21D53/08
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F28D F28F B21D B23P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 452 819 A1 (GAC CORP [JP]) 1 September 2004 (2004-09-01)	1-4,7
Y	abstract; figure 7b	8-10
Y	----- WO 2009/005284 A2 (NEO POWERTEC CO LTD [KR]; AN KANG ILL [KR]) 8 January 2009 (2009-01-08) figures 8,9	8-10
X	----- DE 93 15 296 U1 (AUTOKUEHLER GMBH & CO KG [DE]) 3 March 1994 (1994-03-03) figures	1,3,4,7, 8
X	----- US 2012/031601 A1 (MATTER III JEROME ANTHONY [US] ET AL) 9 February 2012 (2012-02-09) figures	1-4,7
	----- -/-	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 5 September 2018		Date of mailing of the international search report 13/09/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mellado Ramirez, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/067118

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004/018954 A1 (LEE HAE HWAN [KR]) 4 March 2004 (2004-03-04) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/067118

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1452819	A1	01-09-2004	AT 443240 T 15-10-2009
		CN 1585885 A 23-02-2005	
		EP 1452819 A1 01-09-2004	
		JP 4109444 B2 02-07-2008	
		JP 2003148889 A 21-05-2003	
		US 2005061494 A1 24-03-2005	
		US 2009113711 A1 07-05-2009	
		WO 03040642 A1 15-05-2003	
WO 2009005284	A2	08-01-2009	KR 20090002686 A 09-01-2009
			WO 2009005284 A2 08-01-2009
DE 9315296	U1	03-03-1994	NONE
US 2012031601	A1	09-02-2012	CN 102959353 A 06-03-2013
			US 2012031601 A1 09-02-2012
			WO 2012018803 A2 09-02-2012
WO 2004018954	A1	04-03-2004	AU 2003251205 A1 11-03-2004
			KR 20020072265 A 14-09-2002
			WO 2004018954 A1 04-03-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/067118

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F28D1/053 B21D39/06 B21D39/08 B21D39/20 B21D53/08 B23P15/26 F28F1/02 F28F1/32 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F28D F28F B21D B23P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 452 819 A1 (GAC CORP [JP]) 1 septembre 2004 (2004-09-01)	1-4,7
Y	abrégé; figure 7b	8-10
Y	----- WO 2009/005284 A2 (NEO POWERTEC CO LTD [KR]; AN KANG ILL [KR]) 8 janvier 2009 (2009-01-08) figures 8,9	8-10
X	----- DE 93 15 296 U1 (AUTOKUEHLER GMBH & CO KG [DE]) 3 mars 1994 (1994-03-03) figures	1,3,4,7,8
X	----- US 2012/031601 A1 (MATTER III JEROME ANTHONY [US] ET AL) 9 février 2012 (2012-02-09) figures	1-4,7
	----- -/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 5 septembre 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/09/2018
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Mellado Ramirez, J

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2004/018954 A1 (LEE HAE HWAN [KR]) 4 mars 2004 (2004-03-04) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/067118

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1452819	A1	01-09-2004	AT 443240 T	15-10-2009
			CN 1585885 A	23-02-2005
			EP 1452819 A1	01-09-2004
			JP 4109444 B2	02-07-2008
			JP 2003148889 A	21-05-2003
			US 2005061494 A1	24-03-2005
			US 2009113711 A1	07-05-2009
			WO 03040642 A1	15-05-2003

WO 2009005284	A2	08-01-2009	KR 20090002686 A	09-01-2009
			WO 2009005284 A2	08-01-2009

DE 9315296	U1	03-03-1994	AUCUN	

US 2012031601	A1	09-02-2012	CN 102959353 A	06-03-2013
			US 2012031601 A1	09-02-2012
			WO 2012018803 A2	09-02-2012

WO 2004018954	A1	04-03-2004	AU 2003251205 A1	11-03-2004
			KR 20020072265 A	14-09-2002
			WO 2004018954 A1	04-03-2004
