



(51) Classification internationale des brevets :
F28F 1/02 (2006.01) *F28F 9/16* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052629

(22) Date de dépôt international :
27 septembre 2017 (27.09.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1659223 28 septembre 2016 (28.09.2016) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR/FR] ; ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 LA

VERRIERE, 78322 LE MESNIL SAINT DENIS Cedex (FR).

(72) Inventeurs : **MONNET, Véronique** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, 130, route de Mayenne, BP2219, 53022 LAVAL (FR). **AZZOUZ, Kamel** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT DENIS CEDEX (FR). **BOISSELLE, Patrick** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, 130 route de Mayenne, BP2219, 53022 LAVAL (FR). **MARCHADIER, Xavier** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, 78322 LE MESNIL SAINT DENIS CEDEX (FR). **TRINDADE, José** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR). **BIREAUD, Fabien** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lor-

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND ASSOCIATED MANUFACTURING METHOD

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

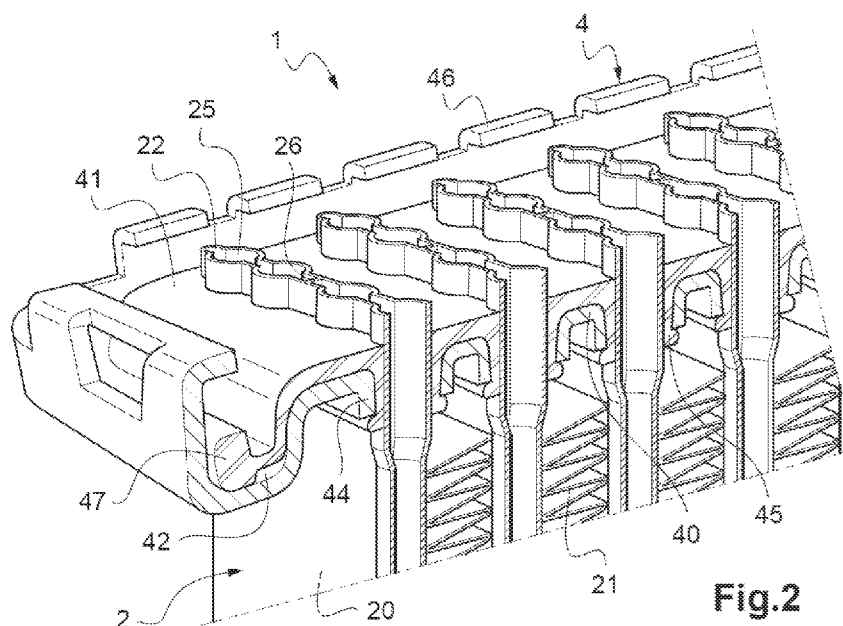


Fig.2

(57) **Abstract:** The present invention relates to a heat exchanger (1) comprising: ° a bundle (2) of tubes comprising a plurality of tubes (20) arranged in parallel and spacers (21) arranged between said tubes (20); ° a collector plate (4) comprising holes (43), into which ends (22) of the tubes (20) are inserted, the collector plate (4) comprising at least one compressible seal (41) forming first compressible flanges (45), the first compressible flanges (45) being inserted into the holes (43) and compressed between the wall of the holes (43) and the ends (22) of the tubes (20) in order to provide the seal between said ends (22) of the tubes (20) and the collector plate (4), the ends (22) of the tubes (20) comprising local flares (25) in the form of an arch and extending depthwise from the opening of the tubes (20) to the space between the collector plate (4) and the spacers (21).

(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un échangeur de chaleur (1) comprenant : ° un faisceau (2) de tubes comportant une

mand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR).

(74) **Mandataire : TRAN, Chi-Hai** ; 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, 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))

multiplicité de tubes (20) disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises (21) disposées entre lesdits tubes (20), ° une plaque collectrice (4) comprenant des trous (43) dans lesquels sont introduits des extrémités (22) des tubes (20), la plaque collectrice (4) comportant au moins un joint d'étanchéité (41) compressible formant des premiers collets compressibles (45), les premiers collets compressibles (45) étant insérés dans les trous (43) et comprimés entre la paroi des trous (43) et les extrémités (22) des tubes (20) pour assurer l'étanchéité entre lesdites extrémités (22) des tubes (20) et la plaque collectrice (4), les extrémités (22) des tubes (20) comportant des évasements (25) locaux en forme de voûte et s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes (20) jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice (4) et les entretoises (21).

Échangeur de chaleur et procédé de fabrication associé.

L'invention concerne un échangeur de chaleur, en particulier pour véhicule
5 automobile, et son procédé de fabrication.

Elle concerne plus particulièrement un échangeur de chaleur du type comprenant
une multiplicité de tubes entre lesquels sont insérés des entretoises. Les tubes sont
généralement des tubes de section ovale ou oblongue, définie par un grand axe et un
10 petit axe, et ayant des extrémités introduites dans des trous d'une plaque collectrice. Il
existe principalement deux types d'échangeurs de chaleur, les échangeurs de chaleur
mécaniques, où les différents éléments formant l'échangeur sont fixés mécaniquement
entre eux, par exemple par sertissage, et les échangeurs de chaleur brasés où les
différents éléments formant l'échangeur sont fixés entre eux par brasage.

15

Dans le cas d'un échangeur de chaleur brasé, la liaison entre les tubes et la
plaque collectrice est rigide et ne peut pas compenser les phénomènes de dilatation et de
rétractation liés aux variations de température lors de son utilisation. Au fil du temps,
ces liaisons s'affaiblissent et des ruptures ou fuites peuvent apparaître.

20

Dans le cas d'un échangeur de chaleur mécanique, l'étanchéité entre la plaque
collectrice et les extrémités des tubes est réalisée par un joint compressible. Ce même
joint permet d'absorber les phénomènes de dilatation et de rétractation liés aux
variations de température lors de l'utilisation de l'échangeur de chaleur. Cependant, les
tubes doivent pouvoir résister à la pression exercée par le joint et donc lesdits tubes
25 doivent être suffisamment épais ce qui malheureusement peut nuire à la qualité des
échanges thermiques.

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 et son procédé de fabrication.

- 5 La présente invention concerne donc un échangeur de chaleur comprenant :
- un faisceau de tubes comportant une multiplicité de tubes disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises disposées entre lesdits tubes,
 - une plaque collectrice comprenant des trous dans lesquels sont introduits des
- 10 extrémités des tubes, la plaque collectrice comportant au moins un joint d'étanchéité compressible formant des premiers collets compressibles, les premiers collets compressibles étant insérés dans les trous et comprimés entre la paroi des trous et les extrémités des tubes pour assurer l'étanchéité entre lesdites extrémités des tubes et la plaque collectrice,
- 15 les extrémités des tubes comportant des évasements locaux en forme de voûte et s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice et les entretoises.

Les évasements locaux permettent l'étanchéité entre la plaque collectrice et les tubes et agissent comme une structure de renfort des tubes de part leur forme en voûte

20 ce qui permet aux extrémités des tubes de résister aux contraintes de déformations liées à la dilatation thermique et notamment à la pression exercée par le joint d'étanchéité.

Au sens de l'invention, chaque extrémité de chacun desdites tubes comporte plusieurs évasements locaux.

25

Selon un aspect de l'invention, lesdits évasements locaux de chaque extrémité donnent un profil ondulé à ladite extrémité.

Selon un aspect de l'invention, le trou est bordé par un collet dans lequel le premier collet compressible est inséré et comprimé par l'extrémité du tube.

5 Selon un autre aspect de l'invention, l'échangeur de chaleur comporte une plaque interne comportant des orifices dans lesquelles sont insérés les extrémités des tubes, le joint d'étanchéité comprenant des deuxièmes collets compressibles étant insérés dans les orifices et comprimés entre la paroi desdits orifices et les extrémités des tubes.

10 Selon un autre aspect de l'invention, les évasements locaux correspondent à une extension comprise entre 10 et 20 % de la section transversale de l'extrémité du tube. On entend par là aussi bien l'extension de l'évasement local selon la largeur L de l'extrémité dudit tube que l'extension de l'évasement local selon la direction transversale au tube. La largeur de l'évasement local selon la largeur L de l'extrémité dudit tube est donc comprise entre 10 et 20 % de la section transversale de l'extrémité du tube.

20 Selon un autre aspect de l'invention, la largeur de l'évasement local selon la largeur L de l'extrémité du tube, c'est-à-dire selon le grand côté de l'extrémité du tube, est d'au plus 50% de ladite largeur L, de préférence d'au plus 40% de ladite largeur L, par exemple d'au plus 30% de ladite largeur L.

25 Selon un aspect de l'invention, chaque extrémité de l'un desdits tubes comporte au moins quatre desdits évasements locaux, par exemple au moins six, par exemple au moins huit.

Selon un aspect de l'invention, l'évasement local a une forme sensiblement semi-circulaire

Selon un aspect de l'invention, la voûte formée par l'évasement local présente des pieds s'étendant selon une direction sensiblement normale par rapport aux grands côtés desdits tubes.

- 5 Selon un autre aspect de l'invention, les tubes et les entretoises formant le faisceau sont fixés entre eux par brasage.

Selon un autre aspect de l'invention, les tubes et les entretoises formant le faisceau sont fixés entre eux mécaniquement.

10

Selon un autre aspect de l'invention, au moins l'extrémité de chaque tube a une section oblongue.

- 15 Selon un autre aspect de l'invention, les tubes comportent une jambe entre les parois internes des tubes.

Selon un autre aspect de l'invention, les évasements locaux de chaque extrémité desdits tubes sont à une distance d'au moins 5% de la largeur L de ladite extrémité, c'est-à-dire de la grande dimension de ladite extrémité.

20

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur comprenant les étapes suivantes:

- 25 ◦ assemblage d'un faisceau de tubes comportant une multiplicité de tubes disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises disposées entre lesdits tubes,
- fixation des tubes avec les entretoises,
- assemblage d'une plaque collectrice munie de trous de section correspondant aux extrémités des tubes et équipée d'un joint d'étanchéité compressible

formant des premiers collets compressibles propres à être engagés respectivement au travers des trous,

- insertion des extrémités des tubes dans les trous de la plaque collectrice,
- réalisation d'évasements locaux en forme de voûte s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice et les entretoises.

Selon un aspect du procédé selon l'invention, l'étape de fixation des tubes avec les entretoises est réalisée par brasage desdits tubes avec les entretoises.

10

Selon un aspect du procédé selon l'invention, l'étape de fixation des tubes avec les entretoises est réalisée par fixation mécanique.

- Selon un aspect du procédé selon l'invention, l'étape de réalisation d'évasements locaux est réalisée par insertion d'un doigt d'évasement dans les extrémités des tubes, ledit doigt d'évasement ayant un diamètre supérieur à l'épaisseur du premier collet compressible du joint d'étanchéité et inférieur à l'épaisseur des trous.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement 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 en perspective d'un échangeur de chaleur,
- la figure 2 montre une représentation schématique en perspective et en coupe longitudinale d'un échangeur de chaleur,
- la figure 3 montre une représentation schématique en coupe transversale de la plaque collectrice de la figure 1 selon un premier mode de réalisation,

- la figure 4 montre une représentation schématique de la plaque collectrice de la figure 3 selon le plan de coupe longitudinal XX,
- la figure 5 montre une représentation schématique en coupe de la plaque collectrice de la figure 1 selon un premier mode de réalisation,
- 5 • la figure 6 montre une représentation schématique en coupe transversale d'une plaque collectrice selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 7 montre une représentation schématique en coupe longitudinale transversale d'une plaque collectrice selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 8 montre une représentation schématique en coupe transversale de
10 l'extrémité d'un tube de l'échangeur de chaleur,
- la figure 9 montre une représentation schématique en coupe transversale d'un échangeur de chaleur au niveau d'une extrémité de tube selon le premier mode de réalisation,
- la figure 10 montre une représentation schématique en coupe transversale d'un
15 échangeur de chaleur au niveau d'une extrémité de tube selon le deuxième mode de réalisation.

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

- 20 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
25 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.

L'échangeur de chaleur 1 représenté aux figures 1 et 2, comprend un faisceau 2 formé d'une multiplicité de tubes 20 à l'intérieur desquels peut circuler un premier fluide caloporteur. Les tubes 20 sont disposés parallèlement entre eux et superposés. Entre les tubes 20, sont disposées des entretoises 21 qui agissent comme perturbateur et augmentent la surface d'échange thermique avec un deuxième fluide caloporteur passant entre lesdits tubes 20. Comme le montrent les figures 1, 2 et plus particulièrement la figure 3, les tubes 20 ont une section transversale de forme oblongue et peut donc être définie selon deux axes de longueur différente. Les tubes 20 ont une largeur L (voir figure 8) correspondant à l'axe le plus long de la forme oblongue de leur section transversale, et une épaisseur e correspondant à l'axe le plus court de la forme oblongue de leur section transversale.

20

Les tubes 20 et les entretoises 21 sont généralement réalisés dans des matériaux métalliques. Les tubes 20 et les entretoises 21 formant le faisceau 2 peuvent être fixés entre eux mécaniquement. Dans ce cas, les entretoises 21 sont également appelées ailettes. Les ailettes sont généralement des plaques superposées et placées perpendiculairement aux tubes 20. Lesdites ailettes comportent des orifices dans lesquels sont insérés et fixés les tubes 20. La fixation des tubes 20 est dite mécanique, par exemple par élargissement desdits tubes 20 au moyen d'une olive de taille supérieure à celle des tubes 20 qui est insérée dans les tubes 20 afin d'augmenter leur taille (largeur L et épaisseur e), puis retirée. On parle alors de faisceau 2 mécanique.

Selon une autre alternative possible, les tubes 20 et les entretoises 21 formant le faisceau 2 peuvent être fixés entre eux par brassage. Dans ce cas et comme illustré aux figures 1 et 2, les entretoises 21 peuvent être ce que l'on appelle des intercalaires. Ces intercalaires sont par exemple des bandes ondulées ou crénelées, placées entre les tubes
5 20 et fixées auxdits tubes 20 par brasage. On parle alors de faisceau 2 brasé.

Comme représenté à la figure 8, les tubes 20 peuvent également présenter en leur sein une jambe 26 de tube reliant les parois internes les plus larges des tubes 20. Cette jambe 26 de tube permet une bonne rigidité desdits tubes 20.

10

L'échangeur de chaleur 1 comporte également deux boîtes collectrices (qui peuvent être des boîtes à eau ou boîtes à air) disposées à chaque extrémité 22 des tubes 20. Ces boîtes collectrices comportent une plaque collectrice 4 et un couvercle (non représenté) venant recouvrir ladite plaque collectrice 4 et refermer la boîte collectrice.
15 Ces boîtes collectrices permettent la collecte et/ou la distribution du premier fluide caloporteur afin qu'il circule dans les tubes 20. La plaque collectrice 4 fait la liaison de façon étanche entre la boîte collectrice et le faisceau 2.

Comme le montre plus en détail la figure 3 qui est une vue en coupe transversale
20 d'un collecteur, la plaque collectrice 4 comprend une âme 40, pouvant être de forme générale rectangulaire, délimitant une multiplicité de trous 43, de section correspondante à la forme de la section des tubes 20 et propres à recevoir les extrémités 22 des tubes.

25 Selon un premier mode de réalisation illustré aux figures 1 à 5, chaque trou 43 peut être bordé par un collet 44 dirigé vers l'intérieur du faisceau 2. Les trous 43 sont de taille similaire aux ouvertures des collets 44. Les collets 44 peuvent avantageusement venir de matière avec la plaque collectrice 4 et être par exemple formés en même temps que les trous 43 par emboutissage.

Les trous 43 et les collets 44 ont une forme correspondante à celle de la section transversale des tubes 20, ou du moins de leurs extrémités 22, et comme cette forme est généralement oblongue, il est possible de caractériser lesdits trous 43 et les collets 44 selon deux axes de longueurs différentes. La longueur L1 correspond à l'axe le plus long et peut correspondre à la largeur du trou 43 comme illustré aux figures 3 et 4. La figure 4 est une coupe selon le repère XX de la figure 3 au niveau d'un collet 44. La longueur l1 correspond quant à elle à l'axe le plus court et peut correspondre à l'épaisseur du trou 43 comme illustré sur les figures 4 et 5 où la figure 5 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un collecteur au niveau d'un trou 43. Pour permettre l'insertion des extrémités 22 des tubes 20 au sein des trous 43 et des premiers collets 44 la largeur L1 et l'épaisseur l1 des trous 43 et des collets 44 sont supérieures respectivement à la largeur L et l'épaisseur e des extrémités 22 des tubes 20.

Comme le montre la figure 3, l'âme 40 peut se prolonger par une gorge périphérique 42 se terminant par un rebord périphérique 46 formant des pattes rabattables. La gorge périphérique 42 est destinée à recevoir les rebords du couvercle et le rebord périphérique 46 peut être plié et rabattu afin de fixer ledit couvercle sur la plaque collectrice 4.

La plaque collectrice 4 reçoit au moins un joint d'étanchéité compressible 41 pour permettre notamment l'étanchéité au niveau des trous 43.

Comme le montrent les figures 1 à 5, la plaque collectrice 4 peut ne comporter qu'un seul joint d'étanchéité 41 compressible. Ce joint d'étanchéité 41 comporte une âme venant s'appliquer sur l'âme 40 de la plaque collectrice 4. Cette âme du joint d'étanchéité 41 est reliée à une multiplicité de premiers collets compressibles 45 qui s'introduisent chacun dans un trou 43. A l'assemblage du faisceau 2 avec la plaque collectrice 4, les premiers collets compressibles 45 sont comprimés entre la paroi des trous 43 et les extrémités 22 afin d'assurer l'étanchéité entre lesdites extrémités 22 des

tubes 20 et la plaque collectrice 4. Par ailleurs, l'âme du joint d'étanchéité 41 peut former à sa périphérie un bourrelet 47 disposé dans la gorge périphérique 42 et propre à assurer l'étanchéité avec le couvercle lorsque le rebord périphérique 46 est rabattu.

- 5 Selon une variante non représentée, la plaque collectrice 4 peut comporter une multitude de joints d'étanchéité 41 compressibles qui forment des premiers collets compressibles 45 qui s'introduisent chacun dans un trou 43 pour assurer l'étanchéité entre l'extrémité 22 d'un tube 20 et la plaque collectrice 4. Dans ce mode de réalisation l'étanchéité avec le couvercle peut être réalisée par un joint d'étanchéité compressible
10 indépendant et placé dans la gorge périphérique 42.

- L'utilisation d'un joint d'étanchéité 41 compressible unique ou d'une multitude de joints d'étanchéité 41 compressibles pour réaliser la liaison entre le faisceau 2 et la plaque collectrice 4, permet une certaine souplesse de la liaison qui peut absorber les
15 dilatations et rétractions liées aux variations de température. La liaison entre le faisceau 2 et la plaque collectrice 4 est donc plus résistante à ces variations de température.

- Les premiers collets compressibles 45 ont également une forme correspondante à celle de la section transversale des tubes 20, ou du moins de leurs extrémités 22. Il est
20 donc également possible de caractériser lesdits premiers collets compressibles 45 selon deux axes de longueurs différentes. La longueur L2 correspond à la largeur de l'ouverture du premier collet compressible 45 lorsque le joint d'étanchéité 41 n'est pas comprimé, comme cela est représenté aux figures 3 et 4. La longueur l2 correspond à l'épaisseur de l'ouverture du premier collet compressible 45 lorsque le joint d'étanchéité
25 41 n'est pas comprimé, comme cela est représenté aux figures 4 et 5.

Les figures 6 et 7 montrent un deuxième mode de réalisation. La figure 6 est une coupe transversale d'un collecteur au niveau d'un trou 43, à l'instar de la figure 3. la figure 7 est quant à elle une coupe longitudinale d'un collecteur au niveau d'un trou 43,

à l'instar de la figure 5. Dans ce deuxième mode de réalisation, les trous 43 peuvent ne pas comporter de collets 44. L'échangeur de chaleur 1 comporte ici une plaque interne 50 disposée sur le joint d'étanchéité 41. Le joint d'étanchéité 41 est alors pris en sandwich entre l'âme 40 de la plaque collectrice 4 et la plaque interne 50. Cette plaque interne 50 comporte des orifices 51 en prolongement des trous 43 et dans lesquelles sont insérées les extrémités 22 des tubes 20. Le joint d'étanchéité 41 comprend des deuxièmes collets compressibles 48 qui sont insérés dans les orifices 51. Le joint d'étanchéité 41 est comprimé au niveau de ses deuxièmes collets compressibles 48 entre la paroi desdits orifices 51 et les extrémités 22 des tubes 20.

10

Les orifices 51 et les deuxièmes collets compressibles 48 ont, à l'instar des trous 43 et des premiers collets compressibles 45, une forme correspondante à celle de la section transversale des tubes 20, ou du moins de leurs extrémités 22, et comme cette forme est généralement oblongue, il est possible de caractériser lesdits orifices 51 et les deuxièmes collets compressibles 45 selon deux axes de longueurs différentes. La longueur L1 correspond à l'axe le plus long et peut correspondre à la largeur d'un orifice 51 comme illustré à la figure 6. La longueur L2 correspond à la largeur de l'ouverture du deuxième collet compressible 48 lorsque le joint d'étanchéité 41 n'est pas comprimé, comme cela est représenté à la figure 6. La longueur l1 correspond quant à elle à l'axe le plus court et peut correspondre à l'épaisseur d'un orifice 51 comme illustré sur la figure 7. La longueur l2 correspond à l'épaisseur de l'ouverture du deuxième collet compressible 48 lorsque le joint d'étanchéité 41 n'est pas comprimé, comme cela est représenté à la figure 7.

20

Comme le montrent les figures 1, 2 et 8 à 10, les extrémités 22 des tubes 20 comportent des évasements 25 locaux en forme de voûte. Ces évasements 25 locaux s'étendent en profondeur depuis l'embouchure des tubes 20 jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice 4 et les entretoises 21. Au niveau desdits évasements 25 locaux, l'épaisseur e des extrémités 22 des tubes 20 augmente vers une épaisseur e' comme

25

illustré aux figures 9 et 10. Ces évasements 25 locaux donnent un profil ondulé aux parois les plus longues des extrémités 22 de tubes 20 et compriment le joint d'étanchéité 41 du fait que l'épaisseur e' au niveau desdits évasements 25 locaux est supérieure à l'épaisseur 12 des ouvertures des premiers collets compressibles 45 et éventuellement des deuxièmes collets compressibles 48, et inférieure à l'épaisseur 11 des trous 43. A l'état comprimé, l'ouverture du premier collet compressible 45 et éventuellement des deuxièmes collets compressibles 48, a ainsi son épaisseur 12 qui augmente vers une épaisseur 12' comme illustré sur la figure 6.

Lesdits évasements 25 locaux permettent l'étanchéité entre la plaque collectrice 4 et les tubes 20 et agissent comme une structure de renfort des tubes 20 de part leur forme en voûte ce qui permet aux extrémités 22 des tubes 20 de résister aux contraintes de déformations liées à la dilatation thermique et notamment à la pression exercée par le joint d'étanchéité 41 au niveau des premiers collets compressibles 45 et également des deuxièmes collets compressibles 48 le cas échéant..

Lorsque le faisceau 2 est un faisceau 2 brasé, la présence de ces évasements 25 locaux permet d'assurer une bonne étanchéité entre les tubes 20 du faisceau 2 brasé et la plaque collectrice 4. De plus cette liaison entre les tubes 20 et la plaque collectrice 4 peut résister aux phénomènes de dilatation et de rétractation thermique car cette liaison est souple du fait de la présence d'un joint d'étanchéité 41 tout en résistant à la pression du joint d'étanchéité 41.

Lorsque le faisceau 2 est un faisceau 2 mécanique, la présence de ces évasements 25 locaux permet également d'assurer une bonne étanchéité entre les tubes 20 du faisceau 2 mécanique et la plaque collectrice 4. De plus cette liaison entre les tubes 20 et la plaque collectrice 4 permet l'utilisation de tubes 20 ayant des parois plus fines, et donc plus efficaces, tout en étant capable de supporter et de résister aux phénomènes de dilatation et de rétractation thermique et à la pression du joint d'étanchéité 41.

Par local, on entend que l'évasement n'est pas présent sur toute la périphérie de l'extrémité 22 du tube 20, mais réduite à une portion de l'extrémité 22 dudit tube 20.

Sur les exemples présentés aux figures 1 à 3, les extrémités 22 des tubes 20 comportent quatre évasements 25 locaux disposés de part et d'autre d'une jambe 26 de tube.

Un évasement 25 local correspond de préférence à une extension locale comprise entre 10 et 20 % de la section transversale de l'extrémité 22 du tube 20.

5 L'épaisseur e' au niveau desdits évasement 25 locaux est donc supérieure de 10 à 20 % à l'épaisseur e des tubes 20. Le nombre d'évasements 25 locaux est fonction de la largeur L des extrémités 22 de tubes 20. Plus ladite largeur L est grande, plus le nombre d'évasement locaux est important.

10 La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur 1 comme décrit précédemment et comprenant les étapes suivantes:

- 15
 - assemblage d'un faisceau 2 de tubes comportant une multiplicité de tubes 20 disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises 21 disposées entre lesdits tubes 20,
 - fixation des tubes 20 avec les entretoises 21, cette fixation pouvant être soit réalisée par brasage ou bien être mécanique,
 - assemblage d'une plaque collectrice 4 munie de trous 43 de section correspondant aux extrémités 22 des tubes 20 et équipée d'un joint d'étanchéité 41 compressible formant des premiers collets compressibles 45
- 20
 - propres à être engagés respectivement au travers des trous 43,
 - insertion des extrémités 22 des tubes 20 dans les trous 43 de la plaque collectrice 4,
 - réalisation d'évasements 25 locaux en forme de voûte, lesdits évasement 25
- 25
 - locaux s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes 20 jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice 4 et les entretoises 21,

L'étape de réalisation des évasements 25 locaux peut notamment être réalisée par insertion d'un ou plusieurs doigts d'évasement dans les extrémités 22 des tubes 20 de

sorte à écarter les parois des tubes 20 et évaser lesdites extrémités. Les doigts d'évasement ont un diamètre supérieur à l'épaisseur 12 du premier collet compressible 45 et inférieur à l'épaisseur 11 du trou 43 de sorte à permettre la compression du joint d'étanchéité 41.

5

Ainsi, on voit bien que l'échangeur thermique 1 selon l'invention, permet d'avoir des tubes 20 dont les parois sont assez fines pour avoir des échanges thermiques optimaux et ce tout en pouvant compenser les variations de taille liées à la dilatation et la rétractation thermique et résister aux pressions exercées par une étanchéité entre les
10 tubes 20 et la plaque collectrice 4 réalisée au moyen d'un joint d'étanchéité compressible 41.

REVENDICATIONS

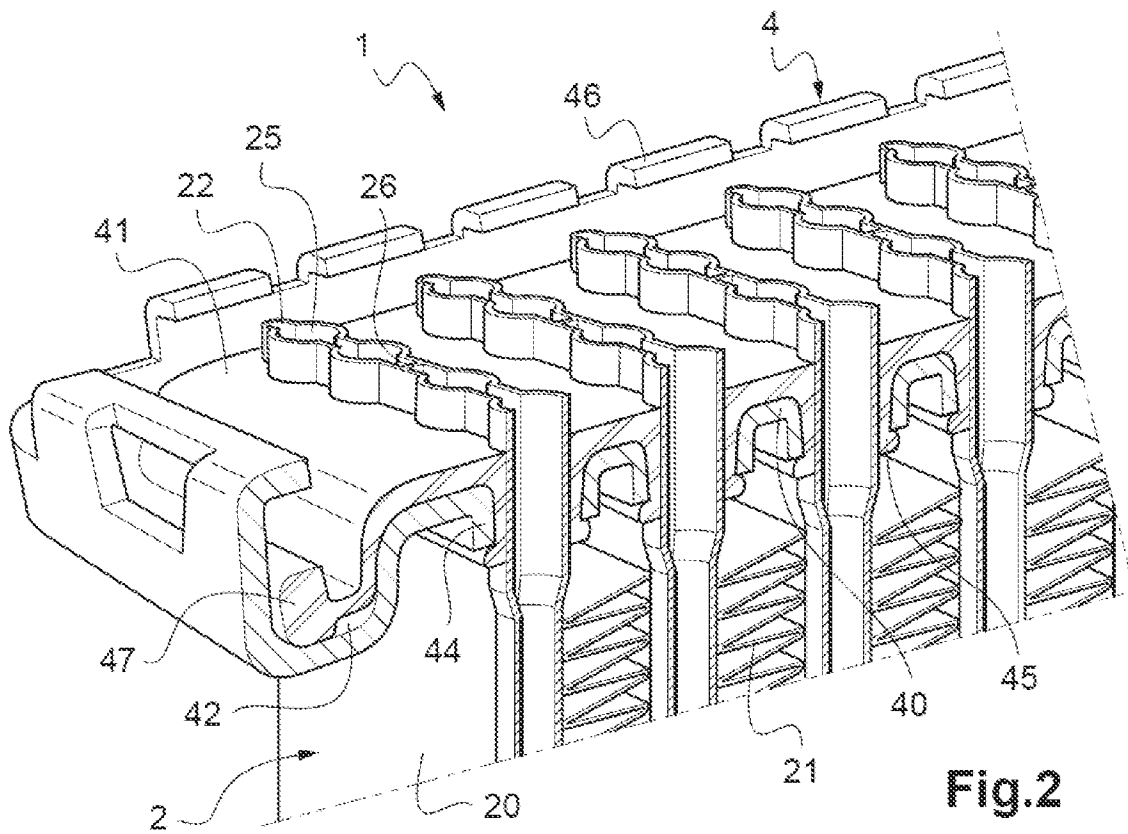
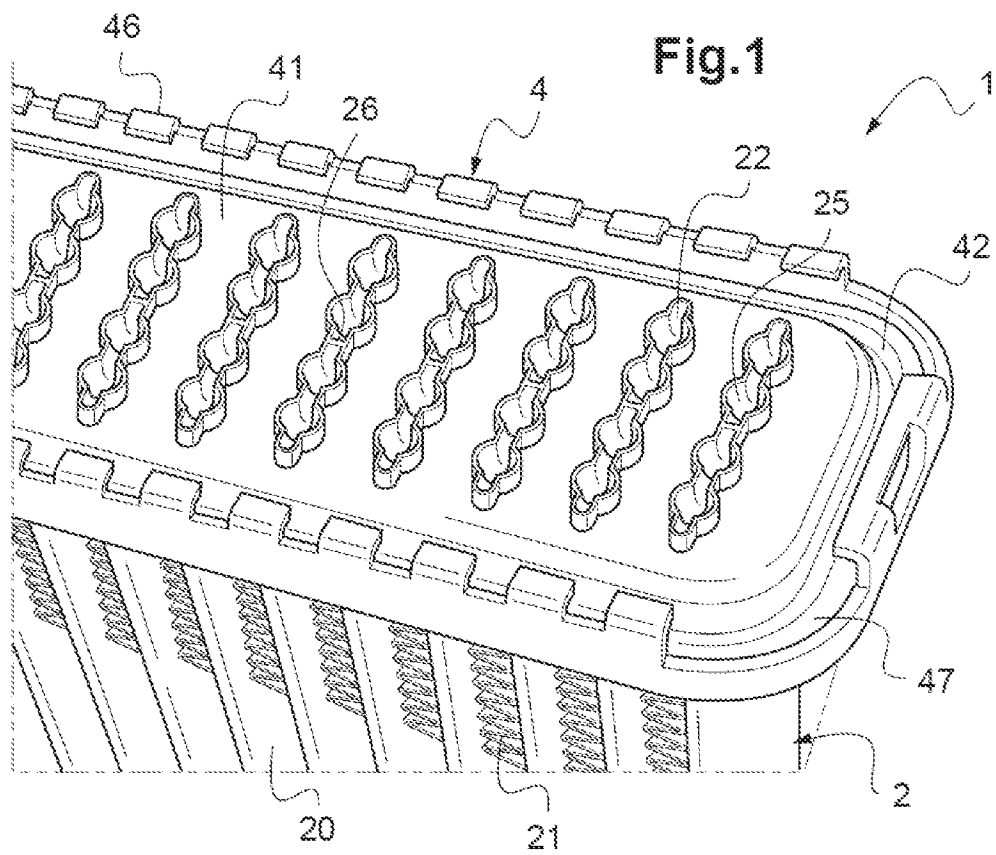
- 5 1. Échangeur de chaleur (1) comprenant :
- un faisceau (2) de tubes comportant une multiplicité de tubes (20) disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises (21) disposées entre lesdits tubes (20),
 - une plaque collectrice (4) comprenant des trous (43) dans lesquels sont
- 10 introduits des extrémités (22) des tubes (20), la plaque collectrice (4) comportant au moins un joint d'étanchéité (41) compressible formant des premiers collets compressibles (45), les premiers collets compressibles (45) étant insérés dans les trous (43) et comprimés entre la paroi des trous (43) et les extrémités (22) des tubes (20) pour assurer l'étanchéité entre lesdites
- 15 extrémités (22) des tubes (20) et la plaque collectrice (4),
- caractérisé en ce que** les extrémités (22) des tubes (20) comportent des évasements (25) locaux en forme de voûte et s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes (20) jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice (4) et les entretoises (21).
- 20
2. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque extrémité de l'un desdits tubes comporte au moins quatre desdits évasements locaux, par exemple au moins six, par exemple au moins huit
- 25
3. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le trou (43) est bordé par un collet (44) dans lequel le premier collet compressible (45) est inséré et comprimé par l'extrémité (22) du tube (20).

4. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une plaque interne (50) comportant des orifices (51) dans lesquelles sont insérés les extrémités (22) des tubes (20), le joint d'étanchéité (41) comprenant des deuxièmes collets compressibles (48) étant insérés dans les orifices (51) et comprimés entre la paroi desdits orifices (51) et les extrémités (22) des tubes (20).
- 5
5. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les évasements (25) locaux correspondent à une extension comprise entre 10 et 20 % de la section transversale de l'extrémité (22) du tube (20).
- 10
6. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les évasements (25) locaux ont une extension selon le grand côté (L) de l'extrémité du tube, d'au plus 50% de la dimension (L) dudit grand côté.
- 15
7. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les tubes (20) et les entretoises (21) formant le faisceau (2) sont fixés entre eux par brasage.
- 20
8. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les tubes (20) et les entretoises (21) formant le faisceau (2) sont fixés entre eux mécaniquement.
- 25
9. Échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins l'extrémité (22) de chaque tube (20) a une section oblongue.

10. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les tubes (20) comportent une jambe (26) entre les parois internes des tubes (20).
- 5 11. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur (1) selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:
- assemblage d'un faisceau (2) de tubes comportant une multiplicité de tubes (20) disposés parallèlement les uns aux autres et des entretoises (21) disposées entre lesdits tubes (20),
 - 10 ◦ fixation des tubes (20) avec les entretoises (21),
 - assemblage d'une plaque collectrice (4) munie de trous (43) de section correspondant aux extrémités (22) des tubes (20) et équipée d'un joint d'étanchéité (41) compressible formant des premiers collets compressibles (45) propres à être engagés respectivement au travers des trous (43),
 - 15 ◦ insertion des extrémités (22) des tubes (20) dans les trous (43) de la plaque collectrice (4),
 - réalisation d'évasements (25) locaux en forme de voûte s'étendant en profondeur depuis l'embouchure des tubes (20) jusqu'à l'espace entre la plaque collectrice (4) et les entretoises (21).
 - 20
12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'étape de fixation des tubes (20) avec les entretoises (21) est réalisée par brasage desdits tubes (20) avec les entretoises (21).
- 25 13. Procédé de fabrication selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape de fixation des tubes (20) avec les entretoises (21) est réalisée par fixation mécanique.

14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que l'étape de réalisation d'évasements (25) locaux est réalisée par insertion d'un doigt d'évasement dans les extrémités (22) des tubes (20), ledit doigt d'évasement ayant un diamètre supérieur à l'épaisseur (12) du premier collet compressible (45) du joint d'étanchéité (41) et inférieur à l'épaisseur (11) des trous (43).

1/5



2/5

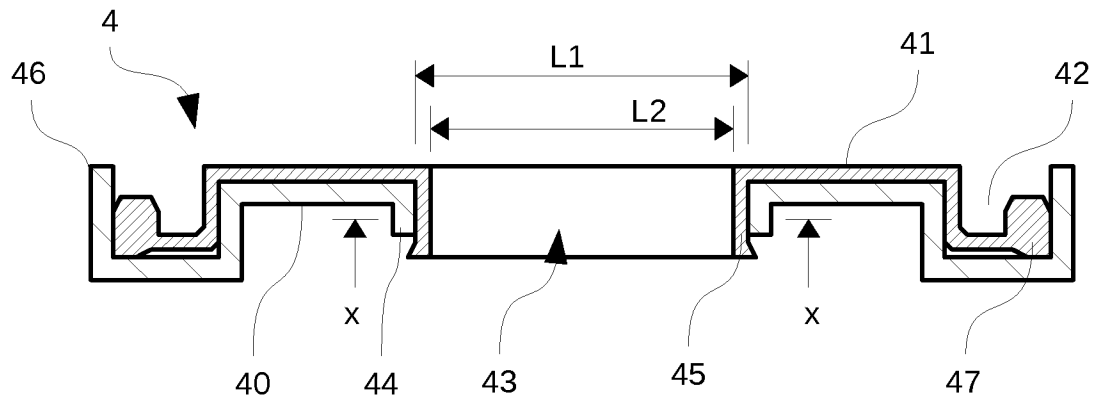


Fig. 3

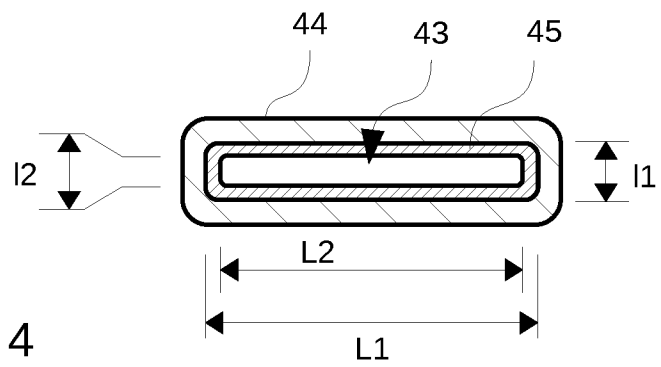


Fig. 4

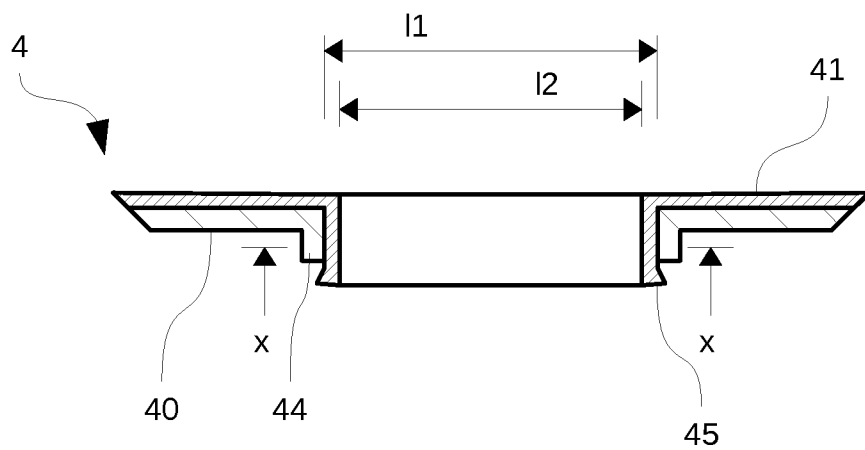


Fig. 5

3/5

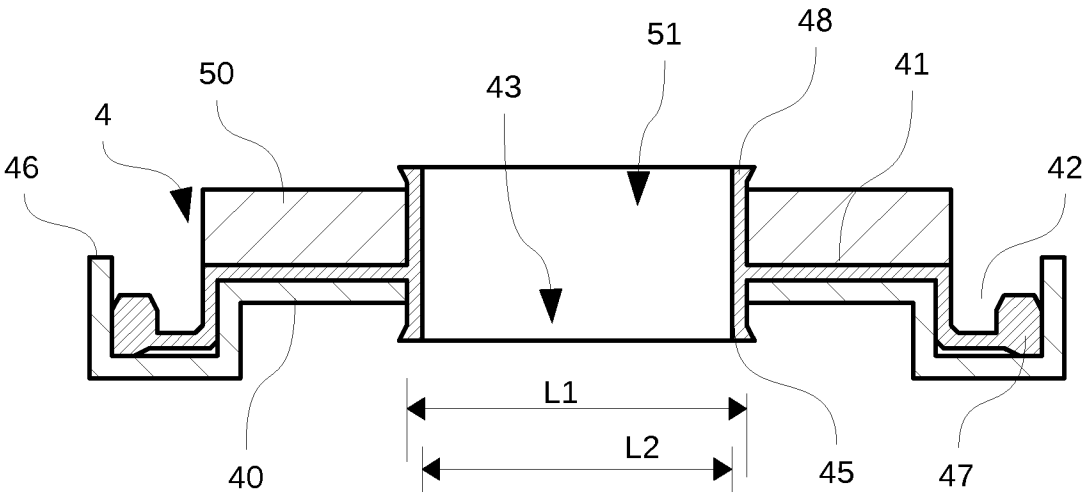


Fig. 6

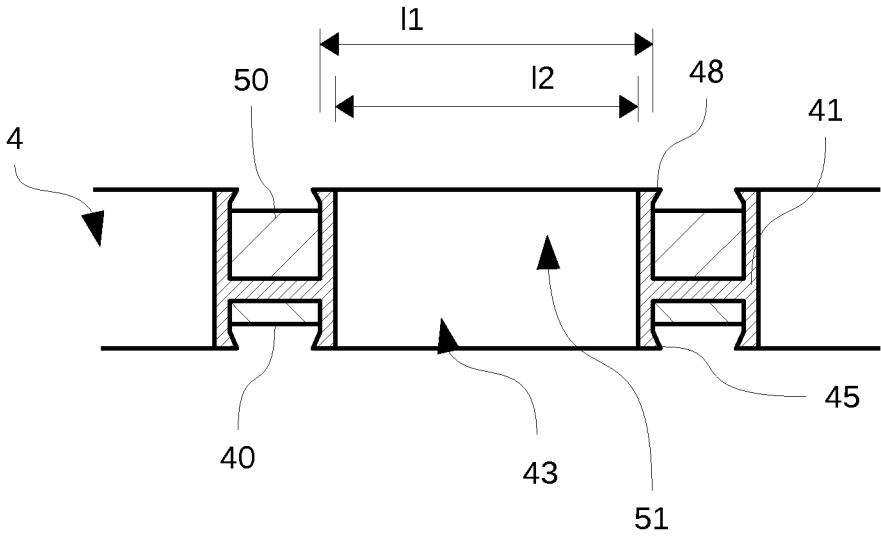
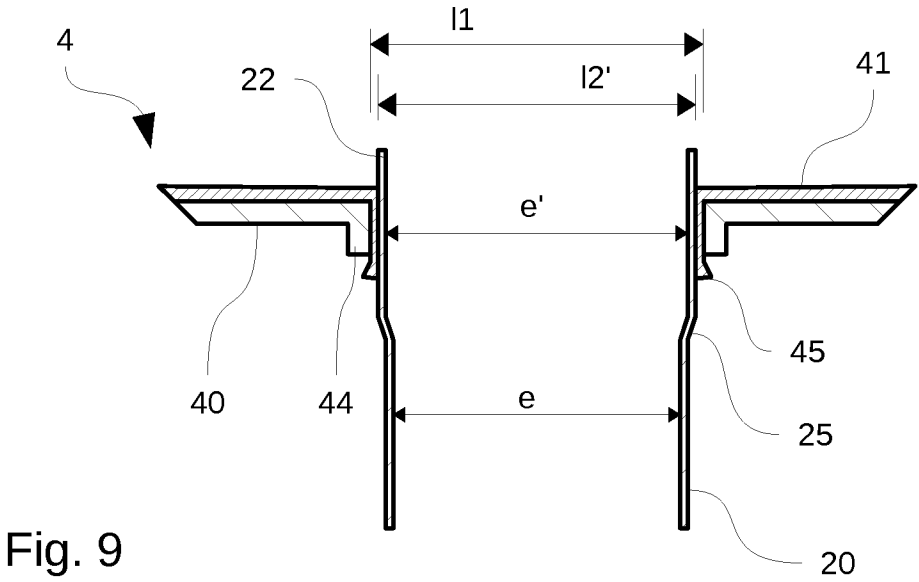
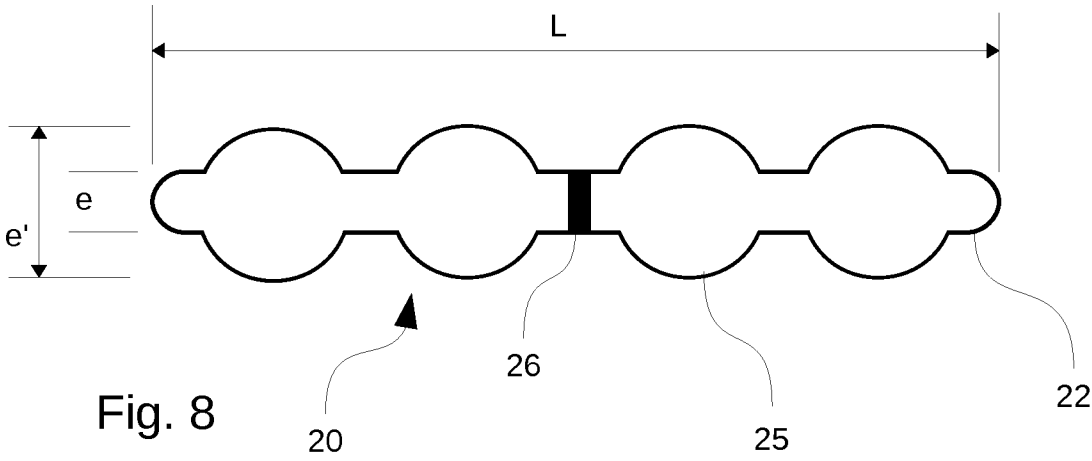


Fig. 7

4/5



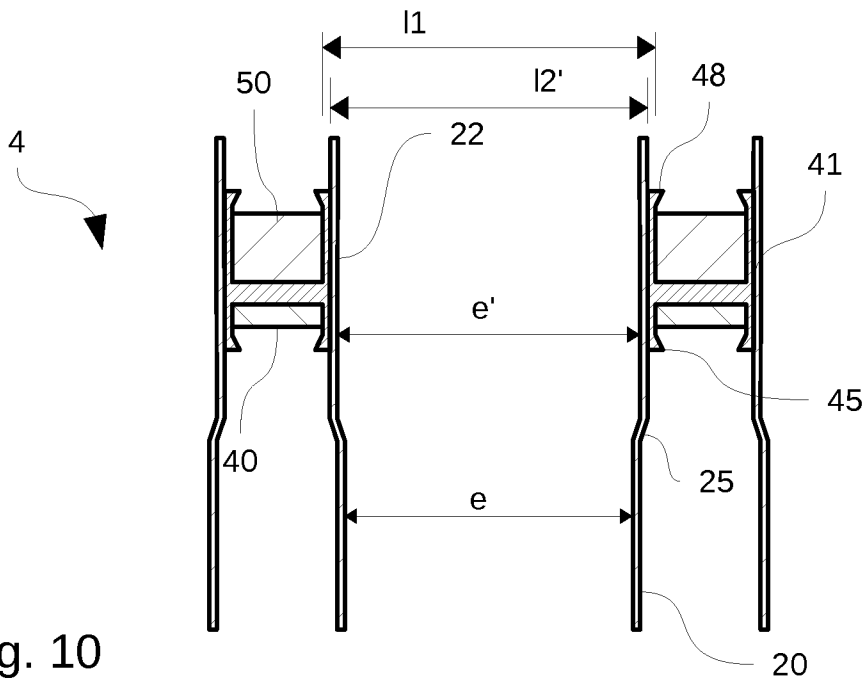


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F28F1/02 F28F9/16
 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)
 F28F

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	US 5 901 784 A (POTIER MICHEL [FR]) 11 May 1999 (1999-05-11) column 3, line 60 - column 5, line 59; figures 1-5, 11 -----	1-14
X	DE 44 45 590 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 27 June 1996 (1996-06-27) column 4, line 16 - column 5, line 45; figures 1-4 -----	1-14
X	DE 101 23 675 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 21 November 2002 (2002-11-21) paragraphs [0013] - [0019]; figures 1-3 -----	1-14
X	US 6 296 051 B1 (SAHNOUN ABDEL-JALIL [FR] ET AL) 2 October 2001 (2001-10-02) column 3, line 11 - column 5, line 17; figures 1-4 -----	1-14



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

30 November 2017

Date of mailing of the international search report

08/12/2017

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

Axters, Michael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052629

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5901784	A	11-05-1999	BR 9605375 A 28-07-1998
		DE 69610059 D1 05-10-2000	
		DE 69610059 T2 12-04-2001	
		EP 0772019 A1 07-05-1997	
		FR 2740869 A1 09-05-1997	
		US 5901784 A 11-05-1999	
		US 6044554 A 04-04-2000	
DE 4445590	A1	27-06-1996	DE 4445590 A1 27-06-1996
		FR 2728332 A1 21-06-1996	
DE 10123675	A1	21-11-2002	DE 10123675 A1 21-11-2002
		FR 2825458 A1 06-12-2002	
US 6296051	B1	02-10-2001	BR 9909371 A 21-11-2000
		DE 69903608 D1 28-11-2002	
		DE 69903608 T2 03-07-2003	
		EP 1034410 A1 13-09-2000	
		FR 2783907 A1 31-03-2000	
		US 6296051 B1 02-10-2001	
		WO 0019163 A1 06-04-2000	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052629

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F28F1/02 F28F9/16
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)
F28F

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	US 5 901 784 A (POTIER MICHEL [FR]) 11 mai 1999 (1999-05-11) colonne 3, ligne 60 - colonne 5, ligne 59; figures 1-5, 11 -----	1-14
X	DE 44 45 590 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 27 juin 1996 (1996-06-27) colonne 4, ligne 16 - colonne 5, ligne 45; figures 1-4 -----	1-14
X	DE 101 23 675 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 21 novembre 2002 (2002-11-21) alinéas [0013] - [0019]; figures 1-3 -----	1-14
X	US 6 296 051 B1 (SAHNOUN ABDEL-JALIL [FR] ET AL) 2 octobre 2001 (2001-10-02) colonne 3, ligne 11 - colonne 5, ligne 17; figures 1-4 -----	1-14



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

30 novembre 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/12/2017

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

Axters, Michael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052629

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5901784	A	11-05-1999	BR 9605375 A	28-07-1998
			DE 69610059 D1	05-10-2000
			DE 69610059 T2	12-04-2001
			EP 0772019 A1	07-05-1997
			FR 2740869 A1	09-05-1997
			US 5901784 A	11-05-1999
			US 6044554 A	04-04-2000

DE 4445590	A1	27-06-1996	DE 4445590 A1	27-06-1996
			FR 2728332 A1	21-06-1996

DE 10123675	A1	21-11-2002	DE 10123675 A1	21-11-2002
			FR 2825458 A1	06-12-2002

US 6296051	B1	02-10-2001	BR 9909371 A	21-11-2000
			DE 69903608 D1	28-11-2002
			DE 69903608 T2	03-07-2003
			EP 1034410 A1	13-09-2000
			FR 2783907 A1	31-03-2000
			US 6296051 B1	02-10-2001
			WO 0019163 A1	06-04-2000
