



(11) **EP 3 447 432 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.08.2021 Bulletin 2021/32

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 ^(2006.01) **F28F 21/06** ^(2006.01)
F28D 1/047 ^(2006.01) **F28F 1/02** ^(2006.01)
F28F 1/06 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18189631.7**

(22) Date de dépôt: **17.08.2018**

(54) **PLAQUE D'ÉCHANGE THERMIQUE À MICROCANAUx COMPORTANT UN ÉLÉMENT
D'ASSEMBLAGE EN BORDURE DE PLAQUE**

WÄRMETAUSCHERPLATTE MIT MIKROKANÄLEN, DIE EIN MONTAGELEMENT FÜR DEN RAND
DER PLATTE UMFASST

HEAT EXCHANGE PLATE MEMBER HAVING MICROCHANNELS COMPRISING A PLATE-EDGE
ASSEMBLY 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: **23.08.2017 FR 1757835**

(43) Date de publication de la demande:
27.02.2019 Bulletin 2019/09

(73) Titulaire: **Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **GRUSS, Jean-Antoine**
38170 Seyssinet (FR)
• **PRA, Franck**
38450 Le Gua (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(56) Documents cités:
DE-B3-102006 015 568 DE-U1-202010 014 956
FR-A1- 2 923 589 FR-A1- 3 030 029
US-A- 5 582 241

EP 3 447 432 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

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des échangeurs de chaleur ou échangeurs thermiques, notamment des échangeurs thermiques à plaques en polymère.

[0002] L'invention trouve des applications dans différents domaines de l'industrie, et notamment pour des technologies développant une grande surface d'échange thermique par unité de volume tout en conservant des pertes de charge hydrauliques raisonnables. Par exemple, l'invention peut être appliquée pour réaliser un échangeur gaz/liquide de type radiateur, un échangeur liquide/liquide, notamment avec fluides corrosifs, un évaporateur ou un condenseur, un échangeur disposé sur le mur d'un bâtiment, un échangeur de type radiateur en convection naturelle, un échangeur liquide/gaz embarqué pour aéronautique et aérospatial, entre autres.

[0003] Ainsi, l'invention propose une plaque d'échange thermique à microcanaux comportant en bordure un élément d'assemblage à une autre plaque, un dispositif d'échange thermique comportant au moins une telle plaque, ainsi qu'un procédé de fabrication associé d'une telle plaque d'échange thermique. Une plaque d'échange thermique selon le préambule de la revendication 1 est connue de FR 3030029.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0004] Les échangeurs de chaleur ou échangeurs thermiques à microcanaux comportent une enveloppe munie d'une pluralité de microcanaux dans lesquels circule un fluide. Le fluide peut être sous forme liquide et gazeuse changeant de phase, ou le fluide est sous forme liquide ou sous forme gazeuse. La surface extérieure de l'enveloppe échange de la chaleur avec l'environnement extérieur par convection. Par exemple, une circulation d'air permet d'évacuer ou de fournir de la chaleur. La surface extérieure de l'enveloppe peut être munie d'ailettes pour augmenter la surface d'échange avec l'environnement extérieur.

[0005] Ce type d'échangeur thermique est par exemple utilisé dans des évaporateurs ou des condenseurs des machines thermiques à compression mécanique de fluide frigorigène.

[0006] La demande de brevet américain US 2011/0139420 A1 décrit un exemple d'échangeur de chaleur à microcanaux destiné à être mis en oeuvre dans un dispositif de climatisation. L'échangeur de chaleur comporte des tubes plats disposés parallèlement les uns par rapports aux autres, chaque tube comportant une pluralité de microcanaux. Les microcanaux sont connectés en parallèle à une alimentation commune et à une évacuation commune. Les tubes sont par exemple réalisés en aluminium par extrusion. Les tubes sont torsadés. De l'air circule entre les tubes. Des ailettes sont

prévues entre les tubes pour favoriser les échanges thermiques avec l'air circulant entre les tubes. L'air circule entre les tubes et les ailettes. La présence des ailettes provoque un encrassement des passages entre les tubes et les ailettes, et l'apparition d'une perte de charge au sein du dispositif et donc une baisse d'efficacité du dispositif d'échange thermique. De plus, ce dispositif comporte de nombreuses pièces à gérer et à assembler. En outre les connexions thermiques entre les tubes et les ailettes sont délicates à réaliser afin d'obtenir une bonne connexion thermique entre les tubes et les ailettes. Le coût de fabrication de ce dispositif est donc élevé.

[0007] La demande internationale WO 2016/097032 A1 décrit un autre exemple d'échangeur thermique multicanaux à plaques ondulées. Chaque plaque comprend des bandes entre deux bords de la plaque selon une première direction et disposées côte à côte selon une deuxième direction. Chaque bande comporte au moins un canal de circulation d'un fluide s'étendant d'un bord à l'autre de la plaque, et présente une ondulation comprenant des sommets et des creux, permettant de délimiter des chemins de circulation d'un autre fluide. Cette réalisation peut toutefois s'avérer complexe à réaliser et peut ne pas être optimale en termes de performances thermo-hydrauliques.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0008] L'invention a pour but de remédier au moins partiellement aux besoins mentionnés précédemment et aux inconvénients relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0009] L'invention a ainsi pour objet, une plaque d'échange thermique pour dispositif d'échange thermique entre un premier fluide et un deuxième fluide selon la revendication 1.

[0010] De façon avantageuse, la plaque d'échange thermique ne nécessite pas la mise en oeuvre d'ailettes, la fabrication peut donc être sensiblement simplifiée. De plus, les problèmes d'encrassement sont réduits, ce qui permet de maintenir un certain niveau d'efficacité. Par ailleurs, les ondulations des bandes créent une tortuosité favorable aux échanges thermiques entre le premier fluide circulant dans les microcanaux et la plaque. En outre, elles génèrent une importante surface d'échange thermique entre la plaque et le deuxième fluide.

[0011] En d'autres termes, la plaque d'échange thermique comporte des microcanaux pour un premier fluide, la plaque étant mise en forme de sorte à définir des canaux virtuels de circulation d'un deuxième fluide dans une direction normale à celle des canaux. La présence de chemins de circulation ou d'écoulement s'étendant selon la deuxième direction normale à la première direction selon laquelle s'étendent les microcanaux assure un écoulement important d'air avec une faible perte de charge tout en assurant l'existence d'obstacles entre les canaux virtuels, ces obstacles permettant de casser les couches limites sur la structure, provoquant l'apparition

de turbulences bénéfiques au développement de coefficient d'échange thermique par convection sur la surface de la plaque.

[0012] La plaque thermique selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniques possibles.

[0013] De façon préférentielle, chaque bande présente une structure alvéolaire, présentant deux parois sensiblement parallèles formant les faces supérieure et inférieure de la bande, s'étendant selon la première direction, et une pluralité de cloisons internes, sensiblement parallèles les unes aux autres et perpendiculaires aux deux parois, reliant les parois entre elles, de sorte à définir une pluralité de microcanaux, chaque canal formant une alvéole correspondant à l'espace entre deux cloisons successives et les deux parois.

[0014] Chaque boîte d'extrémité creuse peut comporter des faces latérales ouvertes, s'étendant perpendiculairement au plan, et des faces supérieure et inférieure fermées, s'étendant selon le plan, pour permettre un écoulement du premier fluide selon la deuxième direction.

[0015] En variante, chaque boîte d'extrémité creuse peut comporter des faces latérales fermées, s'étendant perpendiculairement au plan, et des faces supérieure et inférieure ouvertes, s'étendant selon le plan, pour permettre un écoulement du premier fluide selon une troisième direction verticale, les première, deuxième et troisième directions formant un trièdre direct.

[0016] En outre, chaque bande est préférentiellement réalisée en un matériau polymère et fabriquée par extrusion et mise en forme.

[0017] La réalisation d'une bande par extrusion se fait avantageusement au moyen d'une extrudeuse dont la filière est équipée d'une filière de calibrage, cette filière de calibrage permettant particulièrement de conférer à la matière extrudée une structure alvéolaire.

[0018] Toutes les bandes peuvent présenter la même ondulation, les ondulations de deux bandes adjacentes étant déphasées, le déphasage étant tel qu'un creux d'une bande est aligné avec un sommet de la bande adjacente dans la deuxième direction.

[0019] Le profil général de l'ondulation des bandes peut être une courbe sinusoïdale. En variante, préférentiellement, le profil général de l'ondulation des bandes peut être en arc de cercle, comprenant une juxtaposition de courbes élémentaires en forme de « S », chacune formée par la réunion de deux demi-cercles inversés l'un par rapport à l'autre.

[0020] De préférence, les bandes peuvent avoir une épaisseur comprise entre 0,5 et 3 mm. Une paroi, formée par la face supérieure, la face inférieure ou une cloison d'une bande, peut avoir une épaisseur comprise entre 0,2 et 1 mm, préférentiellement égale à environ 0,3 mm.

[0021] La hauteur du ou des canaux peut être comprise entre 0,5 et 3 mm, étant préférentiellement égale à environ 1 mm. De même, la largeur du ou des canaux peut

être comprise entre 0,5 et 3 mm, étant préférentiellement égale à environ 1 mm.

[0022] Chaque bande peut comporter entre 4 et 50 canaux, et préférentiellement environ 10 canaux.

[0023] Le pas de l'ondulation des bandes, correspondant à la distance entre deux sommets successifs de la bande, peut être compris entre 10 et 30 mm, étant préférentiellement égal à environ 20 mm.

[0024] De plus, chaque bande peut comporter entre 4 à 50 ondulations, et notamment environ 6 ondulations.

[0025] L'angle d'ondulation, défini comme l'angle formé par la tangente à la courbure d'un sommet de la bande par rapport au plan d'étendu de la bande, peut être compris entre 10 et 80°, étant par exemple égal à environ 30°.

[0026] De préférence, les sommets des bandes sont situés d'un côté du plan de la plaque d'échange thermique et les creux sont situés d'un autre côté du plan de la plaque d'échange thermique.

[0027] Par ailleurs, l'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif d'échange thermique ou échangeur thermique, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une plaque d'échange thermique telle que définie précédemment.

[0028] Le dispositif d'échange thermique selon l'invention comportant au moins une plaque d'échange thermique présente une très grande compacité d'échange thermique en termes de mètre carré de surface d'échange primaire ramenée au volume de la structure.

[0029] De manière avantageuse, le dispositif d'échange thermique comporte plusieurs plaques empilées les unes sur les autres selon la troisième direction verticale définie précédemment. De nouveaux canaux virtuels sont alors définis entre les bandes des plaques qui s'entrecroisent. En fonction de l'orientation des plaques les unes par rapport aux autres et de la distance entre les plaques, il est possible d'adapter très facilement l'échangeur thermique aux conditions de fonctionnement des échangeurs et à la compacité requise. En effet, la section des chemins de circulation ou d'écoulement peut être variée aisément, modifiant les pertes de charge au travers de l'empilement et la taille de l'empilement.

[0030] Les plaques d'échange thermique du dispositif d'échange thermique peuvent être identiques. Elles peuvent être orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que chaque sommet d'une plaque d'échange thermique soit en appui contre un creux d'une autre plaque d'échange thermique.

[0031] Les plaques d'échange thermique peuvent, le cas échéant, être solidarisées entre elles par des points de soudure ou de colle au niveau d'un creux et d'un sommet, de deux sommets ou de deux creux.

[0032] En outre, l'invention a également pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique telle que définie précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) fabrication par extrusion de bandes, notamment

en polymère, munies d'au moins un canal,
 b) mise en forme de chaque bande par déformation à chaud de sorte à réaliser une ondulation de la bande permettant l'obtention d'une bande gaufrée,
 c) fixation d'au moins un élément d'assemblage à chaque extrémité de chaque bande pour permettre l'assemblage de plaques d'échange thermique les unes aux autres.

[0033] En variante, ledit un élément d'assemblage peut former une boîte d'extrémité creuse à l'intérieur de laquelle débouchent le ou les canaux destinés à la circulation du premier fluide, formée par surmoulage au niveau des extrémités de chaque bande.

[0034] La plaque d'échange thermique, le dispositif d'échange thermique et le procédé de fabrication selon l'invention peuvent comporter l'une quelconque des caractéristiques énoncées dans la description, prises isolément ou selon toutes combinaisons techniquement possibles avec d'autres caractéristiques.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0035] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs de celle-ci, ainsi qu'à l'examen des figures, schématiques et partielles, du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'une bande pour une première variante d'une plaque d'échange thermique conforme à l'invention,
- la figure 2 est une vue agrandie et partielle de la figure 1,
- la figure 3 est une vue partielle en perspective d'un exemple d'élément d'assemblage sous forme d'intercalaire pour une variante de plaque d'échange thermique ne faisant pas partie de l'invention,
- la figure 4 représente, en perspective, un exemple de dispositif d'échange thermique obtenu par la superposition de plaques d'échange thermique selon une variante ne faisant pas partie de l'invention,
- la figure 5 est une vue agrandie et partielle de la figure 4,
- les figures 6 et 7 sont des vues en perspective d'exemples distincts de réalisation de bande pour une variante d'une plaque d'échange thermique conforme à l'invention,
- la figure 8 représente, en perspective, un exemple de dispositif d'échange thermique obtenu par la superposition de plaques d'échange thermique selon une deuxième variante, et
- la figure 9 est vue partielle et agrandie, de face, de la figure 8.

[0036] Dans l'ensemble de ces figures, des références identiques peuvent désigner des éléments identiques ou

analogues.

[0037] De plus, les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0038] Il est précisé que, dans la description qui va suivre de deux exemples de réalisation particuliers de l'invention, chaque bande est obtenue à partir d'un matériau polymère et fabriquée par extrusion et mise en forme à chaud pour former l'ondulation.

[0039] De plus, de façon commune aux deux modes de réalisation décrits ci-après, chaque plaque d'échange thermique 2 permet l'échange thermique entre un premier fluide et un deuxième fluide, par exemple de l'air. La plaque d'échange thermique 2 s'étend dans un plan P et comprend au moins deux bandes B1 et B2 s'étendant entre un premier bord 4 et un deuxième bord 6 de la plaque d'échange thermique 2, opposé au premier bord 4, selon une première direction X.

[0040] Les bandes B1, B2 sont disposées l'une à côté de l'autre selon une deuxième direction Y, perpendiculaire à la première direction X, chacune des bandes B1, B2 comportant des canaux 5 s'étendant du premier bord 4 au deuxième bord 6 et débouchant dans le premier bord 4 et le deuxième bord 6, pour la circulation du premier fluide. En outre, les bandes B1, B2 présentent chacune une ondulation comprenant des sommets 9 et des creux 7, deux bandes B1, B2 directement voisines étant disposées relativement l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'un sommet 9 d'une bande B1 et un sommet 9 de la bande B2 directement voisine soient décalés suivant la première direction X et de telle sorte que, suivant la deuxième direction Y, le sommet 9 d'un bande B1 et le creux 7 de la bande B2 directement voisine délimitent des chemins de circulation C1, C2 du deuxième fluide, comme visible sur les figures 4 et 8.

[0041] Selon l'invention, chaque plaque d'échange thermique 2 comporte au moins un élément d'assemblage 12 sur chacun de ses premier 4 et deuxième 6 bords, solidarisé aux bandes B1, B2 permettant l'assemblage de la plaque d'échange thermique 2 avec une ou plusieurs autres plaques d'échange thermique 2 au sein du dispositif d'échange thermique 10. Deux réalisations possibles d'un élément d'assemblage 11, ne faisant pas partie de l'invention, et 12, selon l'invention sont ainsi décrites par la suite.

[0042] Plus précisément, en référence aux figures 1 à 5, on a illustré une variante de réalisation ne faisant pas partie de l'invention.

[0043] Selon cette variante, plusieurs bandes B sont réalisées individuellement à partir d'un matériau polymère par extrusion.

[0044] La réalisation d'une bande B par extrusion se fait au moyen d'une extrudeuse dont la filière est équipée d'une filière de calibrage permettant de conférer à la ma-

tière extrudée une structure alvéolaire, comme représenté sur les figures 1 et 2.

[0045] Plus particulièrement, la bande B présente deux parois sensiblement parallèles formant les faces supérieure Bs et inférieure Bi de la bande B, s'étendant selon la première direction X, et une pluralité de cloisons internes 23, sensiblement parallèles les unes aux autres et perpendiculaires aux deux parois Bs et Bi, reliant les parois entre elles, de sorte à définir une pluralité de microcanaux 5, chacun d'entre eux formant une alvéole correspondant à l'espace entre deux cloisons 23 successives et les deux parois Bs et Bi. De préférence, chaque bande B présente ainsi plusieurs microcanaux 5 parallèles répartis le long de la deuxième direction Y, perpendiculaire à la première direction X.

[0046] Par exemple, comme représentées sur la figure 2, la hauteur h_c des microcanaux 5 est comprise entre 0,5 et 3 mm, étant par exemple de l'ordre de 1 mm. La largeur l_c des microcanaux est de même comprise entre 0,5 et 3 mm, étant par exemple de l'ordre de 1 mm. De façon plus générale, chaque microcanal 5 peut présenter un diamètre hydraulique compris entre 0,5 mm et 10 mm.

[0047] De plus, chaque bande B peut comporter de 4 à 50 microcanaux, et préférentiellement de l'ordre de 10 microcanaux. Chaque bande B peut présenter une épaisseur de paroi comprise entre 0,2 et 1 mm, par exemple égale à environ 0,3 mm.

[0048] Par ailleurs, après extrusion, chaque bande B est mise en forme (gaufrage) par déformation à chaud afin de réaliser une ondulation entre les extrémités longitudinales de chaque bande B. De préférence, cette ondulation est périodique.

[0049] L'ondulation est avantageusement la même pour toutes les bandes B. Toutefois, les ondulations de deux bandes adjacentes sont déphasées au niveau de la plaque d'échange thermique 2, de sorte qu'un creux 7 d'une bande soit aligné avec un sommet 9 de la bande adjacente dans la deuxième direction Y. Ainsi, comme visible sur la figure 4 par exemple, des chemins de circulation C1, C2 de section maximale sont délimités.

[0050] L'ondulation peut correspondre à une courbe sinusoïdale. De préférence, l'ondulation est en arc de cercle, comprenant une juxtaposition de courbes élémentaires en forme de « S », chacune formée par la réunion de deux demi-cercles inversés l'un par rapport à l'autre.

[0051] Comme visible sur la figure 1, le pas p_o de l'ondulation, correspondant à la distance entre deux sommets 9 successifs, peut par exemple être compris entre 10 et 30 mm, étant préférentiellement de l'ordre de 20 mm. De plus, chaque bande B peut comporter entre 4 et 50, préférentiellement 6, ondulations. Enfin, l'angle de l'ondulation α , qui représente l'inclinaison d'une ondulation par rapport à l'horizontal formé par la première direction X, est par exemple compris entre 10 et 80°, étant préférentiellement de l'ordre de 30°.

[0052] L'ondulation de chaque bande B peut être réalisée par une opération en sortie de filière, alors que le

profil est encore plastique sur une bande extrudée de largeur appropriée.

[0053] En variante, on peut réaliser cette opération d'ondulation sur une bande découpée dans une plaque extrudée de grande largeur. Cette bande est alors réchauffée par air chaud, infrarouge, etc..., ou tout autre moyen connu de l'Homme du métier, pour atteindre un état plastique, puis être déformée par calandrage sur un outillage de forme.

[0054] Par ailleurs, chaque bande B obtenue comporte une première portion plane 13 formant au moins en partie le premier bord 4 de la plaque d'échange thermique 2 à former et une deuxième portion plane 14 formant au moins en partie le deuxième bord 6 de la plaque d'échange thermique 2 à former.

[0055] Une fois les bandes B obtenues, telles que représentées sur les figures 1 et 2, des éléments d'assemblage 11 tels que représentés sur la figure 3 sont utilisés, ceux-ci étant solidarisés aux première 13 et deuxième 14 portions planes de chaque bande B.

[0056] Ces éléments d'assemblage 11 forment des éléments d'assemblage intercalaires 11 qui, comme visible sur la figure 4 représentant le dispositif d'échange thermique 10 obtenu selon un exemple de mise en oeuvre ne faisant pas partie de l'invention, sont positionnés entre deux plaques d'échange thermique 2 adjacentes verticalement, s'étendant sur tout le bord des plaques.

[0057] Chaque élément d'assemblage intercalaire 11 comporte une face supérieure 11s s'étendant selon le plan P tel que défini par la suite en lien avec la figure 8, destinée à être solidarisée par soudure à une première plaque d'échange thermique 2, et une face inférieure 11i s'étendant selon le plan P, destinée à être solidarisée par soudure à une deuxième plaque d'échange thermique 2, les première et deuxième plaques étant au contact l'une de l'autre. Comme visible sur la figure 5, au sein d'une même plaque d'échange thermique 2, plusieurs bandes B peuvent être soudées ensemble le long de lignes de soudure Ls pour augmenter le nombre de microcanaux 5 selon la deuxième direction Y, tandis que préférentiellement les éléments intercalaires 11 sont en une seule partie le long de la deuxième direction Y, un même élément intercalaire 11 étant ainsi disposé sur au moins deux bandes B soudées entre elles.

[0058] La soudure permet d'assurer l'étanchéité entre les bandes ondulées B et les éléments intercalaires 11. Elle est réalisée alors que les éléments intercalaires 11 et les bandes B sont situés dans un outillage de positionnement. La soudure peut notamment consister en la fusion des parois adjacentes, que ce soient les parois extérieures des bandes ou les nervures 15 des éléments intercalaires 11. Cette soudure est réalisée par air chaud, par panneaux radiants dans l'infrarouge, par laser ou par toute autre technique connue de l'Homme du métier pour réaliser ce type de soudure.

[0059] Suivant le dispositif de soudure utilisé, l'ensemble peut être soudé en une seule opération, ou en faisant

déplacer une source de soudure à une vitesse prédéterminée devant les pièces à souder. Il est également possible de disposer d'un dispositif de soudure fixe et de faire déplacer l'assemblage comprenant les pièces à souder.

[0060] Par ailleurs, comme visible sur la figure 3, chaque élément intercalaire 11 comporte, sur ses deux faces latérales 11l, deux nervures 15 s'étendant perpendiculairement à la face latérale 11l correspondante et sur toute la longueur de la face latérale 11l selon la deuxième direction Y. Aussi, chaque élément intercalaire 11 comporte quatre nervures 15 formées aux intersections entre les faces latérales 11l et les faces supérieure 11s et inférieure 11i dans le prolongement selon la deuxième direction Y des faces supérieure 11s et inférieure 11i.

[0061] Ces éléments intercalaires 11 peuvent avantageusement être réalisés en un matériau polymère. Les nervures 15, ou encore désignées comme étant des « dents », peuvent être formées d'un côté ou des deux côtés, comme ici, de l'élément intercalaire 11. Elles peuvent être réalisées soit directement par extrusion, soit en variante par usinage. De façon avantageuse, ces nervures 15 permettent de faciliter la soudure des éléments intercalaires 11 avec les bandes B.

[0062] A titre d'exemples, comme visible sur la figure 3, la hauteur h_z d'une nervure 15, soit sa dimension selon la troisième direction Z, peut être de l'ordre de 0,30 mm. De même, la largeur l_x d'une nervure 15, soit sa dimension selon la première direction X, peut être de l'ordre de 0,5 mm. De plus, la hauteur h_i de l'élément intercalaire 11 entre deux nervures 15 situées sur une même face latérale 11l respectivement dans le prolongement de la face supérieure 11s et de la face inférieure 11i, correspondant à la dimension selon la troisième direction Z entre ces deux nervures 15, peut être de l'ordre de 3,20 mm. Enfin, la largeur l_i d'un élément intercalaire 11 comprenant deux nervures 15 opposées sur les faces latérales 11l, correspondant à la dimension selon la première direction X de l'élément intercalaire 11 comprenant deux nervures 15, peut être de l'ordre de 11 mm.

[0063] En référence maintenant aux figures 6 à 9, on a illustré une variante de réalisation de l'invention.

[0064] Comme précédemment, une pluralité de bandes B est réalisée par extrusion d'un matériau polymère, et ces bandes B sont ensuite ondulées par déformation à chaud.

[0065] Toutefois, dans cet exemple, comme il ressort des figures 6, 7 et 8, chaque bande B comporte, à chacune de ses extrémités situées respectivement au niveau du premier bord 4 et du deuxième bord 6 de la plaque d'échange thermique 2, un élément d'assemblage 12 sous la forme d'une boîte d'extrémité creuse 12, formée par surmoulage et à l'intérieur de laquelle débouchent les canaux 5 destinés à la circulation du premier fluide.

[0066] Les boîtes d'extrémité 12 permettent l'assemblage des plaques d'échange thermique 2 pour le dispositif d'échange thermique 10 à la manière d'un jeu de Lego®, par encastrement des boîtes d'extrémité 12 les

unes sur les autres, et ce de manière étanche.

[0067] Pour ce faire, comme représenté sur la figure 6, chaque boîte d'extrémité creuse 12 peut comporter des faces latérales 18 ouvertes, s'étendant perpendiculairement au plan P, et des faces supérieure et inférieure 19 fermées, s'étendant selon le plan P, pour permettre un écoulement du premier fluide selon la deuxième direction Y.

[0068] En variante, comme représenté sur la figure 7, chaque boîte d'extrémité creuse 12 peut comporter des faces latérales 18 fermées, s'étendant perpendiculairement au plan P, et des faces supérieure et inférieure 19 ouvertes, s'étendant selon le plan P, pour permettre un écoulement du premier fluide selon une troisième direction verticale Z, les première X, deuxième Y et troisième Z directions formant un trièdre direct.

[0069] Après assemblage des plaques d'échange thermique 2 entre elles grâce aux encastrement des boîtes d'extrémité creuses 12, des boîtes d'entrée/sortie de liquide de l'échangeur thermique complet peuvent être positionnées et solidarisées de manière étanche.

[0070] Dans l'exemple de la figure 6, le premier liquide circule dans l'axe d'écoulement du deuxième liquide. Dans l'exemple de la figure 7, le premier liquide circule perpendiculairement à l'axe d'écoulement du deuxième liquide.

[0071] Pour permettre l'assemblage, chaque boîte d'extrémité creuse 12 comporte, sur une première face, une nervure d'assemblage mâle 20 et, sur une deuxième face opposée à la première face, une rainure d'assemblage femelle 21, l'assemblage d'une nervure d'assemblage mâle 20 d'une première boîte d'extrémité creuse 12 avec une rainure d'assemblage femelle 21 d'une deuxième boîte d'extrémité creuse 12 permettant l'assemblage des première et deuxième boîtes d'extrémité 12, et ainsi l'assemblage d'une pluralité de bandes B entre elles pour former des plaques d'échange thermique 2.

[0072] La figure 8 représente le dispositif d'échange thermique 10 obtenu avec des boîtes d'extrémité creuses 12 selon le principe de la figure 6, soit avec des boîtes ou collecteurs 12 surmoulés dans l'axe d'écoulement du deuxième liquide. De la même manière, on pourrait assembler l'ensemble dans une configuration avec des collecteurs 12 perpendiculaires à l'axe d'écoulement du deuxième liquide.

[0073] L'assemblage étanche peut être réalisé par collage à l'aide d'une colle adaptée au polymère utilisé pour les boîtes d'extrémité 12.

[0074] Il est à noter que le fluide circulant dans les plaques 2 est par exemple un liquide, un gaz ou un mélange liquide/gaz. Le fluide circulant selon la deuxième direction Y est par exemple un gaz ou un mélange de gaz, comme l'air ou un liquide.

[0075] Le fonctionnement du dispositif d'échange thermique 10 va maintenant être décrit. Un premier fluide est mis en circulation dans les microcanaux 5 via des collecteurs d'alimentation et d'évacuation, le collecteur d'ali-

mentation étant connecté à une source de premier fluide et le collecteur d'évacuation étant connecté par exemple à une zone de stockage de ce premier fluide. Une pompe est par exemple mise en oeuvre pour assurer la circulation du premier fluide. Le collecteur d'évacuation peut être relié au collecteur d'alimentation pour faire circuler le premier fluide en circuit fermé dans les plaques 2.

[0076] Simultanément, le deuxième fluide, par exemple de l'air, circule entre les bandes B des plaques 2, par exemple par convection forcée au moyen d'un ventilateur. Le premier fluide échange par convection avec le matériau des bandes B et les bandes B échangent par convection avec l'air.

[0077] Du fait de la tortuosité des microcanaux 5, les échanges thermiques sont favorisés entre le premier fluide et le matériau des bandes B. Du fait de la très grande surface d'échange thermique, et de l'interruption des couches limites sur les bords d'attaque de chaque bande, les échanges entre l'air et les bandes B sont favorisés par rapport à des plaques multicanaux planes. De plus les pertes de charge sont faibles pour le deuxième fluide assurant une circulation d'air importante. Le dispositif 10 permet des échanges thermiques très efficaces dans un encombrement réduit.

[0078] Par ailleurs, les bandes B, réalisées par extrusion, peuvent être réalisées en tous matériaux polymères aptes à être extrudés, tels que le PVDF (Polyfluorure de 10 Vinylidène), le PPO (Oxyde de Polyphénylène), le PP (Polypropylène), le PVCC (Polychlorure de Vinyle surchloré), le PA (Polyamide), le PPS (Polysulfure de phénylène), le PEI (Polyétherimide), le PSU (Polysulfone), le PBI (Polybenzimidazole), le PFA 15 (Perfluoroalkoxy), le PEEK (Polyetheretherketone), le PMMA (Polyméthacrylate de Méthyle). Des charges telles que par exemple du carbone, du nitrure de bore, des fibres de verre ou de carbone, des nanotubes de carbone peuvent être incorporées dans le polymère pour améliorer ses propriétés de conductivité thermique et/ou de résistance mécanique.

[0079] Les éléments d'assemblage 11, 12 peuvent de préférence être réalisés avec les mêmes matériaux que les plaques d'échange thermique 2 extrudées.

[0080] Par ailleurs, comme visible sur la figure 9, les plaques d'échange thermique 2 présentent une forme telle que les sections de passage libres pour le deuxième fluide, typiquement de l'air, sont identiques ou proches, de manière à éviter les passages préférentiels de l'air.

[0081] De façon avantageuse, la plaque d'échange thermique et le dispositif d'échange thermique selon l'invention sont de réalisation relativement simple, mettant en oeuvre peu de pièces. Il en résulte un coût de fabrication réduit par rapport aux plaques et aux dispositifs de l'art antérieur. Ils sont robustes et offrent une bonne fiabilité, du fait du nombre limité de pièces assemblées. De plus, ils présentent une bonne modularité dans la mesure où la taille du dispositif d'échange thermique est aisément ajustable.

[0082] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux

exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. Diverses modifications peuvent y être apportées par l'homme du métier.

Revendications

1. Plaque d'échange thermique (2) pour dispositif d'échange thermique (10) entre un premier fluide et un deuxième fluide, la plaque d'échange thermique (2) s'étendant dans un plan (P), la plaque d'échange thermique (2) comprenant au moins deux bandes (B, B1, B2) s'étendant entre un premier bord (4) de la plaque d'échange thermique (2) et un deuxième bord (6) de la plaque d'échange thermique (2), opposé au premier bord (4), selon une première direction (X), les bandes (B, B1, B2) étant disposées l'une à côté de l'autre selon une deuxième direction (Y), perpendiculaire à la première direction (X), chacune des bandes (B, B1, B2) comportant au moins un canal (5), notamment une pluralité de canaux (5), s'étendant du premier bord (4) au deuxième bord (6) et débouchant dans le premier bord (4) et le deuxième bord (6), ledit au moins un canal (5) étant destiné à la circulation d'un premier fluide, lesdites bandes (B, B1, B2) présentant chacune une ondulation comprenant des sommets (9) et des creux (7), deux bandes (B, B1, B2) directement voisines étant disposées relativement l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'un sommet (9) d'une bande (B1) et un sommet (9) de la bande (B2) directement voisine soient décalés suivant la première direction (X) et de telle sorte que, suivant la deuxième direction (Y), le sommet (9) d'un bande (B1) et le creux (7) de la bande (B2) directement voisine délimitent des chemins de circulation (C1, C2) d'un deuxième fluide, la plaque d'échange thermique (2) comportant au moins un élément d'assemblage (11, 12) sur chacun de ses premier (4) et deuxième (6) bords, solidarisé auxdites au moins deux bandes (B, B1, B2) permettant l'assemblage de la plaque d'échange thermique (2) avec une ou plusieurs autres plaques d'échange thermique (2) au sein du dispositif d'échange thermique (10),
caractérisée en ce que chaque bande (B, B1, B2) comporte, à chacune de ses extrémités situées respectivement au niveau du premier bord (4) et du deuxième bord (6) de la plaque d'échange thermique (2), un élément d'assemblage (12) sous la forme d'une boîte d'extrémité creuse (12) à l'intérieur de laquelle débouchent le ou les canaux (5) destinés à la circulation du premier fluide, et **en ce que** chaque boîte d'extrémité creuse (12) comporte, sur une première face, une nervure d'assemblage mâle (20) et, sur une deuxième face opposée à la première face, une rainure d'assemblage femelle (21), l'assemblage d'une nervure d'assemblage mâle (20) d'une première boîte d'extrémité

- creuse (12) avec une rainure d'assemblage femelle (21) d'une deuxième boîte d'extrémité creuse (12) permettant l'assemblage des première et deuxième boîtes d'extrémité (12), et ainsi l'assemblage d'une pluralité de bandes (B, B1, B2) entre elles pour former une ou plusieurs plaques d'échange thermique (2).
2. Plaque d'échange thermique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** chaque bande (B, B1, B2) présente une structure alvéolaire, présentant deux parois sensiblement parallèles formant les faces supérieure (Bs) et inférieure (Bi) de la bande (B, B1, B2), s'étendant selon la première direction (X), et une pluralité de cloisons internes (23), sensiblement parallèles les unes aux autres et perpendiculaires aux deux parois (Bs, Bi), reliant les parois entre elles, de sorte à définir une pluralité de microcanaux (5), chaque canal (5) formant une alvéole correspondant à l'espace entre deux cloisons (23) successives et les deux parois (Bs, Bi).
 3. Plaque d'échange thermique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque boîte d'extrémité creuse (12) comporte des faces latérales (18) ouvertes, s'étendant perpendiculairement au plan (P), et des faces supérieure et inférieure (19) fermées, s'étendant selon le plan (P), pour permettre un écoulement du premier fluide selon la deuxième direction (Y).
 4. Plaque d'échange thermique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque boîte d'extrémité creuse (12) comporte des faces latérales (18) fermées, s'étendant perpendiculairement au plan (P), et des faces supérieure et inférieure (19) ouvertes, s'étendant selon le plan (P), pour permettre un écoulement du premier fluide selon une troisième direction verticale (Z), les première (X), deuxième (Y) et troisième (Z) directions formant un trièdre direct.
 5. Plaque d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque bande (B, B1, B2) est réalisée en un matériau polymère et fabriquée par extrusion et mise en forme.
 6. Plaque d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** toutes les bandes (B, B1, B2) présentent la même ondulation, les ondulations de deux bandes adjacentes (B1, B2) étant déphasées, le déphasage étant tel qu'un creux (7) d'une bande (B1) est aligné avec un sommet (9) de la bande adjacente (B2) dans la deuxième direction (Y), le profil général de l'ondulation des bandes (B, B1, B2) étant une courbe sinusoïdale.
 7. Plaque d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** toutes les bandes (B, B1, B2) présentent la même ondulation, les ondulations de deux bandes adjacentes (B1, B2) étant déphasées, le déphasage étant tel qu'un creux (7) d'une bande (B1) est aligné avec un sommet (9) de la bande adjacente (B2) dans la deuxième direction (Y), le profil général de l'ondulation des bandes (B, B1, B2) étant en arc de cercle, comprenant une juxtaposition de courbes élémentaires en forme de « S », chacune formée par la réunion de deux demi-cercles inversés l'un par rapport à l'autre.
 8. Dispositif d'échange thermique (10), **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins une plaque d'échange thermique (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
 9. Procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :
 - a) fabrication par extrusion de bandes (B, B1, B2) munies d'au moins un canal (5),
 - b) mise en forme de chaque bande (B, B1, B2) par déformation à chaud de sorte à réaliser une ondulation de la bande permettant l'obtention d'une bande gaufrée,
 - c) fixation d'au moins un élément d'assemblage (11, 12) à chaque extrémité de chaque bande (B, B1, B2) pour permettre l'assemblage de plaques d'échange thermique (2) les unes aux autres.
 10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ledit un élément d'assemblage (12) forme une boîte d'extrémité creuse (12) à l'intérieur de laquelle débouchent le ou les canaux (5) destinés à la circulation du premier fluide, formée par surmoulage au niveau des extrémités de chaque bande (B, B1, B2).

45 Patentansprüche

1. Wärmetauscher-Platte (2) für eine Wärmetauscher-Vorrichtung (10) zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid, wobei sich die Wärmetauscher-Platte (2) in einer Ebene (P) erstreckt, wobei die Wärmetauscher-Platte (2) wenigstens zwei Bänder (B, B1, B2) umfasst, welche sich zwischen einem ersten Rand (4) der Wärmetauscher-Platte (2) und einem zweiten Rand (6) der Wärmetauscher-Platte (2) gegenüber dem ersten Rand (4) gemäß einer ersten Richtung (X) erstrecken, wobei die Bänder (B, B1, B2) nebeneinander gemäß einer zweiten Richtung (Y) angeordnet sind, welche senkrecht zu der ersten

Richtung (X) ist, wobei jedes der Bänder (B, B1, B2) wenigstens einen Kanal (5) umfasst, insbesondere eine Mehrzahl von Kanälen (5), welche sich von dem ersten Rand (4) zu dem zweiten Rand (6) erstrecken und in dem ersten Rand (4) und dem zweiten Rand (6) münden, wobei der wenigstens eine Kanal (5) für die Zirkulation eines ersten Fluids vorgesehen ist, wobei die Bänder (B, B1, B2) jeweils eine Wellung aufweisen, welche Gipfel (9) und Täler (7) umfasst, wobei zwei direkt benachbarte Bänder (B, B1, B2) relativ zueinander derart angeordnet sind, dass ein Gipfel (9) eines Bands (B1) und ein Gipfel (9) des direkt benachbarten Bands (B2) der ersten Richtung (X) folgend versetzt sind, und derart, dass der zweiten Richtung (Y) folgend der Gipfel (9) eines Bands (B1) und das Tal (7) des direkt benachbarten Bands (B2) Zirkulationswege (C1, C2) eines zweiten Fluids begrenzen,

wobei die Wärmetauscher-Platte (2) wenigstens ein Montageelement (11, 12) an jedem seiner ersten (4) und zweiten (6) Ränder umfasst, welche mit den wenigstens zwei Bändern (B, B1, B2) verbunden sind, was die Montage der Wärmetauscher-Platte (2) mit einer oder mehreren weiteren Wärmetauscher-Platten (2) innerhalb der Wärmetauscher-Vorrichtung (10) erlaubt,

dadurch gekennzeichnet, dass jedes Band (B, B1, B2) an jedem seiner Enden, welche jeweils auf dem Niveau des ersten Rands (4) und des zweiten Rands (6) der Wärmetauscher-Platte (2) platziert sind, ein Montageelement (12) in der Form eines Gehäuses mit offenem Ende (12) umfasst, in dessen Inneren der oder die Kanäle (5) münden, welche für die Zirkulation des ersten Fluids vorgesehen sind, und dadurch dass jedes Gehäuse mit offenem Ende (12) an einer ersten Fläche eine männliche Montagerippe (20) und an einer zweiten Fläche gegenüber der ersten Fläche eine weibliche Montagenut (21) umfasst, wobei die Montage der männlichen Montagerippe (20) eines ersten Gehäuses mit offenem Ende (12) mit einer weiblichen Montagenut (21) eines zweiten Gehäuses mit offenem Ende (12) die Montage der ersten und zweiten Gehäuse mit offenem Ende (12) erlaubt, und somit die Montage einer Mehrzahl von Bändern (B, B1, B2) untereinander, um eine oder mehrere Wärmetauscher-Platten (2) zu bilden.

2. Wärmetauscher-Platte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Band (B, B1, B2) eine Wabenstruktur aufweist, welche zwei im Wesentlichen parallele Wände aufweist, welche obere (Bs) und untere (Bi) Flächen des Bands (B, B1, B2) bilden, welche sich gemäß der ersten Richtung (X) erstrecken, sowie eine Mehrzahl von inneren Trennwänden (23), welche im Wesentlichen parallel untereinander und senkrecht zu den beiden Wänden (Bs, Bi) sind, welche die Wände miteinander derart

verbinden, dass eine Mehrzahl von Mikrokanälen (5) definiert sind, wobei jeder Kanal (5) eine Wabe bildet, welche dem Raum zwischen zwei aufeinander folgenden Trennwänden (23) und den beiden Wänden (Bs, Bi) entspricht.

3. Wärmetauscher-Platte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Gehäuse mit offenem Ende (12) offene laterale Flächen (18), welche sich senkrecht zu der Ebene (P) erstrecken, und geschlossene obere und untere Flächen (19) umfasst, welche sich gemäß der Ebene (P) erstrecken, um ein Strömen des ersten Fluids gemäß der zweiten Richtung (Y) zu erlauben.
4. Wärmetauscher-Platte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Gehäuse mit offenem Ende (12) geschlossene laterale Flächen (18) umfasst, welche sich senkrecht zu der Ebene (P) erstrecken, sowie offene obere und untere Flächen (19), welche sich gemäß der Ebene (P) erstrecken, um ein Strömen des ersten Fluids gemäß einer vertikalen dritten Richtung (Z) zu erlauben, wobei die ersten (X), zweiten (Y) und dritten (Z) Richtungen ein direktes Dreibein bilden.
5. Wärmetauscher-Platte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Band (B, B1, B2) aus einem Polymermaterial aufgebaut und durch Extrusion und Formgebung hergestellt ist.
6. Wärmetauscher-Platte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle der Bänder (B, B1, B2) die gleiche Wellung aufweisen, wobei die Wellung von zwei benachbarten Bändern (B1, B2) phasenverschoben ist, wobei die Phasenverschiebung derart ist, dass ein Tal (7) eines Bands (B1) mit einem Gipfel (9) des benachbarten Bands (B2) in der zweiten Richtung (Y) ausgerichtet ist, wobei das allgemeine Wellungsprofil der Bänder (B, B1, B2) eine sinusförmige Kurve ist.
7. Wärmetauscher-Platte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle der Bänder (B, B1, B2) die gleiche Wellung aufweisen, wobei die Wellungen von zwei benachbarten Bändern (B1, B2) phasenverschoben sind, wobei die Phasenverschiebung derart ist, dass ein Tal (7) eines Bands (B1) mit einem Gipfel (9) des benachbarten Bands (B2) in der zweiten Richtung (Y) ausgerichtet ist, wobei das allgemeine Wellungsprofil der Bänder (B, B1, B2) kreisbogenförmig ist, umfassend eine Aneinanderreihung von Elementarkurven in "S"-Form, wobei jede durch eine Vereinigung von zwei zueinander inversen Halbkreisen gebildet ist.
8. Wärmetauscher-Vorrichtung (10), **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass sie wenigstens eine Wärmetauscher-Platte (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

9. Verfahren zum Herstellen einer Wärmetauscher-Platte (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- a) Herstellen von Bändern (B, B1, B2) durch Extrusion, welche mit wenigstens einem Kanal (5) versehen sind,
- b) Formbilden von jedem Band (B, B1, B2) durch Warm-Verformung derart, dass eine Wellung des Bands gebildet wird, welche es erlaubt, ein geprägtes Band zu erhalten,
- c) Befestigen von wenigstens einem Montageelement (11, 12) an jedem Ende von jedem Band (B, B1, B2), um die Montage von Wärmetauscher-Platten (2) aneinander zu erlauben.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Montageelement (12) ein Gehäuse mit offenem Ende (12) bildet, in dessen Innerem der oder die Kanäle (5) münden, welche für die Zirkulation des ersten Fluids vorgesehen sind, welches durch Überformen auf dem Niveau der Enden von jedem Band (B, B1, B2) gebildet wird.

Claims

1. A heat-exchange plate (2) for a device (10) for heat-exchange between a first fluid and a second fluid, the heat-exchange plate (2) extending in a plane (P), the heat-exchange plate (2) comprising at least two strips (B, B1, B2) extending between a first edge (4) of the heat-exchange plate (2) and a second edge (6) of the heat-exchange plate (2), opposite to the first edge (4), according to a first direction (X), the strips (B, B1, B2) being disposed next to each other according to a second direction (Y), perpendicular to the first direction (X), each of the strips (B, B1, B2) including at least one channel (5), in particular a plurality of channels (5), extending from the first edge (4) to the second edge (6) and opening into the first edge (4) and the second edge (6), said at least one channel (5) being intended for the circulation of a first fluid, each of said strips (B, B1, B2) has a corrugation comprising apices (9) and recesses (7), two directly neighbouring strips (B, B1, B2) being disposed relative to one another such that an apex (9) of a strip (B1) and an apex (9) of the directly neighbouring strip (B2) are shifted according to the first direction (X) and such that, according to the second direction (Y), the apex (9) of a strip (B1) and the recess (7) of the directly neighbouring strip (B2) delimit pathways from the circulation (C1, C2) of a sec-

ond fluid,

the heat-exchange plate (2) including at least one assembly element (11, 12) on each of its first (4) and second (6) edges, secured to said at least two strips (B, B1, B2) enabling the assembly of the heat-exchange plate (2) with one or several other heat-exchange plate(s) (2) within the heat-exchange device (10),

characterised in that each strip (B, B1, B2) includes, at each of its ends located respectively at the first edge (4) and the second edge (6) of the heat-exchange plate (2), an assembly element (12) in the form of a hollow end box (12) inside which open the channel(s) (5) intended for the circulation of the first fluid,

and **in that** each hollow end box (12) includes, on a first face, a male assembly rib (20) and, on a second face opposite to the first face, a female assembly groove (21), the assembly of a male assembly rib (20) of a first hollow end box (12) with a female assembly groove (21) of a second hollow end box (12) enabling the assembly of the first and second end boxes (12), and thus the assembly of a plurality of strips (B, B1, B2) together so as to form one or several heat-exchange plate(s) (2).

2. The heat-exchange plate according to claim 1, **characterised in that** each strip (B, B1, B2) has a cellular structure, having two substantially parallel walls forming the upper (Bs) and lower (Bi) faces of the strip (B, B1, B2), extending according to the first direction (X), and a plurality of inner partitions (23), substantially parallel to each other and perpendicular to the two walls (Bs, Bi), connecting the walls together, so as to define a plurality of microchannels (5), each channel (5) forming a cell corresponding to the space between two successive partitions (23) and the two walls (Bs, Bi).

3. The heat-exchange plate according to claim 1 or 2, **characterised in that** each hollow end box (12) includes open lateral faces (18), extending perpendicularly to the plane (P), and closed upper and lower faces (19), extending according to the plane (P), to enable a flow of the first fluid according to the second direction (Y).

4. The heat-exchange plate according to claim 1 or 2, **characterised in that** each hollow end box (12) includes closed lateral faces (18), extending perpendicularly to the plane (P), open upper and lower faces (19), extending according to the plane (P), to enable a flow of the first fluid according to a third vertical direction (Z), the first (X), second (Y) and third (Z) directions forming a direct trihedron.

5. The heat-exchange plate according to any one of the preceding claims, **characterised in that** each

strip (B, B1, B2) is made of a polymer material and manufactured by extrusion and forming.

6. The heat-exchange plate according to any one of the preceding claims, **characterised in that** all strips (B, B1, B2) have the same corrugation, the corrugations of two adjacent strips (B1, B2) being phase-shifted, the phase-shift being such that a recess (7) of one strip (B1) is aligned with an apex (9) of the adjacent strip (B2) in the second direction (Y), the general profile of the corrugation of the strips (B, B1, B2) being a sinusoidal curve.

5
10

7. The heat-exchange plate according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** all strips (B, B1, B2) have the same corrugation, the corrugations of two adjacent strips (B1, B2) being phase-shifted, the phase-shift being such that a recess (7) of one strip (B1) is aligned with an apex (9) of the adjacent strip (B2) in the second direction (Y), the general profile of the corrugation of the strips (B, B1, B2) being an arc of circle, comprising a juxtaposition of "S"-shaped elementary curves, each formed by the combination of two semicircles inverted relative to each other.

15
20
25

8. A heat-exchange device (10), **characterised in that** it includes at least one heat-exchange plate (2) according to any one of the preceding claims.

30

9. A method for manufacturing a heat-exchange plate (2) according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** it includes the following steps:

- a) manufacture by extrusion of strips (B, B1, B2) provided with at least one channel (5),

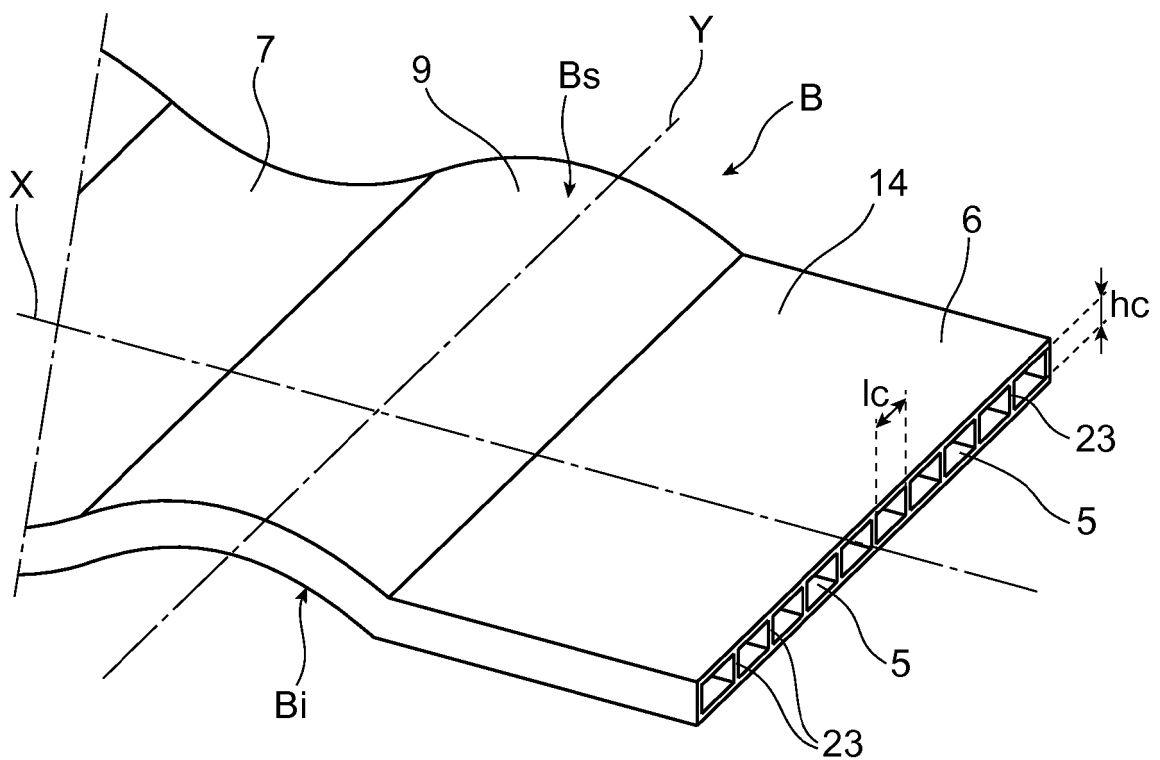
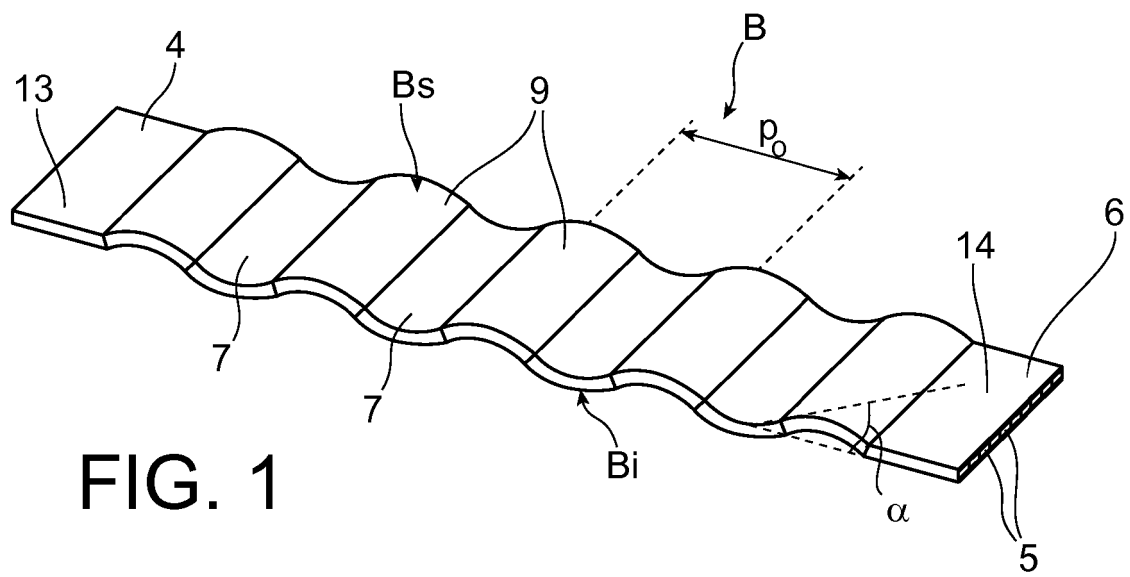
35
 - b) forming of each strip (B, B1, B2) by hot deformation so as to carry out a corrugation of the strip allowing obtaining an embossed strip,
 - c) fastening of at least one assembly element (11, 12) at each end of each strip (B, B1, B2) to enable the assembly of heat-exchange plates (2) to each other.

40

10. The method according to claim 9, **characterised in that** said one assembly element (12) forms a hollow end box (12) inside which open the channel(s) (5) intended for the circulation of the first fluid, formed by overmoulding at the ends of each strip (B, B1, B2).

45
50

55



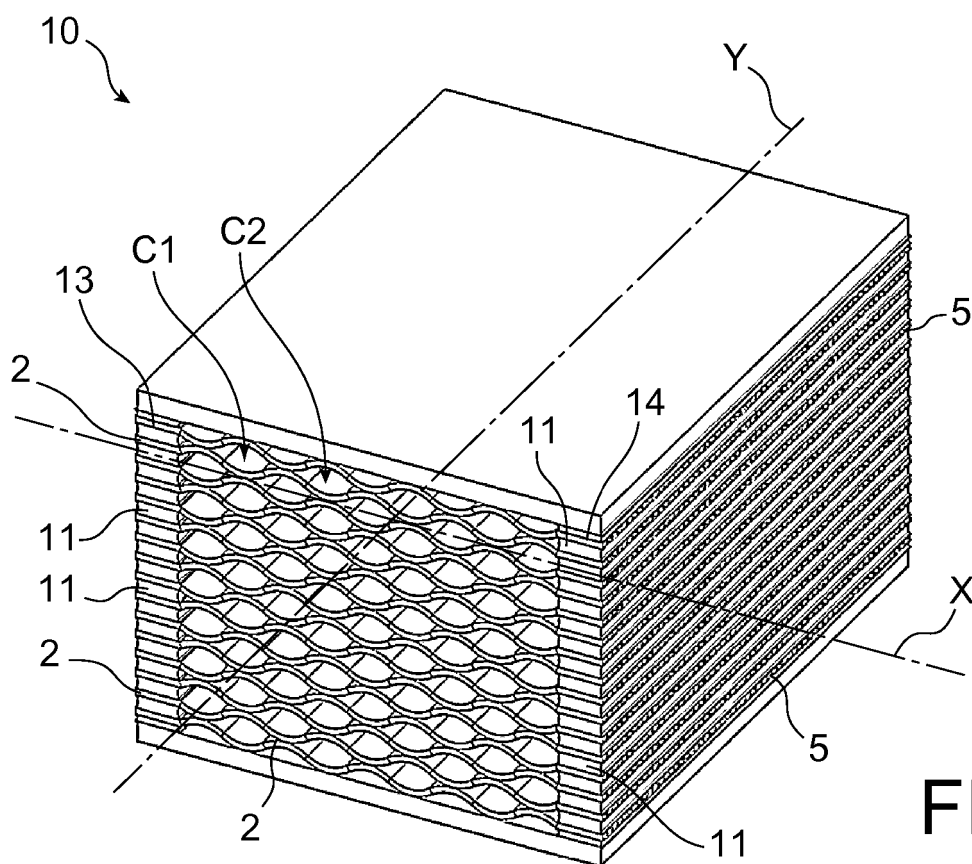
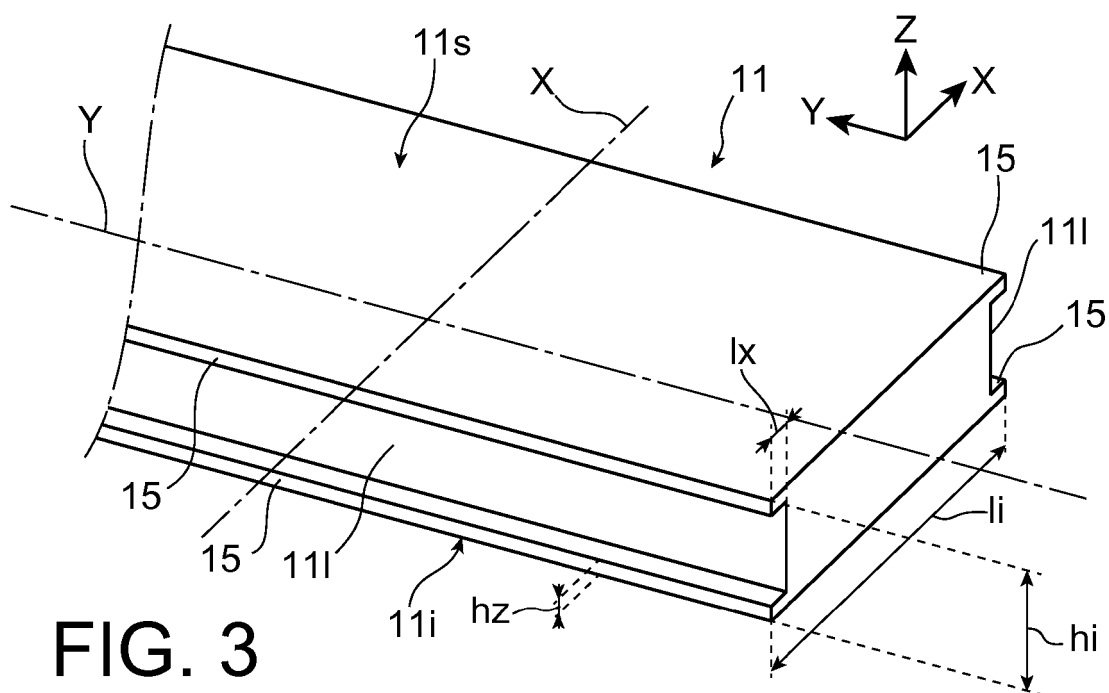


FIG. 4

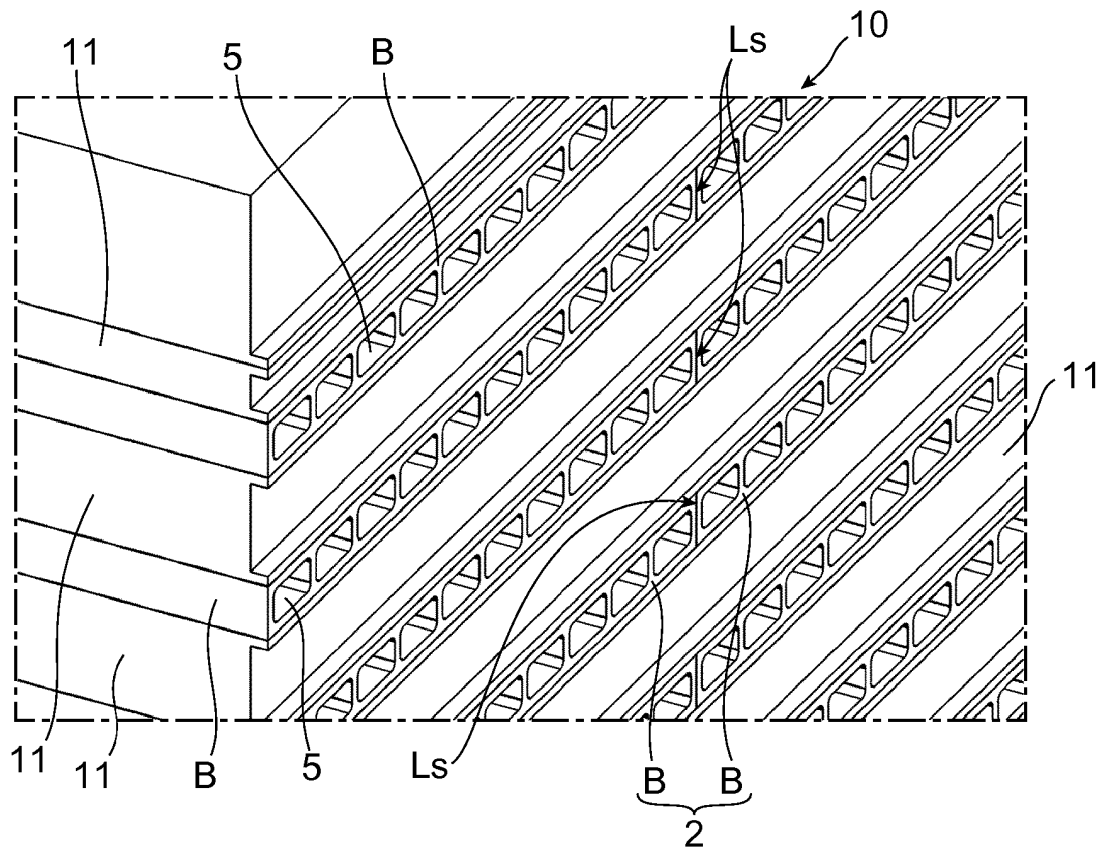


FIG. 5

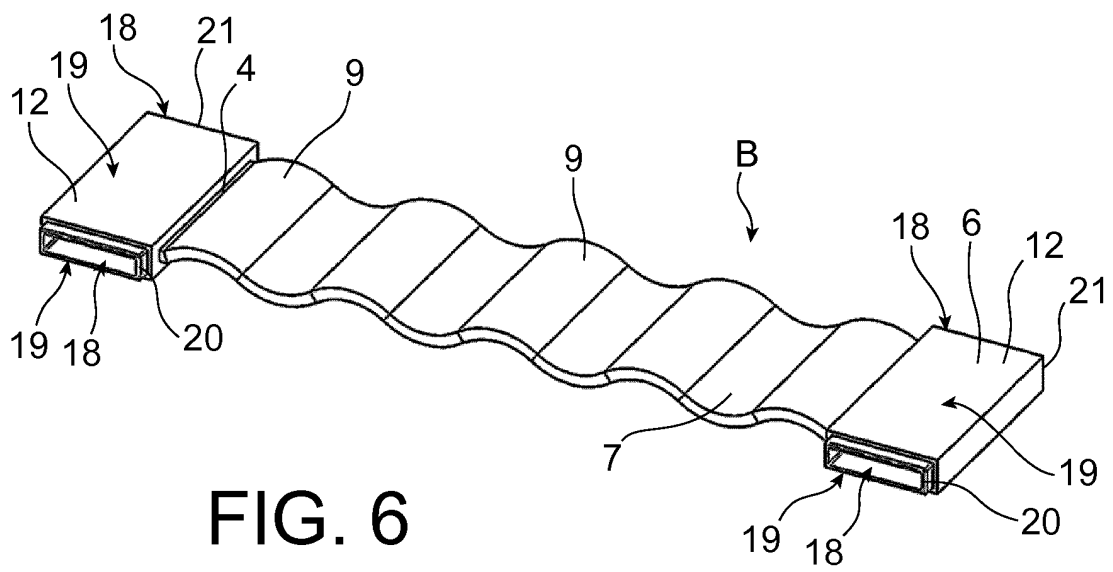
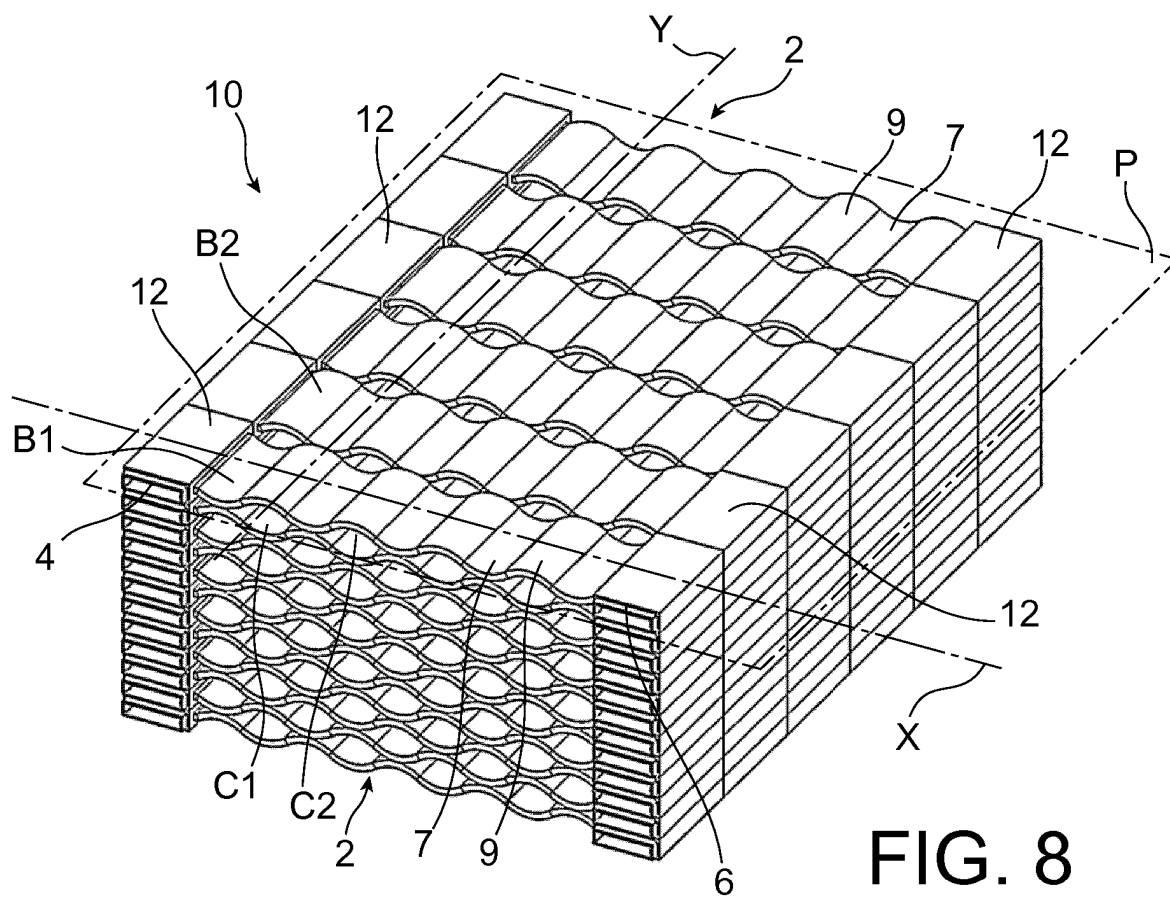
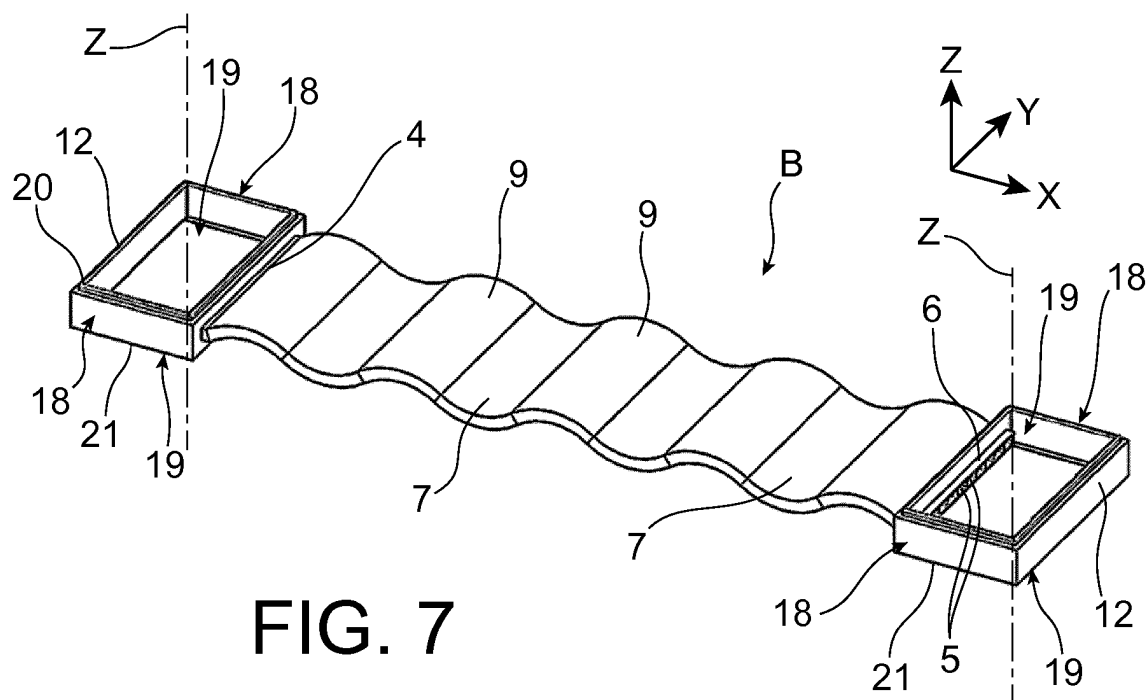


FIG. 6



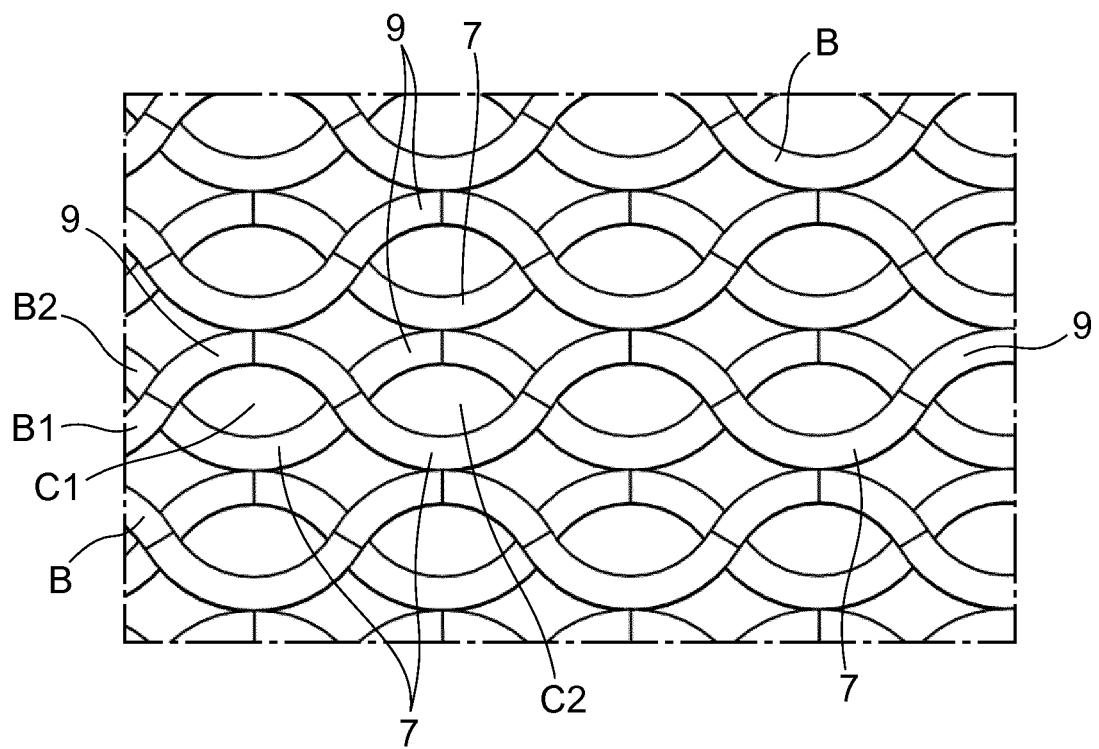


FIG. 9

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

- FR 3030029 [0003]
- US 20110139420 A1 [0006]
- WO 2016097032 A1 [0007]