

(19)



(11)

EP 3 296 678 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.03.2018 Bulletin 2018/12

(51) Int Cl.:
F28D 21/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17190662.1**

(22) Date de dépôt: **12.09.2017**

(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**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

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

(72) Inventeur: **MARIOTTO, Mathieu
38190 VILLARD-BONNOT (FR)**

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

(30) Priorité: **14.09.2016 FR 1658596**

(54) ECHANGEUR ENTHALPIQUE A CONCEPTION SIMPLIFIEE

(57) L'invention concerne un échangeur enthalpique à double flux de gaz, comprenant des premières et secondes plaques de circulation de gaz (2a, 2b) empilées en alternance selon une direction d'empilement (115) et séparées par des membranes (6) perméables à la vapeur d'eau et imperméables au gaz et à l'eau liquide.

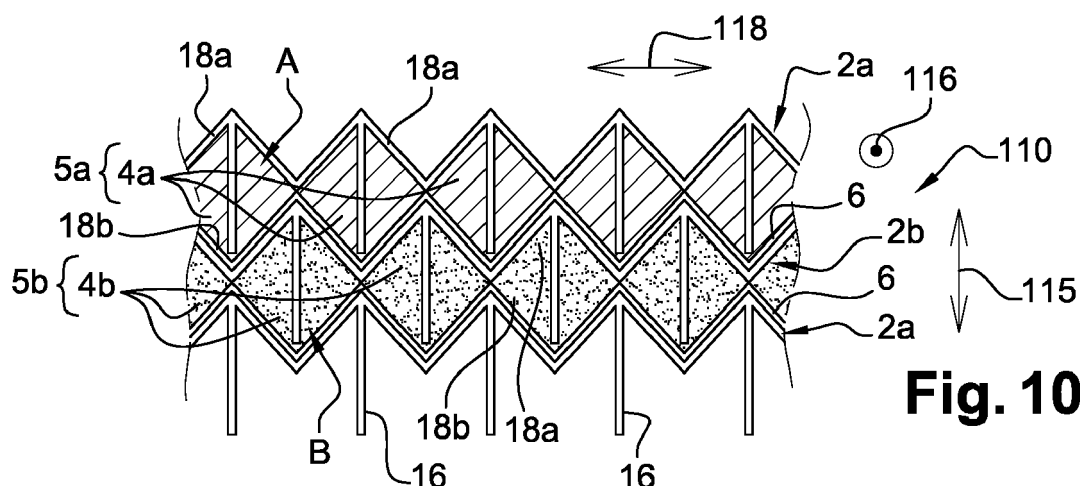
Chacune des première et seconde plaques (2a, 2b) comprend :

- des premières et secondes bandes (10, 12) s'inscrivant dans des plans décalés, les premières et secondes bandes

des étant parallèles à une direction longitudinale (116) de l'échangeur et agencées en alternance selon une direction transversale (118) ;

- des organes de liaison (14) reliant les premières et secondes bandes (10, 12) ;

- des organes allongés (16) de plaquage de la membrane (6) contre la plaque (2a, 2b) directement consécutive dans l'empilement, les organes (16) s'étendant en saillie selon la direction d'empilement (115) à partir des premières bandes (10).

**Fig. 10a****EP 3 296 678 A1**

Description

[0001] L'invention se rapporte au domaine des échangeurs à double flux de gaz, du type permettant un transfert thermique ainsi qu'un transfert d'humidité entre les deux flux traversant l'échangeur. Un tel échangeur assurant ce double transfert est également couramment dénommé « échangeur total » ou « échangeur enthalpique ».

[0002] L'application principale de l'invention vise à faire transiter deux flux d'air à travers l'échangeur, de manière à obtenir un récupérateur enthalpique pour le traitement de l'air. Néanmoins, d'autres applications sont envisagées pour la présente invention, comme celles nécessitant simultanément un transfert d'énergie sensible et de matière via une diffusion moléculaire à travers une membrane. A titre d'exemples, il peut s'agir d'un procédé de purification et de traitement d'effluents gazeux, ou encore de la production de gaz spéciaux.

[0003] Comme indiqué précédemment, l'invention s'applique de préférence au domaine des systèmes de traitement et de conditionnement d'air, pour bâtiments de l'habitat ou du tertiaire. Dans cette application, l'échangeur garantit un transfert thermique entre le flux d'air vicié et le flux d'air neuf, mais également un transfert d'humidité entre ces deux flux, du milieu le plus humide vers le milieu le plus sec.

[0004] De tels échangeurs sont largement connus de l'art antérieur, notamment des documents CA 2 805 541 et WO 2013/091099. Il est également connu le document WO2012/045717, qui se rapporte à un échangeur enthalpique aux performances améliorées, essentiellement grâce à la mise en oeuvre d'alvéoles orientées parallèlement à la direction d'empilement des membranes et des réseaux de circulation d'air intégrant ces alvéoles.

[0005] Des échangeurs plus récents, tel que celui décrit dans le document WO 2016/016330, apportent des solutions améliorées en termes de compacité et de performances de transfert thermique. En effet, la conception proposée dans ce document permet de bénéficier de l'ensemble des avantages procurés par la présence des alvéoles au sein des réseaux de circulation d'air, tout en offrant une compacité et des performances de transfert thermique accrues. Les creux définis par les chants des parois d'alvéoles permettent une imbrication du second réseau dans le premier réseau, dans la direction d'empilement. Cette imbrication se traduit par une plus grande compacité de l'échangeur, mais également par de meilleures performances thermiques. Ce dernier avantage s'explique par le fait que l'interface d'échange entre les deux flux d'air n'est plus sensiblement plane, mais structurée grâce à la présence judicieuse des creux précités. Cette structuration permet une conception dans laquelle les échanges thermiques ne s'effectuent plus seulement aux extrémités hautes et basses des réseaux dans l'empilement, mais également latéralement. En d'autres termes, les surfaces d'échange thermique ne sont plus des plans parallèles entre eux et orthogonaux

à la direction d'empilement, mais des surfaces plus complexes, de section non-droite.

[0006] Néanmoins, la conception décrite dans le document WO 2016/016330 est relativement complexe, et requiert de ce fait la mise en oeuvre de techniques de fabrication complexes et coûteuses.

[0007] Pour répondre à ce problème, l'invention prévoit un échangeur à double flux de gaz, permettant un transfert thermique et un transfert d'humidité entre les deux flux de gaz, l'échangeur comprenant une pluralité de premières et secondes plaques de circulation de gaz empilées en alternance selon une direction d'empilement et séparées deux à deux par des membranes perméables à la vapeur d'eau et imperméables audits gaz et à l'eau liquide, au moins certaines desdites membranes présentant en section selon un plan transversal de l'échangeur, une forme de ligne brisée représentant un signal en triangle.

[0008] Selon l'invention, chacune des première et seconde plaques de circulation de gaz comprend :

- des premières bandes s'inscrivant dans un premier plan de la plaque concernée ;
- des secondes bandes s'inscrivant dans un second plan de la plaque concernée, ledit second plan étant parallèle audit premier plan et décalé de ce dernier dans la direction d'empilement, les premières et secondes bandes étant parallèles à une direction longitudinale de l'échangeur et agencées en alternance selon une direction transversale de cet échangeur ;
- des organes de liaison reliant les premières et secondes bandes directement consécutives ; et
- des organes allongés de plaquage de la membrane contre la plaque directement consécutive dans l'empilement, les organes allongés s'étendant en saillie selon la direction d'empilement à partir des premières bandes et étant espacés les uns des autres selon la direction longitudinale le long de chaque première bande, chaque organe allongé de plaquage s'étendant dans un premier creux de plaque défini entre la première bande qui le porte et les deux secondes bandes directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite première bande, et les organes allongés formant des obstacles au sein de canaux de circulation de gaz présents dans l'échangeur.

[0009] L'invention permet de bénéficier d'une forte compacité et de performances élevées, tout en restant basée sur une conception simple facilitant sa réalisation, et réduisant ainsi ses coûts de fabrication, par exemple par la mise en oeuvre des techniques simples du domaine de la plasturgie. A titre d'exemples indicatifs, les plaques peuvent être fabriquées par injection plastique, ou par simple presse.

[0010] En outre, la tenue mécanique de l'échangeur s'avère satisfaisante grâce à l'emploi des organes allongés de plaquage, qui remplissent non seulement la fonc-

tion de maintien et de mise en forme des membranes, mais également une fonction de support des plaques les unes sur les autres. En effet, les membranes structurées sont préférentiellement souples et mises en forme en étant enserrées entre les plaques successives de l'empilement. Cela permet de faire en sorte que les membranes concernées disposent de la forme précise souhaitée entre les plaques. En outre, cette solution permet de compenser les éventuelles déformations de la membrane liées aux transferts de vapeur d'eau, notamment en cas de forte humidité relative.

[0011] Comme indiqué ci-dessus, une autre fonction des organes allongés de plaquage réside dans la création d'obstacles au sein des canaux de circulation de gaz, orientés selon la direction d'empilement. Ces obstacles permettent de générer des mouvements convectifs bénéfiques à l'amélioration des transferts de chaleur sensible et de vapeur d'eau entre les deux flux.

[0012] L'invention présente par ailleurs au moins l'une des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.

[0013] Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, une première et une seconde plaques de circulation de gaz directement consécutives dans l'empilement sont agencées de telle sorte que chaque premier creux de plaque de la première plaque soit situé en regard, dans la direction d'empilement, d'un second creux de plaque de la seconde plaque défini entre l'une de ses secondes bandes et deux premières bandes directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite seconde bande, le second creux de plaque étant épousé par une portion en V de la membrane ouvert en direction dudit premier creux et formant conjointement un premier canal de circulation d'un premier flux de gaz traversé par les organes allongés de plaquage, et les première et seconde plaques de circulation de gaz délimitent une première rangée de plusieurs premiers canaux de circulation du premier flux de gaz adjacents selon la direction transversale de l'échangeur.

[0014] De même, une seconde et une première plaques de circulation de gaz directement consécutives dans l'empilement sont agencées de telle sorte que chaque premier creux de plaque de la seconde plaque soit situé en regard, dans la direction d'empilement, d'un second creux de plaque de la première plaque défini entre l'une de ses secondes bandes et deux premières bandes directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite seconde bande, le second creux de plaque étant épousé par une portion en V de la membrane ouvert en direction dudit premier creux et formant conjointement un second canal de circulation d'un second flux de gaz traversé par les organes allongés de plaquage, et les seconde et première plaques de circulation de gaz délimitent une seconde rangée de plusieurs second canaux de circulation du second flux de gaz adjacents selon la direction transversale de l'échangeur.

[0015] Ainsi, ce premier mode de réalisation préféré permet une réalisation en quinconce des premiers et se-

conds canaux de circulation, cette configuration étant également appelée « en damier ». Elle résulte d'un décalage d'un demi-pas transversal entre les premiers et seconds canaux directement consécutifs dans la direction d'empilement.

[0016] De préférence, en section selon ledit plan transversal de l'échangeur, les premiers et seconds canaux présentent la forme de carrés ou de losanges agencés en quinconce.

[0017] De préférence, chaque première et seconde plaque est équipée, à ses deux extrémités selon la direction longitudinale de l'échangeur, d'une feuille de séparation des flux réalisée d'une seule pièce avec la plaque concernée, la feuille de séparation des flux étant agencée dans un plan orthogonal à la direction d'empilement et traversant, sur la plaque concernée, les premiers et seconds creux agencés en alternance selon la direction transversale de l'échangeur, la feuille de séparation des flux présentant une première surface agencée du côté des premières bandes de la plaque concernée ainsi qu'une seconde surface opposée agencée du côté des secondes bandes de cette plaque.

[0018] De plus, la feuille est équipée au niveau de sa première surface de premiers organes d'obturation des premiers creux, et équipée au niveau de sa seconde surface de seconds organes d'obturation des seconds creux.

[0019] Enfin, les feuilles permettent de définir entre elles des premiers distributeurs/collecteurs du premier flux de gaz communiquant chacun avec une rangée de premiers canaux de circulation, et des seconds distributeurs/collecteurs du second flux de gaz communiquant chacun avec une rangée de seconds canaux de circulation.

[0020] Le fait d'intégrer ces feuilles aux plaques permet avantageusement d'éviter d'avoir à rapporter des collecteurs/distributeurs du gaz, sources de risques de fuites et de cassures. En outre, cela permet des gains de rentabilité en termes de temps et coûts d'assemblage, ainsi qu'en termes de coûts de fabrication et de stockage.

[0021] De préférence, les feuilles de séparation des flux comprennent des rebords structurés laissant apparaître des premières ouvertures et des secondes ouvertures donnant accès respectivement au premiers distributeurs/collecteurs et aux seconds distributeurs/collecteurs. Dans ce cas de figure, il est préférentiellement prévu qu'au niveau de chaque extrémité longitudinale de l'échangeur, les premières ouvertures sont agencées d'un même côté de l'échangeur et les secondes ouvertures sont agencées au niveau d'un côté opposé par rapport à la direction transversale de l'échangeur. De ce fait, chaque côté peut être dédié au passage de l'un des deux flux.

[0022] De préférence, la seconde surface des feuilles est également équipée d'organes allongés additionnels de plaquage de la membrane contre la première surface de la feuille directement consécutive dans l'empilement. Ces organes additionnels permettent non seulement le

support des feuilles les unes par rapport aux autres, mais également de créer des zones actives au niveau des distributeurs/collecteurs au sein desquels les membranes sont alors prolongées.

[0023] Pour adoucir la transition entre la zone active de l'échangeur et les distributeurs/collecteurs, et ainsi limiter les pertes de pression susceptibles d'être préjudiciables, il est fait en sorte que les premiers et seconds organes d'obturation présentent chacun une forme qui s'effile en s'éloignant des creux de plaque.

[0024] De préférence, chaque seconde bande de l'une des plaques est plaquée contre l'une des premières bandes de l'une des plaques directement consécutives dans l'empilement, avec la membrane interposée entre les deux, et les première et seconde bandes sont conformées pour s'emboîter partiellement l'une dans l'autre. Cela permet de renforcer le maintien mécanique entre les plaques. Dans le même but, il est préférentiellement fait en sorte que chaque organe allongé de plaquage soit plaqué contre l'une des secondes bandes de l'une des plaques directement consécutives dans l'empilement, avec la membrane interposée entre les deux, et que les organes allongés soient conformés pour s'emboîter partiellement dans les secondes bandes.

[0025] Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, l'échangeur comprend une succession de modules empilés selon la direction d'empilement, chaque module comprenant :

- une membrane sensiblement plane orthogonale à la direction d'empilement, ladite membrane étant perméable à la vapeur d'eau et imperméable audits gaz et à l'eau liquide ;
- une première plaque de circulation de gaz dont les secondes bandes ainsi que les organes allongés de plaquage sont plaqués contre ladite membrane sensiblement plane, de sorte que les premiers creux ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux forment conjointement une première rangée de plusieurs premiers canaux de circulation d'un premier flux de gaz adjacents selon la direction transversale de l'échangeur et de section transversale triangulaire ;
- une seconde plaque de circulation de gaz agencée symétriquement par rapport à la première plaque selon la membrane sensiblement plane, et dont les secondes bandes ainsi que les organes allongés de plaquage sont plaqués contre ladite membrane sensiblement plane, de sorte que les premiers creux ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux forment conjointement une seconde rangée de plusieurs seconds canaux de circulation d'un second flux de gaz adjacents selon la direction transversale de l'échangeur et de section transversale triangulaire ;
- l'une desdites membranes en forme de ligne brisée représentant un signal en triangle, épousant la pre-

mière plaque du côté opposé à celui où se trouve ladite membrane sensiblement plane,

et deux modules directement consécutifs dans l'empilement sont agencés de sorte que les portions en V de la membrane d'un second module, ouvertes en direction d'un premier module, sont pénétrées par la seconde plaque de ce premier module de manière à enserrer ladite membrane entre cette seconde plaque du premier module et la première plaque du second module.

[0026] Quel que soit le mode de réalisation envisagé, chaque membrane est une membrane souple, comme cela a été évoqué auparavant. Alternativement, la membrane peut présenter une plus grande rigidité, mais dans ce cas elle est alors préférentiellement préformée avant son intégration dans l'empilement.

[0027] De plus, l'empilement de plaques est préférentiellement logé dans une enveloppe extérieure de l'échangeur.

[0028] Les organes allongés de plaquage peuvent préférentiellement prendre l'une quelconque des formes suivantes :

- des doigts, de préférence de section carrée, rectangulaire, circulaire, ou elliptique ;
- des lamelles, par exemple de section rectangulaire ou elliptique, les lamelles étant éventuellement ajourées.

[0029] Enfin, l'échangeur comprend, aux extrémités opposées de l'empilement de premières et secondes plaques, respectivement deux plaques de fermeture présentant chacune une face structurée dédiée à la formation de canaux de circulation de fluide, ainsi qu'une face opposée de forme sensiblement plane. Cette particularité permet de conférer une forme sensiblement parallélépipédique à l'échangeur.

[0030] L'invention a également pour objet un système de traitement et de conditionnement d'air comprenant un échangeur tel que décrit ci-dessus.

[0031] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

[0032] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue schématique de face d'un système de traitement et de conditionnement d'air comprenant un échangeur à double flux d'air selon la présente invention ;
- la figure 2 représente, de manière plus détaillée, une vue schématique en perspective de l'échangeur montré sur la figure 1, se présentant sous la forme d'un premier mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 3 est une vue de l'échangeur montré sur la figure précédente, coupé par un plan transversal en son centre ;

- la figure 4 est une vue en perspective de l'échangeur montré sur les figures précédentes, sans son enveloppe extérieure ;
- la figure 5 représente une vue en perspective de l'une des plaques de circulation de gaz entrant dans la conception de l'échangeur montré sur les figures précédentes ;
- la figure 6 est en vue en coupe transversale de la plaque montrée sur la figure précédente ;
- la figure 7 est une vue de dessus de la plaque montrée sur les figures 5 et 6 ;
- les figures 8a à 8d représentent des vues partielles similaires à celle de la figure 7, montrant des alternatives de réalisation ;
- les figures 9a à 9d montrent des exemples de réalisation des organes allongés de plaquage de membrane, prévus sur les plaques illustrées sur les figures précédentes ;
- la figure 10 représente une vue éclatée en coupe transversale d'un empilement de membranes et de plaques de circulation de gaz de l'échangeur montré sur les figures précédentes ;
- la figure 10a est une vue similaire à la précédente, non éclatée ;
- la figure 10b est une similaire à la précédente, avec les canaux de circulation de gaz présentant une forme différente de losange ;
- la figure 11 est une vue en coupe transversale de l'empilement formant l'échangeur montré sur les figures précédentes ;
- la figure 12 représente une vue partielle similaire à celle de la figure 10a, selon une alternative de réalisation ;
- la figure 13 représente l'une des secondes plaques de circulation de gaz, équipée de ses feuilles de séparation des flux ;
- la figure 13a représente l'une des premières plaques de circulation de gaz, équipée de ses feuilles de séparation des flux ;
- la figure 14 est une vue en coupe d'un empilement de plusieurs plaques montrées sur les figures 13 et 13a ;
- la figure 15 est une vue en perspective de l'empilement équipé de ses distributeurs et collecteurs de gaz formés par les feuilles de séparation des flux ;
- la figure 16 est une vue en perspective agrandie d'une partie de la plaque montrée sur la figure 13 ;
- la figure 17 est une vue en perspective analogue à celle de la figure 13, avec la plaque se présentant selon une alternative de réalisation ;
- la figure 18 est une vue de la plaque montrée sur la figure précédente, du côté opposé ;
- la figure 19 est une vue agrandie d'une partie de la plaque montrée sur la figure précédente ;
- la figure 20 représente une vue éclatée en coupe transversale d'un empilement de membranes et de plaques de circulation de gaz de l'échangeur, selon un second mode de réalisation préféré de

l'invention ;

- la figure 20a est une vue similaire à la précédente, non éclatée ; et
- la figure 21 est une vue en coupe transversale de l'empilement formant l'échangeur montré sur les figures 20 et 20a.

[0033] En référence tout d'abord à la figure 1, il est représenté un système de traitement et de conditionnement d'air 100, équipant un bâtiment 102. Ce système 100 comprend en particulier un échangeur à double flux d'air 1, propre à la présente invention. Ici, l'échangeur 1 garantit un transfert thermique entre le flux d'air vicié A sortant du bâtiment 102, et le flux d'air neuf B entrant dans ce même bâtiment. En d'autres termes, en plus de renouveler l'air du bâtiment 102, le système 100, grâce à son échangeur de chaleur 1, permet de récupérer la chaleur ou la fraîcheur contenue dans l'air vicié A évacué du logement, et de la fournir au flux d'air neuf entrant B. Le système 100 permet ainsi d'éviter le gâchis d'énergie pour le chauffage ou la climatisation du bâtiment 102.

[0034] A titre d'exemple, le flux d'air vicié A peut présenter une température de 22°C avant de sortir du bâtiment, et le flux d'air neuf B peut présenter une température de 0°C avant d'entrer dans le bâtiment. Après transfert thermique dans l'échangeur, le flux B peut atteindre 20°C en sortant de l'échangeur et en entrant dans le bâtiment, et le flux A peut être refroidi à une température de 2°C en sortant de l'échangeur et du bâtiment. Dans ce cas de figure, en mode chauffage, l'air entrant est froid et sec, et l'échangeur permet d'humidifier et de préchauffer cet air sec entrant à des conditions de confort thermique acceptables. Dans le même temps, l'air vicié se refroidit et se décharge d'une partie de son humidité.

[0035] Néanmoins, d'autres modes de fonctionnement sont possibles. Tout d'abord, en mode climatisation avec l'air entrant chaud et humide, l'échangeur permet de déshumidifier et de rafraîchir cet air entrant à des conditions de confort thermique acceptables. L'air vicié se réchauffe et se charge d'humidité. En outre, en mode climatisation avec l'air entrant chaud et sec, l'échangeur permet d'humidifier et de rafraîchir l'air entrant à des conditions de confort thermique acceptables. En effet, l'air vicié se réchauffe et se décharge ici d'une partie de son humidité.

[0036] Pour permettre la circulation des flux A et B, le système 100 est complété par deux ventilateurs 104, représentés schématiquement sur la figure 1.

[0037] Comme évoqué ci-dessus, l'échangeur 1 est donc aussi conçu pour assurer un transfert d'humidité entre ces deux flux A et B, du milieu le plus humide vers le milieu le plus sec. Cet échangeur 1 est donc qualifié d'échangeur total ou encore d'échangeur enthalpique.

[0038] Sur les figures 2 à 4, il a été représenté l'échangeur 1 selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention. L'échangeur 1 comprend une enveloppe extérieure 106, ou boîtier, formant un espace dans lequel est logé le coeur de l'échangeur. Ce coeur consiste en un empilement 110 de membranes et de plaques de cir-

culution d'air empilées selon une direction d'empilement 115, comme cela sera détaillé ci-après.

[0039] Cette direction d'empilement 115, ou encore direction verticale, est orthogonale à une direction longitudinale 116 de l'échangeur, ainsi qu'à une direction transversale 118 de ce dernier.

[0040] Aux deux extrémités opposées de l'échangeur selon sa direction longitudinale 116, il est prévu des distributeurs et collecteurs d'air coopérant avec les plaques, de manière à assurer la distribution et la collecte des deux flux d'air A et B. Les distributeurs et les collecteurs seront décrits ultérieurement.

[0041] En référence à présent aux figures 5 à 7, il va être décrit la conception des plaques de circulation d'air présentes dans l'empilement. Il est prévu deux types de plaques, à savoir des premières plaques 2a ainsi que des secondes plaques 2b agencées en alternance dans l'empilement, mais le principe de conception est identique, et représenté sur les figures 5 à 7.

[0042] En effet, chaque plaque 2a, 2b est structurée et ajourée, en étant réalisée d'une seule pièce en matière plastique, par exemple par un simple procédé d'injection ou de presse. Elle présente tout d'abord des premières bandes parallèles 10 s'inscrivant dans un premier plan P1 de la plaque concernée, ce plan P1 étant orthogonal à la direction d'empilement 115. Les bandes 10 sont parallèles à la direction longitudinale 116, et s'étendent de préférence sur toute la longueur de la plaque associée.

[0043] De manière analogue, chaque plaque 2a, 2b présente des secondes bandes parallèles 12 s'inscrivant dans un second plan P2 de la plaque concernée, ce second plan P2 étant parallèle au premier plan P1 et décalé de ce dernier dans la direction d'empilement 115. Dans l'empilement montré sur les figures 5 à 7, le second plan P2 se situe en dessous du premier plan P1.

[0044] Les premières et secondes bandes 10, 12 sont espacées les unes des autres selon la direction transversale 118, selon laquelle elles sont agencées en alternance.

[0045] Pour assurer la cohésion mécanique entre ces bandes 10, 12, chaque plaque 2a, 2b comporte également des organes de liaison 14 qui les relient. Plus précisément, les organes de liaison 14 sont des organes allongés, du type plots ou lamelles, par exemple de section carrée, circulaire, ou autre. Chaque organe 14 relie l'une des premières bandes 10 à la seconde bande 12 directement consécutive selon la direction transversale 118. En section transversale de la plaque 2a, 2b, les organes de liaison 14 réalisent conjointement une structure présentant la forme d'une ligne brisée représentant un signal en triangle, et plus exactement un triangle rectangle. Enfin, comme cela est visible sur les figures 5 et 7, plusieurs organes 14 espacés selon la direction longitudinale 116 relient deux bandes 10, 12 directement consécutives.

[0046] En vue de dessus telle que celle montrée sur la figure 7, les organes 14 sont orientés parallèlement à la direction transversale 118. Néanmoins, d'autres con-

figurations sont possibles, dans lesquelles les organes 14 sont toujours droits mais inclinés par rapport à la direction transversale 118 en vue de dessus, comme cela a été représenté sur les figures 8a à 8d.

[0047] A titre d'exemples indicatifs, l'épaisseur « Eb » des bandes 10, 12 est de l'ordre de 0,75 mm. L'espace-ment longitudinal « El » entre deux organes de liaison 14 est de l'ordre de 10 mm, tandis que l'épaisseur de ces organes « Eo » est de l'ordre de 1 mm, mais peut être abaissée jusqu'à 0,5 mm.

[0048] L'une des particularités de l'invention réside dans la présence d'organes allongés de plaquage 16, destinés à plaquer une membrane contre la plaque directement consécutive de l'empilement, comme cela sera décrit ci-après. Les organes allongés 16 s'étendent en saillie selon la direction d'empilement 115, à partir des premières bandes 10 et en direction des secondes bandes 12. Chaque organe allongé 16 s'étend ainsi dans un premier creux de plaque 18a défini entre la première bande 10 qui le porte, et les deux secondes bandes 12 directement consécutives agencées de part et d'autre de la première bande, dans la direction transversale 118. Ces premiers creux 18a sont agencés en alternance selon la direction transversale 118 avec des seconds creux 18b, chacun défini entre l'une de ses secondes bandes 12 et deux premières bandes 10 directement consécutives agencées de part et d'autre de cette seconde bande. Les premiers et seconds creux 18a, 18b sont de section triangulaire, avec leurs sommets en forme d'angles droits orientés dans des sens opposés de la direction d'empilement 115.

[0049] L'organe 16 s'étend au-delà de ce premier creux 18a, puisque sa longueur correspond sensiblement au double de la hauteur du premier creux 18a. A titre indicatif, chaque organe allongé présente une largeur de l'ordre de 0,75 mm, et une longueur de l'ordre de 5 à 15 mm.

[0050] Tout comme les organes de liaison 14, les organes allongés de plaquage 16 sont espacés les uns des autres selon la direction longitudinale 116, le long de chaque première bande 10. La forme de ces organes 16 peut être du type doigt, ou plot, par exemple de section carrée comme montrée sur la figure 9a, circulaire comme montrée sur la figure 9b, ou encore elliptique comme montrée sur la figure 9c. Il peut aussi s'agir d'un élément un peu plus large du type lamelle, représentée sur la figure 9d, de section rectangulaire. Dans ce dernier cas de figure, l'organe allongé de plaquage 16 peut être ajou-

[0051] En référence à présent aux figures 10 et 10a, il est représenté plusieurs éléments de l'empilement 110, à savoir successivement selon la direction d'empilement 115, une première plaque 2a, une membrane 6, une seconde plaque 2b, une membrane 6 et une première plaque 2a. Les plaques 2a, 2b sont du type de celle décrite précédemment, tandis que les membranes 6 sont des membranes polymères souples, perméables à la vapeur d'eau et imperméables à l'air et à l'eau liquide. C'est donc

à travers ces membranes 6 séparant les canaux de circulation des flux d'air que se produit le transfert d'humidité entre les deux flux A et B. De telles membranes 6 sont également dénommées « membranes imper-respirantes ».

[0052] Dans l'empilement, ces membranes 6 adoptent toutes, en section selon un plan transversal de l'échangeur, la forme d'une ligne brisée représentant un signal en triangle identique à celui formé par les organes de liaison 14. Cette forme n'est pas obtenue par construction, mais par enserrement de chaque membrane entre deux plaques 2a, 2b directement consécutives. Cependant, dans le cas de membranes plus rigides, il est tout de même opportun de préformer la membrane avec un gabarit afin d'épouser au mieux les formes des plaques.

[0053] Comme cela ressortira clairement de ce qui suit, chaque membrane 6 de l'empilement épouse la forme de la surface supérieure de chaque plaque 2a, 2b, et se trouve plaquée contre cette surface supérieure par les secondes bandes 12 et les organes allongés de plaquage 16 de la plaque située directement au-dessus dans l'empilement.

[0054] Il est noté que pour la première plaque 2a et la seconde plaque 2b situées en haut des figures 10 et 10a, leur agencement est tel que chaque premier creux de plaque 18a de la première plaque 2a est situé en regard, dans la direction d'empilement 115, d'un second creux de plaque 18b de la seconde plaque 2b. Ce second creux de plaque 18b, en forme de V ouvert vers le haut en regard du premier creux 18a, est épousé par une portion en V de forme analogue appartenant à la membrane 6. Le premier creux 18a et la portion en V de la membrane forment conjointement un premier canal 4a de circulation du premier flux d'air A, ce canal 4a s'étendant longitudinalement et étant donc traversé par les organes allongés de plaquage 16, espacés selon la direction 116.

[0055] De tels premiers canaux 4a sont définis de façon adjacente selon la direction transversale 118 par les première et seconde plaques de circulation d'air 2a, 2b, formant ainsi une première rangée 5a de plusieurs premiers canaux 4a.

[0056] De façon analogue, pour la seconde plaque 2b et la première plaque 2a situées en bas des figures 10 et 10a, leur agencement est tel que chaque premier creux de plaque 18a de la seconde plaque 2b est situé en regard, dans la direction d'empilement 115, d'un second creux de plaque 18b de la première plaque 2a. Ce second creux de plaque 18b, en forme de V ouvert vers le haut en regard du premier creux 18a, est épousé par une portion en V de forme analogue appartenant à la membrane 6. Le premier creux 18a et la portion en V de la membrane forment conjointement un premier canal 4b de circulation du second flux d'air B, ce canal 4b s'étendant longitudinalement et étant donc traversé par les organes allongés de plaquage 16, espacés selon la direction 116.

[0057] De tels seconds canaux 4b sont définis de façon adjacente selon la direction transversale 118 par les seconde et première plaques de circulation d'air 2b, 2a,

formant ainsi une seconde rangée 5b de plusieurs seconds canaux 4b.

[0058] Selon l'une des particularités de l'invention, les organes allongés 16 forment des obstacles au sein des canaux de circulation de gaz 4a, 4b.

[0059] Les premiers et seconds canaux 4a, 4b sont par ailleurs chacun en forme de carré en section transversale, et disposés en quinconce. Cette disposition particulière, visible sur la figure 10a, est également dénommée « en damier ». Une telle disposition peut également être adoptée avec d'autres formes de canaux, par exemple une forme de losange représentée sur la figure 10b, également dite forme de « diamant ».

[0060] Comme cela ressort de ce qui précède, la conception des premières et secondes plaques 2a, 2b est analogue, basée sur la répétition dans la direction transversale 118, d'un motif de largeur « P » comprenant le premier creux 18a ainsi que les organes de plaquage 16 traversant ce premier creux. Aux interfaces entre ces motifs, sont définis les seconds creux 18b. Les premières et secondes plaques 2a, 2b ne diffèrent donc que par un décalage d'un demi-pas « P/2 » entre les motifs. Il en est de même pour deux membranes souples 6 directement consécutives dans l'empilement, qui sont de forme identique mais décalées l'une de l'autre d'une valeur d'un demi-pas « P/2 » selon la direction 118.

[0061] Ainsi, l'empilement 110 correspond à la répétition d'un module M1 selon la direction d'empilement 115, ce module M1 étant constitué de quatre éléments correspondant à l'ensemble des éléments montrés sur la figure 10, à l'exception de la première plaque 2a du bas.

[0062] Comme cela est montré sur la figure 11, l'empilement 110 est complété, à ses deux extrémités selon la direction d'empilement 115, de deux plaques de fermeture 22 également structurées. La plaque de fermeture 22 située en haut de l'empilement est telle qu'elle permet de former une rangée 5b de seconds canaux carrés 4b, avec une membrane 6 interposée entre cette plaque 22 et le premier module M1. De manière analogue, la plaque de fermeture 22 située en bas de l'empilement est telle qu'elle permet de former une rangée 5a de premiers canaux carrés 4a, avec une première plaque 2a interposée entre cette plaque 22 et le dernier module M1 de l'empilement. Dans les deux cas, la plaque de fermeture 22 présente donc une face structurée dédiée à la formation de canaux de circulation de fluide, ainsi qu'une face opposée de forme sensiblement plane. Cela permet de conférer à l'empilement une forme parallélépipédique, facilement intégrable dans un système de traitement d'air.

[0063] Au sein de l'empilement 110, les plaques 2a, 2b se portent les unes les autres notamment grâce aux organes allongés 16 de plaquage et de mise en forme des membranes. Pour améliorer encore davantage la tenue mécanique de l'empilement, il est prévu des emboîtements entre les deux plaques. Par exemple, chaque seconde bande 12 de l'une des plaques 2a, 2b est plaquée contre la première bande 10 adjacente de la plaque

directement consécutive dans l'empilement, et un emboîtement entre ces deux parties est pratiqué en prévoyant un chanfrein 24 sur la surface supérieure de la première bande 2a. L'extrémité basse de la seconde bande 12 s'insère donc dans le chanfrein 24, avec la membrane 6 interposée entre les deux et prenant aussi localement la forme du chanfrein.

[0064] De façon analogue, chaque organe allongé de plaquage 16 a son extrémité libre plaquée contre la seconde bande adjacente 12 de la plaque directement consécutive dans l'empilement. Un emboîtement entre ces deux parties est pratiqué en prévoyant un biseautage de l'extrémité libre de chaque organe 16, dont l'angle correspond à l'angle du V du second creux associé à la seconde bande 12. L'extrémité libre de l'organe 16 s'insère donc dans le second creux en étant plaquée contre la seconde bande 12, avec la membrane 6 interposée entre les deux et conservant ainsi localement sa forme de V.

[0065] En référence à présent aux figures 13 à 15, il est représenté l'une des options préférées de l'invention, visant à réaliser chacune des plaques de circulation d'air d'une seule pièce avec deux feuilles de séparation des flux 30a, 30b, agencées respectivement aux deux extrémités longitudinales des plaques. Sur la figure 13, il est représenté une seconde plaque 2b, mais le principe de conception qui sera décrit ci-après s'applique de façon similaire pour les premières plaques 2a, dont l'une est représentée sur la figure 13a.

[0066] Les deux feuilles de séparation des flux 30a, 30b sont agencées dans un même plan Pf orthogonal à la direction d'empilement 115 et traversant fictivement les premiers et seconds creux 18a, 18b de la plaque 2b. Chacune de ces deux feuilles 30a, 30b associées à la plaque 2b présente une première surface 32, dite surface supérieure, agencée du côté des premières bandes de la plaque 2b, ainsi qu'une seconde surface opposée 34, dite surface inférieure, agencée du côté des secondes bandes 12 de cette plaque.

[0067] Chaque feuille 30a, 30b est équipée au niveau de sa première surface 32 de premiers organes 36 d'obturation des premiers creux 18a au niveau de leurs extrémités longitudinales. Elle est également équipée, au niveau de sa seconde surface 34, de seconds organes 38 d'obturation des seconds creux 18b au niveau de leurs extrémités longitudinales. Par conséquent, le flux d'air A circulant au niveau de la surface supérieure 32 des feuilles 30a, 30b de la plaque 2b ne peut pénétrer dans les premiers creux 18a de cette plaque, mais seulement dans les seconds creux 18b. De même, le flux d'air B circulant au niveau de la surface inférieure 34 des feuilles 30a, 30b de la plaque 2b ne peut pénétrer dans les seconds creux 18b de cette plaque, mais seulement dans les premiers creux 18a. De manière inversée, comme cela est visible sur la figure 14, les premières plaques 2a sont telles que flux d'air B circulant au niveau de la surface supérieure 32 des feuilles 30a, 30b de la plaque 2b ne peut pénétrer dans les premiers creux 18a de cette

plaque, mais seulement dans les seconds creux 18b. De même, le flux d'air A circulant au niveau de la surface inférieure 34 des feuilles 30a, 30b de la plaque 2a ne peut pénétrer dans les seconds creux 18b de cette plaque, mais seulement dans les premiers creux 18a.

[0068] Ainsi, lorsque les plaques 2a, 2b équipées de leurs feuilles de séparation des flux 30a, 30b sont empilées, ces feuilles définissent entre elles, deux à deux, des premiers distributeurs/collecteurs 112a, 114a du premier flux d'air A communiquant chacun avec une rangée de premiers canaux de circulation 4a, et des seconds distributeurs/collecteurs 112b, 114b du second flux d'air B, communiquant chacun avec une rangée de seconds canaux de circulation 4b. Les feuilles 30a, 30b comprennent des rebords structurés laissant apparaître des premières ouvertures 40 donnant accès au premiers distributeurs 112a au niveau des feuilles 30a pour l'introduction du flux A, ainsi que d'autres premières ouvertures 40 au niveau des feuilles 30b pour l'extraction du flux A. De manière analogue, les rebords structurés laissent apparaître des secondes ouvertures 42 donnant accès aux seconds distributeurs 112b au niveau des feuilles 30b pour l'introduction du flux B, ainsi que d'autres secondes ouvertures 42 au niveau des feuilles 30a pour l'extraction du flux B.

[0069] Afin de faciliter l'alimentation et l'extraction des flux A et B, au niveau de chacune des deux extrémités longitudinales de l'échangeur, les premières ouvertures 40 sont agencées d'un même côté de l'échangeur et les secondes ouvertures 42 sont agencées au niveau d'un côté opposé, par rapport à la direction transversale 118. A cet égard, il est mentionné que la position relative des premières et secondes ouvertures 40, 42 est inversée entre les deux extrémités de l'échangeur, et ce afin de favoriser une bonne homogénéité des débits circulant dans les canaux de l'échangeur. Le fait de séparer les ouvertures 40, 42 au niveau de chaque extrémité longitudinale de l'échangeur, permet de faciliter l'alimentation et l'extraction des flux.

[0070] En référence à la figure 16, il est représenté les premiers organes d'obturation 36 des canaux de circulation d'air. Tout comme les seconds organes d'obturation (non représentés), ces organes 36 présentent chacun une forme qui s'effile en s'éloignant des creux de plaque. En d'autres termes, la section de ces organes se rétrécit progressivement, par exemple en étant chanfreinée, afin d'adoucir la transition entre la zone active de l'échangeur et les distributeurs/collecteurs. Dans le même but, des chanfreins 50 peuvent être prévus entre les extrémités longitudinales des seconds creux 18b, et la feuille de séparation des flux 30a.

[0071] Ces particularités s'appliquent au niveau de chacune des surfaces 32, 34 des deux feuilles 30a, 30b.

[0072] Enfin, en référence aux figures 17 à 19, il est noté que les zones actives de l'échangeur peuvent être étendues jusque dans ses collecteurs / distributeurs. Pour ce faire, les membranes sont étendues dans ces collecteurs / distributeurs, dont les feuilles 30a, 30b sont

percées, et équipées d'organes allongés additionnels 16' de plaquage des membranes. Plus précisément, ce sont les secondes surfaces 34 des feuilles 30a, 30b qui sont équipées d'organes allongés additionnels 16' de plaquage de la membrane contre la première surface de la feuille directement consécutive dans l'empilement. Bien évidemment, les organes 16' permettent également de renforcer la tenue mécanique de l'échangeur. Les organes 16' sont de formes et de dimensions similaires à celles des organes de plaquage 16, à l'exception éventuellement d'organes 16' plus volumineux situés au niveau des ouvertures des collecteurs / distributeurs.

[0073] A cet égard, il est noté qu'une membrane d'une zone active peut être étendue dans un collecteur et un distributeur adjacents comme indiqué ci-dessous, mais que préférentiellement, la membrane est interrompue dans les deux zones chanfreinées afin d'éviter les plis dans ces zones de transition.

[0074] En outre, pour la mise en place des membranes, plusieurs solutions sont envisageables.

[0075] Selon une première réalisation, une membrane est mise en place entre deux plaques directement consécutives, et l'étanchéité est réalisée entre cette membrane et le pourtour de chacune de ces plaques. Selon une autre réalisation, il est prévu une membrane unique qui est enroulée entre les plaques. Au niveau de son passage sur le pourtour d'une plaque, cette membrane peut être collée sur ce pourtour, au niveau de la zone de contact. Néanmoins, une solution avec replat et joint torique d'étanchéité est également possible, sans sortir du cadre de l'invention.

[0076] En référence à présent aux figures 20 à 21, il est représenté un empilement 110 selon un second mode de réalisation préféré de la présente invention. Cet empilement présente de nombreuses caractéristiques communes avec l'empilement décrit en référence aux figures précédentes, de sorte que les éléments portant les mêmes références numériques correspondent à des éléments identiques ou similaires.

[0077] L'empilement 110 est réalisé par l'alternance de plaques de circulation d'air 2a, 2b, de conceptions sensiblement similaires à celles des plaques du premier mode de réalisation préféré. En particulier, elles présentent chacune des premières bandes 10 situées dans un premier plan P1, des secondes bandes situées dans un second plan P2 décalé du plan P1 selon la direction d'empilement 115. Elles comprennent également les organes de liaison 14, ainsi que les organes allongés 16 de plaquage des membranes. Ces organes 16 sont écourtés par rapport à ceux du premier mode de réalisation préféré, puisqu'ils restent confinés dans les premiers creux 18a avec leur extrémité libre s'inscrivant dans le plan P2. Ici aussi, chaque plaque 2a, 2b est réalisée par la répétition, selon la direction transversale 118, d'un motif de largeur « P » comprenant le premier creux 18a ainsi que les organes de plaquage 16 traversant ce premier creux.

[0078] De plus, l'empilement comporte des membranes 6 présentant en section selon un plan transversal de

l'échangeur, une forme de ligne brisée représentant un signal en triangle, à la manière du premier mode de réalisation. Néanmoins, ces membranes avec des creux sont agencées en alternance avec des membranes planes 6, orthogonales à la direction d'empilement.

[0079] Plus précisément, l'empilement est réalisé à partir d'une succession de modules empilés selon la direction d'empilement 115, ces modules étant décalés deux à deux d'un demi-pas « P/2 » selon la direction transversale.

[0080] Chaque module, référencé M1, comporte tout d'abord une membrane sensiblement plane 6 orthogonale à la direction d'empilement 115, cette membrane étant également perméable à la vapeur d'eau et imperméable à l'air et à l'eau liquide

[0081] De part et d'autre de cette membrane selon la direction d'empilement 115, il est prévu une première plaque de circulation d'air 2a ainsi qu'une seconde plaque de circulation d'air 2b. La première plaque 2a est agencée de telle sorte que ses secondes bandes 12 ainsi que ses organes allongés de plaquage 16 soient plaqués contre la membrane sensiblement plane 6, en étant situés au-dessus de cette membrane. Les premiers creux 18a sont alors ouverts vers le bas dans l'empilement.

[0082] Par conséquent, les premiers creux 18a ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux forment conjointement une première rangée 5a de plusieurs premiers canaux 4a de circulation du premier flux A, ces canaux étant adjacents selon la direction transversale 118. De plus, ces canaux 4a présentent une section transversale triangulaire, de préférence en forme de triangle rectangle.

[0083] La seconde plaque 2b du module M1 est agencée symétriquement par rapport à la première plaque 2a, selon le plan de la membrane 6 correspondant sensiblement au second plan P2. La seconde plaque 2b est agencée de telle sorte que ses secondes bandes 12 ainsi que ses organes allongés de plaquage 16 soient plaqués contre la membrane sensiblement plane 6, en étant situés en dessous de cette membrane. Les premiers creux 18a sont alors ouverts vers le haut dans l'empilement. Par conséquent, les premiers creux 18a ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux forment conjointement une seconde rangée 5b de plusieurs seconds canaux 4b de circulation du second flux B, ces canaux étant adjacents selon la direction transversale 118. De plus, ces canaux 4b présentent une section transversale triangulaire, de préférence en forme de triangle rectangle.

[0084] Enfin, en partie supérieure, le module M1 est complété par une membrane 6 une forme de ligne brisée représentant un signal en triangle, qui épouse la surface supérieure de la première plaque 2a, c'est-à-dire la surface du côté opposé à celui où se trouve la membrane sensiblement plane 6.

[0085] Comme indiqué précédemment, deux modules M1 directement consécutifs dans l'empilement sont décalés d'une distance d'un demi-pas « P/2 » selon la di-

rection transversale 118, de sorte que les portions en V ouvertes vers le haut de la membrane 6 d'un second module M1 correspondant au module bas, soient pénétrées par les saillies de la seconde plaque 2b d'un premier module correspondant au module haut. De cette façon,

[0086] Comme visible sur la figure 21, l'empilement 110 est complété par deux plaques de fermeture 22 également structurées. La plaque de fermeture 22 située en haut de l'empilement est telle qu'elle permet de former une rangée 5b de seconds canaux carrés 4b, avec une seconde plaque 2b interposée entre cette plaque 22 et le premier module M1. De manière analogue, la plaque de fermeture 22 située en bas de l'empilement est telle qu'elle permet de former une rangée 5a de premiers canaux carrés 4a, avec une membrane 6 et une première plaque 2a interposées entre cette plaque 22 et le dernier module M1 de l'empilement.

[0087] Les autres éléments de l'échangeur sont sensiblement identiques ou similaires à ceux décrits ci-dessus dans le cadre du premier mode de réalisation préféré.

[0088] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

Revendications

1. Echangeur (1) à double flux de gaz, permettant un transfert thermique et un transfert d'humidité entre les deux flux de gaz (A, B), l'échangeur comprenant une pluralité de premières et secondes plaques de circulation de gaz (2a, 2b) empilées en alternance selon une direction d'empilement (115) et séparées deux à deux par des membranes (6) perméables à la vapeur d'eau et imperméables audits gaz et à l'eau liquide, au moins certaines desdites membranes (6) présentant en section selon un plan transversal de l'échangeur, une forme de ligne brisée représentant un signal en triangle, **caractérisée en ce que** chacune des première et seconde plaques de circulation de gaz (2a, 2b) comprend :

- des premières bandes (10) s'inscrivant dans un premier plan (P1) de la plaque concernée ;
- des secondes bandes (12) s'inscrivant dans un second plan (P2) de la plaque concernée, ledit second plan étant parallèle audit premier plan et décalé de ce dernier dans la direction d'empilement (115), les premières et secondes bandes (10, 12) étant parallèles à une direction longitudinale (116) de l'échangeur et agencées en alternance selon une direction transversale (118) de cet échangeur ;

- des organes de liaison (14) reliant les premières et secondes bandes (10, 12) directement consécutives ; et

- des organes allongés (16) de plaquage de la membrane (6) contre la plaque (2a, 2b) directement consécutive dans l'empilement, les organes allongés s'étendant en saillie selon la direction d'empilement (115) à partir des premières bandes (10) et étant espacés les uns des autres selon la direction longitudinale (116) le long de chaque première bande (10), chaque organe allongé de plaquage (16) s'étendant dans un premier creux de plaque (18a) défini entre la première bande (10) qui le porte et les deux secondes bandes (12) directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite première bande, et les organes allongés (16) formant des obstacles au sein de canaux de circulation de gaz (4a, 4b) présents dans l'échangeur.

2. Echangeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** première et une seconde plaques de circulation de gaz (2a, 2b) directement consécutives dans l'empilement sont agencées de telle sorte que chaque premier creux de plaque (18a) de la première plaque (2a) soit situé en regard, dans la direction d'empilement (115), d'un second creux de plaque (18b) de la seconde plaque (2b) défini entre l'une de ses secondes bandes (12) et deux premières bandes (10) directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite seconde bande, le second creux de plaque (18b) étant épousé par une portion en V de la membrane ouvert en direction dudit premier creux et formant conjointement un premier canal (4a) de circulation d'un premier flux de gaz (A) traversé par les organes allongés de plaquage (16), et **en ce que** les première et seconde plaques de circulation de gaz (2a, 2b) délimitent une première rangée (5a) de plusieurs premiers canaux (4a) de circulation du premier flux de gaz adjacents selon la direction transversale (118) de l'échangeur.

3. Echangeur selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'une** seconde et une première plaques (2b, 2a) de circulation de gaz directement consécutives dans l'empilement sont agencées de telle sorte que chaque premier creux de plaque (18a) de la seconde plaque (2b) soit situé en regard, dans la direction d'empilement, d'un second creux de plaque (18b) de la première plaque (2a) défini entre l'une de ses secondes bandes (12) et deux premières bandes (10) directement consécutives agencées de part et d'autre de ladite seconde bande, le second creux de plaque (18b) étant épousé par une portion en V de la membrane ouvert en direction dudit premier creux et formant conjointement un second canal (4b) de circulation d'un second flux de gaz (B) traversé par les organes allon-

gés de plaquage (16), et **en ce que** les seconde et première plaques (2b, 2a) de circulation de gaz délimitent une seconde rangée (5b) de plusieurs second canaux (5a) de circulation du second flux de gaz adjacents selon la direction transversale (118) de l'échangeur.

4. Echangeur selon la revendication 2 ou la revendication 3, **caractérisé en ce qu'en** section selon ledit plan transversal de l'échangeur, les premiers et seconds canaux (4a, 4b) présentent la forme de carrés ou de losanges agencés en quinconce.

5. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** chaque première et seconde plaque (2a, 2b) est équipée, à ses deux extrémités selon la direction longitudinale (116) de l'échangeur, d'une feuille de séparation des flux (30a, 30b) réalisée d'une seule pièce avec la plaque concernée, la feuille de séparation des flux étant agencée dans un plan orthogonal à la direction d'empilement (115) et traversant, sur la plaque concernée, les premiers et seconds creux (18a, 18b) agencés en alternance selon la direction transversale (118) de l'échangeur, la feuille de séparation des flux (30a, 30b) présentant une première surface (32) agencée du côté des premières bandes (10) de la plaque concernée ainsi qu'une seconde surface opposée (34) agencée du côté des secondes bandes (12) de cette plaque,

en ce que la feuille (30a, 30b) est équipée au niveau de sa première surface (32) de premiers organes (36) d'obturation des premiers creux (18a), et équipée au niveau de sa seconde surface (34) de seconds organes (38) d'obturation des seconds creux (18b),

et **en ce que** les feuilles (30a, 30b) permettent de définir entre elles des premiers distributeurs/collecteurs (112a, 114a) du premier flux de gaz communiquant chacun avec une rangée (5a) de premiers canaux de circulation (4a), et des seconds distributeurs/collecteurs (112b, 114b) du second flux de gaz communiquant chacun avec une rangée (5b) de seconds canaux de circulation (4b),

et **en ce que** de préférence, les feuilles de séparation des flux (30a, 30b) comprennent des rebords structurés laissant apparaître des premières ouvertures (40) et des secondes ouvertures (42) donnant accès respectivement au premiers distributeurs/collecteurs (112a, 114a) et aux seconds distributeurs/collecteurs (112b, 114b),

et **en ce que** de préférence, au niveau de chaque extrémité longitudinale de l'échangeur, les premières ouvertures (40) sont agencées d'un même côté de l'échangeur et les secondes ouvertures (42) sont agencées au niveau d'un côté opposé par rapport à la direction transversale (118) de l'échangeur.

6. Echangeur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la seconde surface (34) des feuilles de séparation de flux (30a, 30b) est également équipée d'organes allongés additionnels (16') de plaquage de la membrane (6) contre la première surface (32) de la feuille directement consécutive dans l'empilement.

7. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** les premiers et seconds organes d'obturation (36, 38) présentent chacun une forme qui s'effile en s'éloignant des creux de plaque (18a, 18b).

8. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** chaque seconde bande (12) de l'une des plaques (2a, 2b) est plaquée contre l'une des premières bandes (10) de l'une des plaques directement consécutives dans l'empilement, avec la membrane (6) interposée entre les deux, et **en ce que** les première et seconde bandes (10, 12) sont conformées pour s'emboîter partiellement l'une dans l'autre.

9. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** chaque organe allongé de plaquage (16) est plaqué contre l'une des secondes bandes (12) de l'une des plaques (2a, 2b) directement consécutives dans l'empilement, avec la membrane (6) interposée entre les deux, et **en ce que** les organes allongés (16) sont conformés pour s'emboîter partiellement dans les secondes bandes (12).

10. Echangeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend une succession de modules (M1) empilés selon la direction d'empilement (115), chaque module comprenant :

- une membrane (6) sensiblement plane orthogonale à la direction d'empilement (115), ladite membrane étant perméable à la vapeur d'eau et imperméable audits gaz et à l'eau liquide ;
- une première plaque de circulation de gaz (2a) dont les secondes bandes (12) ainsi que les organes allongés de plaquage (16) sont plaqués contre ladite membrane sensiblement plane (6), de sorte que les premiers creux (18a) ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux (18a) forment conjointement une première rangée (5a) de plusieurs premiers canaux (4a) de circulation d'un premier flux de gaz (A) adjacents selon la direction transversale (118) de l'échangeur et de section transversale triangulaire ;
- une seconde plaque de circulation de gaz (2b) agencée symétriquement par rapport à la première plaque selon la membrane sensiblement

plane (6), et dont les secondes bandes (12) ainsi que les organes allongés de plaquage (16) sont plaqués contre ladite membrane sensiblement plane (6), de sorte que les premiers creux (18a) ainsi que les parties de la membrane sensiblement plane en regard de ces creux forment conjointement une seconde rangée (5b) de plusieurs seconds canaux (4b) de circulation d'un second flux de gaz (B) adjacents selon la direction transversale (118) de l'échangeur et de section transversale triangulaire ;

- l'une desdites membranes (6) en forme de ligne brisée représentant un signal en triangle, épousant la première plaque (2a) du côté opposé à celui où se trouve ladite membrane sensiblement plane,

(100) comprenant un échangeur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

et **en ce que** deux modules (M1) directement consécutifs dans l'empilement sont agencés de sorte que les portions en V de la membrane (6) d'un second module, ouvertes en direction d'un premier module, sont pénétrées par la seconde plaque (2b) de ce premier module de manière à enserrer ladite membrane (6) entre cette seconde plaque (2b) du premier module et la première plaque (2a) du second module.

11. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque membrane (6) est une membrane souple.
12. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'empilement de plaques (2a, 2b) et de membranes (6) est logé dans une enveloppe extérieure (106) de l'échangeur.
13. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les organes allongés de plaquage (16) prennent l'une quelconque des formes suivantes :
 - des doigts, de préférence de section carrée, rectangulaire, circulaire, ou elliptique ;
 - des lamelles, par exemple de section rectangulaire ou elliptique, les lamelles étant éventuellement ajourées.
14. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend, aux extrémités opposées de l'empilement de premières et secondes plaques (2a, 2b), respectivement deux plaques de fermeture (22) présentant chacune une face structurée dédiée à la formation de canaux de circulation de fluide, ainsi qu'une face opposée de forme sensiblement plane.
15. Système de traitement et de conditionnement d'air

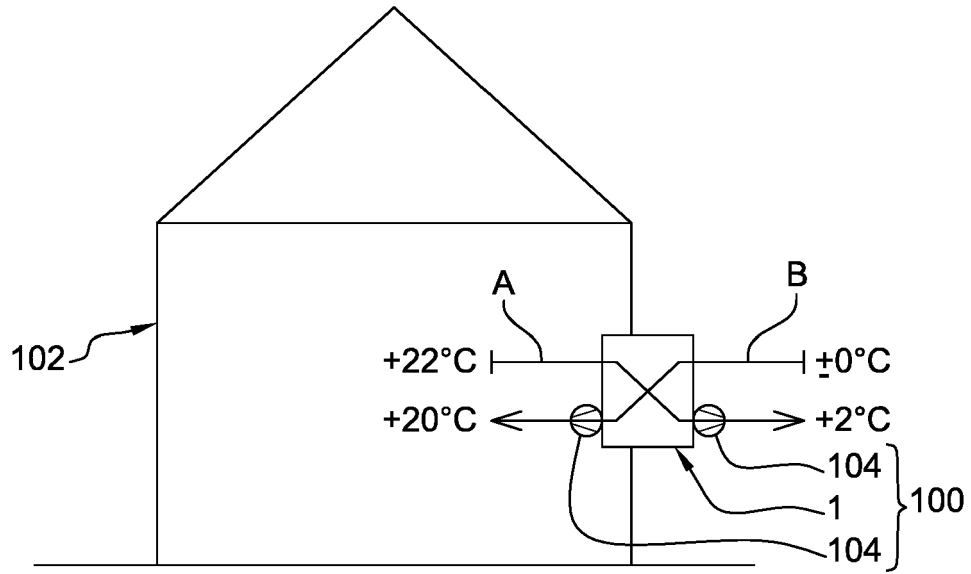


Fig. 1

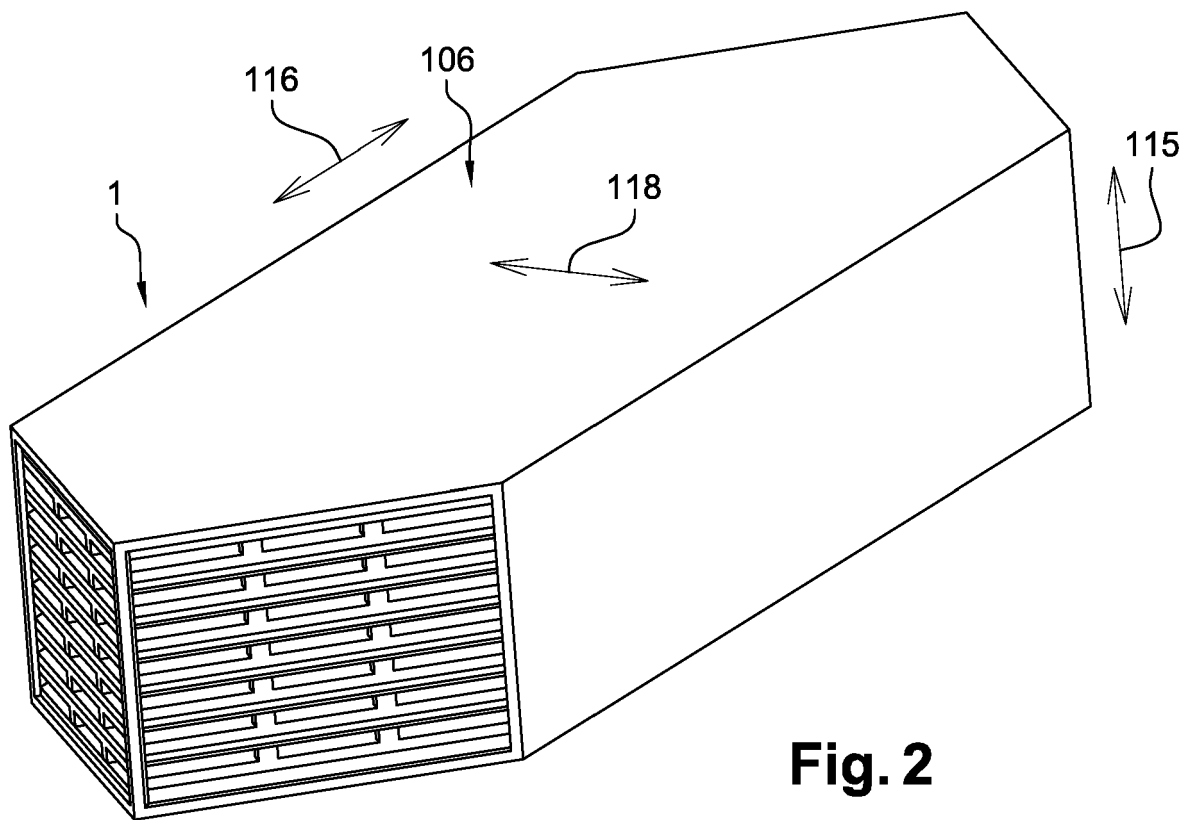
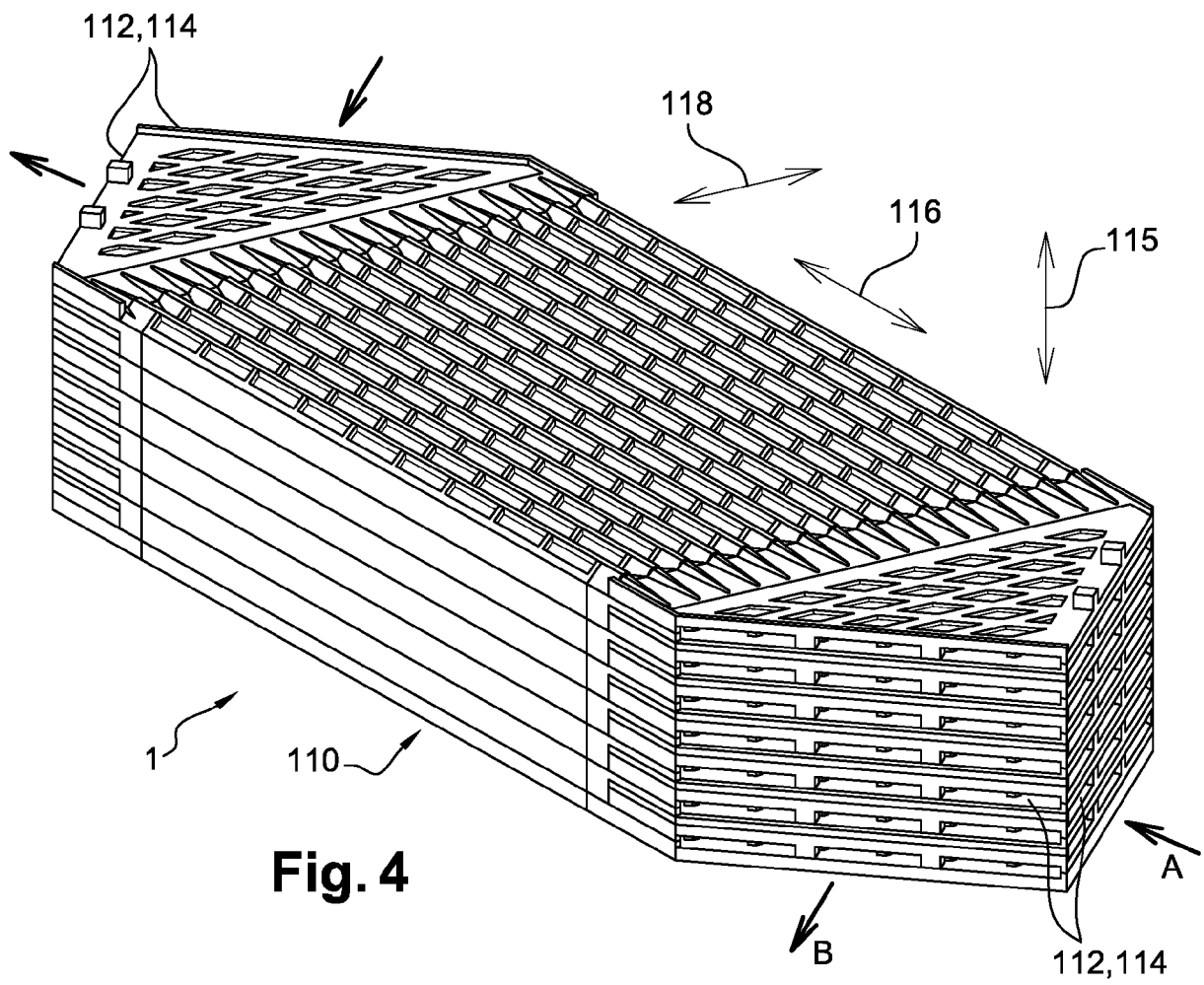
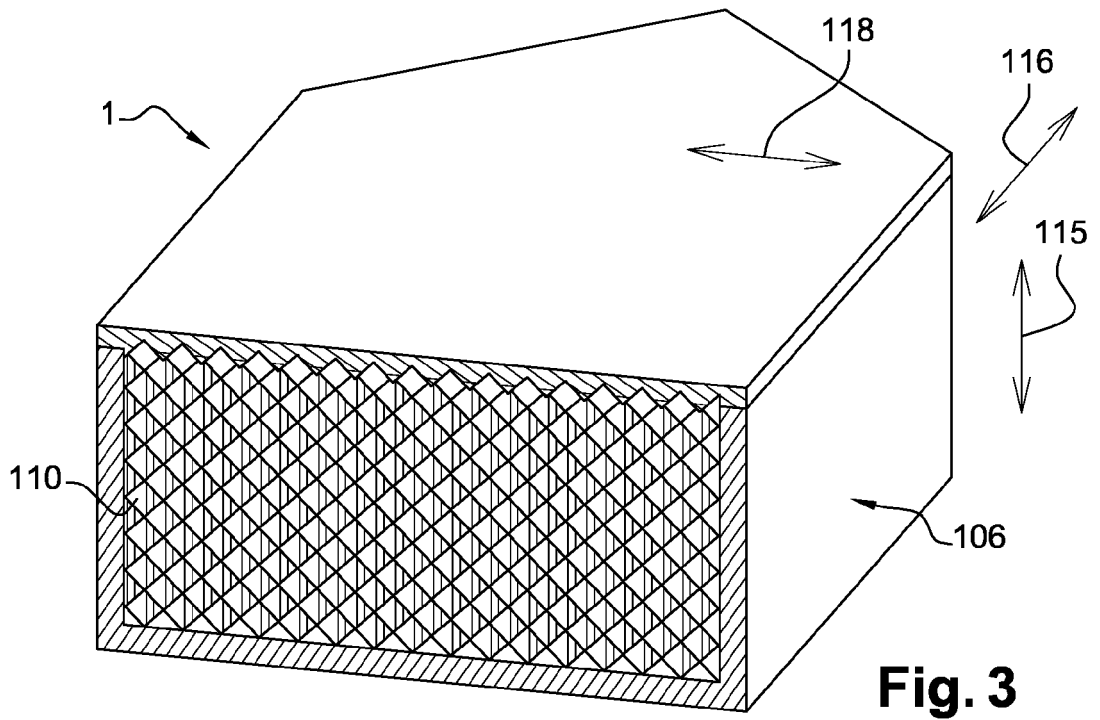


Fig. 2



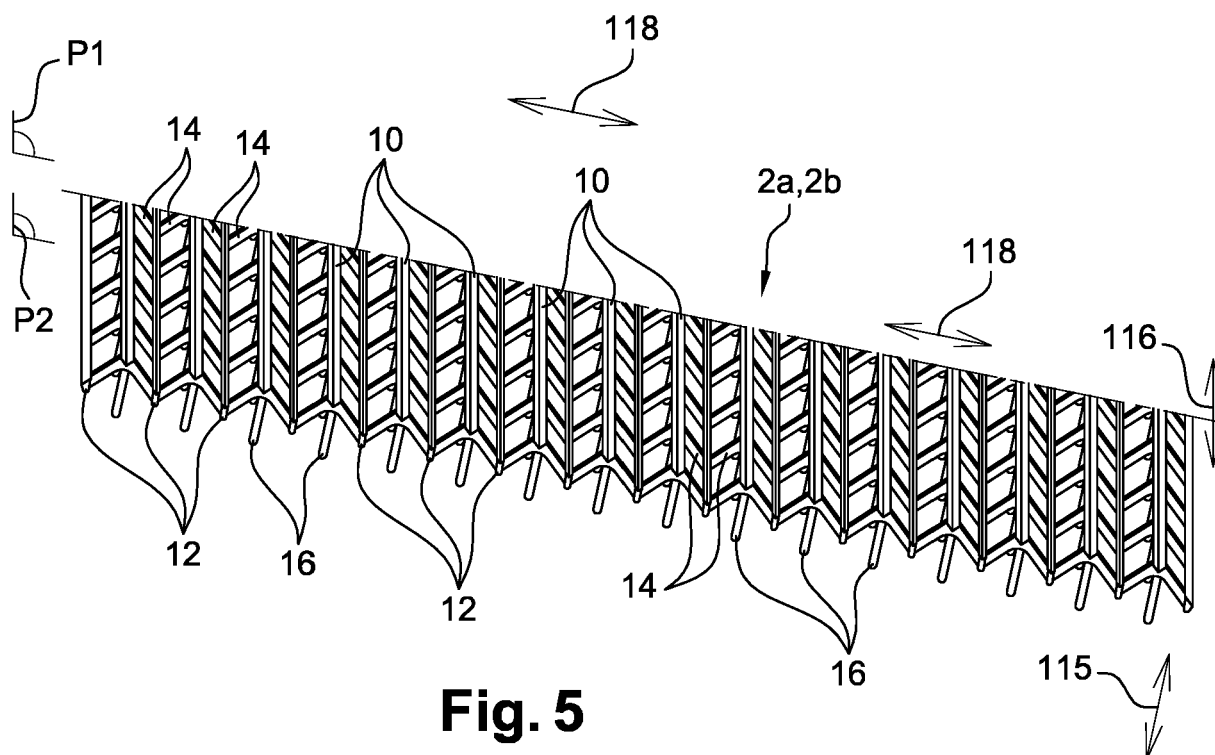


Fig. 5

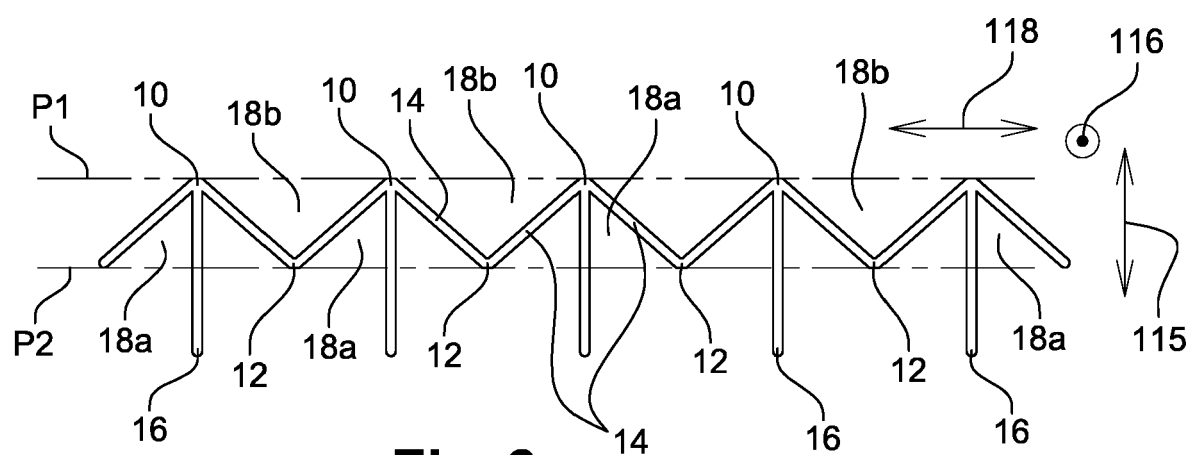


Fig. 6

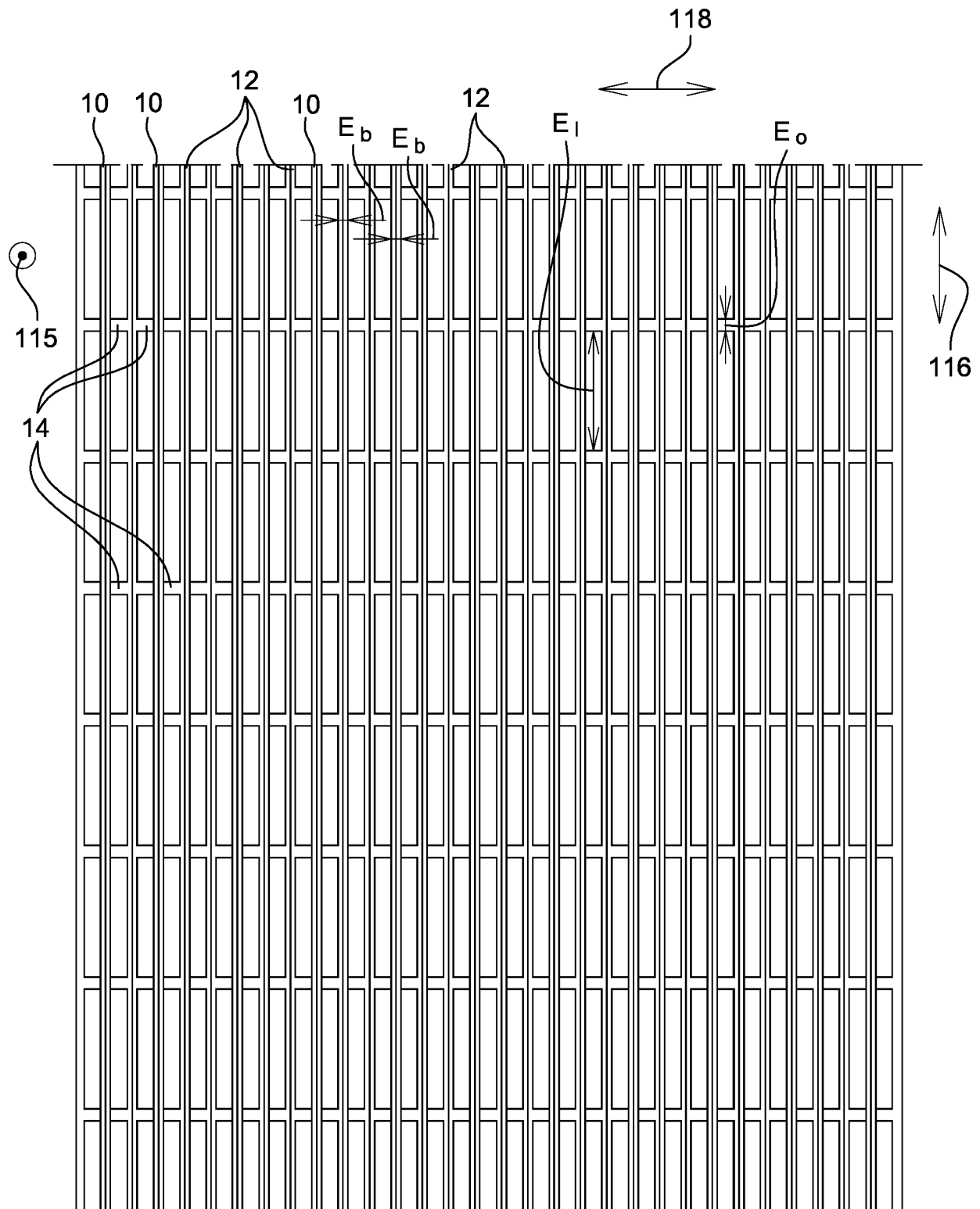


Fig. 7

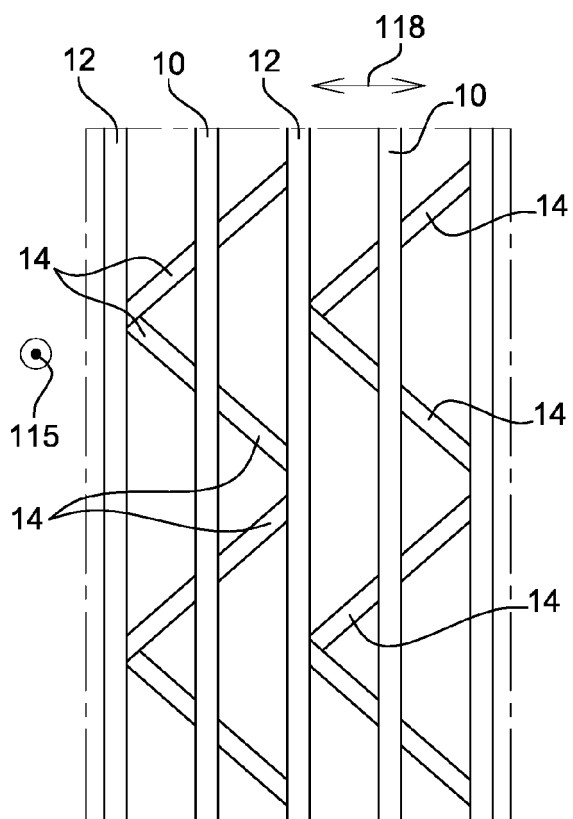


Fig. 8a

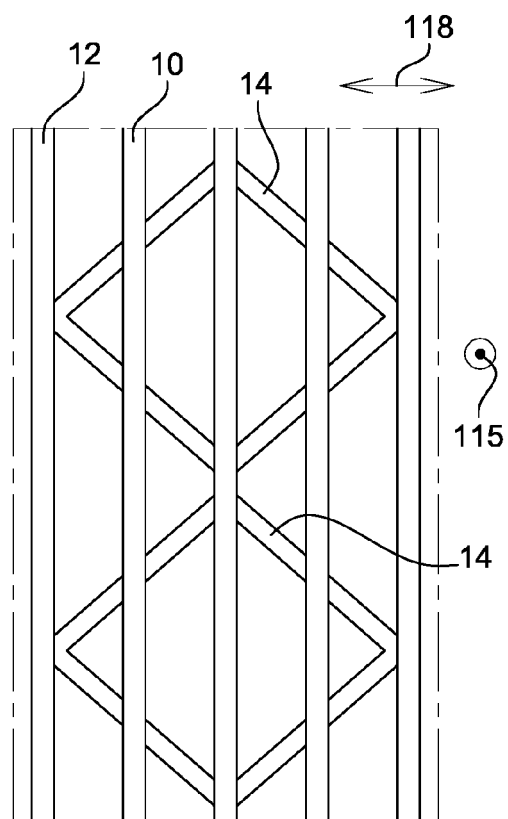


Fig. 8b

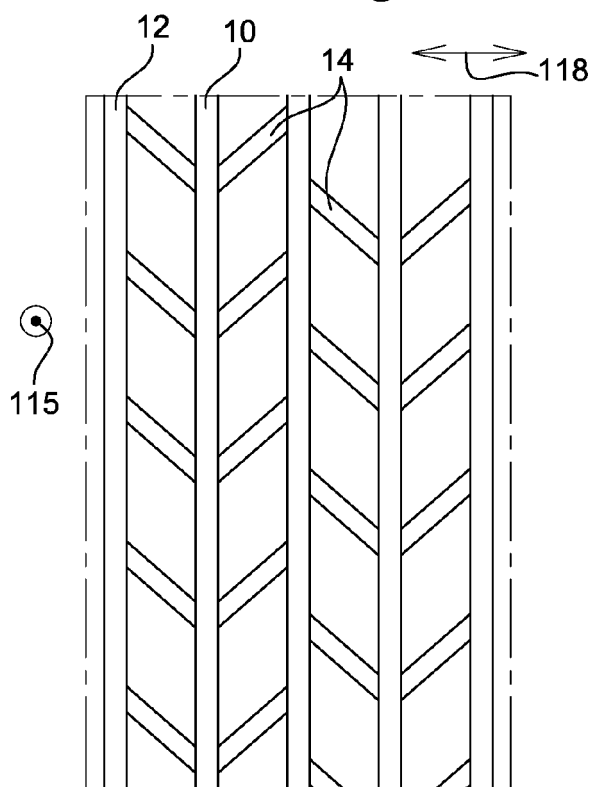


Fig. 8c

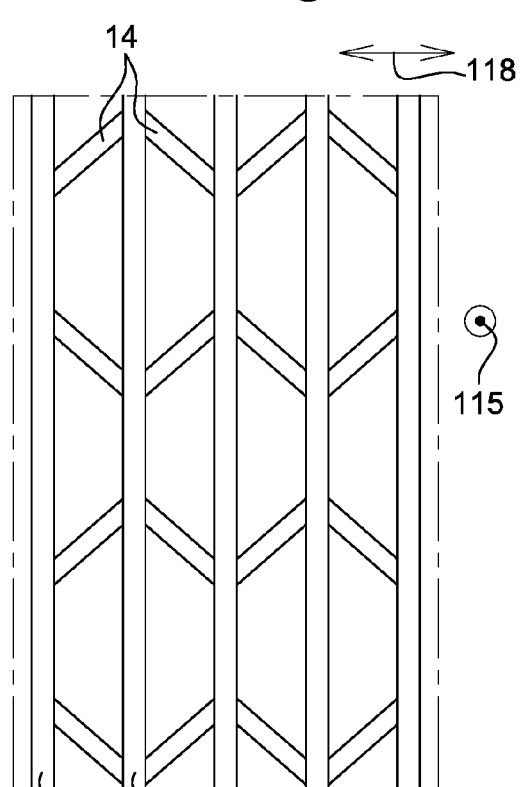


Fig. 8d

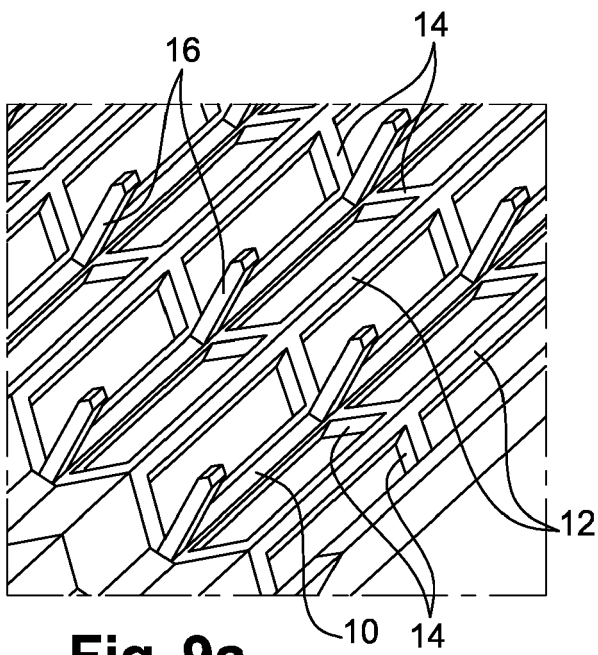


Fig. 9a

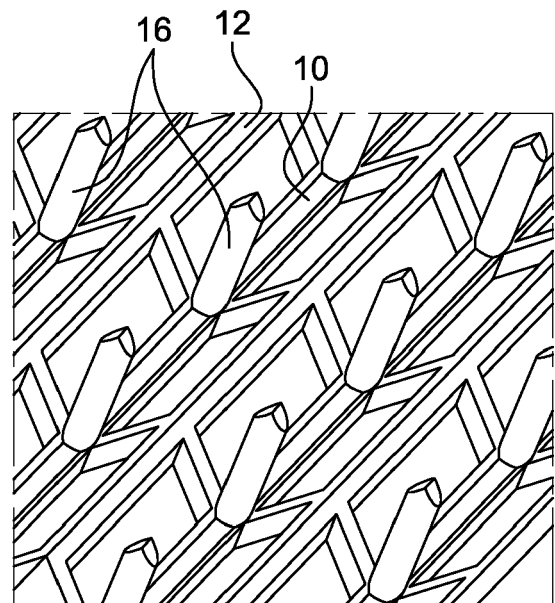


Fig. 9b

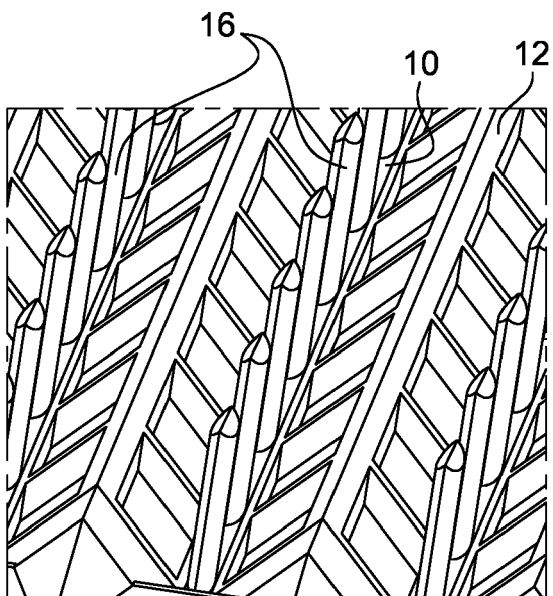


Fig. 9c

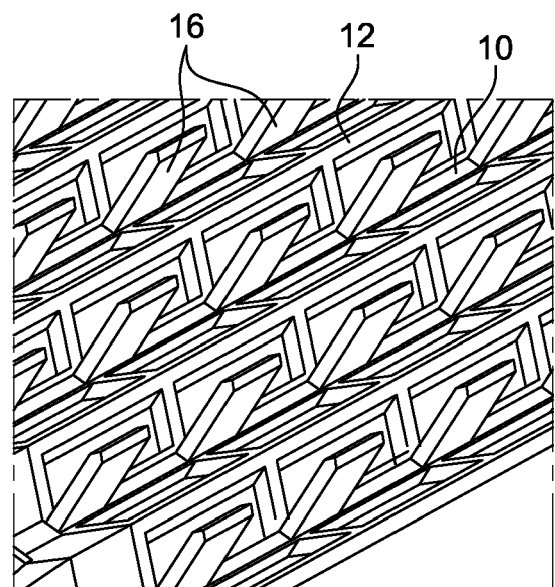


Fig. 9d

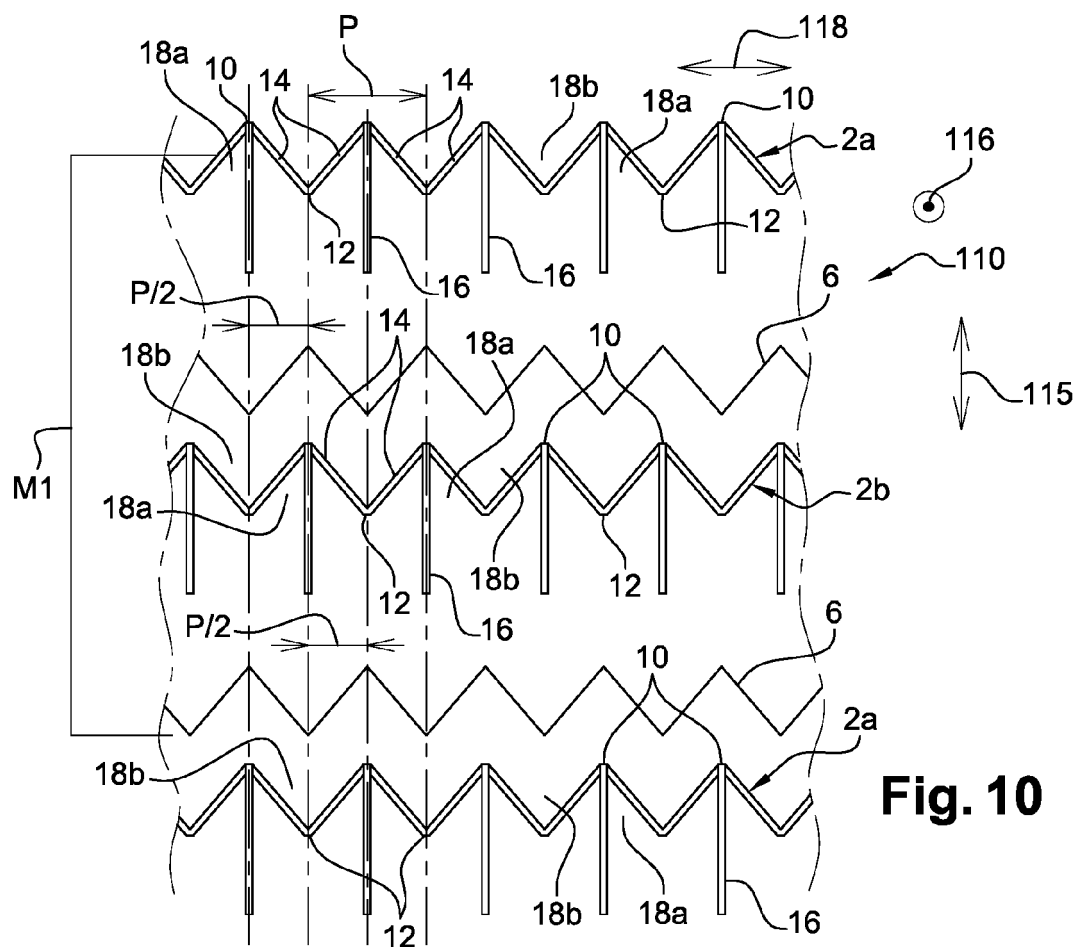


Fig. 10

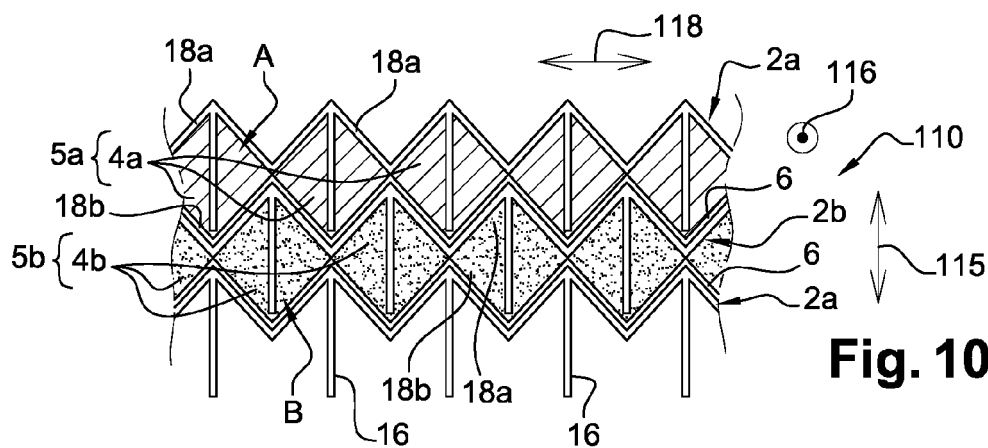


Fig. 10a

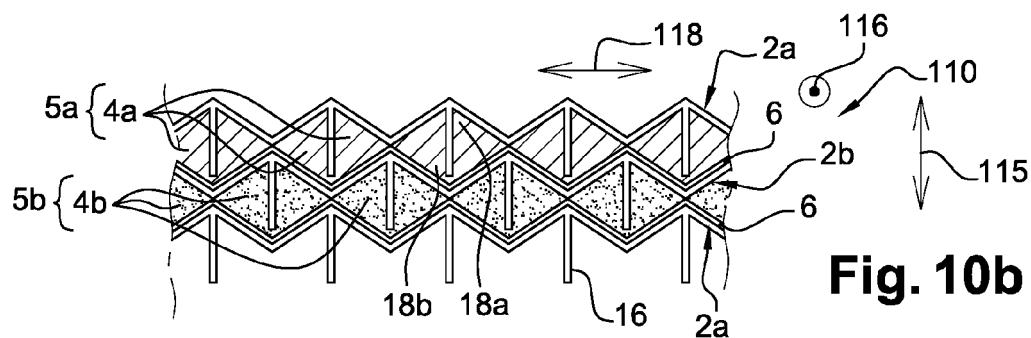


Fig. 10b

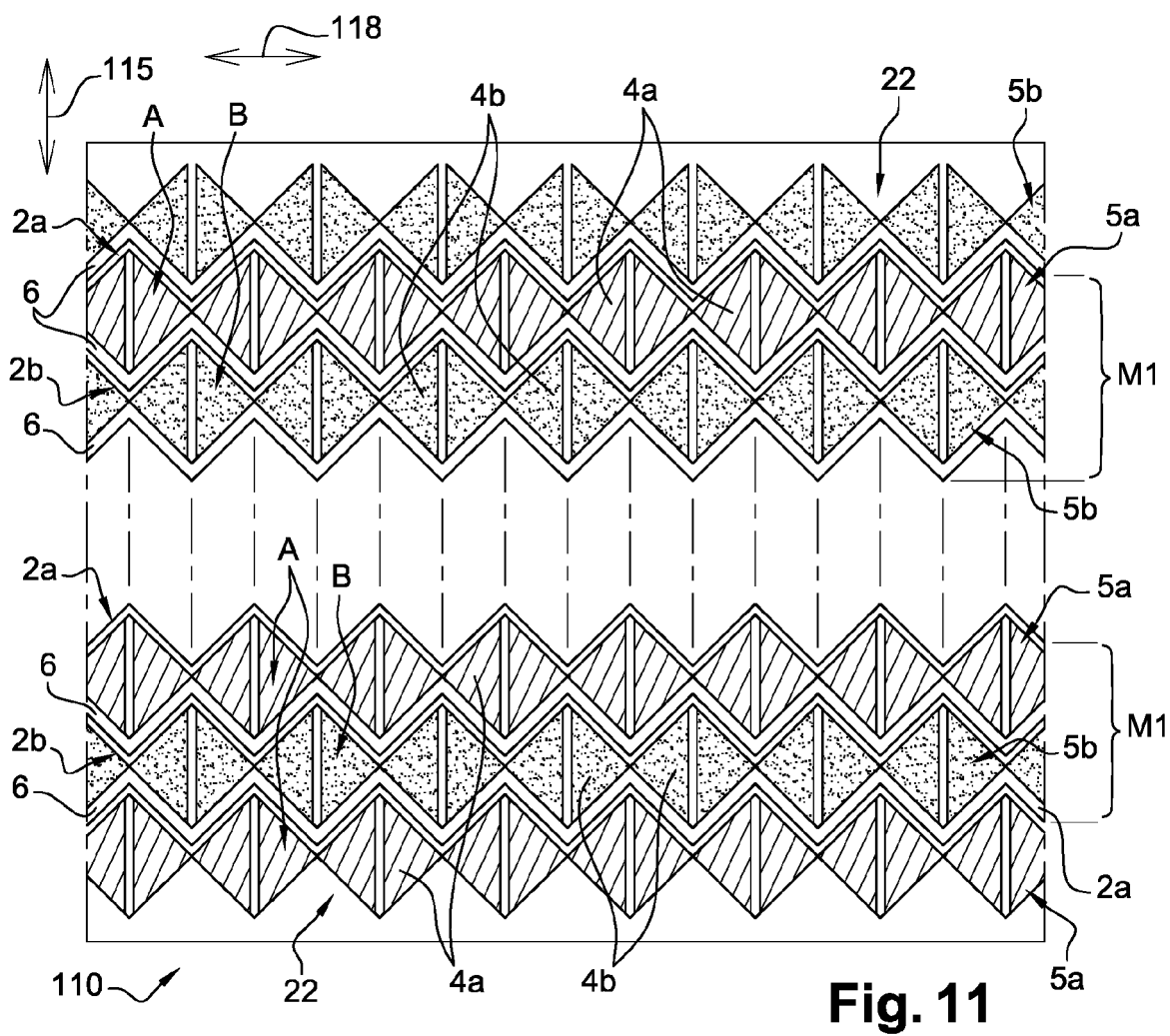


Fig. 11

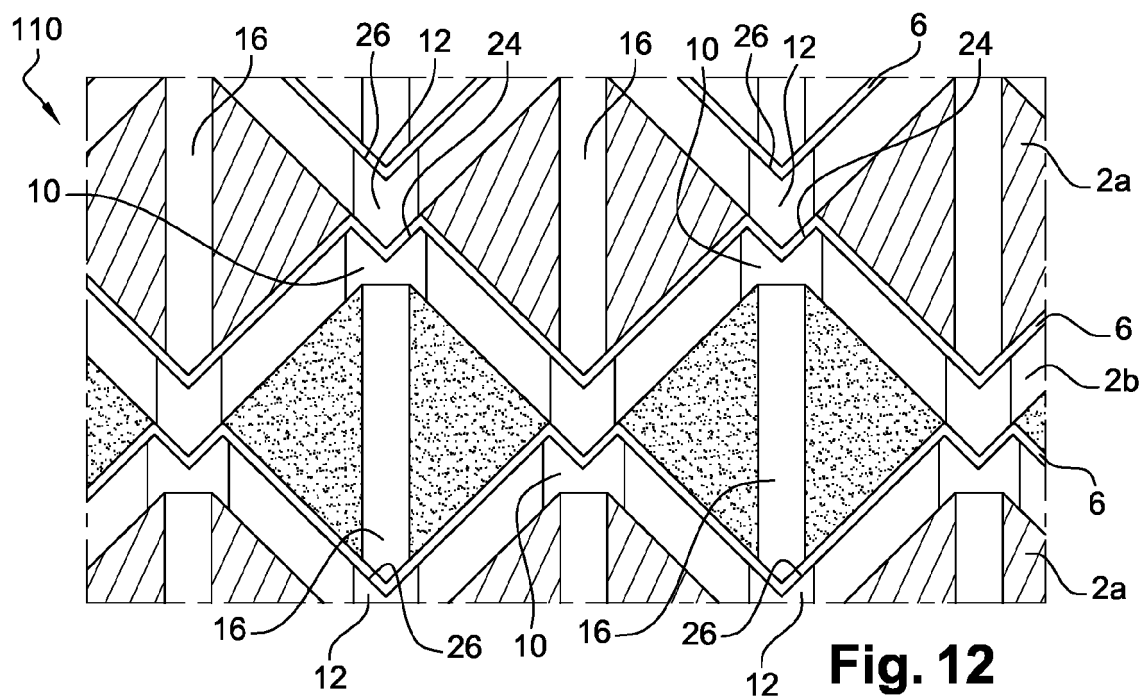


Fig. 12

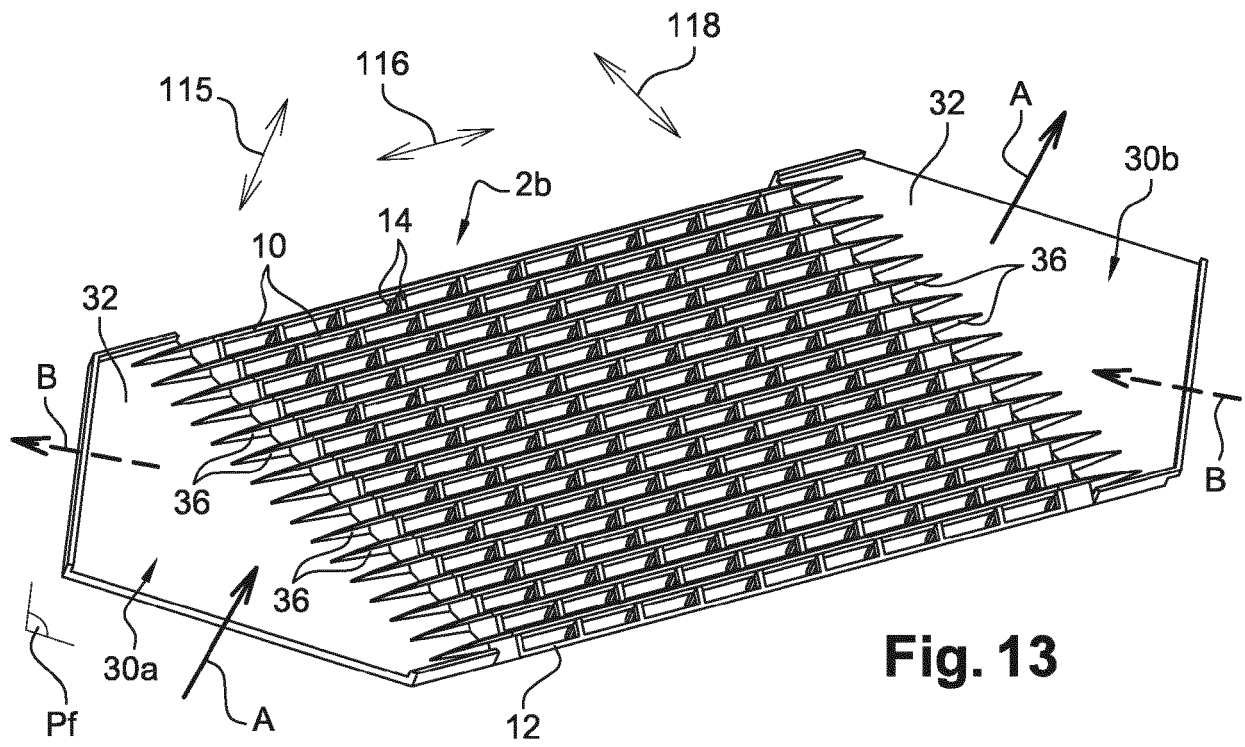


Fig. 13

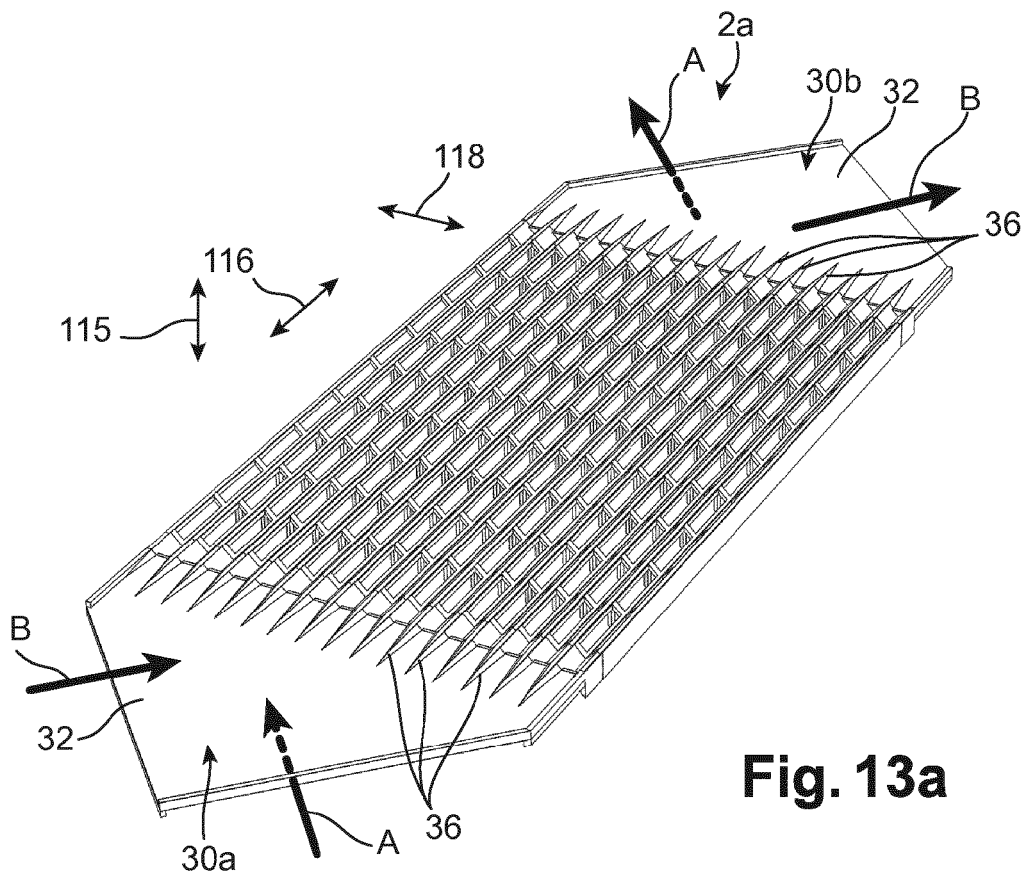


Fig. 13a

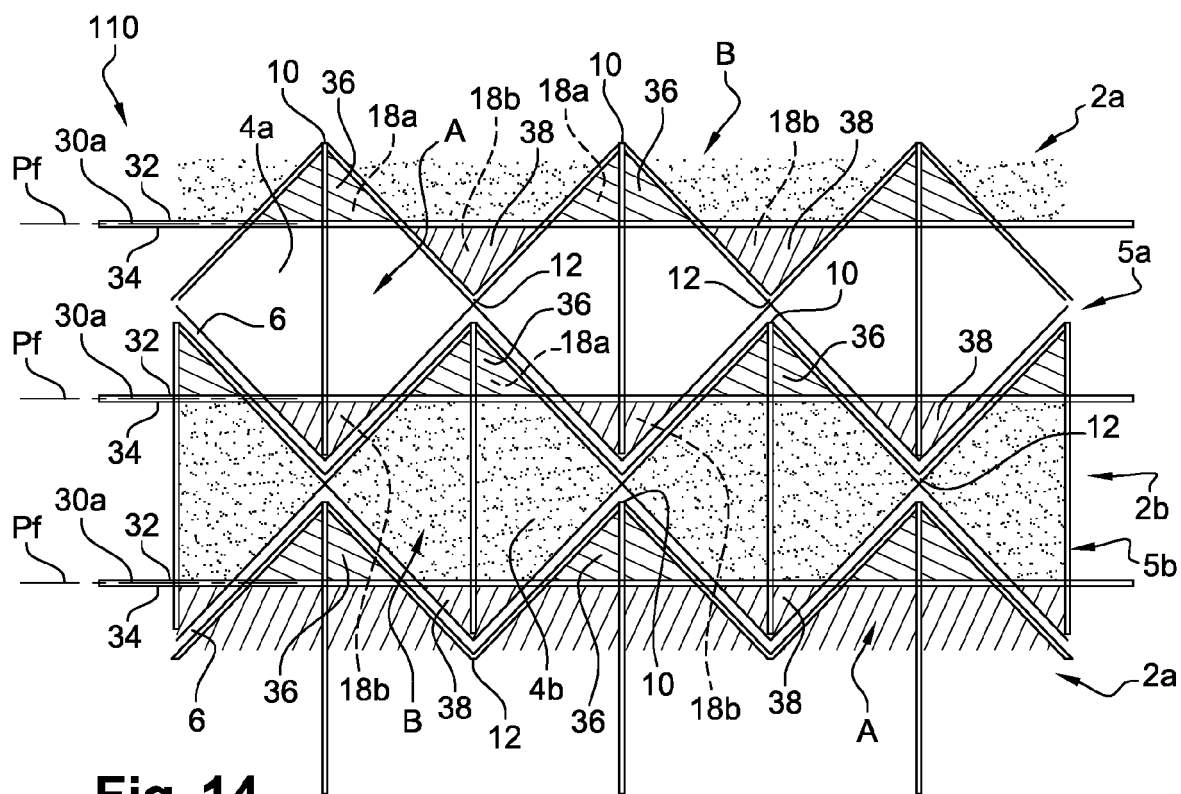


Fig. 14

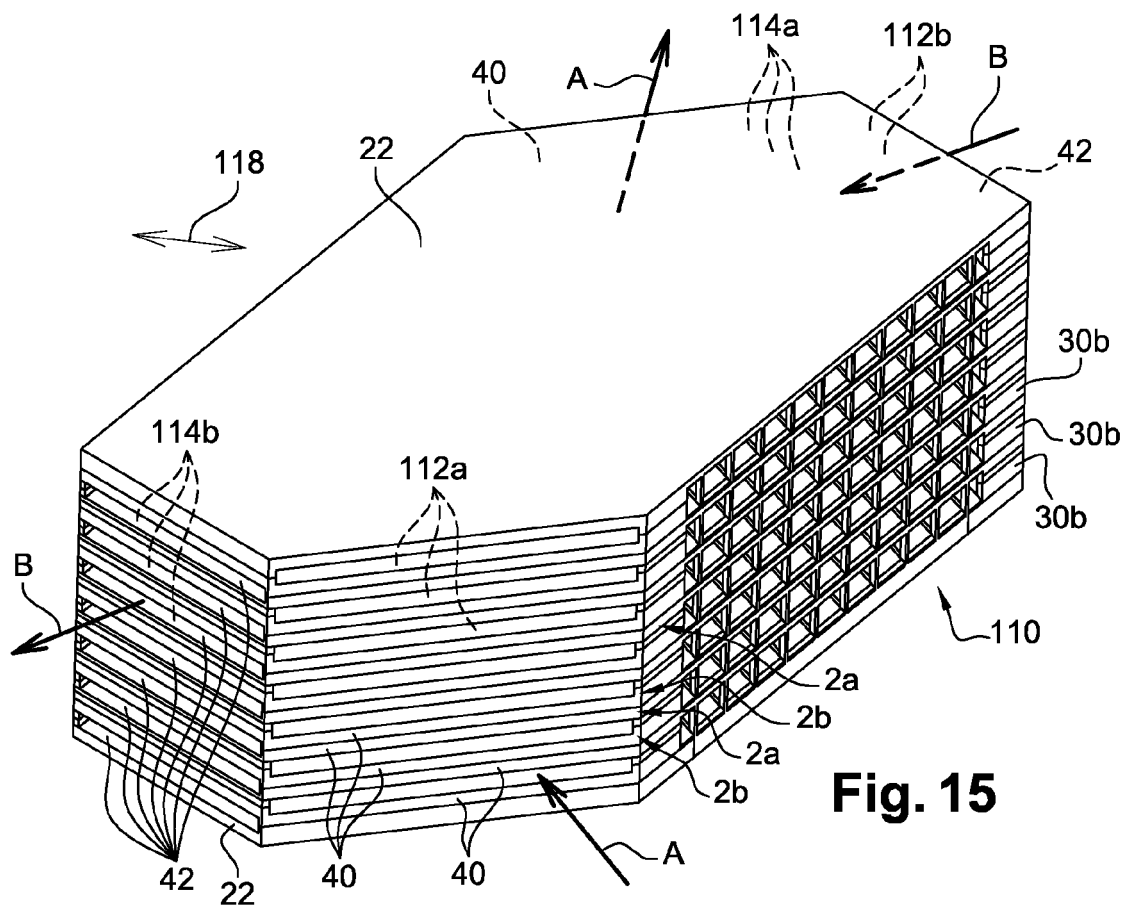


Fig. 15

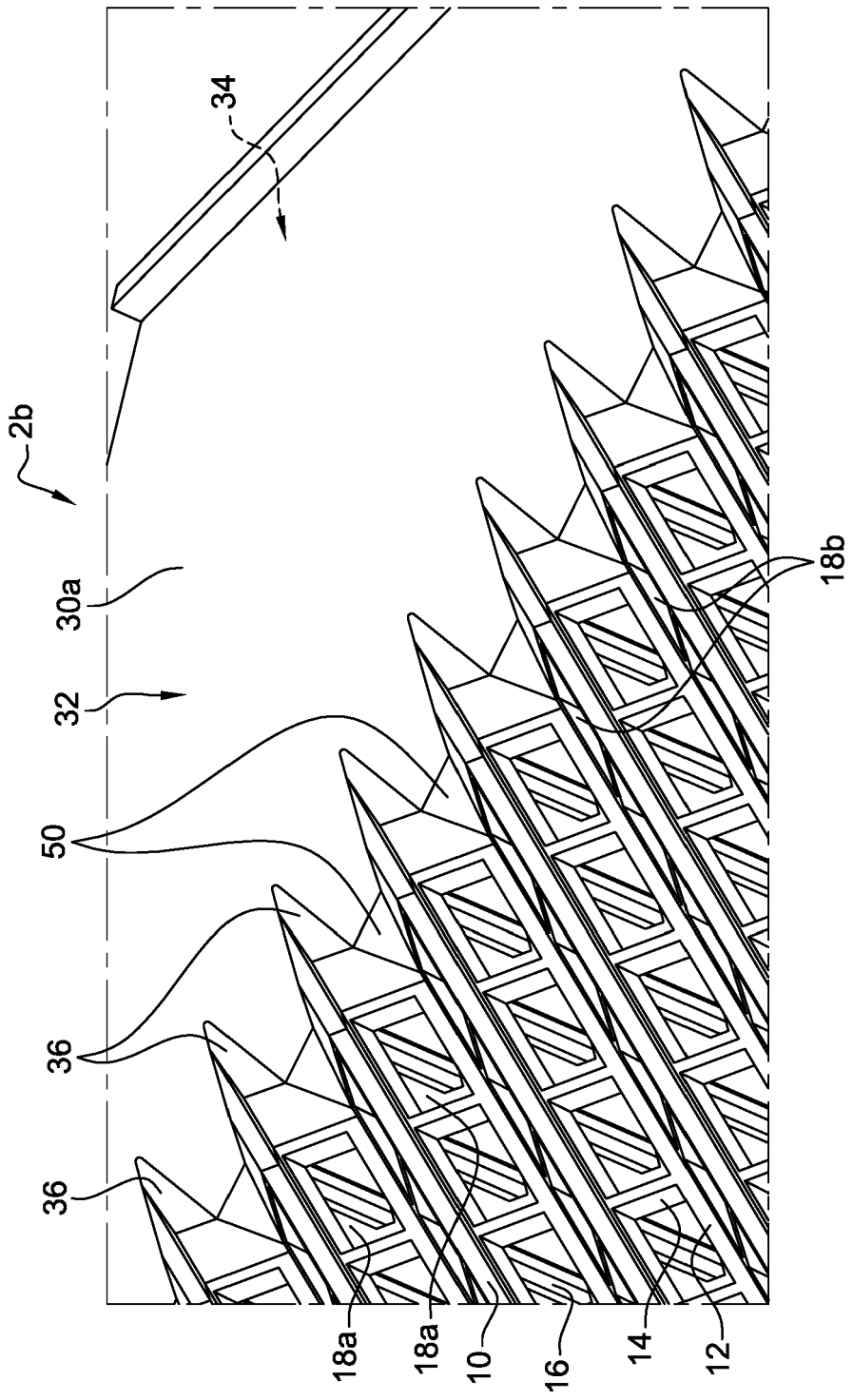
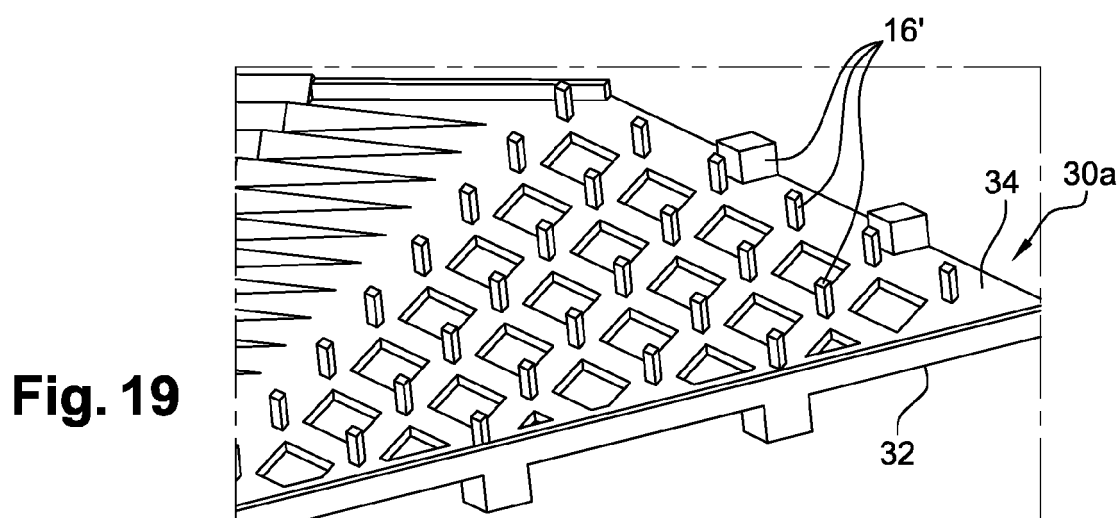
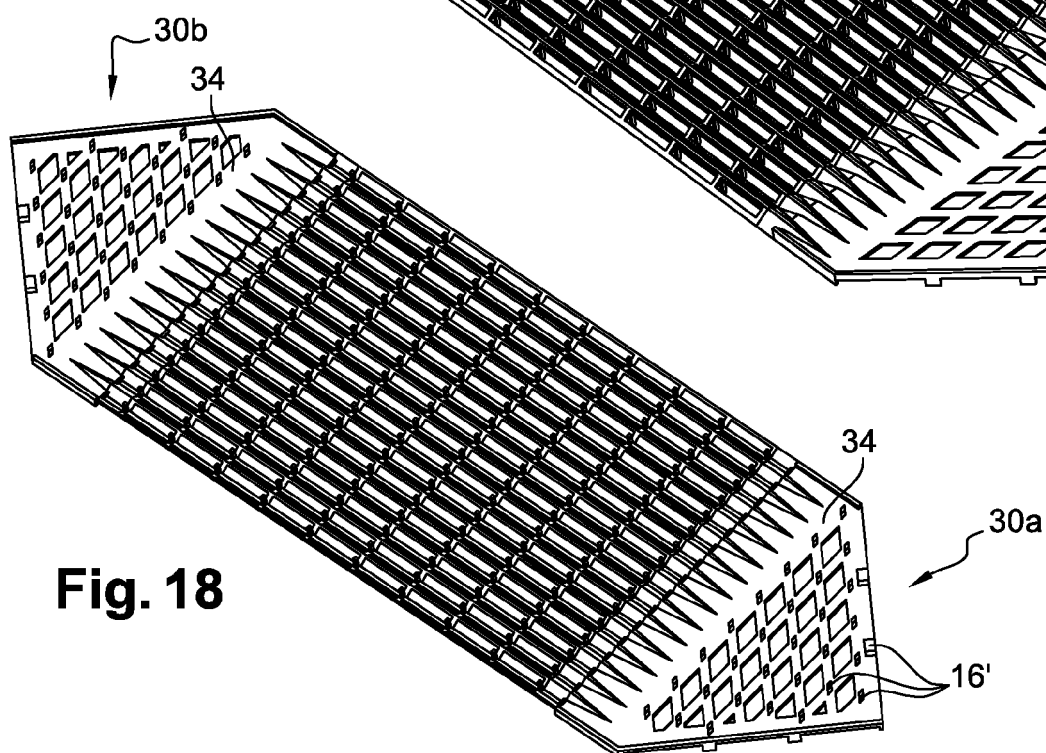
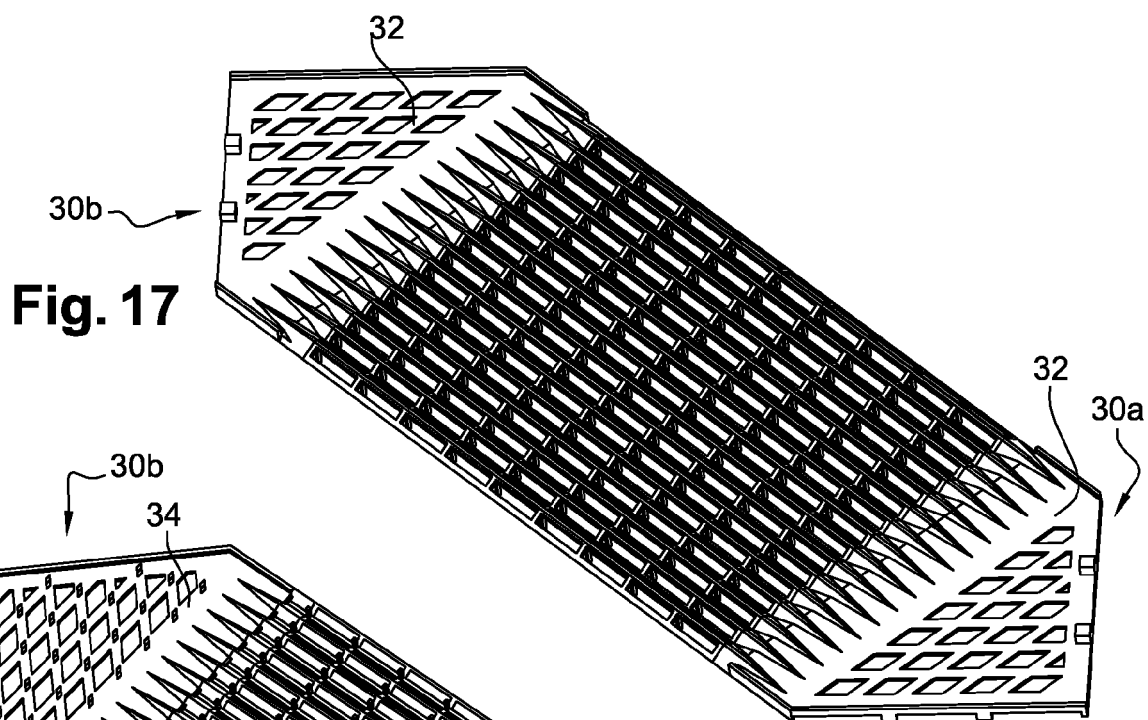


Fig. 16



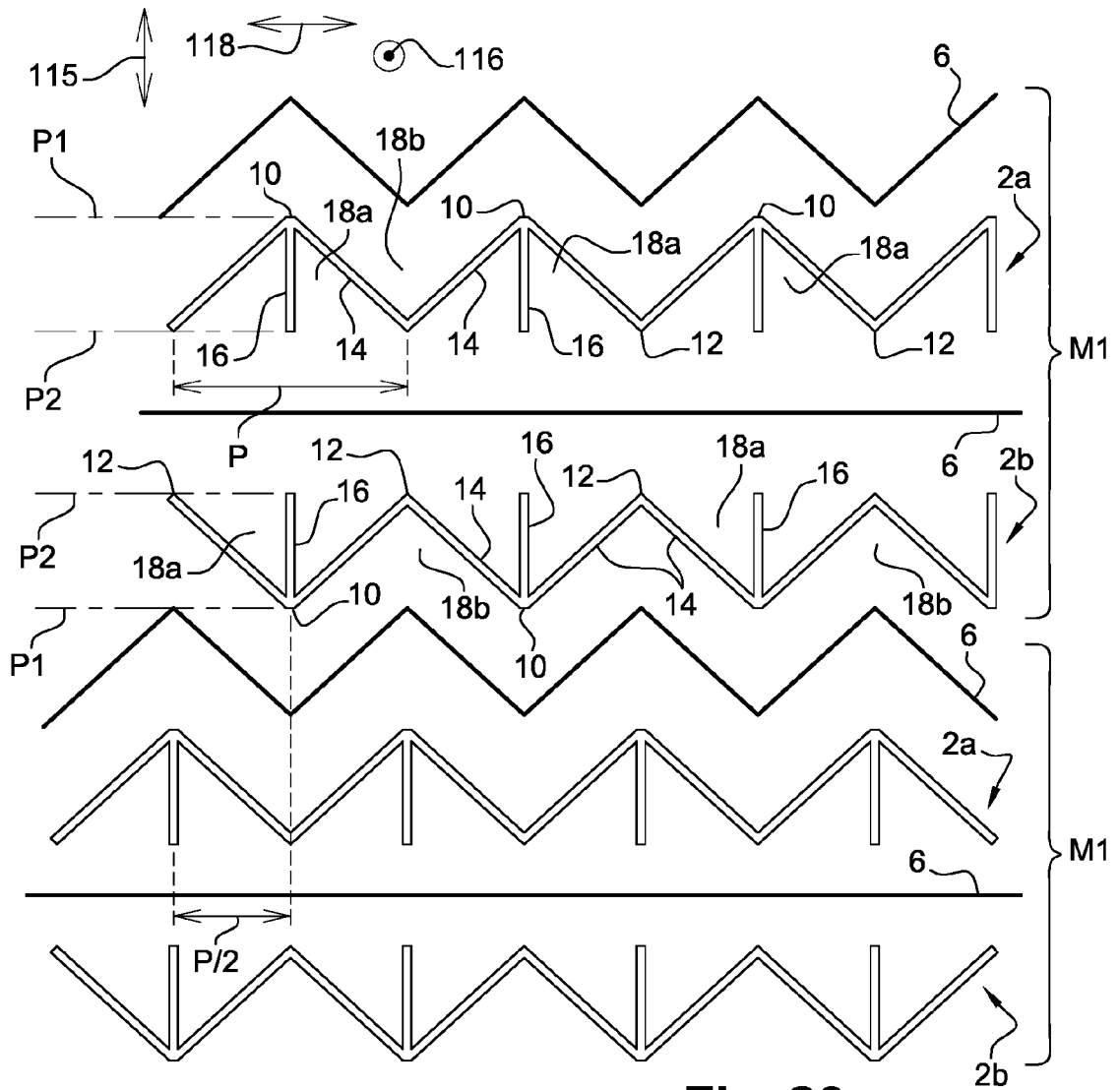


Fig. 20

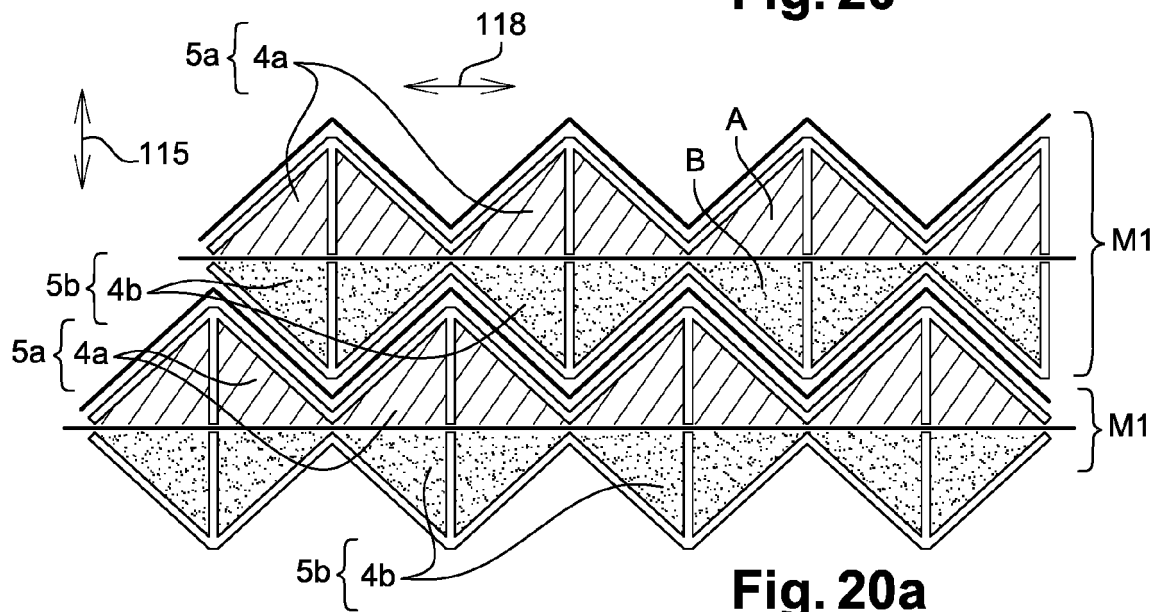


Fig. 20a

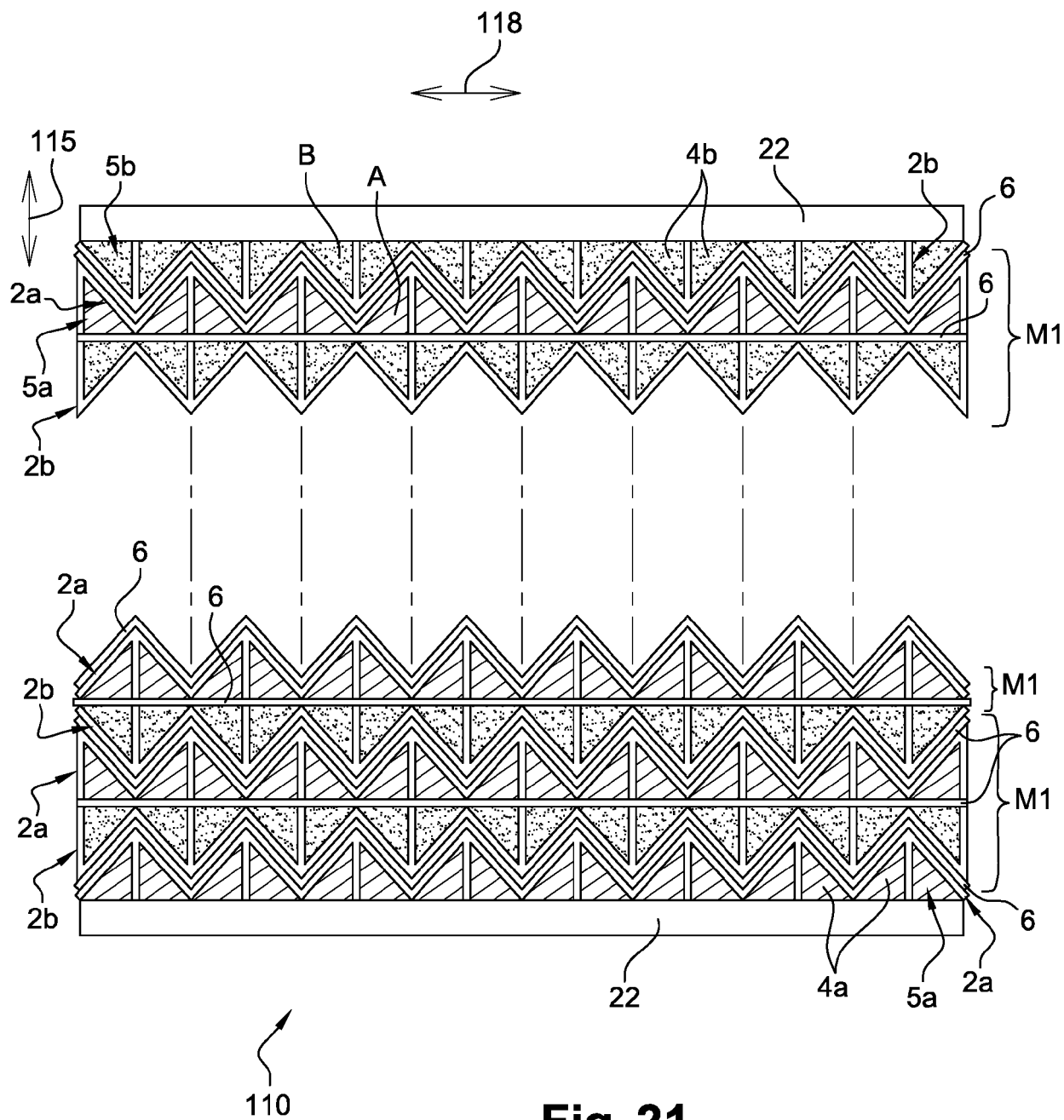


Fig. 21



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 19 0662

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 871 435 A1 (AIR TO AIR SWEDEN AB [SE]) 13 mai 2015 (2015-05-13) * figures 5a,5b *	1-15	INV. F28D21/00
X,D	WO 2016/016330 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES [FR]) 4 février 2016 (2016-02-04) * figures 14,9 *	1-15	
A	WO 01/27552 A1 (CARRIER CORP [US]) 19 avril 2001 (2001-04-19) * figures 8,8a *	13	
A,D	WO 2013/091099 A1 (DPOINT TECHNOLOGIES INC [CA]) 27 juin 2013 (2013-06-27) * figure 6b *	1-15	
A	EP 2 426 453 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 7 mars 2012 (2012-03-07) * figures 1,2 *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 31 janvier 2018	Examineur Vassoille, Bruno
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 19 0662

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

31-01-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2871435 A1	13-05-2015	AU 2014347328 A1	19-05-2016
		CA 2929330 A1	14-05-2015
		CN 105849496 A	10-08-2016
		EP 2871435 A1	13-05-2015
		JP 2016535842 A	17-11-2016
		RU 2016120466 A	11-12-2017
		SG 11201603436R A	30-05-2016
		US 2016273841 A1	22-09-2016
		WO 2015069178 A1	14-05-2015
WO 2016016330 A1	04-02-2016	CA 2956046 A1	04-02-2016
		CN 106662342 A	10-05-2017
		EP 3175181 A1	07-06-2017
		FR 3024533 A1	05-02-2016
		US 2017211826 A1	27-07-2017
		WO 2016016330 A1	04-02-2016
WO 0127552 A1	19-04-2001	US 2002185266 A1	12-12-2002
		US 2004118554 A1	24-06-2004
		US 2004140085 A1	22-07-2004
		WO 0127552 A1	19-04-2001
WO 2013091099 A1	27-06-2013	CN 103998888 A	20-08-2014
		EP 2795225 A1	29-10-2014
		JP 2015509178 A	26-03-2015
		US 2014326432 A1	06-11-2014
		US 2016290664 A1	06-10-2016
		WO 2013091099 A1	27-06-2013
EP 2426453 A1	07-03-2012	CN 102414534 A	11-04-2012
		EP 2426453 A1	07-03-2012
		JP WO2010125644 A1	25-10-2012
		TW 201038902 A	01-11-2010
		US 2012043064 A1	23-02-2012
		WO 2010125644 A1	04-11-2010

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- CA 2805541 [0004]
- WO 2013091099 A [0004]
- WO 2012045717 A [0004]
- WO 2016016330 A [0005] [0006]