(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
23 juin 2016 (23.06.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/097032 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F28D 1/047 (2006.01) *F28F 1/02* (2006.01)
F25B 39/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/080063

(22) Date de dépôt international :
16 décembre 2015 (16.12.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 62537 16 décembre 2014 (16.12.2014) FR

(71) Déposant : **COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES** [FR/FR]; 25 Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", 75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **MARIOTTO, Mathieu**; 36 avenue Jean Moulin, 73290 La Motte Servolex (FR). **GRUSS, Jean-Antoine**; 8 rue du Progrès, 38170 Seyssinet (FR).

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

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

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) **Title** : HEAT EXCHANGE PLATE WITH MICRO CHANNELS AND HEAT EXCHANGER COMPRISING AT LEAST ONE SUCH PLATE

(54) **Titre** : PLAQUE D'ECHANGE THERMIQUE A MICROCANAUX ET ECHANGEUR THERMIQUE COMPORTANT AU MOINS UNE TELLE PLAQUE

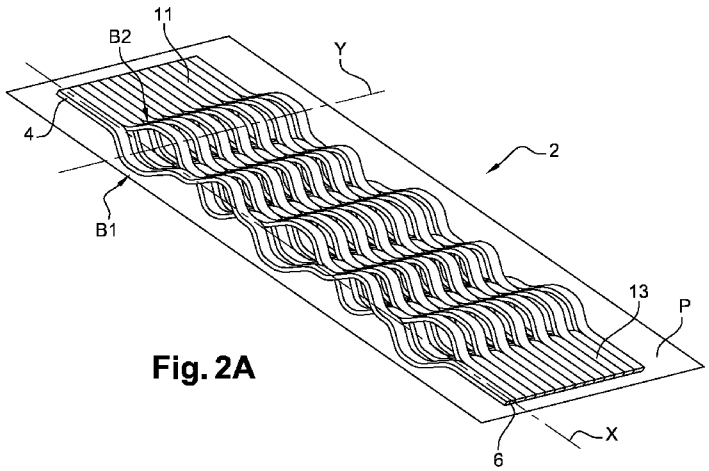


Fig. 2A

(57) **Abstract** : Heat exchange plate (2) for a device for exchanging heat between two fluids, said plate comprising strips (B1, B2) between two edges of the plate in a first direction (X), the strips (B1, B2) being placed side by side in a second direction (Y), each strip (B1, B2) comprising at least one fluid circulation channel extending from one end of the plate to the other and opening into the edges of the plate, said strips (B1, B2) having undulations comprising crests and troughs, two directly adjacent strips being arranged relative to one another in such a way that a crest of one strip and a crest of the directly adjacent strip are offset in the first direction (X) and that, in the second direction (Y), the crest of one strip and the trough of the directly adjacent strip delimit flow paths for the other fluid.

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/097032 A1

Plaque d'échange thermique (2) pour dispositif d'échange thermique entre deux fluides, ladite plaque comprenant des bandes (B1, B2) entre deux bords de la plaques selon une première direction (X), les bandes (B1, B2) étant disposées côte à côte selon une deuxième direction (Y), chaque bande (B1, B2) comportant au moins un canal de circulation d'un fluide s'étendant d'un bord à l'autre de la plaque et débouchant dans les bords de la plaque, lesdites bandes (B1, B2) présentant une ondulation comprenant des sommets et des creux, deux bandes directement voisines étant disposées l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'une sommet d'une bande et un sommet de la bande directement voisine soient décalés suivant la première direction (X) et que, suivant la deuxième direction (Y), le sommet d'un bande et le creux de la bande directement voisine délimite des chemins de circulation de l'autre fluide.

PLAQUE D'ECHANGE THERMIQUE A MICROCANAUX ET ECHANGEUR THERMIQUE COMPORTANT AU MOINS UNE TELLE PLAQUE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE ET ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

La présente invention se rapporte à une plaque d'échange thermique à microcanaux et à un échangeur thermique comportant au moins une telle plaque.

Les échangeurs de chaleur ou échangeurs thermiques à microcanaux comportent une enveloppe munie d'une pluralité de micro canaux 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 est munie d'ailettes pour augmenter la surface d'échange avec l'environnement extérieur.

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

Le document US2011/0139420 décrit un exemple d'échangeur de chaleur à microcanaux destiné à être mis en œuvre 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.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir une plaque d'échange thermique et un dispositif d'échange thermique à microcanaux dans lequel les inconvénients mentionnés ci-dessus sont réduits.

Le but de la présente invention est atteint par une plaque d'échange thermique à microcanaux comportant des bandes parallèles, chaque bande comportant au moins un microcanal s'étendant d'une extrémité à l'autre des bandes et débouchant dans lesdites extrémités, un premier fluide étant destiné à circuler dans lesdits microcanaux, chacune des bandes présentant une ondulation, la disposition relative des bandes étant telles que les ondulations des bandes définissent selon une direction parallèle à la plaque et sécante à la direction des bandes des chemins d'écoulement d'un deuxième fluide.

La plaque ne nécessite pas la mise en œuvre 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.

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 sécante à celles des canaux.

La présence de chemins d'écoulement s'étendant d'une direction sécante à celle des 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 permettent 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.

Selon l'invention, le dispositif 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.

De manière particulièrement avantageuse, le dispositif comporte plusieurs plaques empilées. 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 d'écoulement peut être variée aisément, modifiant les pertes de charge au travers de l'empilement et la taille de l'empilement.

De manière très avantageuse, des entretoises sont intégrées aux plaques pour fixer la distance entre les plaques.

La présente invention a alors pour objet une plaque d'échange thermique pour dispositif d'échange thermique entre un premier fluide et un deuxième fluide , ladite plaque d'échange thermique s'étendant dans un plan, ladite plaque d'échange thermique comprenant au moins deux bandes s'étendant entre un premier bord de la plaque d'échange thermique et un deuxième bord de la plaque d'échange thermique opposé au premier bord selon une première direction, les bandes étant disposées l'une à côté de l'autre selon une deuxième direction, chacune des bandes comportant au moins un canal s'étendant du premier bord au deuxième bord et débouchant dans le premier bord et le deuxième bord, ledit canal étant destiné à la circulation d'un premier fluide, lesdites bandes présentant chacune une ondulation comprenant des sommets et des creux, deux bandes directement voisines étant disposées relativement l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'une sommet d'une bande et un sommet de la bande directement voisine soient décalés suivant la première direction et de telle sorte que, suivant la deuxième direction, le sommet d'un bande et le

creux de la bande directement voisine délimite des chemins de circulation d'un deuxième fluide. Le deuxième fluide circulant à l'extérieur des bandes et transversalement à celles-ci.

De préférence, chaque bande comporte plusieurs canaux.

Par exemple, les bandes ont une épaisseur comprise entre 0.5 et 10 mm et les canaux ont un diamètre hydraulique compris entre 0,5 mm et 10 mm.

De préférence, les sommets 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.

La présente invention a également pour objet un dispositif d'échange thermique comportant au moins une plaque d'échange thermique selon l'invention, au moins un collecteur d'alimentation en un premier fluide connecté aux canaux au niveau du premier bord de la plaque d'échange thermique et au moins un collecteur d'évacuation connecté aux canaux au niveau du deuxième bord (6) de la plaque d'échange thermique.

Dans un exemple de réalisation, la plaque d'échange thermique est enroulée sur elle-même sous forme de spirale

La présente invention a également pour objet un dispositif d'échange thermique comportant au moins deux plaques d'échanges thermiques selon l'invention, au moins un collecteur d'alimentation en un premier fluide connecté aux canaux au niveau d'au moins un premier bord d'au moins une plaque d'échange thermique et au moins un collecteur d'évacuation connecté aux canaux au niveau d'au moins un deuxième bord d'au moins une plaque d'échange thermique, lesdites plaques d'échange thermique étant empilées de sorte que les sommets et le creux des bandes délimitent entre eux des chemins de circulation du deuxième fluide.

Dans un exemple de réalisation, les plaques d'échange thermique sont identiques et sont orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que les bandes d'une plaque d'échange thermique soient situées au moins en partie entre les bandes de l'autre plaque d'échange thermique.

Dans un autre exemple de réalisation, les plaques d'échange thermique sont identiques et sont 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 de l'autre plaque d'échange thermique.

Les plaques d'échange thermique peuvent être solidarisées entre elles par des points de soudure au niveau d'un creux et d'un sommet, de deux sommets ou de deux creux.

Le dispositif d'échange thermique peut comporter des moyens d'entretoise fixant la distance entre deux plaques successives.

Dans un exemple avantageux, les éléments d'entretoise sont formés par les points de soudure.

Selon un autre exemple, les plaques sont courbées et sont disposées les unes par rapport aux autres autour d'un axe de sorte à ce que le dispositif présente une symétrie de révolution.

Dans un exemple très avantageux, la ou les plaques d'échange thermique est ou sont fabriquée(s) par extrusion et mise en forme. Les plaques d'échange thermique peuvent être fabriquées à partir de bandes réalisées individuellement et ensuite solidarisées les unes aux autres, les éléments d'entretoise étant interposés entre des bandes lors de leur solidarisation.

Chaque élément d'entretoise peut alors comporter une bande et au moins une saillie formant une entretoise, ladite bande étant solidarisée aux bandes d'échange thermique. La saillie peut être une languette découpée dans la bande et pliée.

Avantageusement, la languette comporte une extrémité libre comprenant un replat destiné à être solidarisé à une plaque adjacente.

Selon un autre exemple, les plaques d'échange thermique sont fabriquées à partir d'une plaque rainurée entre deux plaques pleines, les éléments d'entretoise étant réalisés d'un seul tenant avec ledit empilement par découpage et déformation.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique comportant les étapes :

a) réalisation par extrusion de plaques munies de canaux,

b) mise en forme de la plaque de sorte qu'elle comporte des bandes adjacentes présentant chacune une ondulation donnée.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique comportant les étapes

a') fabrication d'une plaque munie de fentes parallèles, les fentes traversant une épaisseur de plaque et de deux plaques pleines, les trois plaques ayant la même surface,

b') empilement des trois plaques de sorte que la plaque munie des fentes soit disposée entre les deux plaques pleines et solidarisation des trois plaques,

c') découpe des bords de la plaque munie des fentes de sorte que les fentes débouchent vers l'extérieur de l'empilement au niveau de leurs deux extrémités, des canaux étant délimités par les fentes et les plaques pleines,

d') réalisation de découpe entre les canaux de sorte à délimiter des bandes,

e') déformation des bandes de sorte à leur donner une ondulation donnée.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un dispositif d'échange thermique comportant au moins une plaque d'échange thermique comportant les étapes

A) réalisation d'une plaque selon le procédé selon l'invention,

B) connexion des premières extrémités des canaux à un collecteur et des secondes extrémités des canaux à un autre collecteur.

La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un dispositif d'échange thermique comportant au moins deux plaques d'échange thermique comportant les étapes

A') réalisation d'au moins deux plaques selon l'invention,

B') empilage des plaques d'échange thermiques,

C') connexion des premières extrémités des canaux d'au moins une plaque à au moins un collecteur et des secondes extrémités des canaux d'au moins une plaque à au moins un autre collecteur.

Selon un exemple, les deux plaques peuvent être identiques et peuvent être empilées de sorte que les bandes d'une plaque soient situées au moins en partie ente les bandes de l'autre plaque.

Selon un autre exemple, les deux plaques peuvent être identiques et peuvent être orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que chaque sommet d'une plaque soit appui contre un creux de l'autre plaque.

Lors de l'étape A') des éléments d'entretoise sont par exemple réalisés par découpage et pliage des plaques.

Lors de l'étape A') des bandes comportant au moins un partie en saillie destinée à venir en appui contre une autre plaque peuvent être interposées entre des bandes munies de canaux.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise sur la base de la description qui va suivre et des dessins en annexe sur lesquels:

- la figure 1 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'échange thermique à une seule plaque d'échange thermique,
- la figure 2A est une vue en perspective de la plaque du dispositif de la figure 1 représentée seule,
- la figure 2B est une vue de côté de la plaque de la figure 2A,
- la figure 3 est une vue de côté d'un autre exemple de réalisation d'une plaque d'échange thermique,
- les figures 4A et 4B sont des représentations schématiques de deux étapes de réalisation d'une plaque d'échange thermique selon une deuxième technique,
- la figure 4C est une vue en coupe transversale d'une variante de réalisation d'une plaque d'échange thermique selon la deuxième technique,

- La figure 4D est une vue en perspective d'une bande seule dans le cas d'une fabrication selon une variante de la première technique,

- la figure 5 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'échange thermique comportant plusieurs plaques d'échange thermique disposées les unes par rapport aux autres dans une première configuration,

- la figure 6A est une vue en perspective des plaques du dispositif de la figure 5,

- la figure 6B est une vue de côté de l'empilement de la figure 6A,

- les figures 7A à 7F sont des vues de côté d'empilement des plaques de la figure 6 avec différents écartements,

- la figure 8A est une vue en perspective d'un empilement de plaques d'échange thermique selon une deuxième configuration,

- la figure 8B est une vue de côté de l'empilement de la figure 8A,

- la figure 9 est une vue en perspective d'une réalisation pratique d'un dispositif d'échange thermique de la figure 5,

- la figure 10A est une vue de côté d'un empilement de plaques selon la première configuration comportant des éléments d'entretoise selon un premier exemple de réalisation,

- la figure 10B est une vue de côté d'un empilement de plaques selon la deuxième configuration comportant des éléments d'entretoise selon un premier exemple de réalisation,

- la figure 11A est une vue en perspective d'un empilement de plaques selon la première configuration comportant des éléments d'entretoise selon un deuxième exemple de réalisation,

- la figure 11B est une vue de détail de la figure 11A,

- la figure 11C est une vue en perspective d'un élément d'entretoise utilisé dans l'empilement de la figure 11A représenté seul,

- la figure 12A est une vue en perspective d'un empilement de plaques selon la deuxième configuration comportant des éléments d'entretoise selon un troisième exemple de réalisation,

- la figure 12B est une vue de détail de la figure 12A,

- la figure 13 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'échange thermique présentant une symétrie de révolution,

- la figure 14 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'échange thermique comportant une plaque enroulée en colimaçon sur elle-même,

- la figure 15 est une vue de côté d'une bande d'une plaque d'échange thermique sur laquelle sont portées des dimensions.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Sur la figure 1, on peut voir un exemple d'un dispositif d'échange thermique D1 selon l'invention et sur les figures 2A et 2B on peut voir une partie de ce dispositif en perspective et vue de côté respectivement.

Le dispositif d'échange thermique de la figure 1 comporte une plaque d'échange thermique 2 s'étendant sensiblement dans un plan P.

La plaque 2 comporte une pluralité de bandes B1, B2..., chaque bande B1, B2 est sensiblement rectiligne et s'étend le long d'une direction longitudinale X. Chaque bande (voir figure 4D) a une longueur L le long de la direction X, une largeur l le long d'une direction Y perpendiculaire à la direction X et contenue dans le plan P et une épaisseur e dans une direction perpendiculaire au plan P.

Les bandes B sont disposées les unes à coté des autres dans la direction Y et sont solidaires les unes des autres.

Chaque bande comporte au moins un microcanal (non représenté) s'étendant dans la direction X et débouchant dans des première et deuxième extrémités longitudinales 4, 6 des bandes, formant les bords des plaques.

Dans la présente demande on entend par "microcanal", un canal dont le diamètre hydraulique est compris entre 0,5 mm et 10mm.

De préférence, chaque bande présente plusieurs microcanaux parallèles répartis le long de la direction Y.

Chaque bande présente une ondulation de sa première extrémité longitudinale 4 vers sa deuxième extrémité longitudinale 6. De préférence cette ondulation est périodique.

Les ondulations des bandes et la disposition relative sont choisies de sorte qu'en considérant la direction Y, des chemins d'écoulement privilégiés C1, C2, ... pour un deuxième fluide entre les bandes soient définis par toutes les bandes et entre les bandes.

Ceci est particulièrement visible sur la figure 2B.

De préférence, toutes les bandes présentent la même ondulation, mais les ondulations de deux bandes adjacentes sont déphasées, avantageusement le déphasage est tel qu'un creux 7 d'une bande est aligné avec un sommet 9 de la bande adjacente dans la direction Y. Ainsi des chemins d'écoulement de section maximale sont délimités. Une plaque dans laquelle les creux et les sommets ne seraient pas alignés le long de la direction Y ne sort pas du cadre de la présente invention.

Dans l'exemple représenté, le profil général de l'ondulation des bandes est une courbe sinusoïdale. On peut prévoir que l'ondulation des bandes soit exactement une courbe sinusoïdale. Dans ce cas, de préférence, les bandes présentent la même ondulation et deux bandes adjacentes sont déphasées de π.

Le dispositif comporte également un collecteur d'alimentation 8 connecté à une extrémité des microcanaux et destiné à alimenter les microcanaux en un premier fluide et un collecteur d'évacuation 10 connecté à l'autre extrémité des microcanaux et destiné à collecter le premier fluide sortant des microcanaux.

De préférence, chaque bande présente à ses extrémités, dans lesquelles débouchent les microcanaux, des portions planes 11, 13 contenues dans le plan P. Ainsi tous les microcanaux débouchent dans le plan P aux deux extrémités de la plaque facilitant la connexion des microcanaux aux collecteurs d'alimentation 8 et d'évacuation 10.

De préférence, tous les microcanaux sont connectés aux mêmes collecteurs d'alimentation et d'évacuation simplifiant la fabrication du dispositif. Mais il pourrait être prévu d'alimenter les microcanaux de chaque bande de manière séparée

des autres bandes, voire d'alimenter individuellement chaque microcanal. Des configurations similaires peuvent s'appliquer à l'évacuation des microcanaux.

Sur la figure 3, on peut voit un autre exemple de plaque vu de côté le long de la direction Y. Dans cet exemple, chaque bande présente une ondulation telle qu'elle est située d'un côté uniquement du plan P, deux bandes successives B1', B2' étant situés de part et d'autre du plan P. On peut voir les chemins d'écoulement privilégiés C1', C2'.

Le fluide circulant dans les plaques est par exemple un liquide, un gaz ou un mélange liquide/gaz. Le fluide circulant selon la direction Y est par exemple un gaz ou un mélange de gaz comme l'air ou un liquide. On peut envisager que la plaque soit disposés dans un boîtier dans lequel une circulation de liquide est établie.

Le fonctionnement du dispositif d'échange thermique va maintenant être décrit.

Un premier fluide est mis en circulation dans les microcanaux via les collecteurs d'alimentation et d'évacuation, le collecteur d'alimentation 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 œuvre 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.

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

Du fait de la tortuosité des microcanaux, les échanges thermiques sont favorisés entre le premier fluide et le matériau des bandes. Du fait de la très grande surface d'échange thermique, les échanges entre l'air et les bandes sont favorisés. De plus les pertes de charge sont faibles pour le deuxième fluide assurant une circulation d'air importante.

Le dispositif permet des échanges thermiques très efficaces dans un encombrement réduit.

La plaque peut être réalisée suivant différentes techniques.

Selon une première technique, une plaque multiport est réalisée directement par extrusion, des espaces étant prévus entre les canaux définissant ainsi des bandes. On réalise ensuite le gaufrage ou la mise en forme des bandes de sorte à présenter le profil souhaité.

Comme indiqué ci-dessus en relation avec la première technique, la section des motifs peut être carrée, rectangulaire, cylindrique, semi-cylindrique, losangique, triangulaire, ovoïde …

En variante, on réalise individuellement des bandes telles que la bande B1 représentée sur la figure 4D, par exemple par extrusion. Les canaux sont réalisés lors de l'extrusion. Sur la figure 4D, on peut voir une des extrémités 19 des canaux. Les bandes B1 sont ensuite mises en forme pour qu'elles présentent une ondulation. Les bandes B1 sont ensuite assemblées par exemple par soudage de sorte que les zones de creux de deux bandes successives soient décalées dans la direction Y.

Les plaques 2 sont de préférence de forme rectangulaire ou carrée, les bandes peuvent s'étendre dans la longueur ou dans la largeur des plaques.

Sur les figures 4A et 4B, on peut voir un exemple d'une deuxième technique pour fabriquer la plaque du dispositif d'échange thermique 2.

D'une part on fabrique une plaque 10 rectangulaire ou carrée munie de fentes s'étendant perpendiculairement à deux 10.1, 10.2 de ses bords. Les fentes traversent la plaque dans son épaisseur mais ne débouchent par dans les bords 10.1, 10.2 de la plaque 10. Les fentes 12 sont par exemple réalisées par estampage, découpe laser ou gravure chimique. On réalise par ailleurs deux plaques pleines 14, 16 présentant les mêmes dimensions extérieures que la plaque 10.

La plaque 10 est disposée entre les deux plaques pleines 14 et 16 et les trois plaques 10, 14, 16 sont ensuite assemblées de sorte que les fentes délimitent avec les faces intérieures des plaques 14, 16 des microcanaux étanches. Dans l'exemple représenté, les canaux ont une section carrée ou rectangulaire mais d'autre sections sont

envisageables, par exemple une section cylindrique ou semi-cylindrique. En variante, la plaque 10 peut être formée de deux plaques superposées chacune comprenant une partie de la section des canaux, ce qui permet de réaliser des canaux ayant des sections plus complexes, par exemple une section losangique, triangulaire, ovoïde…

Par ailleurs, dans l'exemple représenté les fentes sont rectilignes, mais on pourrait prévoir qu'elles présentent un profil sinueux, permettant d'améliorer le coefficient d'échange

On pourrait en outre envisager que les canaux n'aient pas tous le même profil.

Les plaques 10, 14 et 16 sont ensuite assemblées de préférence par brasage, le soudage ou la diffusion moléculaire est également envisageable.

Les bords 10.1, 10.2 de la plaque 12 sont ensuite percés d'orifices 17 par exemple par usinage au droit des fentes 12 de sorte à faire déboucher les microcanaux vers l'extérieur comme cela est représenté sur la figure 4B.

Lors d'une étape suivante, on réalise des découpes traversantes dans l'épaisseur de l'empilement entre les microcanaux, délimitant ainsi des bandes B1, B2…

Lors d'une étape suivante, on déforme individuellement chaque bande B1, B2 pour lui donner le profil souhaité en appliquant des efforts transversaux au plan de l'empilement. Les découpes entre les canaux sont avantageusement discontinues de sorte que les bandes restent solidaires les unes des autres de manière discrète.

En variante de cette deuxième technique, l'assemblage peut être réalisé à l'aide de deux plaques (figure 4C) : une première plaque 110 dans laquelle on réalise des rainures par exemple par gravure chimique, gravure laser, usinage, estampage… et une deuxième plaque de fermeture 112. Les deux plaques ainsi assemblées délimitent les canaux.

Sur la figure 5, on peut voir un exemple d'un dispositif d'échange thermique D2 mettant en œuvre plusieurs plaques telles que celle représentée sur la figure 2A. La mise en œuvre de plusieurs plaques d'échange thermique est très avantageuse car elle permet d'avoir un dispositif très compact en termes d'échange thermique.

Le dispositif de la figure 5 comporte un empilement de plaques 2, un collecteur d'alimentation 108 alimentant en parallèle toutes les plaques et un collecteur d'évacuation 110 connecté à toutes les plaques. En variante on pourrait prévoir des collecteurs individuels pour chaque plaque ou des collecteurs communs à un groupe de plaques.

On peut aussi envisager de faire circuler plusieurs fois le premier fluide dans la même plaque, le premier fluide empruntant par exemple des canaux pour effectuer un aller et d'autres canaux pour effectuer un retour. Il peut également être envisagé de faire faire circuler le fluide d'une plaque à l'autre dans un empilement de plaques.

Les plaques peuvent avoir toute orientation, par exemple horizontale ou verticale, on désigne l'ensemble formé par les plaques disposées les unes à côté des autres ou les unes sur les autres par "empilement".

Sur les figures 6A et 6B, on peut voir l'empilement de plaques seul. Dans cet exemple huit plaques 2 sont empilées.

Dans la configuration des figures 6A et 6B, les plaques 2 ont la même orientation, de sorte que les plaques s'emboîtent les unes dans les autres. Les plaques définissent entre elles de nouveaux chemins d'écoulement privilégiés pour la circulation de l'air dans la direction Y.

En faisant varier la distance entre les plaques 2, on modifie la section des chemins privilégiés. On modifie alors aisément l'encombrement de l'empilement pour s'adapter aux exigences d'échange thermique et de compacité.

Sur les figures 7A à 7F, on peut voir différents empilements selon la première configuration, les plaques étant de plus en plus écartées les unes des autres de la figure 7A à la figure 7F. La distance entre l'extrémité des plaques est désignée E. On constate que grâce à la structure des plaques, il est très facile de modifier "la porosité" de l'empilement, i.e. la section des chemins privilégiés, et ainsi de modifier les caractéristiques du dispositif d'échange thermique.

On constate par exemple que l'empilement de la figure 7A offre l'avantage d'être très compact mais que les sections de passage des chemins privilégiés sont réduites, les pertes de charge sont alors plus importantes.

L'empilement de la figure 7F est plus encombrant mais ménage des sections de passage pour l'air importantes, l'efficacité du dispositif est donc accrue.

Un dispositif d'échange thermique dans lequel la distance entre les plaques ne serait pas constante ne sort pas du cadre de la présente invention.

Le dispositif selon l'invention offre donc une grande adaptabilité aux conditions d'encombrement et d'efficacité et ceci de manière très simple sans avoir à modifier la structure des plaques.

Sur les figures 8A et 8B, on peut voir une autre configuration dans laquelle les plaques ont des configurations inversées, i.e. les plaques sont disposées dos à dos. Si on considère que les plaques 2 ont une face inférieure 2.1 munie de creux et une face supérieure 2.2 munie de sommets, quelle que soit leur orientation, les plaques sont superposées de sorte que chaque plaque, à l'exception des plaques d'extrémité inférieure et supérieure, a sa face inférieure en face d'un face inférieure de la plaque située d'un côté et sa face supérieure en face de la face supérieure de la plaque située de l'autre côté. Il existe alors un plan de symétrie entre les plaques successives. Les sommets et les creux des plaques sont alors en contact, les plaques ne s'emboîtant pas les unes dans les autres.

Cette configuration présente l'avantage d'offrir un empilement autoportant et des chemins d'écoulement privilégiés de sections de passage constantes.

En variante, on peut envisager dans la deuxième configuration que les plaques ne soient pas en contact les unes avec les autres.

Sur la figure 9, on peut voir un exemple de réalisation pratique d'un dispositif d'échange thermique D3 comportant un empilement de plaques 2.

L'empilement est reçu dans un cadre 18 comportant deux montants latéraux 20 reliant deux traverses inférieure et supérieure 21.

Les extrémités de plaques dans lesquelles débouchent les microcanaux sont fixées aux montants latéraux 20. Les montants latéraux 20 sont munis de lumières

traversantes 23 au droit des ouvertures des microcanaux pour permettre leur connexion à un circuit de circulation du premier fluide (non représenté). L'air circule entre les traverses 21 et les montants 20. Dans cet exemple, l'empilement présente la première configuration.

Lorsque les plaques ont une longueur suffisamment faible pour ne pas présenter une flexion significative, elles peuvent n'être supportées qu'au niveau de leurs extrémités longitudinales.

En revanche lorsque les plaques présentent une longueur telle que les plaques peuvent fléchir sous leur poids, des moyens formant des entretoises sont disposés entre les plaques pour assurer leur soutien et éviter leur flexion. Ces moyens soulagent les plaques d'éventuelles contraintes thermomécaniques et vibratoires.

Sur les figures 10A et 10B, on peut voir un exemple de réalisation de ces moyens formant des entretoises, il s'agit de points de soudure 22 réalisés entre les plaques successives. Ces points de soudure 22 assurent en outre une solidarisation des plaques entre elles et la réalisation d'un empilement d'un seul tenant.

La figure 10A représente un empilement selon la première configuration, les points de soudure 22 relient deux sommets des ondulations de plaques. La figure 10B représente un empilement selon la deuxième configuration, les points de soudure 22 reliant un sommet 9 d'une plaque et un creux 7 d'une autre plaque.

Les points de soudure prolongent avantageusement les surfaces d'échange thermique des plaques, et s'interposent dans le courant d'air, notamment dans l'empilement de la figure 10A. L'efficacité d'échange thermique du dispositif est donc avantageusement augmentée.

Selon un autre exemple de réalisation, des éléments rapportés formant des entretoises sont prévus.

Sur les figures 11A et 11B, on peut voir un empilement de plaques munies de tels éléments selon un exemple de réalisation.

Sur la figure 11C, l'élément 24 est représenté seul. Les éléments d'entretoise 24, dans l'exemple représenté, sont disposés entre deux bandes B1, B2... Il comporte une bande 26 de longueur égale aux bandes B1, B2 et comportent au moins

une d'un côté de la bande et définissant l'écartement entre les plaques 2. Dans l'exemple représenté, chaque bande comporte deux saillies 25. En outre de manière particulièrement avantageuse, chaque saillie 25 est formée par une languette 28 découpée dans la bande et repliée de sorte à faire saillie d'un côté de la bande 26. La réalisation des éléments d'entretoise est donc simplifiée et leur masse est réduite. En variante, on pourrait envisager de rapporter sur la bande un plot formant la saillie, dans ce cas la masse de l'élément serait augmentée.

Cet exemple de réalisation présente l'avantage de permettre d'utiliser les mêmes éléments d'entretoise pour différents écartements entre les plaques puisqu'il suffit de plier plus ou moins les languettes pour modifier l'écartement. Ils peuvent donc être utilisés soit pour réaliser différents dispositifs ayant chacune leur propre distance entre plaques soit pour réaliser un seul dispositif présentant différentes distances entre les plaques. Le coût de fabrication peut dont être réduit.

Dans l'exemple de la figure 11A, les plaques de l'empilement sont réalisées à partir de bandes mises en forme individuellement puis assemblées. Lors de l'assemblage des bandes, les éléments d'entretoise 24 sont interposés entre deux bandes les bandes B1, B2….étant solidarisées par leurs bords latéraux aux éléments d'entretoise 24.

Sur la figure 11B, one peut voir une vue de détail de l'empilement de la figure 11A. L'empilement correspond à celui de la première configuration.

Dans l'exemple représenté, tous les éléments d'entretoise 24 sont identiques, les plaques 2 sont alors empilées de sorte que les languettes 28 de deux plaques successives 2 soient sécantes et non parallèles, les languettes 28 des éléments d'entretoise 24 de la plaque voisine reposent alors sur une zone non pliée de la bande 26.

En variante, on peut prévoir que les éléments d'entretoise ne soient pas identiques d'une plaque à l'autre. Il pourrait par exemple être prévu que la distance séparant deux languettes 28 soit différente d'une plaque à l'autre ainsi les plaques pourraient être empilées de sorte que les languettes aient la même orientation. De manière très avantageuse, les languettes sont conformées pour permettre de les solidariser à la plaque contre laquelle elles sont en appui. Par exemple, leur extrémité

libre 28.1 est pliée de sorte à présenter un replat 30 venant en appui plan contre la plaque du dessous ou du dessus, par exemple sur une zone plane de la bande 26 dans l'exemple des figures 11A et 11B. Le replat 30 est par exemple solidarisé à l'autre plaque par soudage par diffusion ou par brasage.

Dans l'exemple représenté, des éléments d'entretoise 24 sont prévus en chaque paire de bandes B1, B2... mais il pourrait être prévu d'en disposer toutes les deux bandes ou plus. Chaque plaque comporte au moins deux éléments d'entretoise 24.

Il sera compris que toute forme d'élément d'entretoise peut convenir.

Dans l'exemple décrit, toutes les plaques comportent des éléments d'entretoise, tous les éléments d'entretoise étant orientés vers la plaque du dessus ou vers la plaque du dessous. En variante, on pourrait prévoir qu'une plaque sur deux dans l'empilement comporte des éléments d'entretoise, les languettes 28 étant orientées alternativement vers la plaque du haut et vers la plaque du bas. Des bandes ayant les mêmes dimensions que les éléments d'entretoises sont prévues entre les bandes B1, B2... dans les plaques ne comportant pas d'éléments d'entretoise afin de conserver la géométrie de l'empilement.

Sur les figures 12A et 12B, on peut voir un autre exemple de réalisation de plaques munies d'éléments d'entretoise plus particulièrement adaptés à la réalisation de plaque selon la deuxième technique de réalisation décrite ci-dessus.

Dans cet exemple, les éléments d'entretoise 124 sont formés directement dans l'empilement entre les microcanaux par découpe, emboutissage et pliage. Dans l'exemple représenté, les éléments d'entretoise 124 ont la forme de crochet, l'extrémité libre du crochet présentant avantageusement un replat 130 pour la fixation à la plaque adjacente par soudure, par diffusion ou par brasure.

En variante, les éléments d'entretoise 124 pourraient avoir une forme de languette similaire à celle des figures 11A à 11C.

On pourrait prévoir de fixer individuellement des languettes ou toute pièce en saillie directement sur les faces inférieure ou supérieure des bandes B1, B2...

Dans les exemples représentés, les éléments d'entretoise 24, 124 sont avantageusement intégrés aux plaques, simplifiant la réalisation de l'empilement. Mais

un dispositif dans lequel les éléments assurant l'écartement entre les plaques seraient indépendant des plaques ne sort pas du cadre de la présente invention, par exemple dans le cas du dispositif de la figure 9, on peut envisager que des tiges formant un support soient fixées entre les deux montants latéraux, les plaques reposant sur les tiges. La distance entre deux tiges successives dans la direction verticale fixe l'écartement entre deux plaques.

Sur la figure 13, on peut voir un autre exemple de réalisation d'un dispositif d'échange thermique comportant une pluralité de plaques d'échange thermique.

Dans cet exemple, les plaques sont cintrées et sont disposées autour d'un axe Y1 de sorte à former un dispositif présentant une symétrie de révolution. Chaque plaque 2 comporte un collecteur 208, 210 à chacune des extrémités des canaux. Les plaques sont montées de sorte que l'un des connecteurs 208 soit situé radialement à l'intérieur de l'échangeur et l'autre collecteur 210 soit disposé radialement à l'extérieur du dispositif.

Par exemple les collecteurs d'alimentation 208 sont radialement à l'intérieur et sont connectés à un collecteur commun d'alimentation (non visible) par exemple à l'une de leurs extrémités et les collecteurs d'évacuation 210 sont radialement à l'extérieur et sont connectés à un collecteur commun d'évacuation 212 par exemple à l'une de leurs extrémités. Dans l'exemple représenté le collecteur commun d'évacuation 212 a la forme d'un anneau.

Le collecteur commun central pourrait être formé d'un tube remplissant toute la partie centrale du collecteur.

La circulation de l'air est symbolisée par les flèches F. il circule le long de l'axe de symétrie Y1 du dispositif. Il peut être prévu un ventilateur par exemple au centre du dispositif pour déplacer l'air par convection forcée.

Sur la figure 14, on peut voir un autre exemple de réalisation représenté schématiquement d'un dispositif d'échange thermique comportant une seule plaque. La plaque est enroulée de sorte à former une spirale. La plaque enroulée sur elle-même

forme d'un point de vue fonctionnel un empilement comparable à ceux des figures 7A à 7F.

Les plaques de l'échangeur sont réalisées avantageusement en matériaux offrant une très bonne conductivité thermique.

Lorsque les plaques sont réalisées à partir d'un empilement de tôles, elles peuvent être par exemple réalisées en acier noir, en acier inoxydable, en alliage d'aluminium et/ou de cuivre. De manière générale les plaques peuvent être réalisées en tout matériau métallique pouvant être assemblé par brasure, brasure-diffusion, collage, soudure, soudure-diffusion, soudure par ultra sons, soudure par friction ("stir welding" en terminologie anglo-saxonne), soudure par faisceau laser, soudure par faisceau d'électrons.

Lorsque les tôles sont réalisées en polymère, on pourra utiliser tout type de polymère thermoplastique qui puisse être assemblé par exemple par collage, soudure par ultrasons, soudure par friction, soudure haute fréquence, soudure au miroir, soudure laser. 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 les polymères pour améliorer leurs propriétés de conductivité thermique et de résistance mécaniques.

En variante, on peut prévoir d'insérer dans l'empilement de tôles de polymères non chargés une feuille de matériau ayant des propriétés thermiques et/ou mécaniques élevées telles par exemple une feuille de carbone pyrolytique, un tissu ou un mat des fibres de verre , de carbone... pour obtenir des propriétés thermiques et/ou mécaniques améliorées.

Lorsque les plaques sont réalisées par extrusion, elles peuvent être réalisées en tous matériaux aptes à être extrudés et offrant de préférence une bonne conductivité thermique, tels que des matériaux métalliques comme les alliages d'aluminium, les alliages de cuivre ou tout autre matériau pouvant être mis en œuvre par extrusion, tels que la céramique ou le polymère chargé. Différents types de polymère sont envisageables, par exemple le PVDF (Polyfluorure de Vinylidène), le PPO (Oxyde de Polyphéniléne), le PP (Polypropylène), le PVCC (Polychlorure de Vinyle surchloré), le PA

(Polyamide), le PPS (Polysulfure de phényléne), le PEI (Polyétherimide), le PSU (Polysulfone), le PBI (Polybenzidimazole), le PFA 15 (Perfluoroalkoxy), le PEEK (Polyetheretherketone), PMMA (Polymethacrylate 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 mécaniques.

Les mêmes matériaux sont envisageables lorsque les plaques sont réalisées par assemblage de bandes réalisées individuellement, puis assemblées entre elles

A titre d'exemple uniquement en considérant les dimensions indiquées sur la figure 4D et sur la figure 15, nous allons donner un exemple de dimensions relatives d'une bande.

L'épaisseur e est de préférence supérieure ou égale à 0,5 mm.

La hauteur h de la bande, i.e. la distance entre un creux et un sommet est supérieure ou égale à 1,5×e.

La largeur l de la bande est par exemple supérieure à 1,5×e.

Le pas p est de préférence supérieur à 3×e.

L'angle α qui représente l'inclinaison d'une ondulation par rapport l'horizontal est compris de préférence entre 10° et 80° dans la représentation.

Le rayon t d'un sommet ou d'un creux est de préférence supérieur ou égal à 3×e.

La longueur L d'une bande peut être quelconque.

A titre d'exemple uniquement, une bande a les dimensions suivantes : e = 2 mm; l = 20 mm; L = 250 mm; α = 30°; un rayon t = 8mm; h = 20 mm.

La plaque d'échange thermique et le dispositif d'échange thermique selon l'invention présentent les avantages suivants:

Ils sont de réalisation relativement simple, mettent en œuvre peu de pièces. Il en résulte un coût de fabrication réduit par rapport aux plaques et aux dispositifs de l'état de la technique.

Ils sont robustes et offrent une bonne fiabilité, du fait du nombre limité de pièces assemblées.

Ils offrent de bonnes performances thermiques. En effet, l'écoulement du fluides dans les plaques est tortueux ce qui améliore le coefficient d'échange entre la plaque et le fluide, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas de fluide ayant une mauvaise conductivité thermique tels que les huiles,...

En outre, notamment dans le cas où une seule plaque est mise en œuvre, le dispositif offre un aspect esthétique lui permettant également de servir d'élément d'architecture, par exemple sur une façade ou sur un toit tout en assurant son rôle d'échangeur thermique.

L'échangeur thermique selon l'invention peut être appliqué par exemple pour réaliser un échangeur gaz/liquide de type radiateur, un échangeur liquide/liquide, un évaporateur ou un condenseur, 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...

REVENDICATIONS

1. Plaque d'échange thermique (2) pour dispositif d'échange thermique entre un premier fluide et un deuxième fluide , ladite plaque d'échange thermique s'étendant dans un plan (P), ladite plaque d'échange thermique (2) comprenant au moins deux bandes (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 (B1, B2) étant disposées l'une à côté de l'autre selon une deuxième direction (Y), chacune des bandes (B1, B2) comportant au moins un canal s'étendant du premier bord (4) au deuxième bord (6) et débouchant dans le premier bord (4) et le deuxième bord (6), ledit canal étant destiné à la circulation d'un premier fluide, lesdites bandes (B1, B2) présentant chacune une ondulation comprenant des sommets (9) et des creux (7), deux bandes directement voisines étant disposées relativement l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'un sommet (9) d'une bande et un sommet (9) de la bande 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 et le creux (7) de la bande directement voisine délimite des chemins de circulation (C1, C2, C1', C2') d'un deuxième fluide.

2. Plaque d'échange thermique selon la revendication 1, dans laquelle chaque bande (B1, B2) comporte plusieurs canaux.

3. Plaque d'échange thermique selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les bandes (B1, B2) ont une épaisseur comprise entre 0.5 et 10 mm et les canaux ont un diamètre hydraulique compris entre 0,5 mm et 10 mm.

4. Plaque d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle les sommets (9) sont situés d'un côté du plan (P) de la plaque d'échange thermique (2) et les creux (7) sont situés d'un autre côté du plan de la plaque d'échange thermique (2).

5. Dispositif d'échange thermique comportant au moins une plaque d'échanges thermiques (2) selon l'une des revendication 1 à 4, au moins un collecteur d'alimentation (8) en un premier fluide connecté aux canaux au niveau du premier bord (4) de la plaque d'échange thermique (2) et au moins un collecteur d'évacuation (10) connecté aux canaux au niveau du deuxième bord (6) de la plaque d'échange thermique (2).

6. Dispositif d'échange thermique selon la revendication 5, dans lequel la plaque d'échange thermique (2) est enroulée sur elle-même sous forme de spirale

7. Dispositif d'échange thermique comportant au moins deux plaques d'échanges thermiques (2) selon l'une des revendications 1 à 4, au moins un collecteur d'alimentation (108) en un premier fluide connecté aux canaux au niveau d'au moins un premier bord (4) d'au moins une plaque d'échange thermique (2) et au moins un collecteur d'évacuation (110) connecté aux canaux au niveau d'au moins un deuxième bord (6) d'au moins une plaque d'échange thermique (2), lesdites plaques d'échange thermique (2) étant empilées de sorte que les sommets (9) et le creux (7) des bandes délimitent entre eux des chemins de circulation du deuxième fluide.

8. Dispositif d'échange thermique selon la revendication 7, dans lequel les plaques d'échange thermique (2) sont identiques et sont orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que les bandes (B1, B2) d'une plaque d'échange thermique soient situées au moins en partie entre les bandes (B1, B2) de l'autre plaque d'échange thermique.

9. Dispositif d'échange thermique selon la revendication 7, dans lequel les plaques d'échange thermique (2) sont identiques et sont orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que chaque sommet (9) d'une plaque d'échange thermique soit en appui contre un creux (7) de l'autre plaque d'échange thermique.

10. Dispositif d'échange thermique selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel les plaques d'échange thermique sont solidarisées entre elles par des points de soudure (22) au niveau d'un creux (7) et d'un sommet (9), de deux sommets (9) ou de deux creux (7).

11. Dispositif d'échange thermique selon l'une des revendications 7 à 10, comportant des moyens d'entretoise fixant la distance entre deux plaques successives.

12. Dispositif d'échange thermique selon les revendications 10 et 11, dans lequel les éléments d'entretoise sont formés par les points de soudure (22).

13. Dispositif d'échange thermique selon l'une des revendications 5 à 12, dans lequel la ou les plaques d'échange thermique est ou sont fabriquée(s) par extrusion et mise en forme.

14. Dispositif d'échange thermique selon les revendications 11 et 13, dans lequel les plaques d'échange thermique sont fabriquées à partir de bandes réalisées individuellement et ensuite solidarisées les unes aux autres, les éléments d'entretoise (24) étant interposés entre des bandes lors de leur solidarisation.

15. Dispositif d'échange thermique selon la revendication précédente, dans lequel chaque élément d'entretoise (24) comporte une bande (26) et au moins une saillie (25) formant une entretoise, ladite bande (26) étant solidarisée aux bandes d'échange thermique.

16. Dispositif d'échange thermique selon la revendication précédente dans lequel la saillie est une languette (28) découpée dans la bande et pliée.

17. Dispositif d'échange thermique selon la revendication précédente, dans lequel la languette (28) comporte une extrémité libre (28.1) comprenant un replat (30) destiné à être solidarisé à une plaque adjacente.

18. Dispositif d'échange thermique selon l'une des revendications 7 à 12, dans lequel les plaques d'échange thermique sont fabriquées à partir d'une plaque rainurée (10) entre deux plaques pleines (14, 16), les éléments d'entretoise (124) étant réalisées d'un seul tenant avec ledit empilement par découpage et déformation.

19. Dispositif d'échange thermique selon l'une des revendications 7 à 18, dans lequel les plaques 202 sont courbées et sont disposées les unes par rapport aux autres autour d'un axe (Y1) de sorte à ce que le dispositif présente une symétrie de révolution.

20. Procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 4, comportant les étapes :

a) réalisation par extrusion de plaques munies de canaux,

b) mise en forme de la plaque de sorte qu'elle comporte des bandes adjacentes présentant chacune une ondulation donnée.

21. Procédé de fabrication d'une plaque d'échange thermique selon l'une des revendications 1 à 4, comportant les étapes :

a') fabrication d'une plaque (10) munie de fentes (12) parallèles, les fentes (12) traversant une épaisseur de plaque et de deux plaques pleines (14, 16), les trois plaques (10, 14, 16) ayant la même surface,

b') empilement des trois plaques (10, 14, 16) de sorte que la plaque (10) munie des fentes (12) soit disposée entre les deux plaques pleines (14, 16) et solidarisation des trois plaques (10, 14, 16),

c') découpe des bords de la plaque (10) munie des fentes (12) de sorte que les fentes (12) débouchent vers l'extérieur de l'empilement au niveau de leurs deux extrémités, des canaux étant délimités par les fentes et les plaques pleines,

d') réalisation de découpe entre les canaux de sorte à délimiter des bandes,

e') déformation des bandes de sorte à leur donner une ondulation donnée.

22. Procédé de fabrication d'un dispositif d'échange thermique comportant au moins une plaque d'échange thermique comportant les étapes

A) réalisation d'une plaque selon le procédé de la revendication 20 ou de la revendication 21

B) connexion des premières extrémités des canaux à un collecteur et des secondes extrémités des canaux à un autre collecteur.

23. Procédé de fabrication d'un dispositif d'échange thermique comportant au moins deux plaques d'échange thermique comportant les étapes

A') réalisation d'au moins deux plaques selon le procédé de la revendication 20 ou de la revendication 21,

B') empilage des plaques d'échange thermique,

C') connexion des premières extrémités des canaux d'au moins une plaque à au moins un collecteur et des secondes extrémités des canaux d'au moins une plaque à au moins un autre collecteur.

24. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel les deux plaques sont identiques et sont empilées de sorte que les bandes d'une plaque soient situées au moins en partie ente les bandes de l'autre plaque.

25. Procédé de fabrication selon la revendication 23, dans lequel les plaques sont identiques et sont orientées l'une par rapport à l'autre de sorte que chaque sommet d'une plaque soient appui contre les creux de l'autre plaque.

26. Procédé de fabrication selon la revendication 23, dans lequel lors de l'étape A') des éléments d'entretoise sont réalisés par découpage et pliage des plaques.

27. Procédé de fabrication selon la revendication 23, dans lequel lors de l'étape A') des bandes comportant au moins un partie en saillie destinée à venir en appui contre une autre plaque sont interposées entre des bandes munies de canaux.

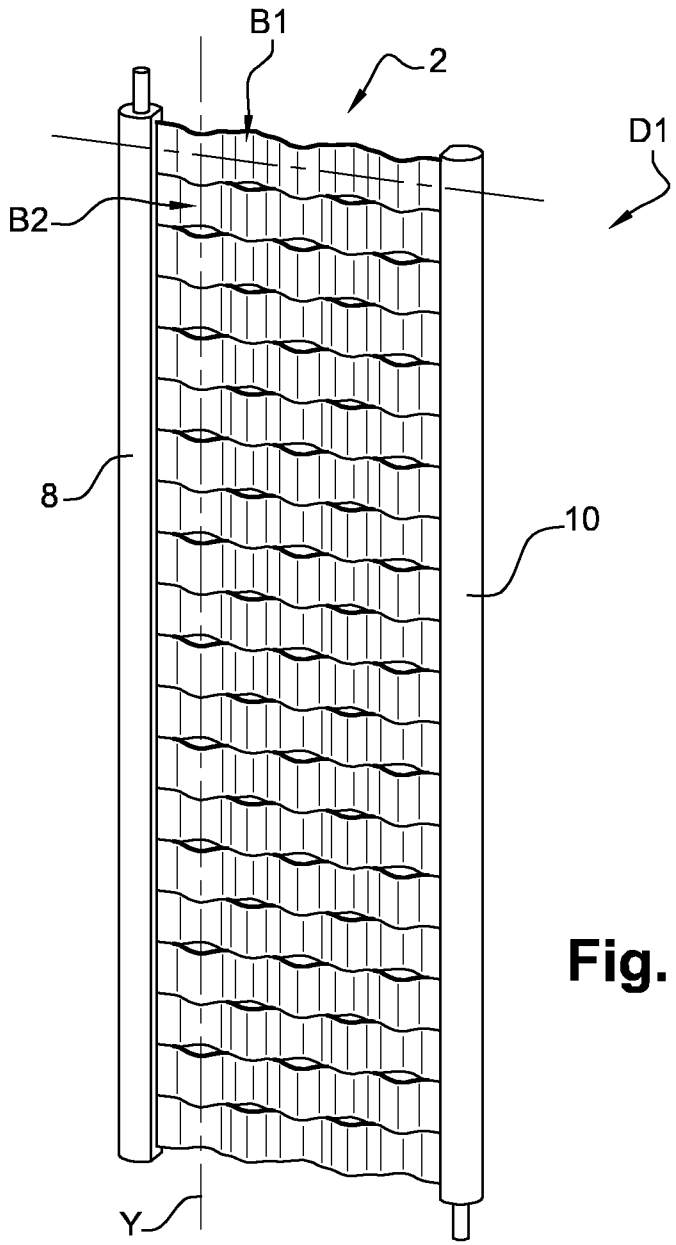


Fig. 1

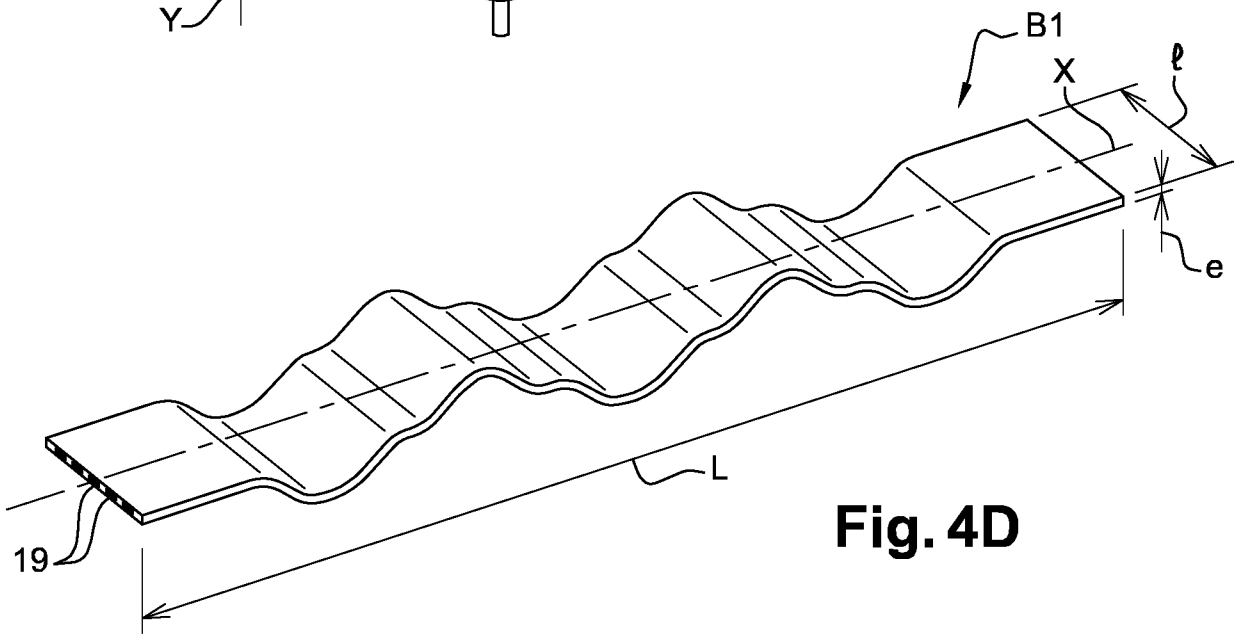


Fig. 4D

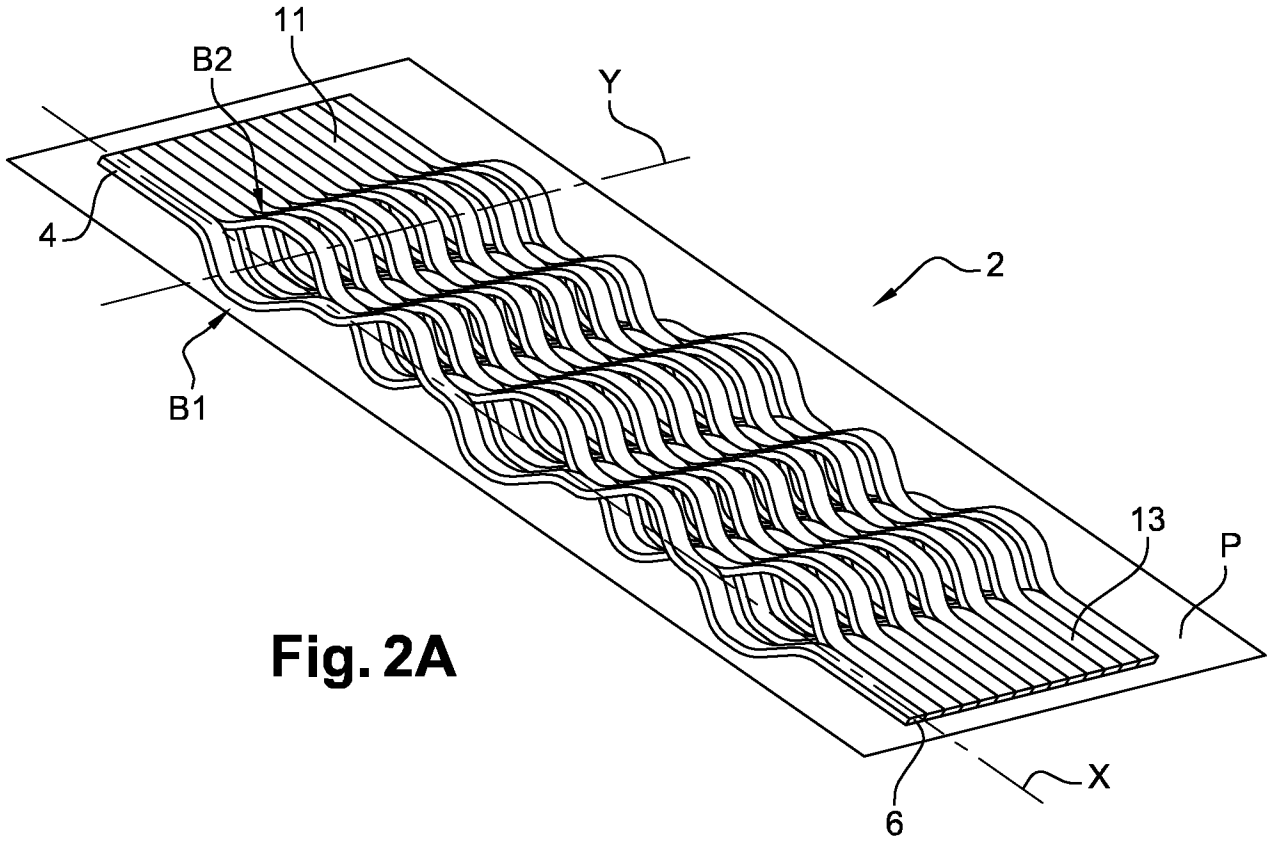


Fig. 2A

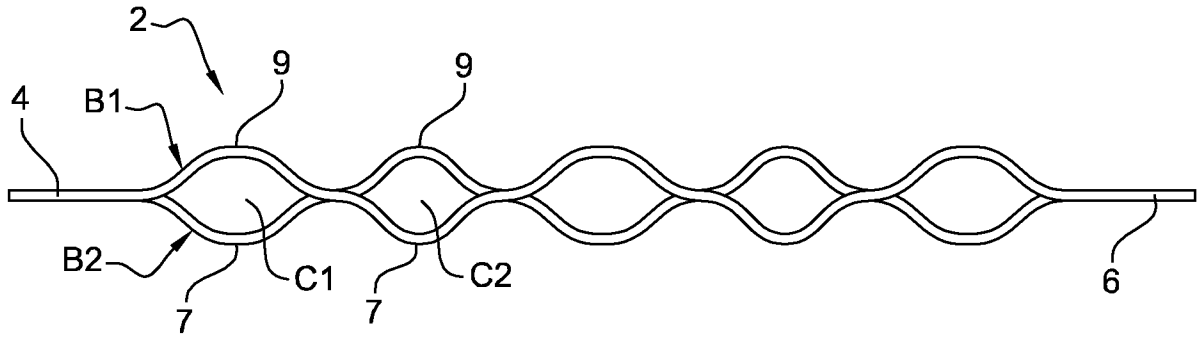


Fig. 2B

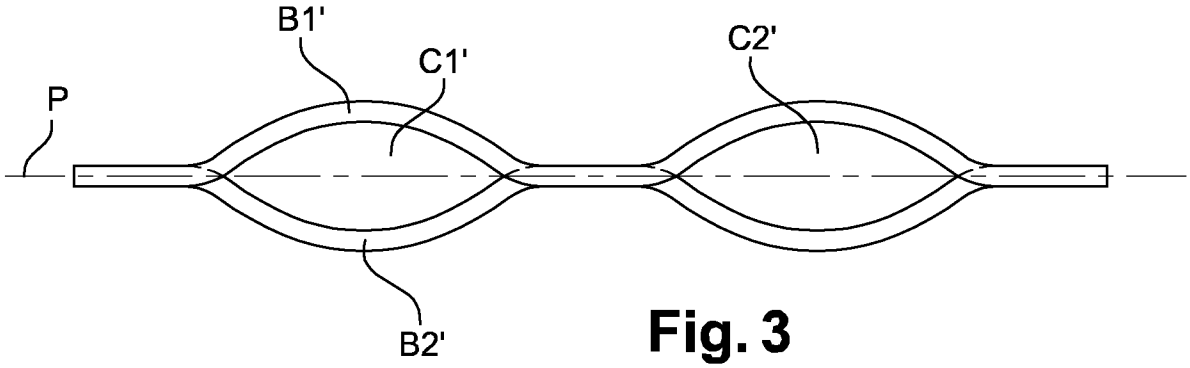


Fig. 3

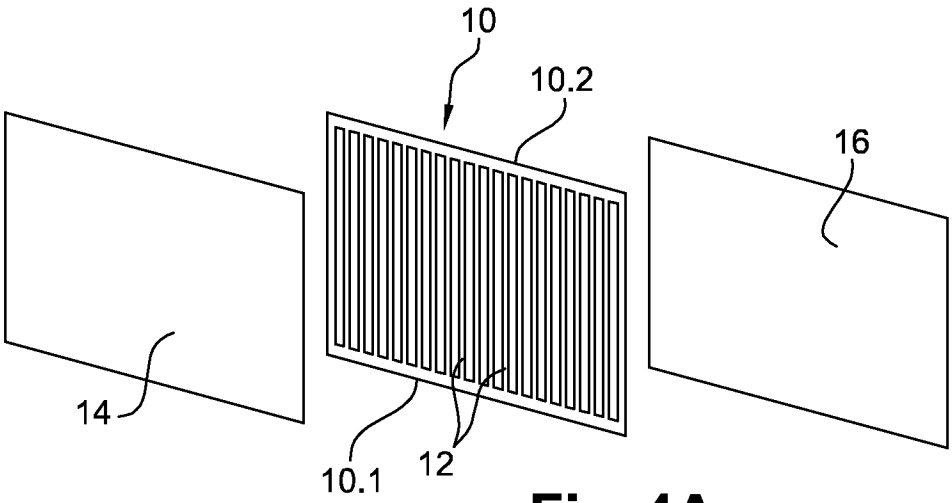


Fig. 4A

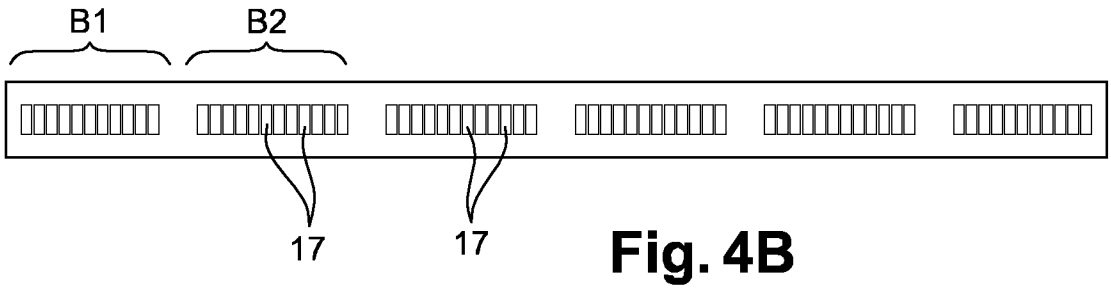


Fig. 4B

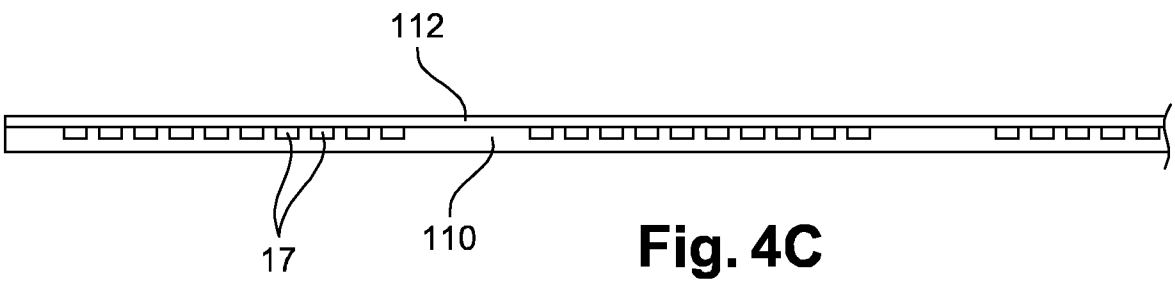


Fig. 4C

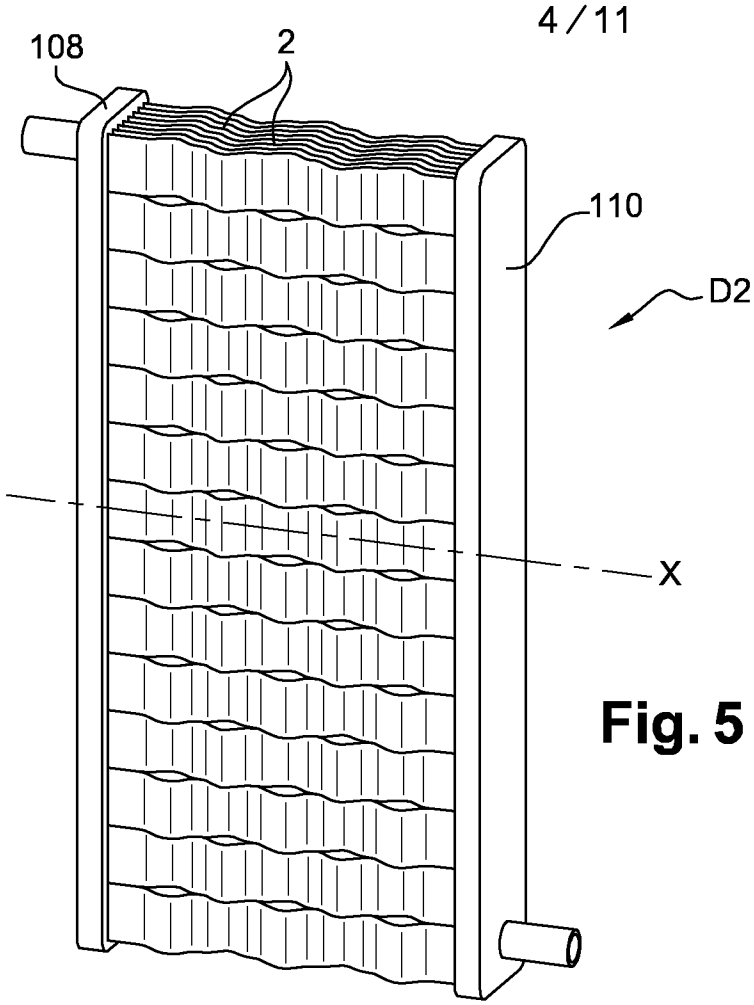


Fig. 5

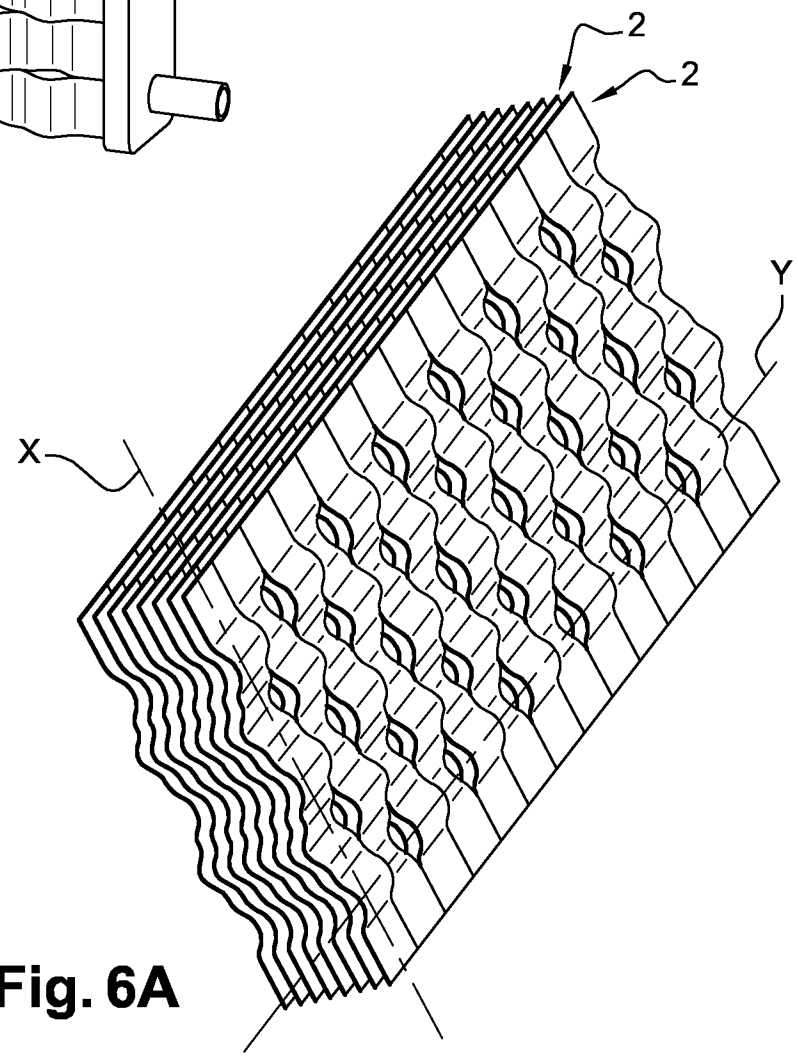


Fig. 6A

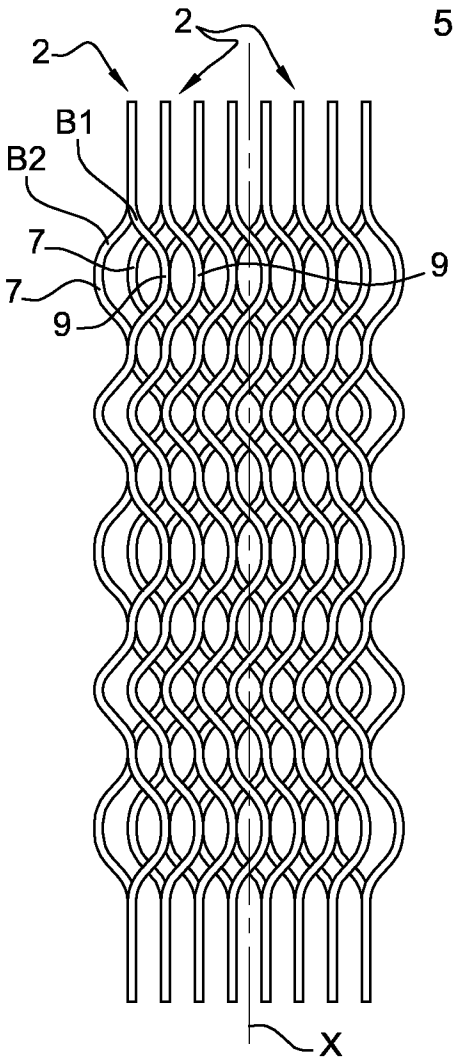


Fig. 6B

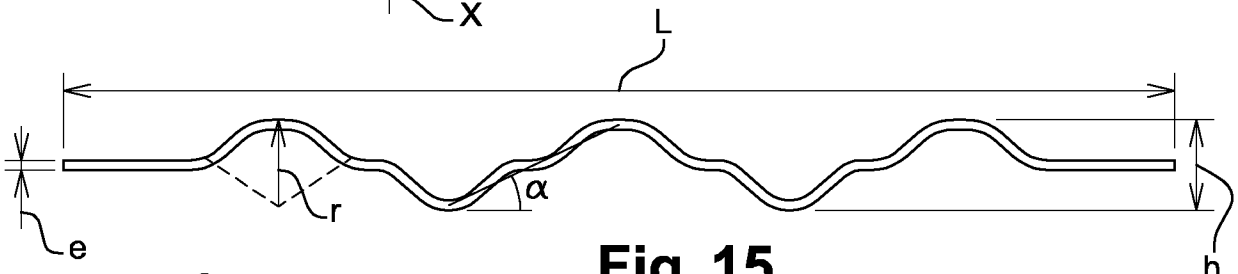


Fig. 15

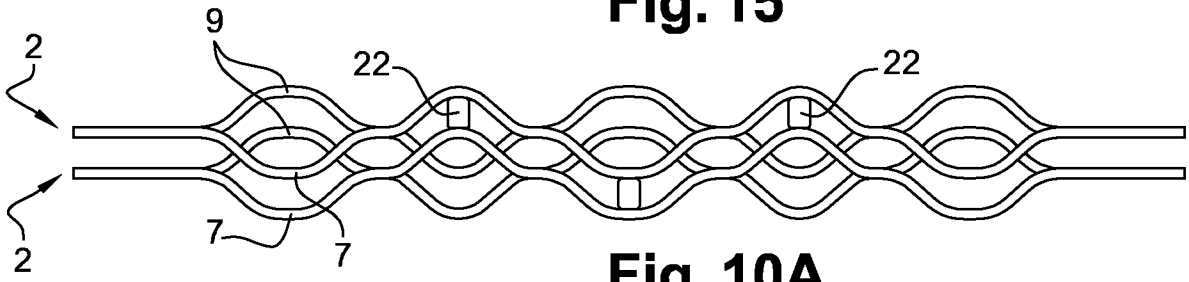


Fig. 10A

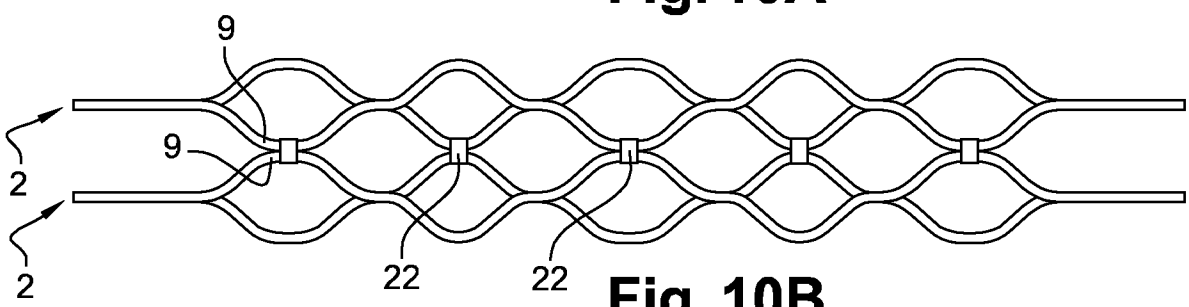


Fig. 10B

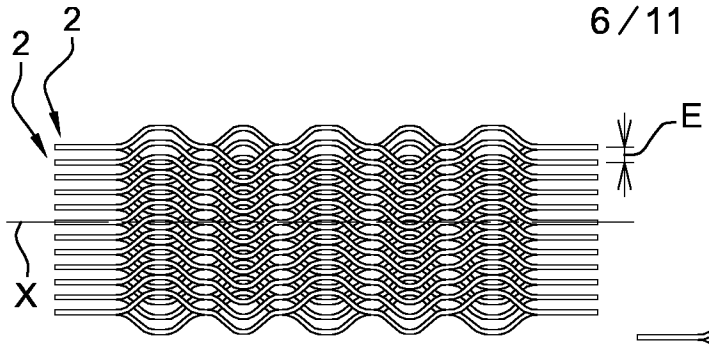


Fig. 7A

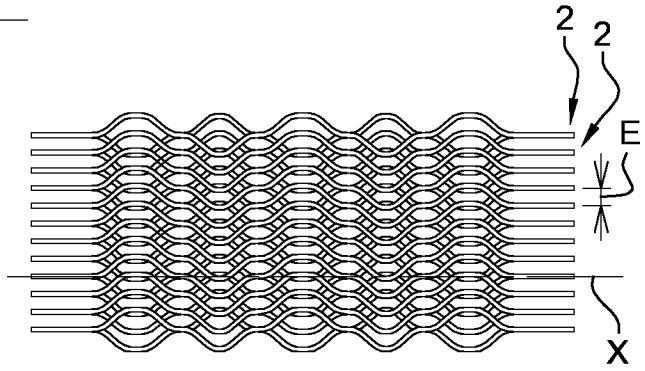


Fig. 7B

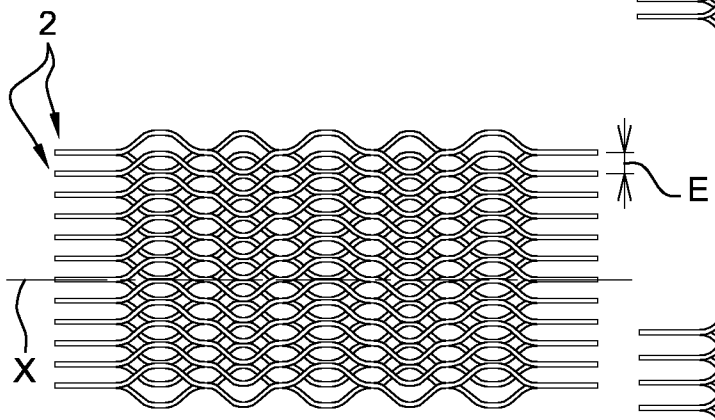


Fig. 7C

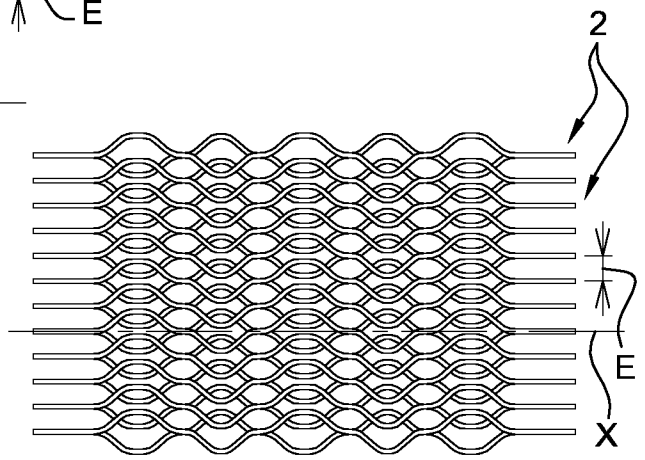


Fig. 7D

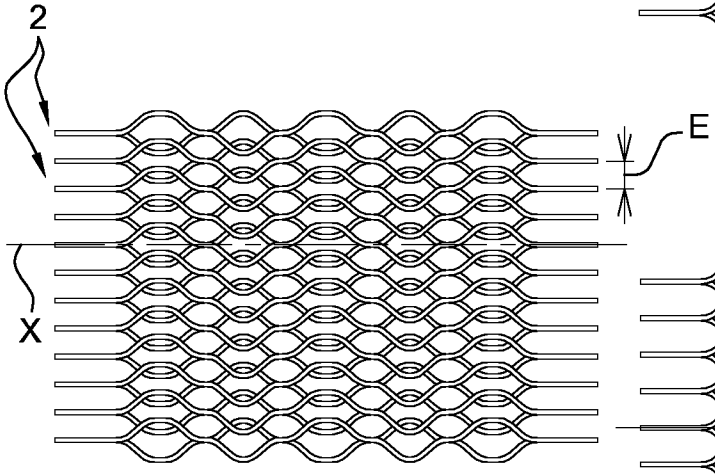


Fig. 7E

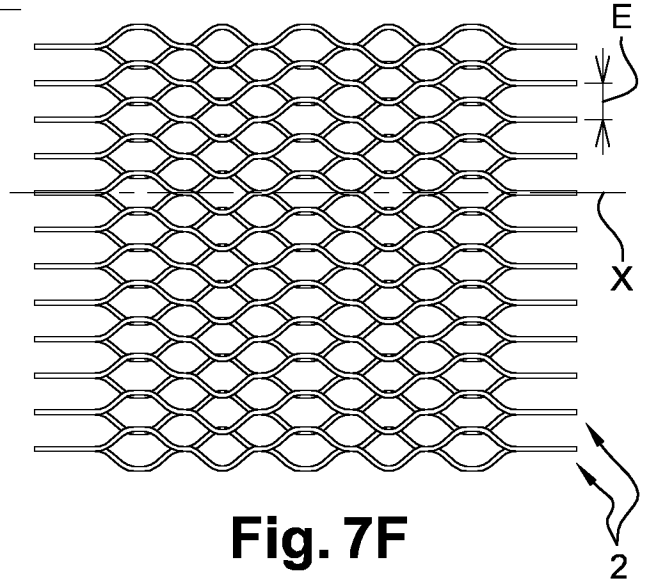


Fig. 7F

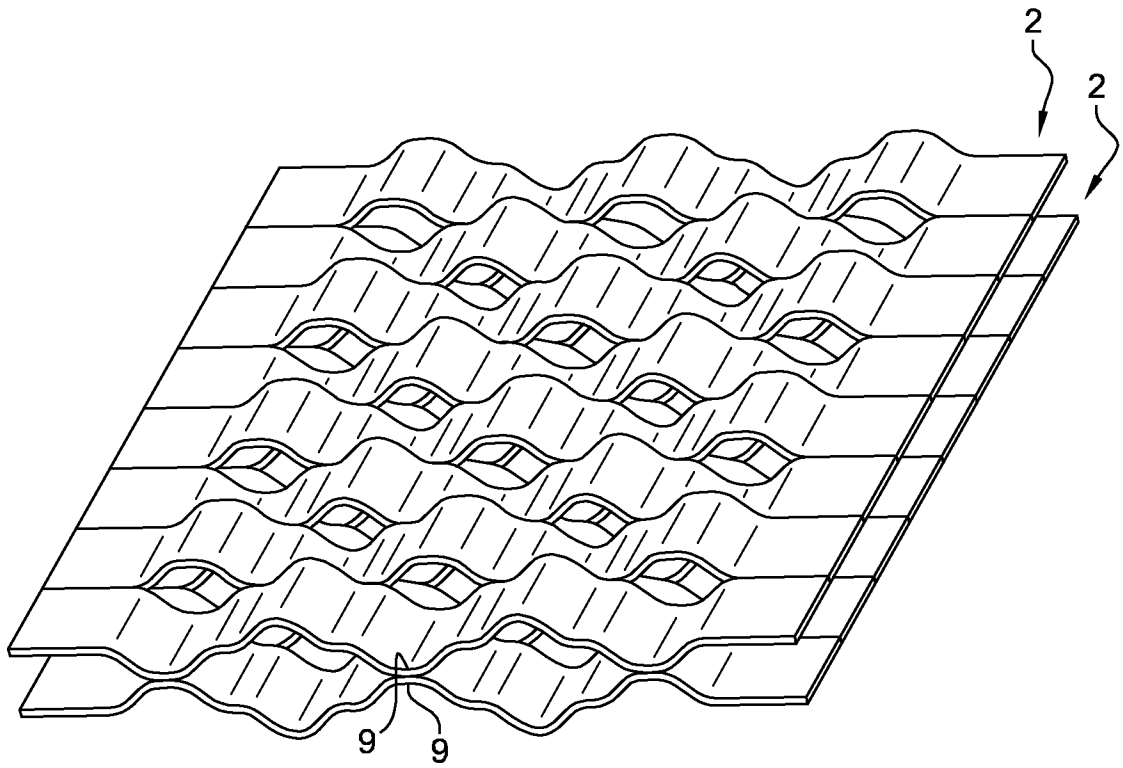


Fig. 8A

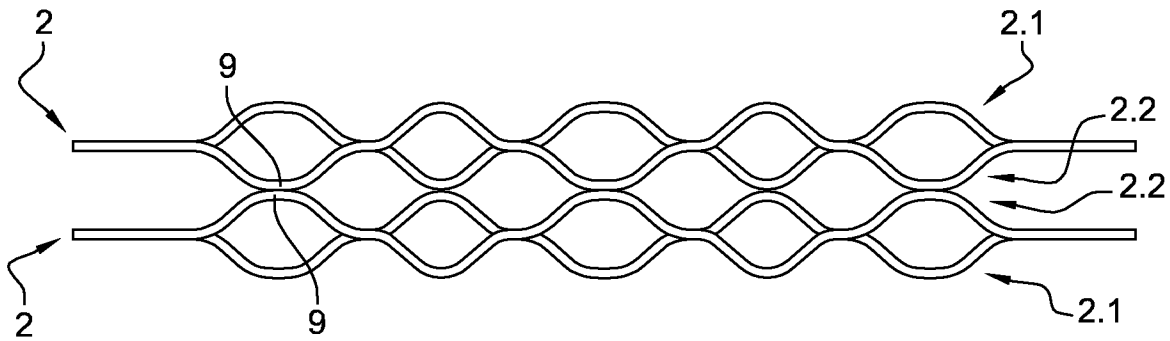


Fig. 8B

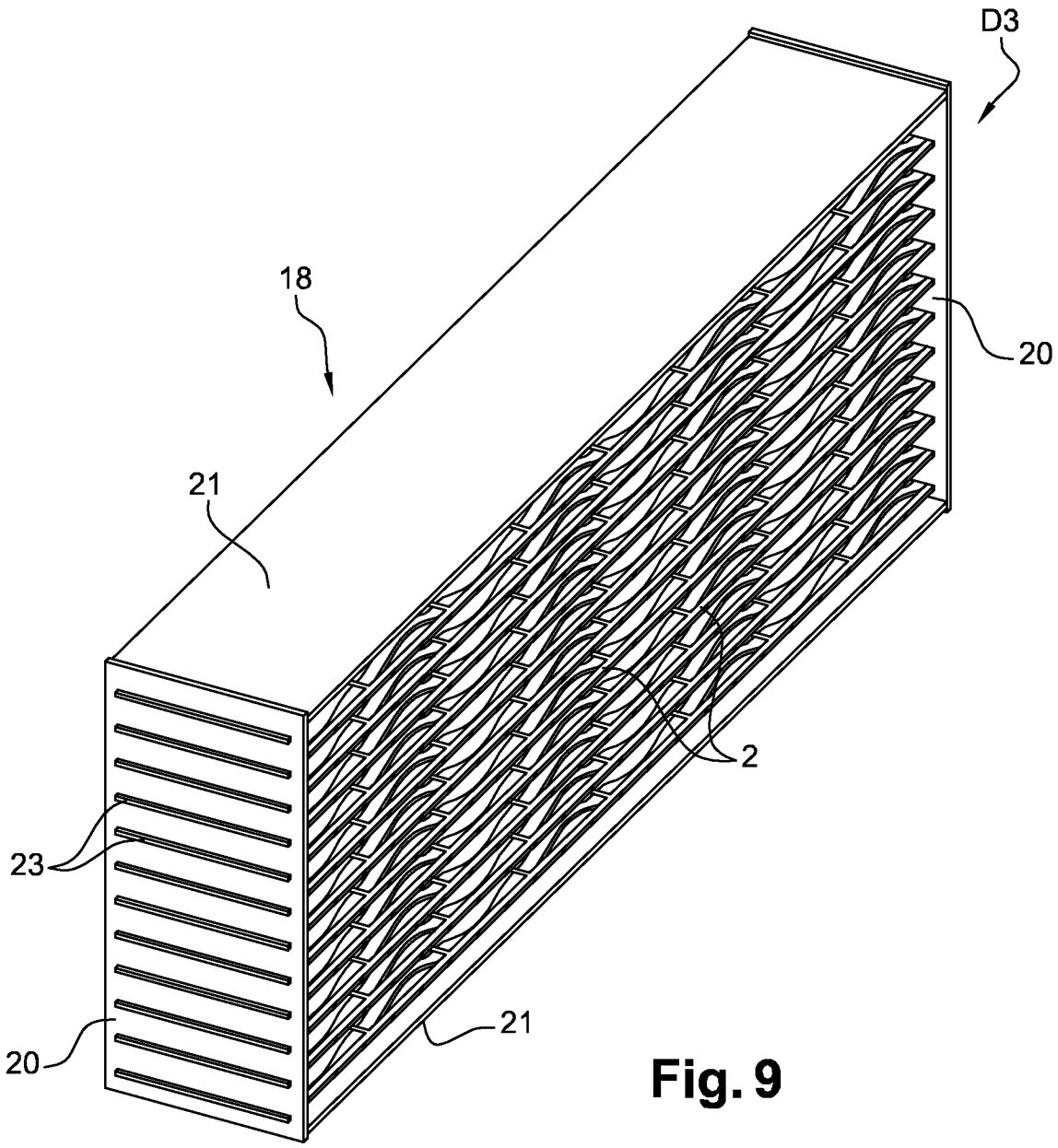


Fig. 9

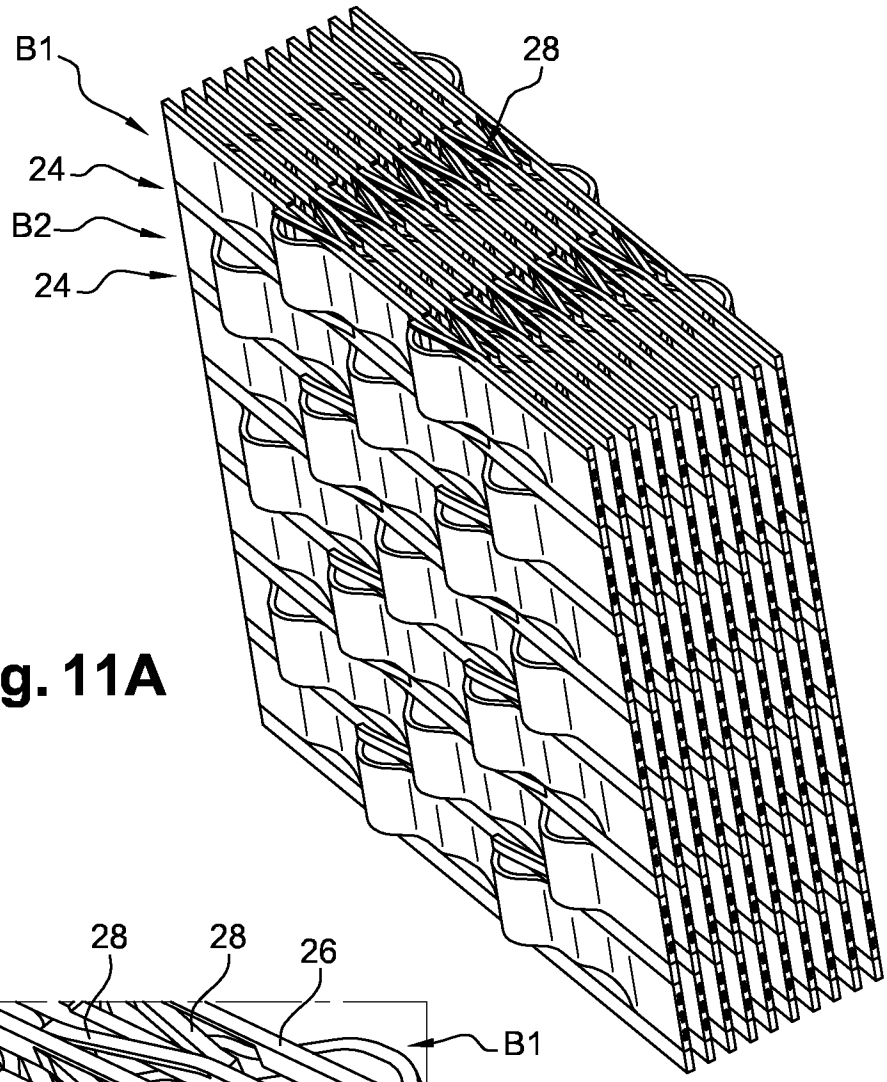


Fig. 11A

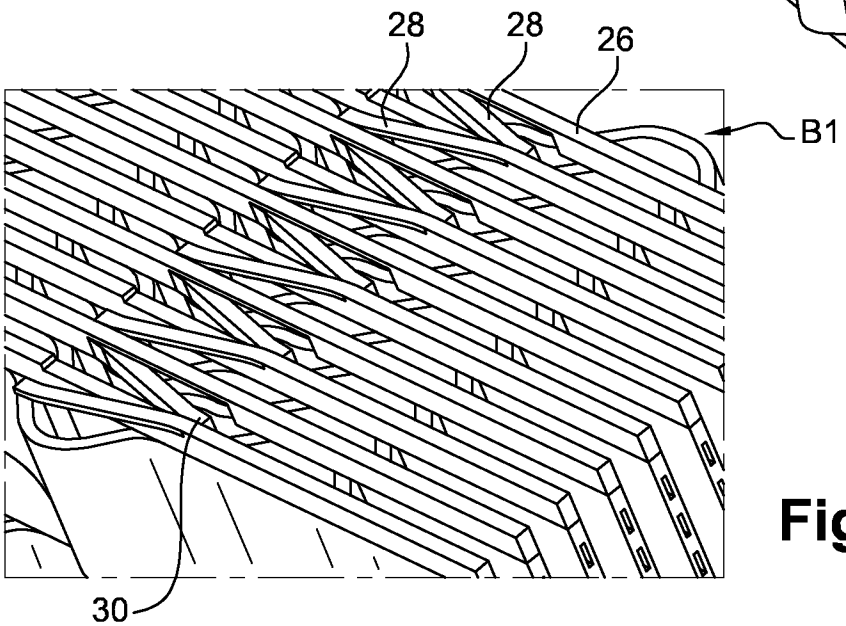


Fig. 11B

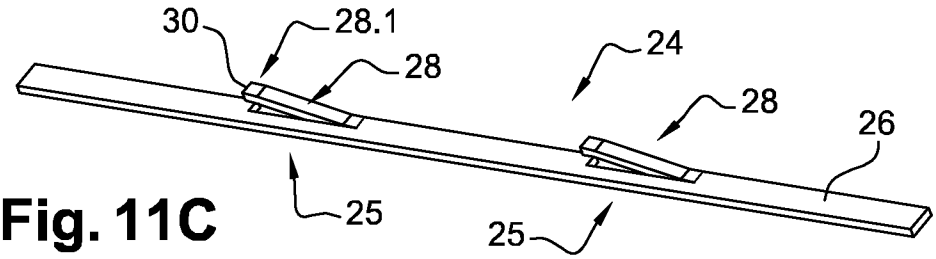


Fig. 11C

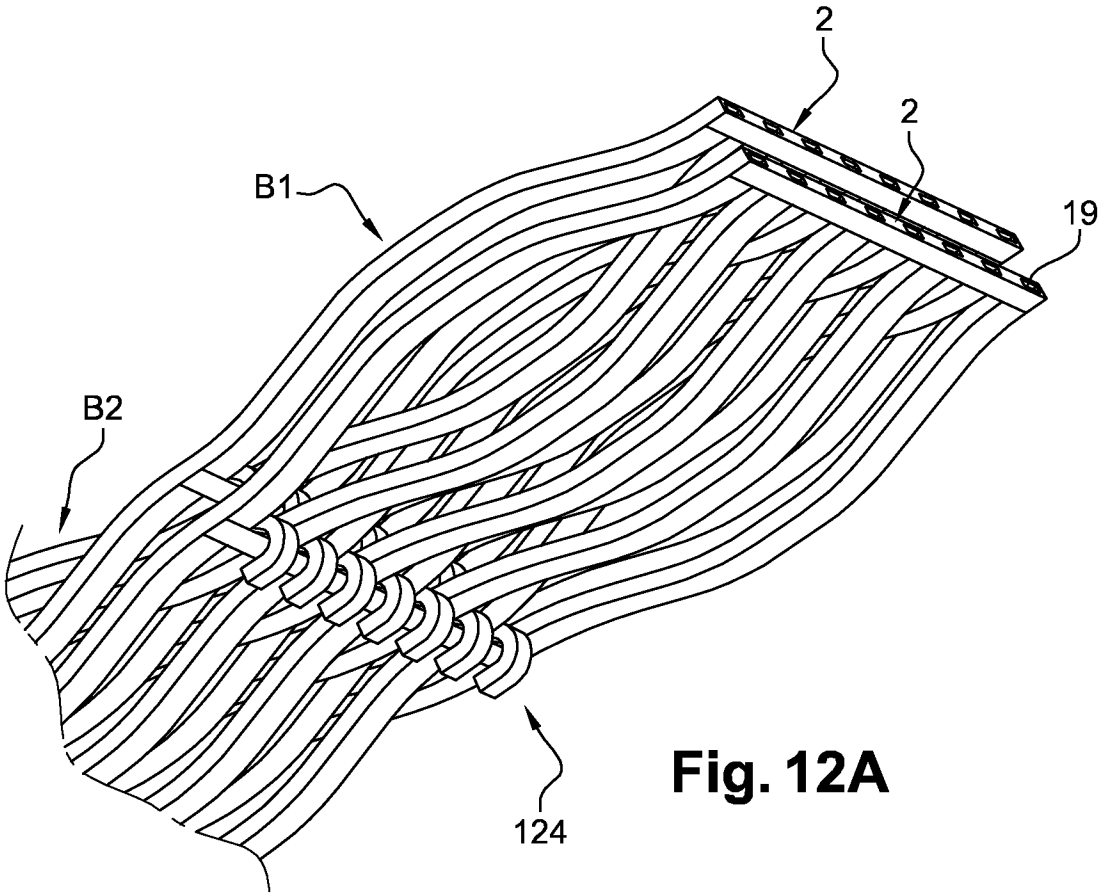


Fig. 12A

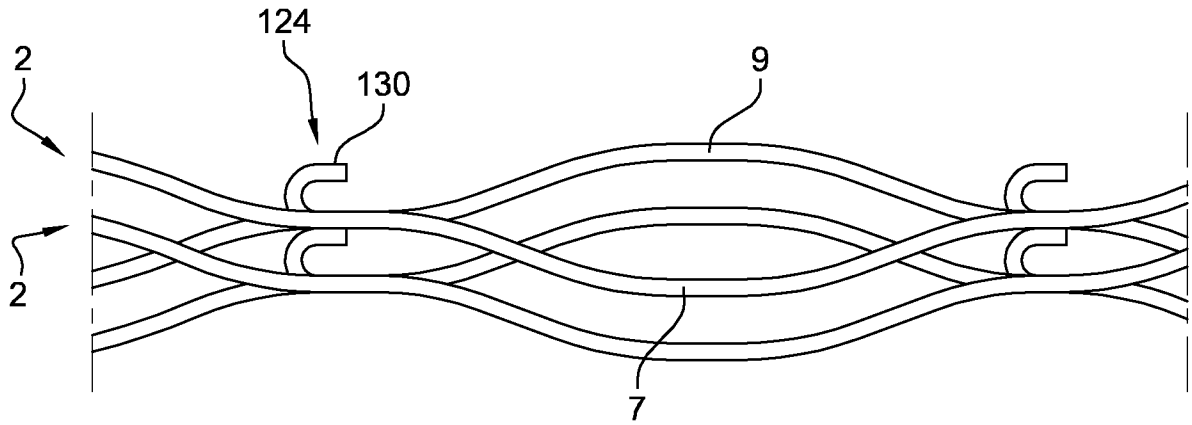


Fig. 12B

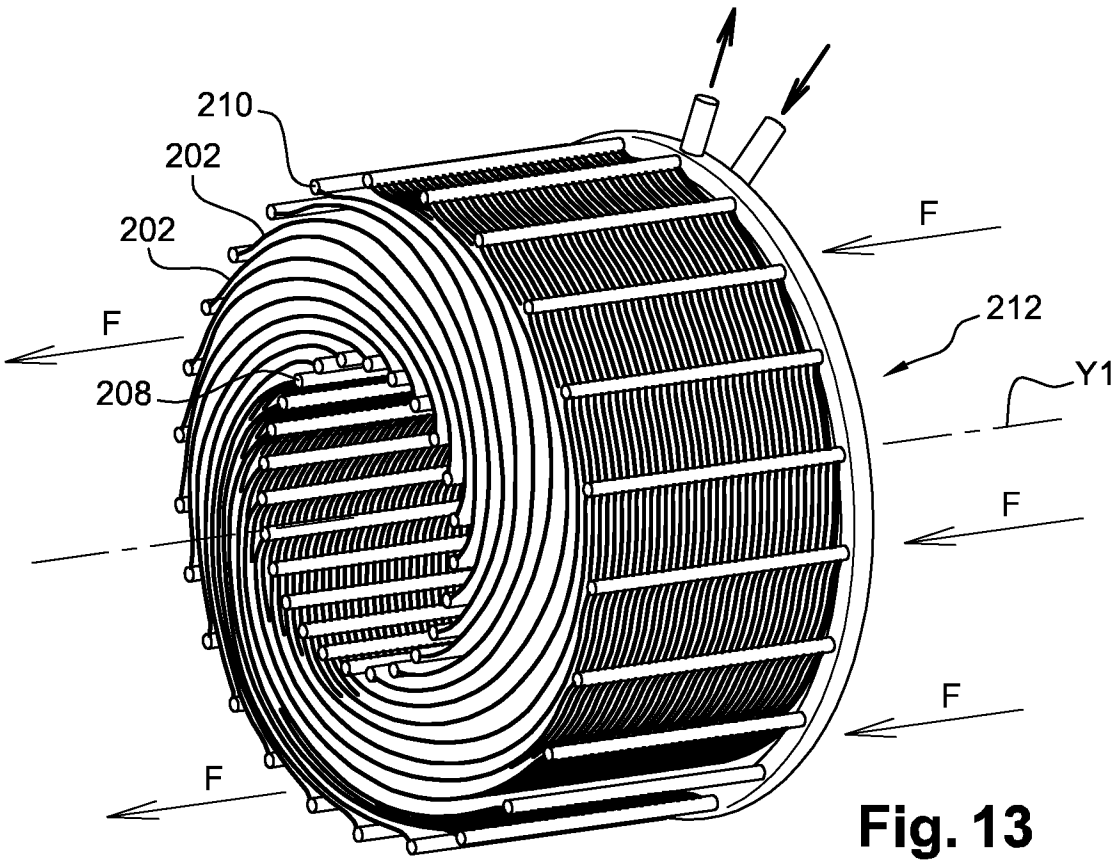


Fig. 13

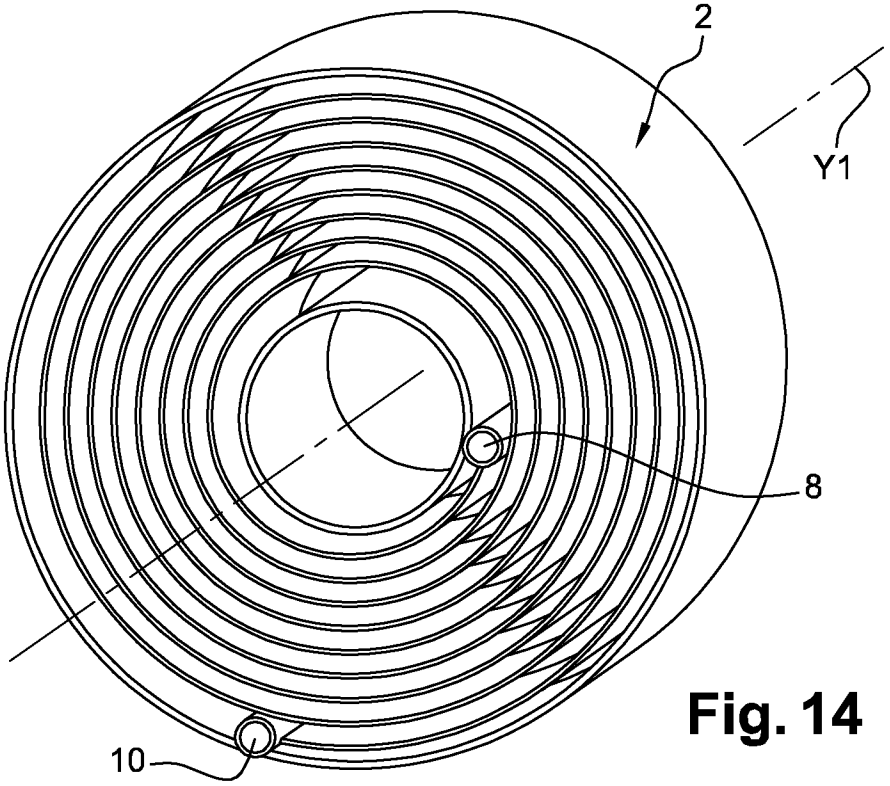


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/080063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28D1/047 F25B39/04 F28F1/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F28D F25B F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 684 749 A1 (FINIMETAL [FR]) 11 June 1993 (1993-06-11) abstract; figures 2,3	1-27
A	EP 2 384 837 A2 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 9 November 2011 (2011-11-09) abstract; figure 1	1-27
A	EP 0 069 262 A1 (AKZO GMBH [DE]) 12 January 1983 (1983-01-12) figure 2	1-27
A	US 2006/288725 A1 (SCHLOSSER CHARLES E [US] ET AL) 28 December 2006 (2006-12-28) figure 12	1-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 January 2016	25/01/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bain, David

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/080063

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2684749 A1	11-06-1993	NONE	
EP 2384837 A2	09-11-2011	DE 102010019241 A1	03-11-2011
		EP 2384837 A2	09-11-2011
		US 2012111548 A1	10-05-2012
EP 0069262 A1	12-01-1983	DE 3126618 A1	13-01-1983
		EP 0069262 A1	12-01-1983
		JP S5816185 A	29-01-1983
US 2006288725 A1	28-12-2006	BR PI0611593 A2	21-09-2010
		CN 101287953 A	15-10-2008
		EP 1899665 A2	19-03-2008
		JP 5102204 B2	19-12-2012
		JP 2008544209 A	04-12-2008
		US 2006288725 A1	28-12-2006
		WO 2007002291 A2	04-01-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2015/080063

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F28D1/047 F25B39/04 F28F1/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F28D F25B F28F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 684 749 A1 (FINIMETAL [FR]) 11 juin 1993 (1993-06-11) abrégé; figures 2,3	1-27
A	EP 2 384 837 A2 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 9 novembre 2011 (2011-11-09) abrégé; figure 1	1-27
A	EP 0 069 262 A1 (AKZO GMBH [DE]) 12 janvier 1983 (1983-01-12) figure 2	1-27
A	US 2006/288725 A1 (SCHLOSSER CHARLES E [US] ET AL) 28 décembre 2006 (2006-12-28) figure 12	1-27

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
18 janvier 2016	25/01/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bain, David

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2015/080063

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2684749 A1	11-06-1993	AUCUN	
EP 2384837 A2	09-11-2011	DE 102010019241 A1	03-11-2011
		EP 2384837 A2	09-11-2011
		US 2012111548 A1	10-05-2012
EP 0069262 A1	12-01-1983	DE 3126618 A1	13-01-1983
		EP 0069262 A1	12-01-1983
		JP S5816185 A	29-01-1983
US 2006288725 A1	28-12-2006	BR PI0611593 A2	21-09-2010
		CN 101287953 A	15-10-2008
		EP 1899665 A2	19-03-2008
		JP 5102204 B2	19-12-2012
		JP 2008544209 A	04-12-2008
		US 2006288725 A1	28-12-2006
		WO 2007002291 A2	04-01-2007