

(19)



(11)

EP 3 662 222 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
26.05.2021 Bulletin 2021/21

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 (2006.01) F28D 9/00 (2006.01)
F25J 5/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18755512.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2018/051804

(22) Date de dépôt: **16.07.2018**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/025691 (07.02.2019 Gazette 2019/06)

(54) **ECHANGEUR DE CHALEUR COMPRENANT UN ELEMENT DE DISTRIBUTION A CANAUX MULTIPLES**

WÄRMETAUSCHER AVEC DISTRIBUTEUR

HEAT EXCHANGER WITH DISTRIBUTING ELEMENT

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **04.08.2017 FR 1757539**

(43) Date de publication de la demande:
10.06.2020 Bulletin 2020/24

(73) Titulaire: **L'Air Liquide Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude 75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **CRAYSSAC, Frederic 78140 Velizy (FR)**

- **CADALEN, Sebastien 75014 Paris (FR)**
- **WAGNER, Marc 94100 Saint Maur Des Fosses (FR)**
- **SANIEZ, Quentin 38360 Sassenage (FR)**

(74) Mandataire: **Air Liquide L'Air Liquide S.A. Direction de la Propriété Intellectuelle 75, Quai d'Orsay 75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 507 649 EP-A1- 3 150 952
US-A- 3 291 206 US-A- 6 044 902

EP 3 662 222 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un élément de distribution configuré pour être agencé dans une zone de distribution d'un échangeur de chaleur du type à plaques et ailettes, ainsi qu'un échangeur comprenant un tel élément de distribution et au moins un ensemble de passages pour un fluide à mettre en relation d'échange thermique avec au moins un autre fluide. L'élément selon l'invention permet une répartition plus homogène du fluide sur la largeur desdits passages.

[0002] La présente invention trouve notamment application dans le domaine de la séparation de gaz par cryogénie, en particulier de la séparation d'air par cryogénie (connue sous l'acronyme anglais « ASU » pour unité de séparation d'air) exploitée pour la production d'oxygène gazeux sous pression. En particulier, la présente invention peut s'appliquer à un échangeur de chaleur qui vaporise un débit liquide, par exemple de l'oxygène, de l'azote et/ou de l'argon par échange de chaleur avec un gaz.

[0003] La présente invention peut également s'appliquer à un échangeur de chaleur qui vaporise au moins un débit de mélange liquide-gaz, en particulier un débit de mélange à plusieurs constituants, par exemple un mélange d'hydrocarbures, par échange de chaleur avec au moins un autre fluide, par exemple du gaz naturel.

[0004] La technologie couramment utilisée pour un échangeur est celle des échangeurs en aluminium à plaques et à ailettes brasés, qui permettent d'obtenir des dispositifs très compacts offrant une grande surface d'échange.

[0005] Ces échangeurs comprennent des plaques entre lesquelles sont insérées des ondes d'échange thermique, formées d'une succession d'ailettes ou jambes d'onde, constituant ainsi un empilage de passages pour les différents fluides à mettre en relation d'échange thermique.

[0006] Ces passages comprennent des zones dites de distribution agencées, en suivant la direction globale d'écoulement du fluide dans le passage considéré, en amont et en aval de la zone d'échange thermique proprement dite. Les zones de distribution sont reliées fluidiquement à des collecteurs semi-tubulaires configurés pour distribuer les différents fluides sélectivement dans les différents passages, ainsi que pour évacuer lesdits fluides desdits passages.

[0007] De façon connue, ces zones de distribution comprennent généralement des ondes de distribution, agencées sous forme de tôles ondulées entre deux plaques successives. Les ondes de distribution sont généralement des ondes droites perforées découpées en forme de triangles ou de trapèzes. Elles assurent la déviation du fluide provenant du collecteur d'entrée de l'échangeur afin de le répartir sur la largeur des zones d'échange thermique, ainsi que la récupération du fluide provenant de ladite zone d'échange thermique. Les ondes de distribution jouent également le rôle d'entretoises pour as-

surer la tenue mécanique au brasage et en fonctionnement de la zone de distribution du passage. De telles ondes de distribution sont connues des documents US-B-6044902 et EP-A-0507649. On connaît également du document EP-A-3150952 un échangeur à plaques dans lequel les éléments de distribution sont formés par les plaques elles-mêmes qui sont embouties.

[0008] Un des problèmes qui se posent avec la configuration des zones de distribution actuelles est la maldistribution des fluides en direction en direction des zones d'échange thermique. En effet, les zones de distribution sont occupées par au moins deux tapis d'ondes afin d'optimiser les chutes des découpes de forme, augmentant ainsi le risque de jeu entre les tapis. L'assemblage des tapis d'onde peut aussi occasionner des accidents le long de la voie d'écoulement du fluide, ce qui contribue à augmenter les pertes de charges des zones de distribution. Du fait de ces imperfections des zones de distribution, il peut se produire des variations de débit d'une amplitude de l'ordre de 10%, nuisibles au bon fonctionnement de l'échangeur.

[0009] De même, on observe des défauts de distribution dans les zones de distributions dédiées à la récupération des fluides provenant des zones d'échange thermique.

[0010] Un autre problème concerne la tenue mécanique des zones de distribution. En effet, ces zones sont munies d'ondes de plus faible densités, typiquement entre 6 et 10 jambes par pouce, que celles des zones d'échange thermique. A l'heure actuelle, la zone de distribution d'un passage s'étend typiquement sur une longueur, mesurée selon une direction longitudinale correspondant à la direction d'écoulement du fluide dans la zone d'échange de chaleur du même passage, de l'ordre de 200 à 600 mm, et sur une largeur, mesurée perpendiculairement à ladite direction longitudinale, de l'ordre de 500 à 1500 mm. Les zones de distribution constituant des parties de moins bonne tenue mécanique que les zones d'échange de chaleur, il est souhaitable de limiter le plus possible leur étendue longitudinale pour garantir une meilleure résistance de l'échangeur lors de la circulation de fluides à haute pression au sein des passages.

[0011] La présente invention a pour but de résoudre en tout ou partie les problèmes mentionnés ci-avant, notamment de proposer un échangeur de chaleur dans lequel la répartition du ou des fluides dans les zones d'échange de chaleur est la plus uniforme possible, et qui présente en outre des zones de distribution d'encombrement plus faible que dans l'art antérieur.

[0012] La solution selon l'invention est alors un échangeur de chaleur du type à plaques et ailettes brasé comprenant :

- une pluralité de plaques agencées parallèlement entre elles de façon à définir au moins un ensemble de passages pour l'écoulement d'un fluide destiné à échanger de la chaleur avec au moins un autre fluide, les passages s'étendant suivant une direction longi-

tudinale et une direction latérale perpendiculaire à ladite direction longitudinale,

- chaque passage étant divisé, suivant la direction longitudinale, en au moins une zone de distribution et une zone d'échange de chaleur,
- au moins une zone de distribution d'un passage comprenant un élément de distribution, ledit élément de distribution comprenant une pluralité de parois séparatrices agencées de manière à diviser ladite zone de distribution en une pluralité de canaux pour l'écoulement du fluide, lesdits canaux définissant des trajets d'écoulement de longueurs différentes et présentant des sections de passage de fluide variables le long desdits trajets d'écoulement, dans lequel les parois séparatrices de l'élément de distribution sont solidarisées entre elles par l'intermédiaire d'un support, ledit support étant brasé avec une plaque adjacente.

[0013] Selon le cas, l'élément de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- les parois séparatrices se projettent depuis le support dans le passage.
- le support comprend un fond plan, les parois séparatrices se projetant perpendiculairement au fond.
- l'élément comprend une première extrémité formant une entrée ou une sortie pour le fluide et une deuxième extrémité en communication fluidique avec la zone d'échange de chaleur lorsque l'élément de distribution est agencé dans une zone de distribution, chaque paroi séparatrice étant formée d'une même pièce et s'étendant de façon continue depuis la première extrémité jusqu'à la deuxième extrémité.
- chaque canal est muni d'une première ouverture et d'une deuxième ouverture se situant au niveau des première et deuxième extrémités respectivement.
- au moins une première ouverture présente une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre première ouverture et/ou au moins une deuxième ouverture présente une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre deuxième ouverture.
- les premières ouvertures et/ou les deuxièmes ouvertures d'un même canal présentent des sections de passage de fluide d'autant plus grandes que le trajet d'écoulement défini par ledit canal est long.
- un ou plusieurs canaux comprennent des moyens de modification de la résistance linéique à l'écoulement desdits canaux.
- lesdits moyens comprennent une conformation des profils intérieurs desdits canaux.
- lesdits moyens comprennent des cloisons agencées au sein desdits canaux.
- lesdits moyens comprennent des structures poreuses, par exemple des mousses métalliques, agen-

cées au sein desdits canaux.

- les parois séparatrices présentent, en coupe longitudinale, des profils rectilignes.
- les parois séparatrices présentent, en coupe longitudinale, des profils curvilignes prédéterminés.
- lesdits profils curvilignes prédéterminés comprennent au moins un point d'inflexion.
- l'élément de distribution s'étend sur une longueur suivant une direction longitudinale et sur une largeur suivant une direction latérale, le rapport entre une longueur et la largeur étant inférieur à 20%, de préférence compris entre 5 et 10%.
- l'élément de distribution s'étend sur une longueur inférieure à 500 mm, de préférence comprise entre 50 et 200 mm.
- l'élément de distribution présente une hauteur, mesurée suivant une direction verticale orthogonale aux plaques, d'au moins 2 mm, de préférence au moins 5 mm, de préférence une hauteur comprise entre 2 et 15 mm.
- l'élément de distribution est un élément monolithique, de préférence fabriqué par une méthode de fabrication additive ou par fonderie.

[0014] La présente invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux schémas ci-annexés, parmi lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique tridimensionnelle d'un échangeur du type à plaque et ailettes ;
- la Figure 2 est une vue schématique partielle, en coupe longitudinale d'une zone de distribution selon un mode de réalisation de l'invention ;
- les Figures 3A, 3B et 4 sont des vues schématiques partielles, en coupe longitudinale de zones de distribution selon d'autres modes de réalisation de l'invention ;
- les Figures 5A et 5B sont des vues schématiques, en coupe longitudinale et tridimensionnelle respectivement, d'une zone de distribution selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- les Figures 6A, 6B, 6C et 7 présentent des résultats de simulations réalisées avec un élément de distribution telle que schématisé sur la Figure 5B.

[0015] Comme on le voit sur la Figure 1, un échangeur de chaleur 1 du type à plaques et ailettes comprend un empilement de plaques 2 qui s'étendent suivant deux dimensions, longueur et largeur, respectivement suivant la direction longitudinale z et la direction latérale y. Les plaques 2 sont disposées parallèlement l'une au-dessus de l'autre avec espacement et forment ainsi plusieurs ensembles de passages 3, 4, 5 pour des fluides F1, F2, F3 à mettre en relation d'échange de chaleur indirect via les plaques 2. La direction latérale y est orthogonale à la direction longitudinale z et parallèle aux plaques 2. De préférence, l'axe longitudinal est vertical lorsque l'échan-

geur 1 est en fonctionnement.

[0016] De préférence, chaque passage a une forme parallélépipédique et plate. Les passages s'étendent en longueur suivant la direction longitudinale z et en largeur suivant la direction latérale y. L'écart entre deux plaques successives est petit devant la longueur et la largeur de chaque plaque successive.

[0017] Chaque passage 3, 4, 5 est divisé, suivant la direction longitudinale z, en au moins une zone de distribution 20 et une zone d'échange de chaleur 21. L'écoulement des fluides au sein des zones de distribution a lieu globalement parallèlement à la direction longitudinale z. Les zones de distribution et d'échange de chaleur 20, 21 sont de préférence juxtaposées le long de l'axe longitudinal z.

[0018] Selon la représentation de la Figure 1, en considérant en particulier le passage 3 dont la partie interne est rendue visible, deux zones de distribution 20 sont agencées de part et d'autre de la zone d'échange de chaleur 21, l'une servant à amener le fluide F1 vers la zone d'échange de chaleur 21, l'autre à l'évacuer de ladite zone. Des ondes de distributions classiques réalisées sous la forme de produits ondulés sont représentées dans les zones de distribution 20.

[0019] De façon connue en soi, l'échangeur 1 comprend des collecteurs de forme semi-tubulaire 7, 9 munis d'ouvertures 10 pour l'introduction des fluides dans l'échangeur 1 et l'évacuation des fluides hors de l'échangeur 1. Ces collecteurs présentent des ouvertures moins large que les passages. Les zones de distribution 20 servent à répartir les fluides introduits par les ouvertures des collecteurs sur toute la largeur des passages.

[0020] Selon l'invention, on agence un élément de distribution dans au moins une zone de distribution 20 d'un passage 3 de l'échangeur, cet élément comprenant une pluralité de parois séparatrices 25 agencées de manière à diviser ladite zone de distribution 20 en une pluralité de canaux 26 pour l'écoulement du fluide F1. Lesdits canaux 26 définissent des trajets d'écoulement de longueurs différentes et présentent des sections de passage de fluide variables le long desdits trajet d'écoulement. Le fait de subdiviser la zone de distribution en plusieurs canaux distincts de longueurs et de sections variables permet de dévier le fluide tout en contrôlant finement les conditions d'écoulement du fluide au sein de chaque canal. En particulier, il est possible de rééquilibrer les vitesses du fluide s'écoulant dans les différents canaux, de manière à obtenir des vitesses de fluide sensiblement identiques en sortie de chaque canal, et de là une répartition uniforme ou quasi-uniforme du fluide sur la largeur des passages en sortie de la zone de distribution, tout en minimisant les pertes de charge de la zone de distribution.

[0021] De plus, l'élément de distribution confère une rigidité structurelle à la zone de distribution de l'échangeur puisque la fonction d'entretoise peut être assurée par les parois séparatrices.

[0022] A noter que dans le cadre de l'invention,

l'échangeur est du type à plaques et ailettes brasé, c'est-à-dire que les éléments distincts constituant l'échangeurs sont solidarisés, directement ou indirectement par brasage. L'élément de distribution selon l'invention est distinct des plaques 2.

[0023] Par « support brasé », on entend que le support est lié ou solidarisé par brasage avec une plaque adjacente de l'échangeur via au moins une portion de leurs surfaces respective.

[0024] A noter que par « section de passage de fluide », on entend la surface à travers laquelle le fluide s'écoule au sein du canal, celle-ci étant mesurée dans un plan perpendiculaire à la direction de déplacement du fluide F1 dans ledit canal, i. e. perpendiculaire aux lignes de courant du fluide F1 en mouvement.

[0025] La longueur des trajets d'écoulement s'entend de la distance à parcourir pour le fluide F1 entre l'entrée et la sortie du canal considéré.

[0026] Selon l'invention, l'élément de distribution comprend en outre un support 27 configuré pour maintenir les parois 25 solidaires entre elles. Un exemple d'un tel élément est présenté sur la Figure 5B.

[0027] On comprend alors que l'élément de distribution n'est pas un produit ondulé comme c'est le cas avec les ondes de distribution classiquement disposées dans les zones de distribution d'un échangeur à plaques et ailettes brasé. Les parois 25 sont solidarisées entre elles via un même support 27, ce qui confère une plus grande rigidité à l'élément de distribution. Cela permet en outre de simplifier les opérations de brasage. En outre, une telle configuration offre une plus grande liberté de construction de l'élément de distribution et de géométrie de ses canaux.

[0028] Ainsi, il est possible de disposer des parois 25 d'une hauteur relativement importante dans les passages, typiquement au moins 2 mm, de préférence au moins 5 mm, de préférence encore jusqu'à 15 mm, voire plus, ce qui n'est pas le cas avec les échangeurs dans lesquels les parois résultent d'un emboutissage des plaques séparatrices.

[0029] De préférence, ledit support comprend un fond 27, de préférence un fond plan pouvant être formé d'une tôle plane, à partir de laquelle les parois séparatrices 25 sont érigées. Les parois 25 sont érigées de préférence suivant la direction verticale x. Les parois 25 peuvent avoir des hauteurs h typiquement comprises entre 2 et 15 mm. De préférence, les hauteurs sont choisies de sorte que les parois 25 s'étendent dans la quasi-totalité, voire la totalité, de la hauteur du passage selon la direction verticale x.

[0030] La configuration de l'élément de distribution 22 selon l'invention, dans laquelle l'élément de distribution est une pièce distincte des plaques, permet également de concevoir des profils de distribution distincts de part et d'autre d'une même plaque.

[0031] De préférence, un élément de distribution selon l'invention est logé dans plusieurs, voire la totalité, des zones de distribution d'un ou plusieurs ensembles de

passages de l'échangeur. Ledit élément s'étend sur la quasi-totalité, voire la totalité, de la hauteur des passages, mesurée suivant la direction verticale x, de sorte que la structure est avantageusement en contact avec chaque plaque 2 formant le passage 20.

[0032] Les canaux sont de préférence isolés fluidiquement les uns des autres. Les paramètres d'écoulement de chaque canal sont ainsi contrôlés indépendamment de ceux des canaux voisins, ce qui permet d'ajuster de façon précise la distribution du fluide sur la largeur des passages au niveau de la sortie de la zone de distribution. Avantageusement, les parois séparatrices 25 sont érigées perpendiculairement aux plaques 2.

[0033] De préférence, le nombre de canaux 26 est d'au moins 6, de préférence encore compris entre 5 et 50. En effet, le nombre de canaux 26 doit, d'une part, être suffisant pour conférer à l'élément 22 sa rigidité mécanique et, d'autre part ne pas être excessif afin de laisser libre un volume suffisant pour l'écoulement du fluide et de limiter les pertes de charge.

[0034] Avantageusement, l'élément de distribution 22 comprend une première extrémité 23 formant une entrée ou une sortie pour le fluide F1 et une deuxième extrémité 24 en communication fluide avec la zone d'échange de chaleur 21.

[0035] Plus précisément, comme visible sur la Figure 1, les passages 3 à 5 sont bordés par des barres de fermeture 6 qui n'obturent pas complètement les passages mais laissent des ouvertures libres 23, 24 pour l'entrée ou la sortie des fluides correspondants.

[0036] La Figure 2 schématise partiellement la partie « entrée » d'un passage 3 d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention. Un collecteur de fluide 7 est agencé dans le coin gauche de l'échangeur, la première extrémité 23 étant reliée fluidiquement au collecteur 7 et formant une entrée pour le fluide F1, dont l'écoulement est schématisé par des flèches en pointillés.

[0037] Les première et deuxième extrémités 23, 24 s'étendent de préférence dans un plan parallèle à la direction latérale y et perpendiculaire à la direction longitudinale z. Les parois séparatrices 25 s'étendent entre les première et deuxième extrémités 23, 24 et forment des canaux 26 débouchant au niveau de la deuxième extrémité 24 et configurés pour répartir uniformément, suivant la direction latérale y, le fluide F1 de façon à obtenir une distribution homogène ou quasi-homogène vers ou depuis toute la largeur de la zone d'échange de chaleur 21 lorsque l'autre desdites première et deuxième extrémités 23, 24 est alimentée en fluide F1.

[0038] Avantageusement, chaque canal est muni de premières ouvertures 26a et de deuxième ouvertures 26b. Avantageusement, comme schématisé sur la Figure 2, les premières et deuxième ouvertures 26a, 26b se situent au niveau des première et deuxième extrémités 23, 24 respectivement, les parois séparatrices 25 s'étendant de façon continue depuis la première extrémité 23 jusqu'à la deuxième extrémité 24. Le trajet d'écoulement du fluide F1 correspond au trajet à parcourir entre les

ouvertures 26a et 26b. Chacune des extrémités 23, 24 peut ainsi être divisée en une série d'ouvertures 26a et une série d'ouvertures 26b respectivement.

[0039] Les ouvertures 26a, 26b des canaux 26 pourront présenter des sections de passage de fluide identiques ou variables selon les canaux 26 considérés. Les sections de passage de fluide des ouvertures 26a et 26b, correspondent aux surfaces internes des canaux 26 mesurées au niveau des première et deuxième extrémités 23, 24 dans un plan parallèle à la direction latérale y.

[0040] De préférence, au moins une première ouverture 26a présente une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre première ouverture 26a et/ou au moins une deuxième ouverture 26b présente une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre deuxième ouverture 26b.

[0041] Avantageusement, les premières ouvertures 26a et/ou les deuxième ouvertures 26b d'un même canal 26 présentent des sections de passage de fluide d'autant plus grandes que le trajet d'écoulement défini par ledit canal 26 est long, i. e. que la distance à parcourir pour le fluide F1 entre la première ouverture 26a et la deuxième ouverture 26b est grande.

[0042] Ainsi, dans l'exemple des Figures 3A, 3B ou 5B où la première extrémité 23 est agencée au niveau d'un bord extrême de l'élément 22 le long de la direction y, la première extrémité 23 est subdivisée en une première série de premières ouvertures 26a présentant des sections de passage de fluide croissantes suivant la direction latérale y. On favorise ainsi l'alimentation des canaux configurés pour distribuer le fluide F1 du collecteur 7 vers la partie de la deuxième extrémité 23 diagonalement opposée audit bord extrême.

[0043] Selon un autre exemple (Figure 5A) dans lequel l'élément 22 présente un plan médian M et la première extrémité 23 est centrée par rapport au plan M, les premières ouvertures 26a agencées, de préférence de façon symétrique, de part et d'autre du plan M présentent des sections de passage de fluide croissantes au fur et à mesure que l'on s'éloigne dudit plan médian M.

[0044] On compense ainsi la tendance naturelle du fluide à passer dans la région de la zone de distribution située en regard du collecteur plutôt que par les zones plus éloignées du collecteur, et ainsi d'homogénéiser la distribution du fluide dans la largeur du passage 3 de l'échangeur.

[0045] Avantageusement, lorsque l'élément de distribution 22 est disposé dans la zone de distribution 20 d'un échangeur, la première extrémité 23 se situe du côté du collecteur 7 d'entrée de l'échangeur et forme une entrée pour le fluide F1. Les premières ouvertures 26a de la première extrémité 23 présentent des sections de passage de fluide variables selon leur position le long de la direction latérale y.

[0046] Grâce à l'utilisation d'ouvertures 26a de sections de passage différentes, il est notamment possible de suralimenter des canaux moins propices au passage

du fluide, et ce dès l'entrée du fluide F1 dans la zone de distribution 20, ce qui engendre moins de pertes de charges et conduit donc à un système de distribution de fluide plus performant.

[0047] Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, tout ou partie des canaux 26 comprennent des moyens 28 de modification de la résistance linéique à l'écoulement desdits canaux 26. La résistance linéique à l'écoulement de chaque canal peut ainsi être ajustée selon les caractéristiques d'écoulement souhaitées dans chaque canal 26, en particulier débit et vitesse de fluide. Ainsi, la résistance linéique à l'écoulement des canaux peut être ajustée de sorte que chaque canal 26 présente une résistance à l'écoulement globale similaire. Les caractéristiques du fluide en sortie des canaux 26 sont ainsi homogénéisées suivant la direction latérale y, ce qui permet une distribution uniforme vers ou depuis la zone d'échange de chaleur 21.

[0048] Par « résistance à l'écoulement », on entend la capacité du canal à générer d'une part des frottements visqueux et d'autre part à dévier l'écoulement (force de pression normale à la paroi). Cette résistance s'exprime sous la forme d'une force de réaction de la structure solide sur l'écoulement en Newton, ce qui se traduit dans le fluide par une perte de charge en Pascals. Cette force dépend au premier ordre de l'énergie cinétique du fluide ($\rho \cdot u^2$) et au deuxième ordre du nombre de Reynolds ($\rho \cdot u \cdot D / \mu$). La résistance à l'écoulement linéique correspond à la résistance à l'écoulement du canal exprimée par unité de longueur.

[0049] Avantageusement, un canal 26 comprendra des moyens de modification 28 configurés pour produire une augmentation de la résistance linéique à l'écoulement d'autant plus importante que l'ouverture 26a dudit canal est proche, en termes de distance à parcourir pour le fluide F1, de l'autre ouverture 26b. Par exemple, dans la configuration illustrée sur la Figure 3B, les canaux 26 comprennent des moyens de modification 28 configurés pour produire une augmentation de la résistance linéique à l'écoulement de plus en plus faible suivant la direction latérale y. En effet, cela permet de compenser le passage préférentiel naturel du fluide dans l'axe plutôt que par le côté de l'échangeur, et donc d'obtenir une bonne distribution du fluide. Dans le cas où le collecteur 7 est centré par rapport au plan médian M de l'échangeur, comme représenté sur la Figure 5A, la résistance au fluide d'un canal sera d'autant plus grande que celui-ci est proche du plan médian M.

[0050] Les canaux 26 pourront présenter des profils internes conformés pour produire des variations de résistance à l'écoulement différentes.

[0051] On pourra également agencer au sein d'un ou plusieurs canaux 26 des obstacles 28 produisant des résistances à l'écoulement différentes. L'insertion d'une structure poreuse 28, par exemple une mousse métallique, au sein d'un canal permettra d'augmenter sa résistance à l'écoulement. On pourra ainsi ajuster la résistance linéique à l'écoulement des canaux 26, en faisant va-

rier les caractéristiques des structures 28 insérées, telles que volume, densité, ... selon les canaux. Dans l'exemple illustré sur la Figure 3B, le volume occupé par les structures poreuses 28 décroît suivant la direction latérale y, de manière à produire des variations de résistance linéique à l'écoulement plus faibles selon y.

[0052] Selon l'exemple schématisé sur la Figure 4, des cloisons 28 peuvent être agencées dans un ou plusieurs canaux 26 de manière à créer un étage supplémentaire de division de la zone de distribution 22. Cela permet de faire varier la résistance linéique à l'écoulement ainsi que de contrôler encore plus finement les paramètres d'écoulement du fluide distribué vers ou récupéré de la zone d'échange de chaleur 21. L'utilisation de cloisons 28 supplémentaires est notamment avantageuse lorsque la première extrémité 23 de l'élément de distribution a une largeur trop faible pour pouvoir être divisé en un nombre suffisant de canaux 26.

[0053] Selon le cas, les parois séparatrices 25 et/ou les cloisons 28, peuvent présenter, en coupe longitudinale, des profils rectilignes, comme illustré sur les

[0054] Figures 2 et 4, ou curvilignes, comme illustré sur les Figures 3A, 3B et 5A, 5B.

[0055] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, les parois séparatrices 25 présentent des profils curvilignes prédéterminés comprenant au moins un point d'inflexion P.

[0056] Une telle géométrie permet de dévier le fluide plus rapidement, c'est-à-dire sur une distance L1 plus courte, et ce sur une largeur importante du passage de l'échangeur. Il est ainsi possible de réduire l'étendue longitudinale de la zone de distribution 20, et d'augmenter en conséquence la tenue mécanique de l'échangeur puisque l'on augmente la compacité de la zone dite « faible » de l'échangeur.

[0057] Cela offre également la possibilité de réduire la largeur de la première extrémité 23 de l'élément de distribution 22, et donc la largeur du collecteur 7, qui est une pièce relativement coûteuse. De préférence, la première extrémité 23 formant entrée ou sortie de l'élément de distribution 22 présente, suivant la direction latérale y, une largeur L3 comprise entre 50 et 1000 mm, de préférence encore comprise entre 100 et 500 mm.

[0058] De tels profils permettent également de réduire les pertes de charge au sein des canaux 26, les changements brusques de profils de canal étant connus pour générer des recirculations de fluides à l'origine de pertes de charges.

[0059] De préférence, l'élément de distribution 22 présente, parallèlement à la direction longitudinale z, une longueur L1 inférieure à 500 mm, de préférence comprise entre 50 et 200 mm, de préférence encore comprise entre 80 et 100 mm. De préférence, la longueur L1 de l'élément de distribution 22 représente moins de 20% de la longueur de la zone d'échange 21. L'élément de distribution 22 présente, parallèlement à la direction latérale y, une largeur L2, le rapport entre une longueur L1 et la largeur L2 étant inférieur à 20%, de préférence compris entre 5

et 10%. La largeur L2 est de préférence comprise entre 500 et 1500 mm.

[0060] L'élément de distribution 22 est avantageusement formé d'un matériau métallique, de préférence de l'aluminium ou un alliage d'aluminium. L'élément peut être formé en particulier d'un matériau poreux, de préférence à pores non débouchants, par exemple une mousse métallique.

[0061] De préférence, l'élément de distribution 22 est monolithique, ce qui permet de minimiser les accidents le long des voies d'écoulement du fluide.

[0062] L'élément 22 peut être fabriqué par une méthode de fabrication additive, de préférence par projection thermique, ce qui permet de réaliser d'un seul bloc des pièces de géométries complexes. En particulier, on pourra utiliser un procédé de projection à froid dit « *cold spray* ».

[0063] A noter que le procédé de fabrication additive peut aussi être désigné par les termes « impression 3D » ou « impression tridimensionnelle ». La fabrication additive permet de produire un objet réel, en utilisant une imprimante spécifique qui dépose et/ou solidifie de la matière, couche par couche, pour obtenir la pièce finale. L'empilement de ces couches permet de créer un volume.

[0064] L'élément 22 peut aussi être fabriqué par les procédés de fabrication additive suivants:

- le procédé FDM (acronyme de « *Fuse Deposition Modeling* »), qui consiste en un modelage par dépôt de matière en fusion),
- la stéréolithographie (SLA), procédé dans lequel un rayonnement ultraviolet solidifie une couche de plastique liquide, ou
- le frittage sélectif par laser, dans lequel un laser agglomère une couche de poudre.

[0065] De façon alternative, l'élément de distribution 22 peut être fabriqué par fonderie. Ce procédé de fabrication permet de réaliser des pièces de géométries complexes à un coût relativement faible comparé à la fabrication additive. De préférence, l'élément 22 est formé d'un alliage d'aluminium pour fonderie, c'est-à-dire un alliage dont le constituant principal est l'aluminium, de masse volumique inférieure à destiné à être transformé par des techniques de fonderie.

[0066] S'agissant des zones d'échange de chaleur 21 de l'échangeur, celles-ci comprennent avantageusement des structures d'échange thermique 8 disposées entre les plaques 2, comme montré sur la Figure 1. Ces structures ont pour fonction d'augmenter la surface d'échange thermique de l'échangeur et jouent le rôle d'entretoises entre les plaques 2, notamment lors de l'assemblage par brasage de l'échangeur, pour éviter toute déformation des plaques lors de la mise en oeuvre des fluides sous pression.

[0067] De préférence, ces structures comprennent des ondes d'échange thermique 8 qui s'étendent avantageu-

sement suivant la largeur et la longueur des passages de l'échangeur, parallèlement aux plaques 2. Ces ondes 8 peuvent être formées sous forme de tôles ondulées. Dans ce cas, on appelle « ailettes » les jambes d'onde qui relient les sommets et les bases successifs de l'onde. Les structures d'échange 8 peuvent aussi revêtir d'autres formes particulières définies selon les caractéristiques d'écoulement de fluide souhaitées. De manière plus générale, le terme « ailettes » couvre des lames ou autres surfaces secondaires d'échange thermique, qui s'étendent depuis les surfaces primaires d'échange thermiques, c'est-à-dire les plaques de l'échangeur, dans les passages de l'échangeur.

[0068] Au sein d'un passage, l'élément de distribution 22 selon l'invention et la structure d'échange thermique 8 sont de préférence juxtaposées le long de l'axe longitudinal z, c'est-à-dire positionnées bout à bout. Etant noté qu'un faible jeu peut exister entre ces éléments, ceci afin de ne pas boucher les canaux de la zone d'échange 21 qui sont en regard des parois 25 des canaux de la zone de distribution 22. De préférence, la première extrémité 23 de l'élément 22 est agencée bout-à-bout avec au moins une partie du collecteur 7 tandis que la deuxième extrémité 24 est agencée bout-à-bout avec au moins une partie de la structure 8. De préférence, la structure 8, le collecteur 7 et/ou l'élément 22 sont liés par brasage aux plaques 2 et sont liés indirectement entre eux via leurs liaisons respectives avec les plaques 2. Avantageusement, l'élément 22 est assemblé aux plaques 2 par brasage du support 27 aux plaques 2, le support ou fond 27 comprenant au moins une face revêtue d'un agent de brasage. Cette face est positionnée en regard d'une plaque 2 de façon à former une surface de liaison avec ladite plaque 2. De façon alternative ou complémentaire, les plaques 2 présentent en tout ou partie au moins une face revêtue au moins en partie d'une couche d'agent de brasage.

[0069] Afin de montrer l'efficacité d'un élément de distribution 22 selon l'invention pour distribuer de façon uniforme le fluide, des simulations d'écoulement de fluide ont été réalisées avec un élément de distribution selon la Figure 5B.

[0070] Les caractéristiques dimensionnelles de l'élément de distribution 22 étaient les suivantes :

- longueur L1 de l'élément 22 : 85 mm,
- demi-largeur L2/2 de l'élément 22 : 485 mm,
- largeur L3 de la première extrémité 23 formant entrée: 370mm,
- jeu mécanique entre l'élément de distribution 22 et la structure d'échange thermique 8: 2 mm,
- hauteur de l'élément 22: 9,5mm (les parois 25 ayant une hauteur, suivant la direction verticale x de 7,5 mm et le fond 27 ayant une épaisseur de 2 mm),
- épaisseur des parois 25: 2,3 mm.

[0071] S'agissant du fluide, les paramètres de simulation étaient les suivants :

- nature du fluide : azote,
- pression du fluide en sortie de l'élément de distribution 22: 1,2 bar,
- température du fluide à l'entrée du collecteur 7: - 80°C,
- température du fluide à la sortie du collecteur 9: 17°C,
- débit massique de fluide circulant dans le passage de l'échangeur: 100kg/h.

[0072] Les résultats de ces simulations sont présentés sur les Figures 6A, 6B, 6C et 7. Les Figures 6A, 6B et 6C représentent les cartes des vitesses, pressions et températures du fluide s'écoulant au sein des canaux 26 de l'élément de distribution 22. On constate une distribution quasi-homogène du fluide en sortie des canaux 26. La Figure 7 indique l'évolution des valeurs de vitesse dite axiale (« *axial velocity* »), c'est-à-dire suivant la direction longitudinale z, obtenues en sortie de l'élément 22, en fonction de la position suivant la direction latérale y. On part ainsi du centre de l'élément de distribution 22 (position à 0 mm) jusqu'au bord de la deuxième extrémité 23 (position à 485 mm). La distribution des valeurs de vitesses le long de la direction latérale y se caractérise par une déviation standard (ou écart-type) de 0,9% et un écart maximal de 2.8% par rapport à la valeur moyenne de la vitesse dans la zone d'échange, ce qui est bien inférieur aux variations observées avec les éléments de distribution conventionnels pour lesquels les déviations standards sont de l'ordre de 3%. Grâce à l'invention, on réduit donc les variations de vitesse suivant la direction latérale en sortie de la zone de distribution, ce qui permet de répartir de la façon la plus homogène possible le fluide sur toute la largeur de la zone d'échange de chaleur.

[0073] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples particuliers décrits et illustrés dans la présente demande. D'autres variantes ou modes de réalisation à la portée de l'homme du métier peuvent aussi être envisagés sans sortir du cadre de l'invention. A titre d'exemple, d'autres directions et sens d'écoulement des fluides dans l'échangeur sont bien entendu envisageables, sans sortir du cadre de la présente invention. Un élément de distribution selon l'invention peut ainsi être agencé dans toute zone de distribution de l'échangeur, dans une ou plusieurs séries de passage 3, 4, 5 de l'échangeur, en amont et/ou en aval d'un ou plusieurs des collecteurs de l'échangeur. Par exemple, la Figure 5B illustre le cas où un passage d'échangeur comprend deux éléments de distribution selon l'invention agencés de part et d'autre de la zone d'échange de chaleur 21 (schématisée avec une longueur volontairement raccourcie). A noter également que des passages 3, 4, 5 de l'échangeur peuvent aussi bien être formés entre deux plaques 2 successives qu'entre une barre de fermeture 6 de l'échangeur et une plaque 2 immédiatement voisine.

Revendications

1. Echangeur de chaleur (1) du type à plaques et ailettes brasé comprenant :

- 5 - une pluralité de plaques (2) agencées parallèlement entre elles de façon à définir au moins un ensemble de passages (3) pour l'écoulement d'un fluide (F1) destiné à échanger de la chaleur avec au moins un autre fluide (F2), les passages (3) s'étendant suivant une direction longitudinale (z) et une direction latérale (x) perpendiculaire à ladite direction longitudinale (z),
- 10 - chaque passage (3) étant divisé, suivant la direction longitudinale (z), en au moins une zone de distribution (20) et une zone d'échange de chaleur (21),
- 15 - au moins une zone de distribution (20) d'un passage (3) comprenant un élément de distribution (22), ledit élément de distribution (22) comprenant une pluralité de parois séparatrices (25) agencées de manière à diviser ladite zone de distribution (20) en une pluralité de canaux (26) pour l'écoulement du fluide (F1), lesdits canaux (26) définissant des trajets d'écoulement de longueurs différentes et présentant des sections de passage de fluide variables le long desdits trajets d'écoulement,
- 20 dans lequel les parois séparatrices (25) de l'élément de distribution (22) sont solidarisées entre elles par l'intermédiaire d'un support (27), ledit support (27) étant brasé avec une plaque (2) adjacente.

- 35 2. Echangeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les parois séparatrices (25) se projettent depuis le support (27) dans le passage (3).
- 40 3. Echangeur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le support (27) comprend un fond plan (27), les parois séparatrices (25) se projetant perpendiculairement au fond (27).
- 45 4. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une première extrémité (23) formant une entrée ou une sortie pour le fluide (F1) et une deuxième extrémité (24) en communication fluidique avec la zone d'échange de chaleur (21) lorsque l'élément de distribution est agencé dans une zone de distribution (20), chaque paroi séparatrice (25) étant formée d'une même pièce et s'étendant de façon continue depuis la première extrémité (23) jusqu'à la deuxième extrémité (24).
- 50 5. Echangeur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** chaque canal (26) est muni d'une première ouverture (26a) et d'une deuxième ouverture (26b) se situant au niveau des première et deuxième ex-

- trémities (23, 24) respectivement, au moins une première ouverture (26a) présentant une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre première ouverture (26a) et/ou au moins une deuxième ouverture (26b) présentant une section de passage de fluide différente de la section de passage de fluide d'une autre deuxième ouverture (26b).
6. Echangeur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les premières ouvertures (26a) et/ou les deuxièmes ouvertures (26b) d'un même canal (26) présentent des sections de passage de fluide d'autant plus grandes que le trajet d'écoulement défini par ledit canal (26) est long.
7. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** ou plusieurs canaux (26) comprennent des moyens (28) de modification de la résistance linéique à l'écoulement desdits canaux (26).
8. Echangeur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits moyens (28) comprennent une conformation des profils intérieurs desdits canaux (26).
9. Echangeur selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce lesdits moyens (28) comprennent des cloisons (28) agencées au sein desdits canaux (26).
10. Echangeur selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce lesdits moyens (28) comprennent des structures poreuses, par exemple des mousses métalliques, agencées au sein desdits canaux (26).
11. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parois séparatrices (25) présentent, en coupe longitudinale, des profils rectilignes.
12. Echangeur selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les parois séparatrices (25) présentent, en coupe longitudinale, des profils curvilignes prédéterminés.
13. Echangeur selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** lesdits profils curvilignes prédéterminés comprennent au moins un point d'inflexion (P).
14. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de distribution (22) s'étend sur une longueur (L1) suivant une direction longitudinale (z) et sur une largeur (L2) suivant une direction latérale (y), le rapport entre une longueur (L1) et la largeur (L2) étant inférieur à 20%, de préférence compris entre 5 et 10%.

15. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de distribution (22) s'étend sur une longueur (L1) inférieure à 500 mm, de préférence comprise entre 50 et 200 mm.
16. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément de distribution (22) présente une hauteur, mesurée suivant une direction verticale (x) orthogonale aux plaques (2), d'au moins 2 mm, de préférence au moins 5 mm, de préférence une hauteur comprise entre 2 et 15 mm.
17. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de distribution (22) est un élément monolithique, de préférence fabriqué par une méthode de fabrication additive ou par fonderie.

Patentansprüche

1. Gelöteter Wärmeaustauscher (1) vom Typ mit Platten und Rippen, umfassend:
- eine Mehrzahl von Platten (2), die parallel zueinander so angeordnet sind, dass sie mindestens eine Anordnung von Durchgängen (3) zur Strömung eines Fluids (F1) definieren, die dazu bestimmt ist, Wärme mit mindestens einem anderen Fluid (F2) auszutauschen, wobei sich die Durchgänge (3) in einer Längsrichtung (z) und einer seitlichen Richtung (x) senkrecht zur Längsrichtung (z) erstrecken,
 - wobei jeder Durchgang (3) in der Längsrichtung (z) in mindestens eine Verteilungszone (20) und eine Wärmeaustauschzone (21) unterteilt ist,
 - wobei mindestens eine Verteilungszone (20) eines Durchgangs (3) ein Verteilungselement (22) umfasst, wobei das Verteilungselement (22) eine Mehrzahl von Trennwänden (25) umfasst, die so angeordnet sind, dass sie die Verteilungszone (20) in eine Mehrzahl von Kanälen (26) zur Strömung des Fluids (F1) aufteilen, wobei die Kanäle (26) Strömungswege unterschiedlicher Längen definieren und Fluid-Durchgangsquerschnitte aufweisen, die entlang der Strömungswege variabel sind, wobei die Trennwände (25) des Verteilungselements (22) mittels eines Trägers (27) fest miteinander verbunden sind, wobei der Träger (27) mit einer benachbarten Platte (2) verlötet ist.
2. Austauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (25) vom Träger (27) in den Durchgang (3) ragen.

3. Austauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger (27) einen ebenen Boden (27) umfasst, wobei die Trennwände (25) senkrecht zum Boden (27) abstehen.
4. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ein erstes Ende (23), das einen Ein- oder Ausgang für das Fluid (F1) bildet, und ein zweites Ende (24), das mit der Wärmeaustauschzone (21) in Fluidverbindung steht, wenn das Verteilungselement in einer Verteilungszone (20) angeordnet ist, umfasst, wobei jede Trennwand (25) einstückig ausgebildet ist und sich durchgehend von dem ersten Ende (23) bis zum zweiten Ende (24) erstreckt.
5. Austauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kanal (26) mit einer ersten Öffnung (26a) und einer zweiten Öffnung (26b) versehen ist, die sich am ersten bzw. zweiten Ende (23, 24) befinden, wobei mindestens eine erste Öffnung (26a) einen Fluid-Durchgangsquerschnitt aufweist, der sich vom Fluid-Durchgangsquerschnitt einer anderen ersten Öffnung (26a) unterscheidet, und/oder mindestens eine zweite Öffnung (26b) einen Fluid-Durchgangsquerschnitt aufweist, der sich vom Fluid-Durchgangsquerschnitt einer anderen zweiten Öffnung (26b) unterscheidet.
6. Austauscher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Öffnungen (26a) und/oder die zweiten Öffnungen (26b) eines selben Kanals (26) Fluid-Durchgangsquerschnitte aufweisen, die um so größer sind, je länger der Strömungsweg ist, der vom Kanal (26) definiert ist.
7. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere Kanäle (26) Mittel (28) zur Änderung des längenbezogenen Strömungswiderstands der Kanäle (26) umfassen.
8. Austauscher nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (28) eine Ausbildung der Innenprofile der Kanäle (26) umfassen.
9. Austauscher nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (28) Wandungen (28) umfassen, die innerhalb der Kanäle (26) angeordnet sind.
10. Austauscher nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (28) poröse Strukturen umfassen, zum Beispiel Metallschäume, die innerhalb der Kanäle (26) angeordnet sind.
11. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (25) im Längsschnitt geradlinige Profile aufweisen.
12. Austauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (25) im Längsschnitt vorbestimmte krummlinige Profile aufweisen.
13. Austauscher nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorbestimmten krummlinigen Profile mindestens einen Wendepunkt (P) aufweisen.
14. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verteilungselement (22) auf einer Länge (L1) in einer Längsrichtung (z) und auf einer Breite (L2) in einer seitlichen Richtung (y) erstreckt, wobei das Verhältnis zwischen einer Länge (L1) und der Breite (L2) weniger als 20 %, vorzugsweise zwischen 5 und 10 % beträgt.
15. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verteilungselement (22) auf einer Länge (L1) unter 500 mm, vorzugsweise zwischen 50 und 200 mm erstreckt.
16. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilungselement (22) eine Höhe, gemessen in einer vertikalen Richtung (x) orthogonal zu den Platten (2), von mindestens 2 mm, vorzugsweise mindestens 5 mm, vorzugsweise eine Höhe zwischen 2 und 15 mm aufweist.
17. Austauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilungselement (22) ein monolithisches Element ist, das vorzugsweise mittels eines additiven Fertigungsverfahrens oder Gusstechnik gefertigt ist.

Claims

1. Heat exchanger (1) of the brazed plate and fin type, comprising:
- a plurality of plates (2) arranged in a mutually parallel manner so as to define at least one set of passages (3) for a fluid (F1) intended to exchange heat with at least one other fluid (F2) to flow through, the passages (3) extending in a longitudinal direction (z) and a lateral direction (x) perpendicular to said longitudinal direction (z),
 - each passage (3) being divided, in the longitudinal direction (z), into at least one distribution

- zone (20) and one heat-exchange zone (21),
 - at least one distribution zone (20) of a passage (3) comprising a distribution element (22), said distribution element (22) comprising a plurality of dividing walls (25) arranged so as to divide said distribution zone (20) into a plurality of channels (26) for the fluid (F1) to flow through, said channels (26) defining flow paths of different lengths and having variable passage sections for fluid along said flow paths, wherein the dividing walls (25) of the distribution element (22) are secured together via a support (27), said support (27) being brazed to an adjacent plate (2).
2. Heat exchanger according to Claim 1, **characterized in that** the dividing walls (25) project from the support (27) into the passage (3).
 3. Heat exchanger according to Claim 2, **characterized in that** the support (27) comprises a flat bottom (27), the dividing walls (25) projecting perpendicularly to the bottom (27).
 4. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a first end (23) forming an inlet or an outlet for the fluid (F1) and a second end (24) fluidically connected to the heat-exchange zone (21) when the distribution element is arranged in a distribution zone (20), each dividing wall (25) being formed from a single part and extending continuously from the first end (23) to the second end (24).
 5. Heat exchanger according to Claim 4, **characterized in that** each channel (26) is provided with a first opening (26a) and a second opening (26b) situated at the first and second ends (23, 24), respectively, at least one first opening (26a) having a passage section for fluid that is different than the passage section for fluid of another first opening (26a), and/or at least one second opening (26b) having a passage section for fluid that is different than the passage section for fluid of another second opening (26b).
 6. Heat exchanger according to Claim 5, **characterized in that** the first openings (26a) and/or the second openings (26b) of one and the same channel (26) have passage sections for fluid that are larger the longer the flow path defined by said channel (26).
 7. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** one or more channels (26) comprise means (28) for modifying the linear flow resistance of said channels (26).
 8. Heat exchanger according to Claim 7, **characterized in that** said means (28) comprise a shape of the interior profiles of said channels (26).
 9. Heat exchanger according to either of Claims 7 and 8, **characterized in that** said means (28) comprise partitions (28) arranged within said channels (26).
 10. Heat exchanger according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** said means (28) comprise porous structures, for example metal foams, arranged within said channels (26).
 11. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the dividing walls (25) have rectilinear profiles in longitudinal section.
 12. Heat exchanger according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the dividing walls (25) have predetermined curvilinear profiles in longitudinal section.
 13. Heat exchanger according to Claim 12, **characterized in that** said predetermined curvilinear profiles comprise at least one inflection point (P).
 14. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distribution element (22) extends along a length (L1) in a longitudinal direction (z) and across a width (L2) in a lateral direction (y), the ratio between a length (L1) and the width (L2) being less than 20%, preferably between 5 and 10%.
 15. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distribution element (22) extends along a length (L1) less than 500 mm, preferably between 50 and 200 mm.
 16. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distribution element (22) has a height, measured in a vertical direction (x) orthogonal to the plates (2), of at least 2 mm, preferably at least 5 mm, preferably a height of between 2 and 15 mm.
 17. Heat exchanger according to one of the preceding claims, **characterized in that** the distribution element (22) is a monolithic element, preferably manufactured by an additive manufacturing method or by casting.

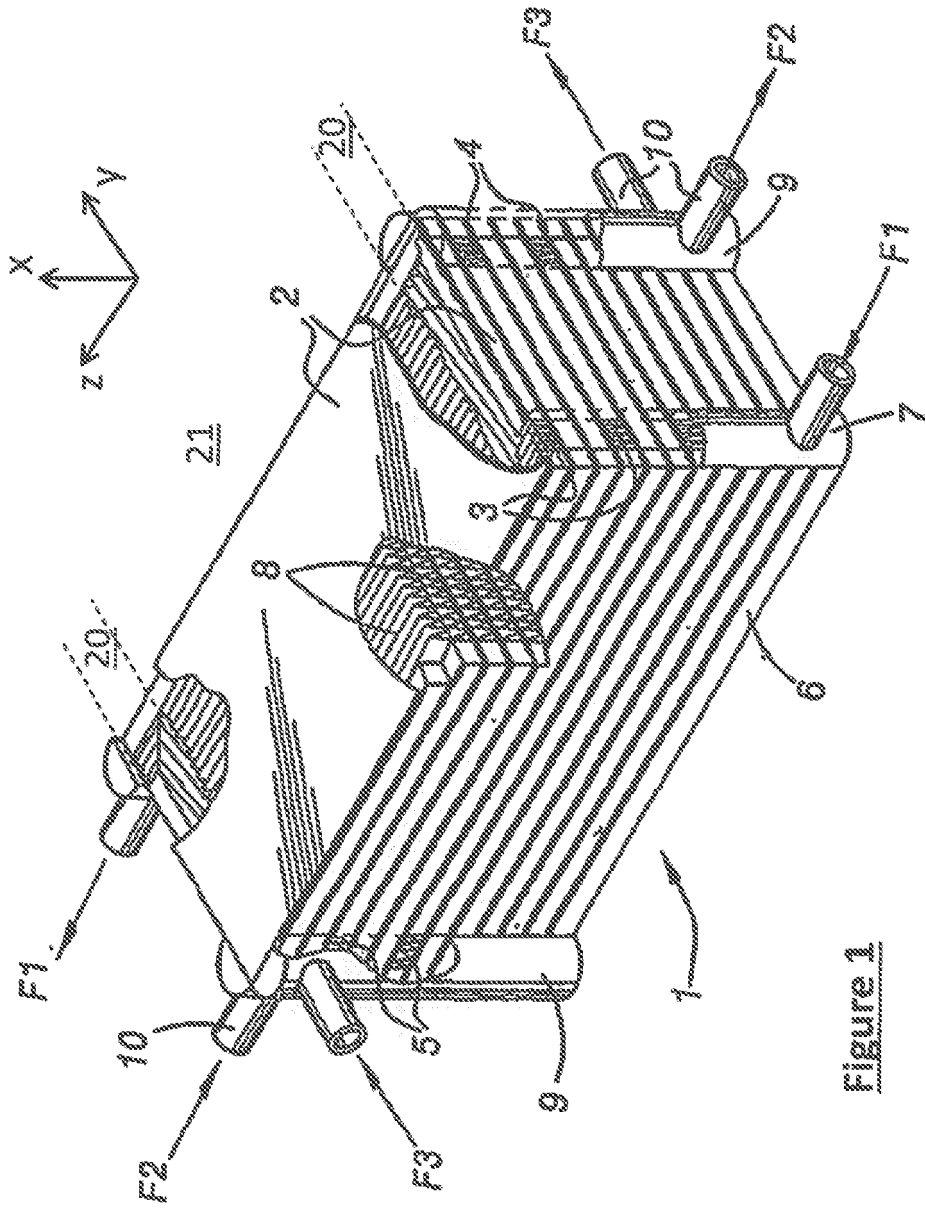


Figure 1

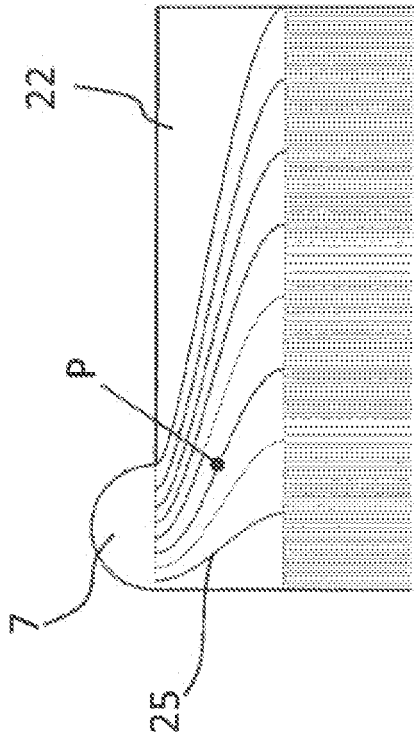


Figure 3A

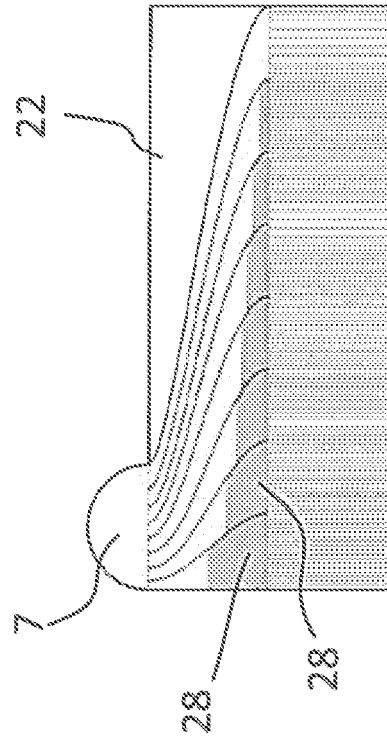
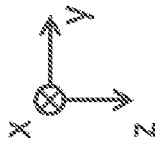


Figure 3B



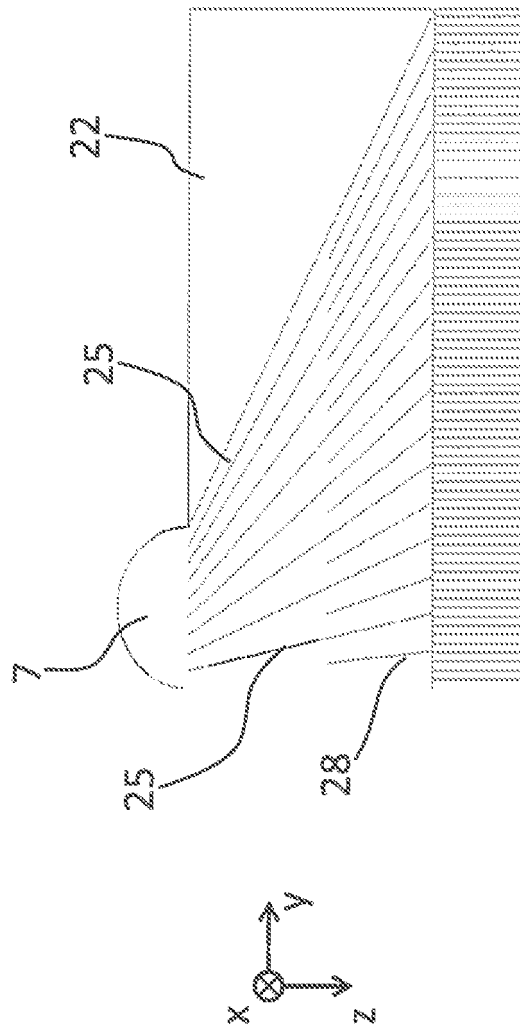
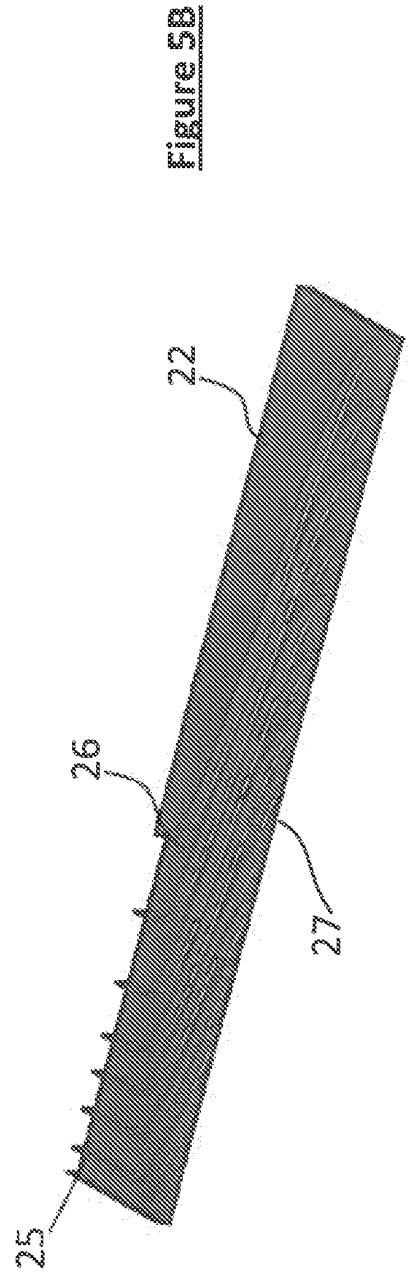
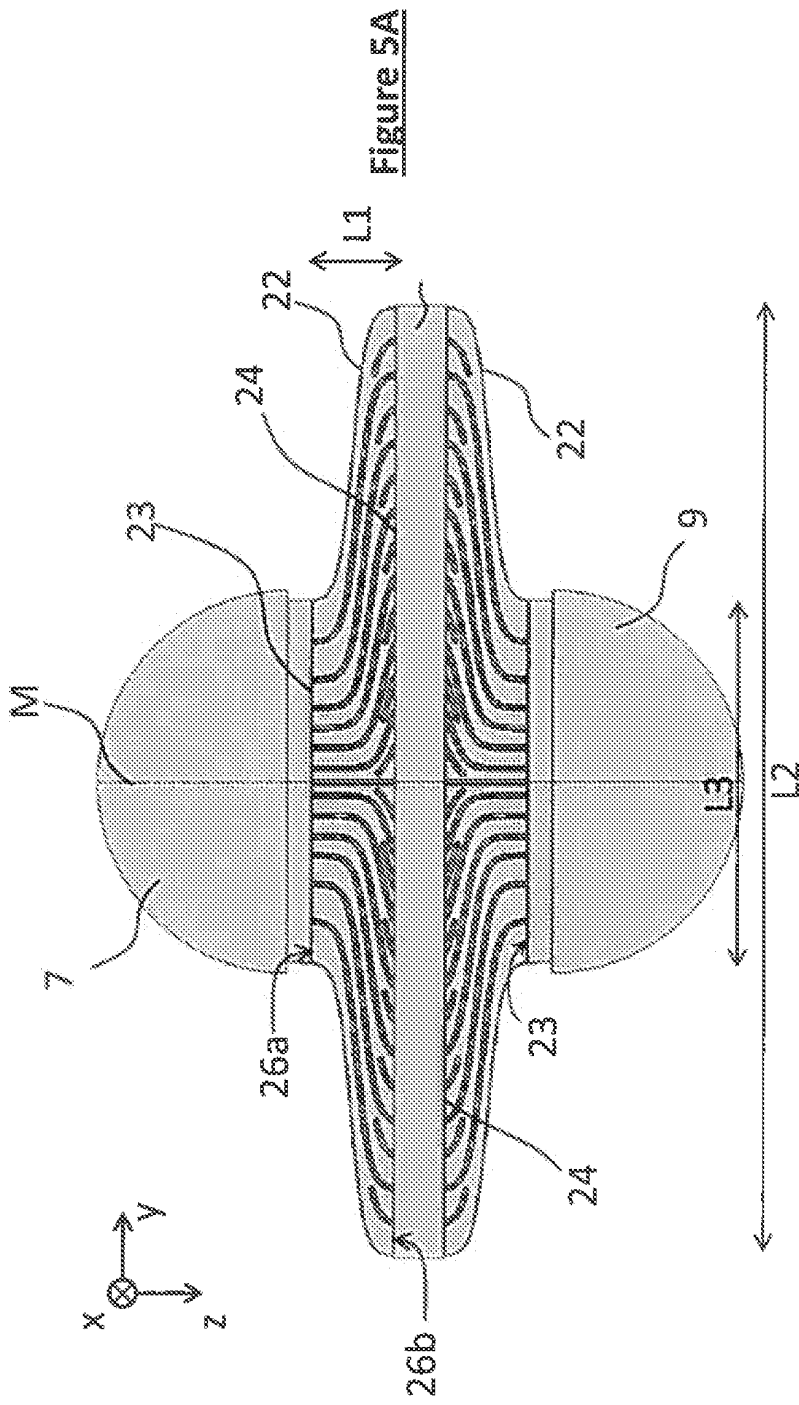


Figure 4



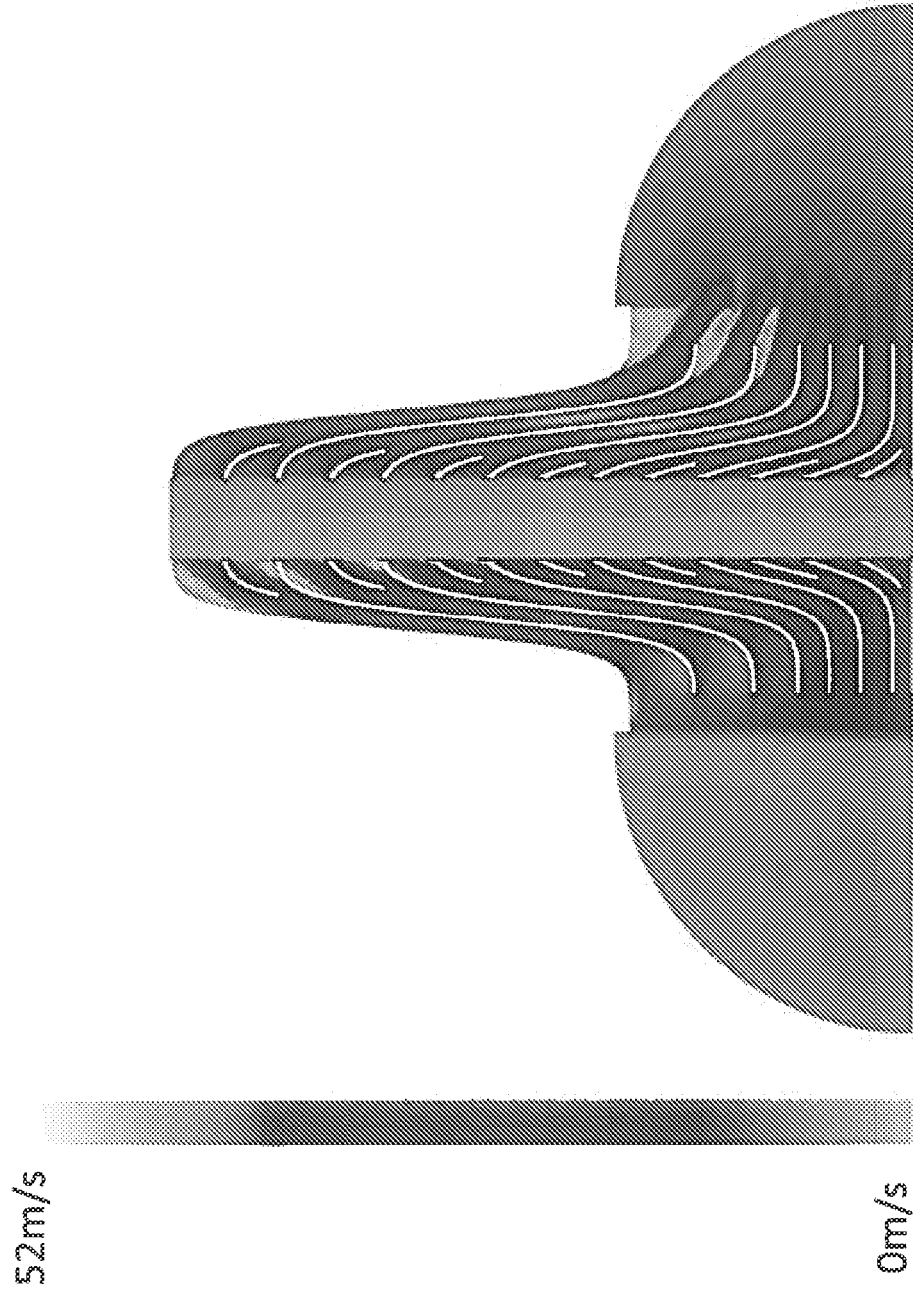


Figure 6A

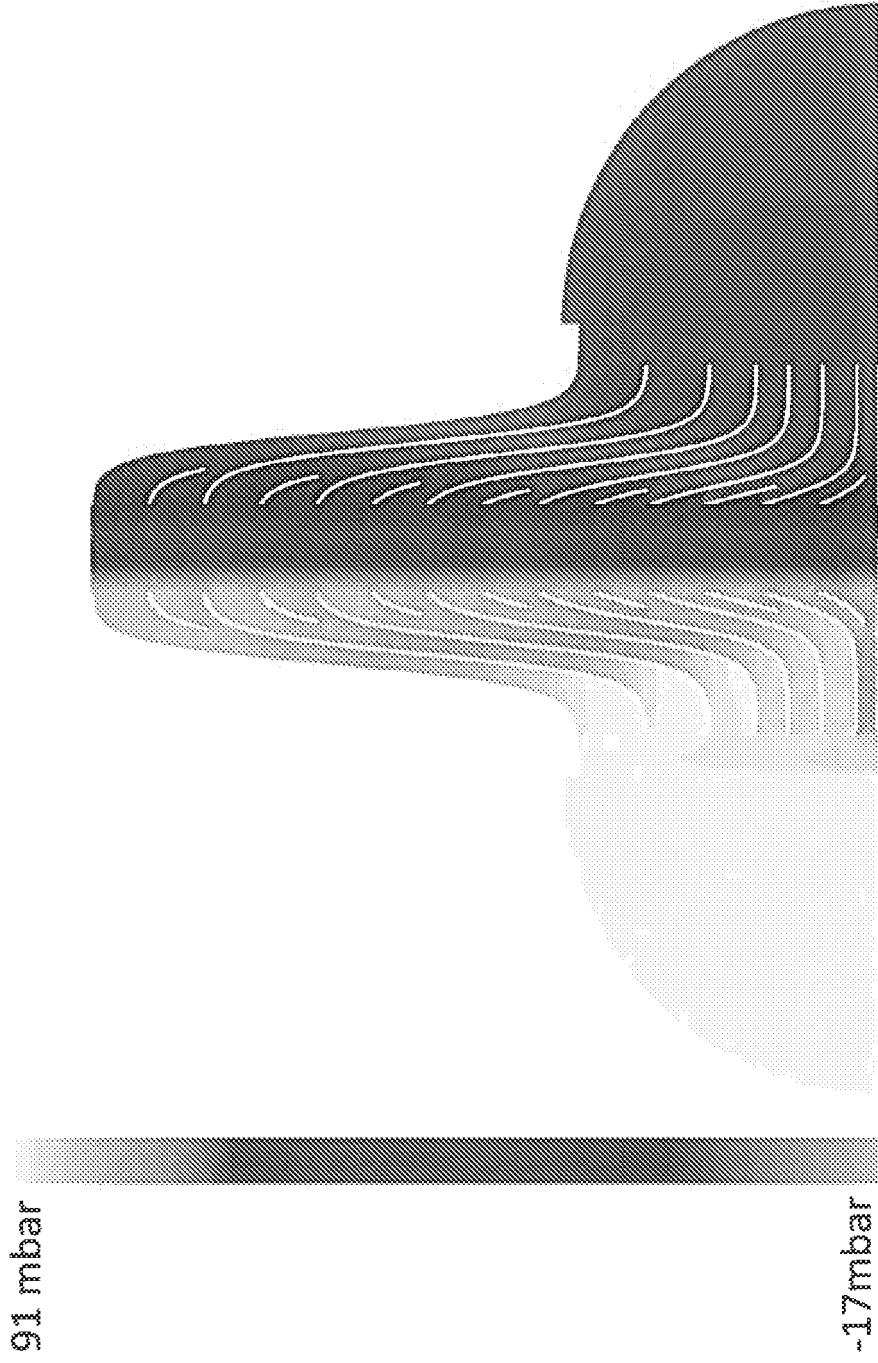


Figure 6B

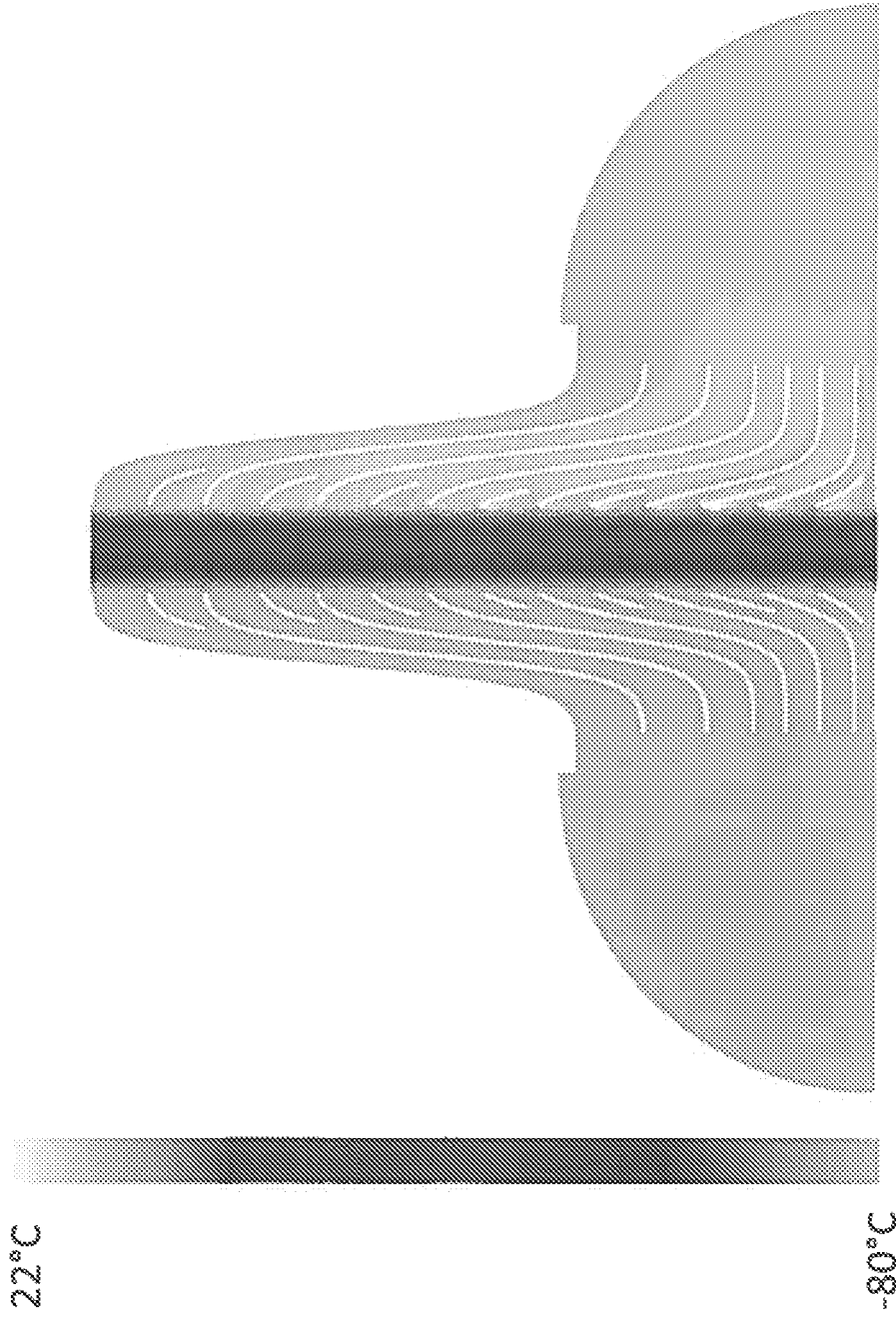


Figure 6C

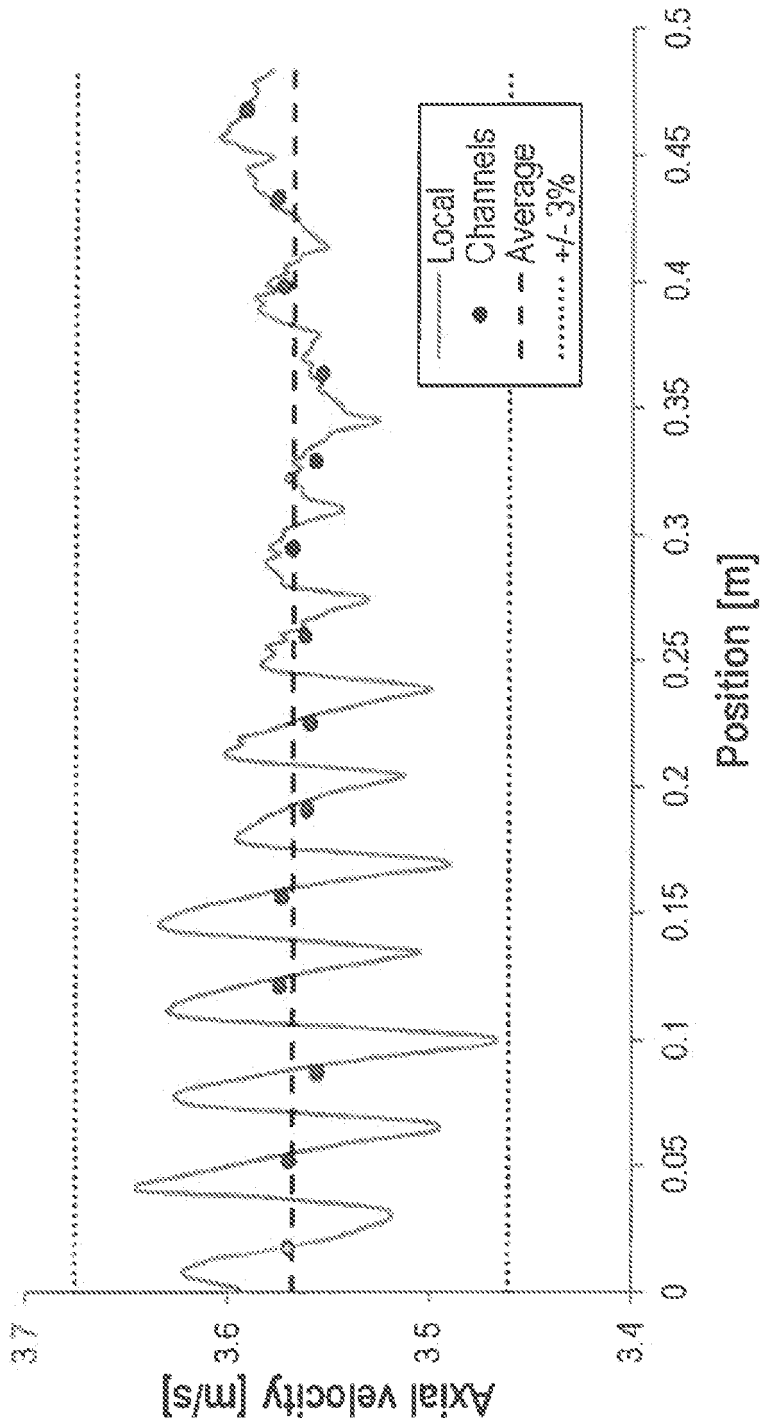


Figure 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 6044902 B [0007]
- EP 0507649 A [0007]
- EP 3150952 A [0007]