



(11)

EP 4 521 052 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.03.2025 Bulletin 2025/11

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F28D 9/00 (2006.01) F28F 3/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24198805.4**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F28F 3/086; F28D 9/0093

(22) Date de dépôt: **06.09.2024**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
GE KH MA MD TN

(30) Priorité: **08.09.2023 FR 2309502**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **ASTE, Fabio**
38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)
• **CHANDEZ, Bertrand**
38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)
• **PHAN, Hai Trieu**
38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Nony**
11 rue Saint-Georges
75009 Paris (FR)

(54) **ECHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES POUR LA SÉPARATION DE PHASES**

(57) Echangeur de chaleur (1) comportant :
- des premier (13) et deuxième (15) modules comportant des premier (21) et deuxième (23) systèmes de circulation de premier et deuxième fluides respectivement, le premier fluide comportant des premier et deuxième composants fluides différents,
- des plaques de séparation (19) au contact des modules adjacents, chacune déconnectant fluidiquement les premier et deuxième systèmes de circulation, chacun des deuxième modules (15) comportant un troisième système de circulation (145), déconnecté fluidiquement du deuxième système de circulation (23), les premier (21) et troisième (145) systèmes de circulation étant connectés fluidiquement à travers la plaque de séparation (19),
l'échangeur induisant un changement de phase du deuxième composant par échange de chaleur entre les premier et deuxième fluides, et dirigeant hors de l'échangeur les premier et deuxième composants à travers les premier et troisième systèmes de circulation.

[Fig. 8]

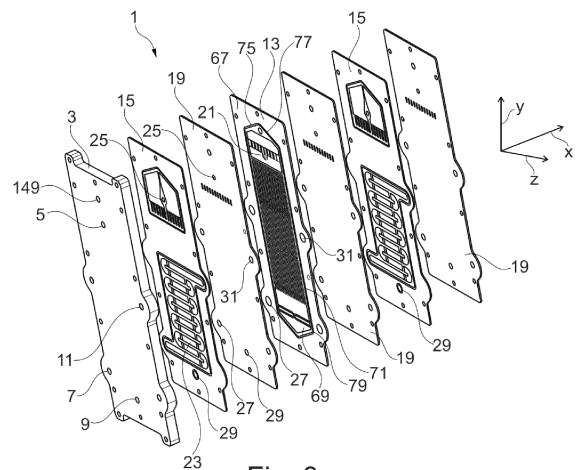


Fig. 8

EP 4 521 052 A1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'échange de chaleur entre des fluides, en particulier mettant en oeuvre une séparation de fluide au sein d'au moins un des fluides.

Etat de la technique

[0002] Afin d'optimiser le rendement d'une installation mettant en oeuvre une transformation énergétique, une attention particulière est portée à l'échangeur de chaleur qui compose cette installation.

[0003] L'augmentation de l'efficacité thermique d'un échangeur de chaleur a un effet direct sur les performances du cycle thermodynamique de l'installation, en réduisant la consommation énergétique primaire de cette dernière, et par conséquent les émissions et les coûts d'approvisionnement correspondants.

[0004] Généralement, l'objectif d'optimisation de la performance d'un échangeur de chaleur est atteint en adoptant des solutions complexes où la géométrie originale de la pièce est adaptée expressément à l'application spécifique à laquelle l'installation est destinée. La mise en oeuvre de telles solutions est couteuse et limite la possible réutilisation de l'échangeur pour d'autres applications.

[0005] En outre, la pénurie progressive de matières premières, due à la consommation croissante et à l'épuisement des gisements existants, pousse à concevoir des échangeurs de chaleur avec peu de matière tout en conservant ou améliorant ses performances.

[0006] Par ailleurs, dans le cas où une séparation de phases dans l'un des fluides est recherchée lors de l'échange de chaleur, des interactions thermodynamiques peuvent s'opérer au sein de l'échangeur. Il peut alors être nécessaire d'orienter la conception de l'échangeur de chaleur afin d'optimiser soit l'échange de chaleur, soit le transfert de masse.

[0007] Des échangeurs à tubes concentriques, à faisceau de tubes, à serpentin, à plaques, à mélange ou à ailettes sont connus. Les échangeurs de chaleur les plus répandus, en vertu des excellents coefficients d'échange thermique qu'ils permettent d'atteindre, sont les échangeurs à plaques.

[0008] Les échangeurs à plaques peuvent être du type brasé ou soudé ou du type à plaques et joints.

[0009] Les échangeurs à plaques soudées sont monobloc, les plaques ne pouvant plus être séparées après soudage. A l'inverse, les échangeurs à plaques et joints peuvent être démontés, puis rallongés ou raccourcis selon le besoin, ce qui permet de les adapter à l'application désirée et facilite la maintenance de l'échangeur.

[0010] L'écoulement des fluides dans l'échangeur de chaleur peut être monophasique ou diphasique. Dans le cas d'un écoulement diphasique, l'échange thermique

bénéficie d'une condition très favorable, car le changement de phase se passe généralement à température constante : la différence logarithmique de température augmente donc considérablement, en réduisant la surface d'échange nécessaire.

[0011] D'autres paramètres influents sur les performances des échangeurs à plaques.

[0012] Les deux fluides sont séparés par une plaque de séparation, généralement métallique. La conductivité thermique de la plaque de séparation induit une résistance au transfert thermique, qui peut être réduite en diminuant l'épaisseur de cette dernière ou par l'emploi d'une plaque de séparation en un métal ayant une conductivité thermique élevée, par exemple en cuivre ou en aluminium plutôt qu'en acier.

[0013] Une turbulence dans les systèmes de circulation fluidique de chaque fluide (chambre de distribution, chambre de collecte, canaux d'échange...) est généralement recherchée car elle augmente l'efficacité thermique de l'échangeur.

[0014] Enfin, une répartition spatiale optimale des systèmes de circulation fluidique permet aussi d'améliorer l'échange thermique.

[0015] US 5,392,849 A décrit par exemple un échangeur à plaques superposées dans lequel les deux fluides s'écoulent à contre-courant l'un de l'autre. Il comporte des plaques pleines alternées à des plaques creuses où le fluide est distribué, s'écoule et est collecté avant d'être évacué hors de l'échangeur.

[0016] CN 104748605 A décrit un échangeur à plaques doté de microcanaux. L'échange thermique bénéficie d'un champ magnétique généré par des électrodes insérées dans une plaque.

[0017] CN 111780597 A décrit un échangeur à plaques soudées par diffusion sous vide, adapté à l'écoulement à courants croisés entre les fluides.

[0018] Il existe donc un besoin pour un échangeur de chaleur adapté à un échange thermique efficace, dont la conception puisse être facilement adaptée à l'application à laquelle l'installation dans laquelle l'échangeur est intégré, et qui optionnellement soit adapté à opérer en son sein une séparation de phases au sein d'au moins un des fluides.

Résumé de l'invention

[0019] L'invention propose un échangeur de chaleur comportant, superposés longitudinalement les uns sur les autres :

- une pluralité de premier et deuxième modules d'échange dans lesquels des premier et deuxième systèmes de circulation fluidique sont formés, pour la circulation des premier et deuxième fluides respectivement, et
- une pluralité de plaques de séparation prises chacune en sandwich entre des premier et deuxième modules d'échange adjacents et au contact des

premier et deuxième modules d'échange adjacents, chaque plaque de séparation déconnectant fluidiquement l'un de l'autre les premier et deuxième systèmes de circulation fluidique.

[0020] Selon un premier aspect principal de l'invention, au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange comporte :

- une plaque cadre, d'épaisseur constante, comportant une fenêtre la traversant de part en part dans son épaisseur et
- une pièce intérieure entièrement logée dans la fenêtre et d'épaisseur égale à l'épaisseur de la plaque cadre, la pièce intérieure consistant en

a) une plaque de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante et d'épaisseur constante, le système de circulation fluidique correspondant étant formé dans la zone évidée et délimité transversalement par la zone pleine environnante et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module,

ou

b) un empilement de plaques de forme, au moins une, de préférence chacune des plaques de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante et d'épaisseur constante, le système de circulation fluidique correspondant étant défini par les zones évidées de l'empilement et délimité transversalement par les zones environnantes pleines et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module d'échange correspondant.

[0021] L'échangeur selon le premier aspect principal de l'invention est facilement adaptable à l'application à laquelle il est destiné. En outre, il est de maintenance aisée. La plaque cadre définit un logement dans lequel différents types de plaques de forme ou d'empilements de plaques de formes peuvent être logés. Ainsi, une plaque de forme usagée peut être remplacée tout en maintenant la plaque cadre en place si cette dernière est encore en bon état de fonctionnement. Par ailleurs, lorsque l'échangeur est appelé à être intégré à une installation pour laquelle l'application est différente de celle initialement envisagée, on peut concevoir une plaque de forme ou un empilement de plaques de forme avec un système de circulation fluidique de forme spécifiquement adaptée à l'application, sans qu'il ne soit nécessaire de modifier la plaque de séparation et/ou la plaque cadre.

[0022] Par ailleurs, la plaque de forme ou l'empilement de plaques de forme peuvent être obtenues à partir de

techniques de découpe plus simples à mettre en oeuvre et moins coûteuses que les techniques d'usinage ou d'emboutissage habituellement utilisées pour produire les échangeurs de chaleur de l'art antérieur.

[0023] Dans la variante où la pièce intérieure est un empilement de plaques de forme, chaque plaque de forme présente une épaisseur inférieure à la plaque cadre. Par exemple, chaque plaque de forme présente une faible épaisseur, permettant un transfert thermique optimal sans qu'il ne soit requis qu'elle participe à la résistance mécanique de l'échangeur thermique, cette fonction étant assurée par la plaque cadre d'épaisseur plus élevée.

[0024] Sauf mention contraire, l'épaisseur d'un composant, par exemple une plaque ou un module d'échange, est définie et mesurée selon l'axe longitudinal de l'échangeur de chaleur.

[0025] De préférence, le contour de la fenêtre et le contour extérieur de la pièce intérieure, dans au moins un plan de coupe transversal, étant homothétiques l'un de l'autre, de manière à faciliter l'assemblage du module d'échange lors de la fabrication ou la maintenance de l'échangeur de chaleur.

[0026] De préférence, l'échangeur de chaleur comporte une gorge séparant la plaque cadre et la pièce intérieure l'une de l'autre, la largeur de la gorge étant de préférence constante. La gorge peut ceinturer entièrement le pourtour de la pièce intérieure.

[0027] De préférence, l'échangeur de chaleur comporte un joint d'étanchéité, de préférence torique, disposé dans la gorge, et qui est comprimé par les plaques de séparation adjacentes. Ainsi, l'étanchéité entre les plaques de séparation et le module d'échange correspondant est renforcée, ce qui réduit le risque de fuite de fluide. En outre, le joint peut facilement être ôté lors d'un remplacement ou d'un changement de la pièce intérieure.

[0028] Le joint d'étanchéité peut être extrudé ou surmoulé. Il peut être en un matériau polymère, par exemple choisi parmi l'éthylène propylène diène-monomère (EPDM), ou en polytétrafluoroéthylène (PTFE). Il peut présenter une dureté Shore comprise entre 70 et 80.

[0029] En variante, la pièce intérieure peut être fixée, par exemple collée, brasée ou soudée, notamment par soudage-diffusion, sur la plaque cadre.

[0030] La plaque cadre et la ou les plaques de forme peuvent être en des matériaux différents. Il est par exemple possible de choisir un matériau présentant de faibles propriétés mécaniques et de bonnes propriétés thermiques pour former la ou les plaques de forme.

[0031] En particulier, la plaque cadre peut être en matériau ayant un module d'élasticité et/ou une résistance à rupture supérieurs au module d'élasticité et/ou à la résistance à rupture, respectivement, du matériau constitutif de la ou des plaques de forme. Ainsi, la plaque de cadre contribue plus à la rigidité et/ou à la résistance mécanique de l'échangeur que la pièce intérieure.

[0032] La zone pleine de la ou de chaque plaque de

forme et la plaque cadre peuvent présenter des rugosités de surface différentes.

[0033] La plaque cadre et/ou la ou les plaques de formes peuvent être métalliques, par exemple en un acier, notamment inoxydable, ou à base d'aluminium, de cuivre ou de titane.

[0034] La ou les plaques de forme peuvent comporter un matériau catalyseur d'une réaction chimique au contact d'un composant du premier et/ou du deuxième fluide.

[0035] La plaque cadre ayant notamment pour fonction d'assurer l'espacement entre deux plaques de séparation consécutives, elle peut présenter une faible conductivité thermique, par exemple inférieure à $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, pour éviter de participer au transfert thermique.

[0036] Par ailleurs, le deuxième module d'échange peut comporter un troisième système de circulation fluide déconnecté fluidiquement du deuxième système de circulation fluide, les deuxième et troisième systèmes de circulation fluide étant définis par des portions différentes de la ou des zones évidées de la pièce intérieure correspondante. Avantageusement, une même pièce intérieure peut définir des zones d'écoulement différentes et dissociées pour différents fluides.

[0037] En variante, le deuxième module d'échange peut comporter un troisième système de circulation fluide fluidiquement déconnecté du deuxième système de circulation fluide, la plaque cadre correspondante comportant une deuxième fenêtre dans laquelle est disposée une deuxième pièce intérieure qui délimite le troisième système de circulation fluide.

[0038] Par ailleurs, selon un deuxième aspect principal de l'invention, au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange comporte :

un empilement de plaques de forme superposées les unes sur les autres selon l'axe longitudinal, chaque plaque de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante et d'épaisseur constante, le système de circulation fluide correspondant étant défini par les zones évidées de l'empilement et s'étendant longitudinalement entre les plaques de séparation adjacentes au module d'échange correspondant, au moins une partie de la zone évidée d'une des plaques de forme de l'empilement étant superposée à une zone pleine d'une autre plaque de forme adjacente de l'empilement, et *vice versa*.

[0039] L'échangeur de chaleur selon le deuxième aspect principal de l'invention définit ainsi, par un simple empilement des plaques de forme entre deux plaques de séparation adjacentes et dans le plan et/ou dans l'épaisseur de l'empilement, un système de circulation fluide de forme complexe bidimensionnelle ou, de préférence, tridimensionnelle.

[0040] Contrairement à l'art antérieur, ou elle nécessite

un usinage complexe et coûteux, voire est impossible à obtenir, selon l'invention, une tel système de circulation fluide peut être obtenu facilement et à moindre coût, les plaques de forme étant de fabrication aisée comme mentionné ci-dessus. L'invention s'affranchit en outre des limitations rencontrées dans les échangeurs à plaques embouties de l'art antérieur, où les canaux ont une géométrie définie par la forme des reliefs emboutis.

[0041] De préférence, le système de circulation fluide présente, dans au moins un plan de coupe longitudinal, des profils différents en au moins deux positions différentes le long de l'axe transversal dudit plan de coupe, perpendiculaire à l'axe longitudinal.

[0042] En particulier, le profil en une position selon ledit axe transversal peut comporter le rang de la ou des zones évidées dans l'empilement et/ou la hauteur du système de circulation fluide en ladite position et/ou le nombre de zones évidées en ladite position.

[0043] Le système de circulation fluide peut comporter des portions qui s'étendent selon des axes différents. Il peut comporter au moins deux portions qui s'étendent selon des axes contenus dans un plan transversal et qui sont différents l'un de l'autre. Il peut comporter au moins deux portions qui s'étendent selon des axes contenus dans un plan longitudinal et qui sont différents l'une de l'autre.

[0044] Un plan longitudinal contient l'axe longitudinal. Un plan transversal est défini par deux axes transversaux qui sont chacun perpendiculaires à l'axe longitudinal. Un plan transversal est donc perpendiculaire à un plan longitudinal.

[0045] Le système de circulation fluide peut comporter au moins un chemin principal qui se divise à l'amont en plusieurs chemins secondaires qui se rejoignent à l'aval. Ainsi, le fluide circulant dans le système de circulation fluide peut suivre différents trajets à l'intérieur du module d'échange correspondant. Ceci permet de varier les conditions fluidiques de l'écoulement en changeant la forme de la section de passage du système de circulation fluide le long de son parcours. Il est ainsi possible de générer une séparation de phase à l'intérieur de chaque chemin secondaire et/ou un auto-équilibre des pressions et/ou des débits de fluide entre les chemins secondaires.

[0046] Le système d'écoulement fluide peut comporter, lorsqu'observé dans un plan de coupe longitudinal, une portion méandrique s'étendant entre les plaques de séparation adjacentes.

[0047] La longueur et/ou la largeur des plaques de forme et des plaques de séparation peuvent être égales.

[0048] Selon un troisième aspect principal de l'invention, le premier fluide comporte des premier et deuxième composants fluides différents, et chaque plaque de séparation délimite longitudinalement le système de circulation du module d'échange duquel lesdites plaques de séparation sont en contact. Chacun des deuxième modules d'échange comporte en outre un troisième système de circulation fluide, déconnecté fluidiquement

du deuxième système de circulation fluide,

les premier et troisième systèmes de circulation fluide étant connectés fluidiquement à travers la plaque de séparation correspondante, l'échangeur de chaleur étant configuré pour induire un changement de phase du deuxième composant fluide sous l'effet de l'échange de chaleur entre les premier et deuxième fluides, et pour diriger l'écoulement du premier composant fluide hors de l'échangeur à travers le premier système de circulation fluide et l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur à travers le troisième système de circulation fluide.

[0049] L'échangeur de chaleur selon le troisième aspect principal de l'invention présente l'avantage d'une grande compacité, l'échange thermique et la séparation de phase s'effectuant au sein des premier et deuxième modules d'échange.

[0050] De préférence, l'échangeur comporte un conduit d'alimentation du premier système de circulation fluide débouchant dans une ouverture d'entrée du premier fluide et un conduit d'évacuation du premier fluide débouchant dans une ouverture de sortie du premier fluide, le troisième système de circulation fluide étant plus proche de ladite ouverture d'entrée du premier fluide que de l'ouverture de sortie du premier fluide. Lorsque le premier fluide entre plus froid dans le premier module d'échange qu'il n'en ressort, le troisième système de circulation fluide est alors plus proche de la zone la plus froide du premier module d'échange, ce qui facilite le refroidissement, et par exemple la liquéfaction du deuxième composant fluide.

[0051] De préférence, l'échangeur est configuré pour que le deuxième composant fluide, après avoir changé d'état, s'écoule à contre-courant du premier fluide dans le premier système de circulation fluide en direction du troisième système de circulation fluide. Par exemple, le deuxième composant fluide, qui est passé de l'état liquide à l'état gazeux sous l'effet de l'échange de chaleur avec le deuxième fluide, s'écoule à l'état gazeux à l'encontre de l'écoulement du premier fluide qui contient le deuxième composant liquide à l'état liquide.

[0052] L'échangeur de chaleur comporte de préférence un conduit d'évacuation du troisième système de circulation fluide pour purger le deuxième composant fluide hors de l'échangeur.

[0053] Selon une variante, au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange consiste en une plaque de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante et d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluide d'une part ou le deuxième système de circulation fluide et/ou le troisième système de circulation fluide d'autre part étant formé(s) respectivement dans la zone évidée et délimité(s) transversalement par la zone pleine environnante et

longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module.

[0054] Selon une autre variante, au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange consiste en une plaque cadre, d'épaisseur constante, comportant une fenêtre la traversant de part en part dans son épaisseur et une pièce intérieure entièrement logée dans la fenêtre et d'épaisseur égale à l'épaisseur de la plaque cadre, la pièce intérieure consistant en

a) une plaque de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluide ou le deuxième système de circulation fluide et/ou le troisième système de circulation fluide respectivement étant formé(s) dans la zone évidée et délimité transversalement par la zone pleine environnante et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module,

ou
b) un empilement de plaques de forme, au moins une, de préférence chacune des plaques de forme consistant en au moins une zone évidée traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine environnante et d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluide d'une part ou le deuxième système de circulation fluide et/ou le troisième système de circulation fluide d'autre part étant défini(s) respectivement par les zones évidées de l'empilement et délimité(s) transversalement par les zones environnantes pleines et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module.

[0055] Les caractéristiques des différents aspects principaux de l'invention, optionnels ou non, ainsi que les caractéristiques optionnelles présentées ci-dessus et celles de la description suivante peuvent être combinées entre elles.

[0056] De préférence, quel que soit l'aspect principal de l'invention considéré, l'échangeur de chaleur peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes.

[0057] Les premiers et deuxième modules d'échange sont de préférence disposés alternativement l'un à la suite de l'autre selon l'axe longitudinal.

[0058] De préférence, la zone évidée est formée par découpe.

[0059] De préférence, elle est formée par découpe par faisceau laser, par découpe par jet d'eau, ou par poinçonnage. De préférence, la zone évidée est formée par découpe par faisceau laser.

[0060] Les premier et deuxième systèmes de circulation fluide sont de préférence délimités longitudinalement par les plaques de séparation qui prennent en

sandwich les premier et deuxième modules d'échange adjacents respectivement et qui sont au contact desdits premier et deuxième modules d'échange respectivement.

[0061] Au moins l'un, de préférence chacun des premier, deuxième et le cas échéant, troisième systèmes de circulation fluidique comporte au moins un canal, de préférence une pluralité de canaux, et/ou une chambre de distribution de fluide pour alimenter en fluide le ou les canaux et/ou une chambre de collecte dans lequel le ou les canaux débouchent à leur aval.

[0062] Les canaux peuvent s'étendre parallèlement les uns aux autres, par exemple parallèlement à la longueur de la pièce intérieure. En variante, le ou les canaux peuvent former un serpentín qui s'étend dans le plan médian de la pièce intérieure.

[0063] La ou les plaques de forme et/ou la plaque de séparation et/ou la plaque cadre sont de préférence planes et présentent des faces parallèles.

[0064] La plaque de séparation peut présenter une épaisseur inférieure ou égale à 2,0 mm, afin de maximiser les échanges thermique, et optionnellement supérieure ou égale à 0,5 mm.

[0065] La plaque de séparation peut présenter une rugosité adaptée à faciliter l'établissement d'un écoulement turbulent du premier fluide ou du deuxième fluide.

[0066] La plaque cadre peut présenter une épaisseur comprise entre 1 et 10 mm.

[0067] De préférence, chaque plaque de forme de l'empilement peut présenter une épaisseur inférieure à 3 mm, voire inférieure à 2 mm, voire inférieure à 1 mm.

[0068] Les plaques de forme peuvent présenter une épaisseur identique.

[0069] L'empilement peut comporter au moins deux plaques de forme identiques. De préférence, les plaques de forme identiques sont chacune dissymétriques, une des plaques de forme étant disposées de façon symétrique de l'autre plaque de forme par rapport à un plan longitudinal.

[0070] Par « dissymétrique », on entend qu'une plaque comporte au plus un unique plan de symétrie longitudinal. Ainsi, une plaque dissymétrique peut être symétrique par rapport à un plan médian transversal.

[0071] Dans une variante, au moins deux plaques de forme de l'empilement sont différentes.

[0072] L'empilement peut comporter plus de deux, voire plus de cinq, voire plus de dix plaques de forme. Un nombre élevé de plaques de forme permet d'affiner la forme du système de circulation fluidique.

[0073] La plaque de séparation d'une part et la ou les plaques de forme, et/ou, le cas échéant, la plaque cadre d'autre part, peuvent être en des matériaux différents.

[0074] De préférence, les plaques de séparation présentent une épaisseur inférieure à l'épaisseur de chacun des premier modules d'échange et/ou à l'épaisseur de chacun des deuxième modules d'échange.

[0075] De préférence, l'échangeur comporte des plaques terminales disposées longitudinalement aux extré-

mités de l'échangeur et qui prennent en sandwich la pluralité de premier et deuxième modules d'échange et la pluralité de plaques de séparations.

[0076] De préférence, une et/ou l'autre des plaques terminales comportent une ouverture d'entrée du premier fluide et/ou une ouverture de sortie du premier fluide et/ou une ouverture d'entrée du deuxième fluide et/ou une ouverture de sortie du deuxième fluide et/ou, le cas échéant, une ouverture de sortie du deuxième composant fluide.

[0077] De préférence, les premiers modules d'échange sont tous identiques et/ou les deuxième modules d'échange sont tous identiques. Cela facilite la fabrication et la maintenance de l'échangeur de chaleur.

[0078] L'échangeur de chaleur peut être du type soudé. Notamment, les premiers modules d'échange et/ou les deuxième modules d'échange peuvent être soudés sur les plaques de séparation.

[0079] Selon une variante préférée, l'échangeur de chaleur est du type « à joints », ce qui facilite sa maintenance, par exemple en ne remplaçant que la ou les plaques de séparation, plaques de forme ou plaques cadre usagées.

[0080] De préférence, l'échangeur de chaleur comporte un moyen de compression pour comprimer les premiers et deuxième modules d'échange et les plaques de séparation de manière à assurer l'étanchéité de chacun des premier, deuxième et, le cas échéant, système de circulation fluidique. Les plaques terminales peuvent être munies de perçages, et l'échangeur comporte des tiges de liaison engagées dans les perçages et qui relient les plaques terminales. Les tiges de liaison sont boulonnées sur les plaques terminales et compriment ladite superposition.

[0081] L'invention concerne encore un procédé de transfert de chaleur comportant

- la fourniture de l'échangeur de chaleur selon le troisième aspect principal de l'invention,
- la circulation d'un premier fluide et d'un deuxième fluide dans les premier et deuxième systèmes de circulation fluidique, le premier fluide comportant des premier et deuxième composants fluides,
- l'échange de chaleur entre les premier et deuxième fluides et le changement de phase du deuxième composant fluide résultant de l'échauffement ou du refroidissement du premier fluide lors de l'échange de chaleur,
- l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur de chaleur à travers le troisième système de circulation fluidique.

[0082] De préférence, l'écoulement du deuxième composant fluide dont l'état a changé par suite du changement de phase, s'opère à contre-courant de l'écoulement du premier fluide dans le premier système de circulation fluidique.

[0083] Le procédé peut comporter le refroidissement

du deuxième composant fluide après la sortie du troisième de circulation fluidique et préalablement à l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur de chaleur.

[0084] De préférence, le premier fluide est introduit à l'état liquide dans le premier système de circulation fluidique, et le deuxième composant est à l'état gazeux après le changement de phase sous l'effet de l'échauffement du premier fluide par transfert de chaleur avec le deuxième fluide. Le premier composant fluide est de préférence maintenu à l'état liquide lors de son écoulement dans le premier système de circulation fluidique.

[0085] En particulier, le premier composant fluide peut être de l'eau et le deuxième composant fluide peut être de l'ammoniaque. Le deuxième fluide peut être de l'eau, notamment glycolée, ou de l'huile.

[0086] Le premier fluide et le deuxième fluide peuvent s'écouler à contre-courant dans les premier et deuxième systèmes de circulation fluidique, afin de maximiser l'échange thermique entre eux.

[0087] L'invention concerne aussi une installation thermodynamique comportant un échangeur selon l'invention, notamment selon le troisième aspect de l'invention.

[0088] Elle concerne enfin l'utilisation de l'installation thermodynamique selon l'invention pour :

- la séparation de phases par évaporation du deuxième composant, par exemple dans le domaine pétrochimique, ou
- la séparation de phases par condensation du deuxième composant, par exemple dans le domaine de la gazéification, ou
- l'échange de masse, notamment par absorption/désorption, couplée à l'échange thermique.

Brève description des dessins

[0089] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel:

[Fig. 1] représente de manière schématique a) un échangeur de chaleur à plaques et b) une vue éclatée de l'échangeur ;

[Fig. 2] et [Fig. 3] représentent schématiquement différentes vue en perspective éclatées de différents agencements de l'échangeur de chaleur selon l'invention ;

[Fig. 4] illustre en détail un module d'échange doté d'une plaque cadre et d'une pièce intérieure ;

[Fig. 5] a) est une vue schématique d'un plan de coupe longitudinal (AA') d'un empilement de plaques de forme et b), c), et d) sont des vues selon de différentes plaques de forme selon leur rang dans

l'empilement ;

[Fig. 6] illustre schématiquement différents exemples d'agencements de plaques de forme et/ou de plaques cadre ;

[Fig. 7] est une vue en perspective et éclatée d'un exemple de réalisation d'un échangeur de chaleur selon l'invention ;

[Fig.8] est une vue en perspective d'un premier module d'échange et d'un deuxième module d'échange adjacents séparés par des plaques de séparation ;

[Fig. 9] et [Fig. 10] sont des agrandissement respectivement des premier et deuxième modules d'échange de l'échangeur illustré sur la figure 8 ;

[Fig. 11], [Fig. 12], [Fig. 13] et [Fig. 14] sont des vues selon l'axe longitudinal d'un premier module d'échange, d'un deuxième module d'échange, d'une plaque de séparation, et d'une plaque terminale de l'échangeur illustré sur les figures 9 et 10 ; et

[Fig. 15] est une vue en perspective et éclatée d'un autre exemple d'échangeur de chaleur selon l'invention.

[0090] Dans le dessin annexé, les proportions réelles des divers éléments constitutifs ou leurs espacements n'ont pas été toujours été respectées dans un souci de clarté. Par ailleurs, certains éléments peuvent ne pas avoir été représentés en contact les uns avec les autres dans un souci de clarté, alors qu'ils le sont en pratique.

Description détaillée

[0091] On a illustré sur la figure 1, de manière schématique, un exemple d'échangeur de chaleur 1 à plaques, notamment tel que l'invention. Cet échangeur est destiné à l'échange de chaleur entre deux fluides, l'un des fluides pénétrant dans l'échangeur de chaleur à plus basse température que l'autre fluide.

[0092] L'échangeur 1 comporte une plaque terminale 3 munie d'une ouverture d'entrée 5 du premier fluide, d'une ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide, d'une ouverture de sortie de premier fluide et d'une ouverture de sortie du deuxième fluide 11 pour introduire les premier et deuxième fluides dans l'échangeur et les en extraire.

[0093] L'échangeur de chaleur comporte en outre des premiers 13 et deuxièmes 15 modules d'échange qui sont superposés les uns sur les autres selon un axe longitudinal X. Les premiers et deuxièmes sont disposés en alternance les uns à la suite des autres le long de l'axe longitudinal. Ils présentent chacun une forme sensiblement parallélépipédique et élancée qui s'étend transversalement à l'axe longitudinal X.

[0094] De préférence, chacun des premier 13 et deuxième 15 modules d'échange présente des faces 17 s'étendant transversalement qui sont planes et parallèles.

[0095] L'échangeur comporte en outre des plaques de séparation 19 qui sont chacune disposées entre des premier et deuxième modules d'échange adjacents. Chaque plaque de séparation est en outre au contact des premier et deuxième modules d'échange qui lui sont adjacents.

[0096] Chaque plaque de séparation 19 s'étend transversalement à l'axe longitudinal et présente de préférence des faces planes et parallèles.

[0097] Les premiers et deuxièmes modules d'échange définissent chacun un premier système de circulation fluide 21 pour l'écoulement du premier fluide et un deuxième système de circulation fluide 23 pour l'écoulement du deuxième fluide.

[0098] L'échangeur de chaleur comporte en outre un conduit d'alimentation 25 du premier système de circulation fluide et un conduit d'alimentation 27 du deuxième système de circulation fluide pour délivrer les premier et deuxième fluides respectivement dans les premier et deuxième systèmes de circulation fluide.

[0099] Le conduit d'alimentation du premier système de circulation fluide et le conduit d'alimentation du deuxième système de circulation fluide débouchent chacun par une de leurs extrémités dans l'ouverture d'entrée 5 du premier fluide et dans l'ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide.

[0100] Le conduit d'alimentation 25 du premier système de circulation fluide et le conduit d'alimentation 27 du deuxième système de circulation fluide sont formés par exemple par des trous formés dans les premiers modules d'échange et dans les plaques de séparation. Ils sont conformés afin d'être déconnectés fluidiquement l'un de l'autre, et éviter un mélange entre les premier et deuxième fluides.

[0101] L'échangeur de chaleur comporte en outre un conduit d'évacuation 29 du premier système de circulation fluide et un conduit d'évacuation 31 du deuxième système de circulation fluide pour purger les premier et deuxième fluides respectivement des premier et deuxième systèmes de circulation fluide.

[0102] Le conduit d'évacuation 29 du premier système de circulation fluide, respectivement le conduit d'évacuation 31 du deuxième système de circulation fluide, relie fluidiquement le premier, respectivement deuxième, système de circulation fluide à l'ouverture de sortie 9 du premier fluide, respectivement à l'ouverture de sortie 11 du deuxième fluide.

[0103] Les conduits d'alimentation et d'évacuation du premier système de circulation fluide et les conduits d'alimentation et d'évacuation du deuxième système de circulation fluide sont formés par exemple chacun par des trous formés dans les premiers et deuxièmes modules d'échange et dans les plaques de séparation. Ils sont conformés afin de former des chemins de circulation

fluidique déconnectés entre les ouverture d'entrée et les ouvertures de sortie pour chacun des premier et deuxième fluides. Autrement dit, l'échangeur de chaleur est conformé pour que les premier et deuxième fluides n'entrent pas en contact et ne se mélangent pas.

[0104] Les conduits d'alimentation et d'évacuation du premier système de circulation fluide et les conduits d'alimentation et d'évacuation du deuxième système de circulation fluide débouchent en outre respectivement dans le premier système de circulation fluide et dans le deuxième système de circulation fluide ménagé dans chacun des premier et deuxième modules d'échange respectivement.

[0105] Par ailleurs, chacun des premiers modules d'échange est séparé des deux modules d'échange qui lui sont adjacents de part et d'autre de l'axe longitudinal, par une plaque de séparation 19 et *vice versa*.

[0106] La portion de chaque plaque de séparation qui est superposée au premier système d'écoulement fluide et au deuxième système d'écoulement fluide qui lui sont adjacents est pleine. De cette façon, les plaques de séparation 19 qui prennent en sandwich un premier module d'échange 13 et qui sont au contact dudit premier module d'échange isolent fluidiquement le premier système de circulation fluide 21 des deuxièmes systèmes de circulation fluide qui sont formés dans les deuxièmes modules d'échange 15 adjacents, et *vice versa*.

[0107] Ainsi, en fonctionnement, les premier et deuxième fluides sont introduits respectivement par l'ouverture d'entrée 5 du premier fluide et par l'ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide dans l'échangeur. Ils s'écoulent respectivement dans le conduit d'alimentation 25 du premier système de circulation fluide et dans le conduit d'alimentation 27 du deuxième système de circulation fluide. Ils circulent ensuite dans chacun des premier 21 et deuxième 23 systèmes de circulation fluide respectivement et échangent de la chaleur à travers la plaque de séparation que lesdits systèmes prennent en sandwich. Ils sont ensuite collectés respectivement par le conduit d'évacuation du premier système de circulation fluide et le conduit d'évacuation de deuxième système de circulation fluide avant de sortir de l'échangeur par l'ouverture de sortie du premier fluide et l'ouverture de deuxième fluide respectivement.

[0108] On a illustré sur la figure 2 deux exemples de réalisation d'un module d'échange 33 qui peut être un premier module d'échange 13 pour le premier fluide et/ou un deuxième module d'échange 15.

[0109] Le module d'échange est disposé entre et au contact de deux plaques de séparation 19 qui le sépare longitudinalement des modules d'échange adjacents 35.

[0110] Selon l'exemple de réalisation illustré sur la figure 2, le module d'échange 33 comporte une plaque cadre 37 qui s'étend transversalement à l'axe longitudinal X.

[0111] La plaque cadre 37 présente deux faces planes et parallèles.

[0112] Elle définit une fenêtre 39 traversante qui traverse l'épaisseur de la plaque cadre de part en part. La fenêtre 39 débouche ainsi par les deux faces opposées de la plaque cadre.

[0113] Le module d'échange 33 comporte en outre une pièce intérieure 41 qui est logée intégralement dans la fenêtre. La pièce intérieure 41 et la plaque cadre 37 sont d'épaisseur e égale. Ainsi, la pièce intérieure 41 et la plaque cadre 37 sont toutes les deux en contact par leurs faces opposées avec les plaques de séparation 19 adjacentes.

[0114] La pièce intérieure 41 comporte au moins une plaque de forme 43.

[0115] Selon un premier mode de réalisation, elle comporte une unique plaque de forme 43 dont l'épaisseur est égale à l'épaisseur e de la plaque cadre. Un tel exemple de réalisation est illustré par exemple sur les figures 9 à 13, qui seront décrites par la suite.

[0116] Dans une variante, illustrée sur la figure 2, la pièce intérieure comporte un empilement 45, selon l'axe longitudinal, de plusieurs plaques de forme 43 les unes sur les autres. Dans l'exemple illustré, elle comporte deux plaques de forme, mais elle peut en comporter un nombre plus élevé.

[0117] Par ailleurs, l'unique plaque de forme ou chaque plaque de forme de l'empilement présente deux faces planes et parallèles. Elle consiste en outre en au moins une zone évidée 47 entourée, au moins partiellement, voire entièrement, par une zone pleine 49 environnante.

[0118] Ainsi, le système de circulation fluide 50 du module d'échange, qui est le cas échéant le premier 21 ou le deuxième 23 système de circulation fluide, est défini par la ou les zones évidées 47 de l'unique plaque de forme ou de l'empilement. Par exemple, sur l'exemple de la figure 2, la plaque de forme 43a comporte une zone évidée 47 sous la forme d'une rainure principale 51 et de rainures secondaires 53 transversales parallèles qui s'étendent chacune à partir d'un même côté de la rainure principale 51. L'autre plaque de forme 43b superposée à la plaque de forme 43a présente un motif sensiblement identique à celui de la plaque de forme 43a à ceci près qu'il est tourné d'un angle de 90° par rapport à l'axe longitudinal.

[0119] De cette façon, la superposition des zones évidées 47 et/ou pleines 49 des plaques de forme 43 de la pluralité définit un système de circulation fluide avec différents chemins de circulation qui s'étendent dans l'épaisseur et transversalement dans la pièce intérieure.

[0120] Ainsi, le système fluide formé dans le module d'échange 33 est délimité longitudinalement par les faces en regard des plaques de séparation 19 opposées qui prennent le module d'échange 33 en sandwich, et transversalement par la ou les zones pleines 49 de la ou des plaques de forme 43 ainsi que, optionnellement, par la face latérale 55 de la fenêtre 39 de la plaque cadre 37.

[0121] Selon un deuxième mode de réalisation, le module d'échange 33 consiste en au moins une plaque

de forme 43 consistant en au moins une zone évidée 47 et une zone pleine 49 environnante entourant intégralement la zone évidée.

[0122] Dans l'exemple illustré sur la figure 3, le module 33 comporte un empilement 45 de plaques de forme 43 a-b s'étendant selon l'axe longitudinal. La superposition des zones évidées 47 et/ou pleines 49 des plaques de forme 43 de l'empilement définit un système de circulation fluide avec différents chemins de circulation qui s'étendent dans longitudinalement et transversalement dans le module d'échange 33.

[0123] L'échangeur de chaleur 33 peut comporter des modules d'échange selon le premier mode de réalisation et/ou selon le deuxième mode de réalisation. Par exemple, tous les premiers modules d'échange sont selon le premier mode de réalisation et tous les deuxièmes modules d'échange sont selon le deuxième mode de réalisation ou *vice versa*.

[0124] Différents moyens peuvent être mis en oeuvre afin d'améliorer l'étanchéité du système de circulation de fluide. Par exemple, un cordon de colle peut être disposé sur les faces en regard de la ou des plaques de forme et des plaques de séparation. L'échangeur selon le premier mode de réalisation peut comporter une gorge 57, de préférence de largeur constante, s'étendant transversalement entre la pièce intérieure 41 et la plaque cadre 37. Un joint d'étanchéité 59, de préférence, torique peut être disposé dans la gorge, comme cela est illustré sur la figure 4. Le joint d'étanchéité peut faire saillie longitudinale de la gorge 57, de manière à être comprimé par les plaques de forme et/ou plaques de séparation adjacentes.

[0125] La figure 5 illustre un exemple d'empilement d'un échangeur de chaleur selon le deuxième aspect de l'invention.

[0126] L'empilement est formé de trois plaques de forme 43 disposées de telle manière que la zone pleine 49 d'une plaque est superposée à une des zones évidées 47 d'au moins une autre des plaques de l'empilement et *vice versa*.

[0127] La figure 5 a) est une vue d'un plan de coupe (AA) longitudinal de l'empilement défini par l'axe longitudinal X et un axe transversal Z perpendiculaire à l'axe X. Comme cela peut être observé en parcourant l'empilement le long de l'axe transversal, la superposition des zones pleines 49 et zones évidées 47 définit un système de circulation fluide 50 dont le profil varie en fonction de la position le long de l'axe transversal Y. Par exemple, en l'abscisse Y_1 , les zones évidées des trois plaques de forme sont superposées l'une à l'autre et le système de circulation s'étend entièrement entre les deux plaques de séparation 19 opposées. En l'abscisse Y_2 , la zone évidée de la plaque de forme intermédiaire est superposée aux zones pleines des plaques de forme qui lui sont superposées. Le profil du système de circulation fluide évolue ainsi d'un profil d'épaisseur élevée à un profil d'épaisseur plus faible. En l'abscisse Y_3 , le système de circulation fluide présente un profil identique au

profil en l'abscisse Y_i . En l'abscisse Y_4 , des zones évidées des plaques de forme inférieure et supérieure sont superposées à la zone pleine de plaque de forme intermédiaire. Ainsi, le système comporte un chemin principal 59 qui se divise en des chemins secondaires 61 qui se rejoignent à l'aval en l'abscisse Y_5 , comme indiqué par les flèches F.

[0128] Le système de circulation fluidique 50 comporte ainsi des portions qui s'étendent selon l'épaisseur de l'empilement qui sont prolongées par des portions qui s'étendent parallèlement au plan médian de l'empilement.

[0129] Les figures 5 b) à 5 d) représentent chacune des plaques de forme inférieure, intermédiaire et supérieure, observées selon l'axe longitudinal. Comme cela peut être observé, la variation de profil du système fluidique comporta aussi la variation de largeur, mesurée selon l'axe Z perpendiculaires aux axes longitudinal X et transversal Y, du système fluidique, qui comporte en outre des portions qui s'étendent selon des axes différents du plan médian de l'empilement.

[0130] De cette façon, une circulation tridimensionnelle et complexe du fluide s'écoulant dans le module d'échange peut être obtenue. Il est ainsi possible de faire varier les conditions fluidiques de l'écoulement du fluide en changeant localement la forme du système de circulation fluidique.

[0131] On a représenté sur la figure 6 des exemples de réalisation où le module d'échange 33 peut définir plusieurs systèmes de circulation fluidique 50. Par exemple, sur les figures 6 a) et 6 b), cela est obtenu en prévoyant que des portions différentes 63, 65 d'une plaque de forme 43 sont alimentées par des conduits d'alimentation et d'évacuation différents. Sur la figure 6 c), la plaque cadre 37 comporte deux fenêtres 39 dans lesquelles sont logées respectivement deux plaques de formes 43, par exemple pour l'écoulement de deux fluides différents au sein du même module d'échange. D'autres exemples similaires à celui illustré sur la figure 6 c) sont illustrés sur les figures 7 à 13.

[0132] Les figures 7 à 13 représentent un autre exemple d'échangeur de chaleur 1 selon l'invention, adapté à séparer, sous l'effet de l'échange de chaleur entre les premiers et deuxième fluides, des premier et deuxième composants fluides différents qui constituent le premier fluide.

[0133] Il comporte une pluralité de premiers modules d'échange 13 identiques et une pluralité de deuxième modules d'échange 15 identiques qui s'étendent selon une axe Y vertical. Les premiers et deuxième modules d'échange sont disposés alternativement les uns aux autres selon l'axe longitudinal X, qui est horizontal.

[0134] Des plaques de séparation 19 identiques sont en outre disposées entre chaque couple de premier et deuxième modules. Il comporte enfin deux plaques terminales 3 à chaque extrémité longitudinale et des moyens de serrage, non illustrés qui compriment longitudinalement la superposition des premiers et deuxième

modules d'échange et plaques de séparation.

[0135] Le premier module d'échange 13 comporte une plaque cadre 67 dotée d'une fenêtre traversante 69 dans laquelle une pièce intérieure 71 est disposée. La pièce intérieure 71 est formée d'un empilement 72 selon l'axe longitudinal de deux plaques de forme 73a-b, comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 9. L'empilement 72 et la plaque cadre 67 sont d'épaisseurs égales.

[0136] La pièce intérieure 71 présente un contour extérieur 75 qui est homothétique du contour latéral 77 de la fenêtre, de telle sorte qu'elle est disposée à distance constante du contour de la fenêtre. Une gorge 79 est ainsi délimitée entre la pièce intérieure et la plaque cadre.

[0137] Les deux plaques de forme 73a-b sont identiques.

[0138] Chaque plaque de forme 73a-b présente une forme générale perpendiculaire qui se prolonge à ses deux extrémités dans sa longueur par des parties de forme triangulaire. Elle comporte une zone pleine 81 qui comporte un cadre 83 définissant une paroi latérale de la plaque de forme. La zone pleine 81 comporte en outre des bandeaux inférieur 85 et supérieur 87 qui s'étendent chacun entre deux bords 89 latéraux opposés de la plaque de forme et une portion centrale 91 qui représente plus de 70 % de l'aire de la zone pleine. Une structure « inférieure » est disposée à une hauteur plus faible selon l'axe vertical Y qu'une structure « supérieure ». La portion centrale 91 est disposée entre les bandeaux inférieur 85 et supérieur 87. Elle encadre une pluralité de zones évidées 93 se présentant sous la forme de rainures droites parallèles et s'étendant selon la longueur de la plaque de forme.

[0139] Par ailleurs, chaque plaque de forme 73a-b définit des zones évidées inférieure 95 et supérieure 97 de part et d'autre de la portion centrale, selon la longueur de la plaque cadre. Ces portions évidées inférieure et supérieure représentent chacune plus de 10 % de l'aire de plaque de forme. Elles s'étendent d'un bord latéral 89 à l'autre. La superposition des zones évidées inférieures et supérieures respectivement des deux plaques de forme de l'empilement définit ainsi une chambre de distribution 99 du premier fluide et une chambre de collecte 101 du premier fluide respectivement.

[0140] Chaque plaque de forme 73a-b est dissymétrique selon un plan longitudinal médian. Elles sont disposées l'une par rapport à l'autre de telle sorte que l'une est l'image de l'autre par une rotation de 180 ° autour d'un axe transversal Y', vertical, parallèle au sens de la longueur desdites plaques de forme.

[0141] Ainsi, la superposition des dites plaques de forme 73a-b définit un chemin de circulation fluidique complexe composé de canaux 103 parallèles s'étendant selon la longueur de la pièce intérieure et serpentant dans l'épaisseur de la pièce intérieure, des rainures de l'une des plaques de forme étant superposées à la portion centrale de l'autre plaque de forme et *vice versa*. Chaque canal 103 est alimenté en amont par la chambre

de distribution 99 du premier fluide et débouche à son aval dans la chambre de collecte 101 du premier fluide.

[0142] Par ailleurs, afin d'assurer l'étanchéité de l'écoulement du premier fluide, le premier module comporte un joint d'étanchéité 59 disposé dans la gorge.

[0143] Le deuxième module d'échange 15, illustré sur la figure 12, est différent du premier module d'échange 13.

[0144] Il comporte une plaque cadre 105 dotée de deux fenêtres traversantes 107, 109 et disjointes l'une de l'autre, dans laquelle deux pièces intérieures 111, 113 sont disposées respectivement.

[0145] La première pièce intérieure 111 est formée d'un empilement 115 longitudinal de deux plaques de forme 117a-b, et la deuxième pièce intérieure 113 consiste comme en unique plaque de forme 119, comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 10.

[0146] Les premières 111 et deuxièmes 113 pièces intérieures sont d'épaisseur égale à la plaque cadre 105.

[0147] Les premières et deuxièmes pièces intérieures sont chacune homothétiques des contours des fenêtres dans lesquelles elles sont disposées et sont séparées chacune par une gorge de la fenêtre environnante dans laquelle un joint torique d'étanchéité est disposé.

[0148] Les plaques de forme 117a-b de la première pièce intérieure 111 sont identiques et dissymétriques. Elles sont disposées l'une par rapport à l'autre de telle sorte que l'une est l'image de l'autre par une rotation de 180 ° autour d'un axe transversal Y", vertical, parallèle au sens de la longueur desdites plaques cadre. Chaque plaque de forme 117 consiste en une zone pleine 121 environnante qui encadre des zones évidées 123 qui délimitent ensemble une rainure 125 en forme de serpent qui s'étend entre deux bords transversaux 127 de la plaque de forme. La rainure est interrompue par des renforts 129 transversaux à l'axe d'extension de la rainure 125. Les rainures des deux plaques de forme 117a-b sont superposées l'une sur l'autre définissant ainsi un deuxième système de circulation de fluide 23, sous la forme d'un canal, pour l'écoulement du deuxième fluide. En outre, les renforts 129 transversaux superposés à une zone évidée de l'autre plaque de forme, induisent une déviation de l'écoulement du deuxième fluide selon l'épaisseur de l'empilement 115.

[0149] La deuxième pièce intérieure 113 consiste en une plaque de forme 119 pentagonale et d'épaisseur égale à l'épaisseur de la plaque cadre 105. La plaque de forme comporte une zone pleine 131 dont l'aire est inférieure à 20 % à l'aire couverte par la plaque de forme. La zone pleine 131 comporte en outre un cadre extérieur 133 et des doigts 134 qui s'étendent perpendiculairement à partir d'un bord 135 du cadre extérieur 133, parallèlement les uns aux autres. Elle comporte un outre un cordon 137 qui relie ledit bord 135 à un sommet 139 opposé du pentagone. La zone pleine 131 entoure ainsi deux zones évidées 141 qui définissent un troisième système de circulation fluidique 145, qui peut être une chambre de déviation 146 comme cela sera apparent par

la suite.

[0150] Chaque plaque de séparation 19 qui sépare des premier 13 et deuxième 15 modules d'échange adjacents comporte des perçages 147 qui la traverse de part en part dans son épaisseur et qui mettent le troisième système de circulation fluidique 145 en connexion fluidique avec le premier système de circulation fluidique 21. Les perçages se présentent sous la forme de fentes qui sont superposées aux espaces entre les doigts 133 de la pièce intérieure 113 et à la chambre de distribution 99 du premier système de circulation fluidique.

[0151] Par ailleurs, l'une des plaques d'extrémité 3 comporte une ouverture d'entrée 5 du premier fluide et une ouverture de sortie 9 du premier fluide pour introduire le premier fluide et extraire le premier composant fluide de l'échangeur, comme cela sera décrit ci-après. Elle comporte en outre une ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide et une ouverture de sortie 11 du deuxième fluide pour introduire et extraire le deuxième fluide de l'échangeur de chaleur. Elle comporte enfin une ouverture de sortie 149 de deuxième composant fluide pour extraire le deuxième composant fluide de l'échangeur. Dans une variante non illustrée, une ou plusieurs des ouvertures d'entrée et/ou des ouvertures de sortie précitées peuvent être disposées sur l'autre plaque terminale.

[0152] L'ouverture d'entrée 5 du premier fluide est prolongée par un conduit d'alimentation 151 du premier système de circulation fluidique 21 qui débouche dans la chambre de distribution 99 du premier système de circulation fluidique.

[0153] Le conduit d'alimentation 151 du premier système de circulation fluidique est délimité par la répétition ensemble formé de la superposition longitudinale d'un trou traversant ménagé dans la plaque d'extrémité qui débouche sur l'ouverture d'entrée du premier fluide, d'un trou traversant percé dans le cordon de la plaque de forme de la deuxième pièce intérieure du deuxième module d'échange, d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation et d'un trou traversant formé dans la pièce intérieure du premier module d'échange. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les premiers modules d'échange 13 soient alimentés en parallèle en premier fluide.

[0154] La pièce intérieure 71 du premier module d'échange 13 comporte une encoche 153 ménagée dans le bandeau supérieur qui relie fluidiquement le conduit d'alimentation du premier système de circulation fluidique à la chambre de distribution de premier fluide.

[0155] L'ouverture de sortie 9 du premier fluide est prolongée par un conduit d'évacuation 155 du premier système de circulation fluidique 21 qui débouche dans la chambre de collecte 101 du premier système de circulation fluidique.

[0156] Le conduit d'évacuation 155 du premier système de circulation fluidique est délimité par la répétition d'un ensemble formé de la superposition longitudinale d'un trou traversant ménagé dans la plaque d'extrémité qui débouche sur l'ouverture de sortie du premier fluide,

d'un trou traversant percé dans la plaque cadre du deuxième module d'échange, d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les premiers modules d'échange soient purgés en parallèle du premier fluide.

[0157] Par ailleurs, le conduit d'alimentation du deuxième système de circulation fluide débouche dans le deuxième système de circulation fluide. Il est délimité par la superposition d'un ensemble formé de la superposition longitudinale d'un trou traversant ménagé dans et en périphérie de la plaque d'extrémité et qui débouche sur l'ouverture d'entrée du deuxième fluide et le cas échéant, d'un trou traversant percé dans la plaque cadre du premier module d'échange et d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les deuxièmes modules d'échange soient alimentés en parallèle en deuxième fluide.

[0158] L'ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide est prolongée par un conduit d'alimentation 157 du premier système de circulation fluide 21.

[0159] Le conduit d'alimentation 157 du deuxième système de circulation fluide débouche dans le deuxième système de circulation fluide 23. Il est délimité par la répétition d'un ensemble formé de la superposition longitudinale d'un trou traversant ménagé dans et en périphérie de la plaque d'extrémité 3 et qui débouche sur l'ouverture d'entrée du deuxième fluide 7 et le cas échéant, d'un trou traversant percé dans la plaque cadre du premier module d'échange et d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les deuxièmes modules d'échange soient alimentés en parallèle en deuxième fluide.

[0160] L'ouverture de sortie 11 du deuxième fluide est prolongée par un conduit d'évacuation 159 du deuxième système de circulation fluide 23.

[0161] Le conduit d'évacuation 159 du deuxième système de circulation fluide débouche dans le deuxième système de circulation fluide 23. Il est délimité par la répétition d'un ensemble formé de la superposition longitudinale d'un trou traversant ménagé dans et en périphérie de la plaque d'extrémité 3 et qui débouche sur l'ouverture de sortie du deuxième fluide 11 et le cas échéant, d'un trou traversant percé dans la plaque cadre du premier module d'échange et d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation 19. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les deuxièmes modules d'échange soient purgés en parallèle du deuxième fluide.

[0162] Enfin, l'ouverture de sortie 149 du deuxième composant fluide est prolongée par un conduit d'évacuation 161 du troisième système de circulation fluide 145.

[0163] Enfin, le conduit d'évacuation 161 du troisième système de circulation fluide débouche dans le troisième système de circulation fluide. Il est délimité par la superposition d'un ensemble formé de la superposition

longitudinale d'un trou traversant ménagé dans la plaque d'extrémité et qui débouche sur l'ouverture de sortie du deuxième composant fluide et le cas échéant, d'un trou traversant percé dans la pièce intérieure du premier module d'échange, et d'un trou traversant formé dans la plaque de séparation. Cet ensemble est répété longitudinalement afin que tous les deuxièmes modules d'échange soient purgés en parallèle du deuxième composant fluide.

[0164] Un exemple de mise en oeuvre de l'échangeur illustré sur les figures 7 à 14 est présenté ci-dessous, dans lequel l'échange de chaleur s'effectue entre un premier fluide froid et un deuxième liquide chaud qui s'écoulent à contre-courant.

[0165] Le premier fluide comporte un premier composant fluide, par exemple de l'eau, et un deuxième composant fluide, par exemple de l'ammoniaque. Lors de son entrée dans l'échangeur, le premier fluide est entièrement liquide.

[0166] Lors de l'échange de chaleur, le premier fluide pénètre dans l'échangeur de chaleur par l'entrée de premier fluide 5. Il s'écoule dans le conduit d'alimentation 151 du premier système de circulation fluide puis pénètre dans la chambre de distribution 99 du premier module d'échange thermique 21 où il est réparti dans les différents canaux 103 parallèles de la portion centrale 91 en direction de la chambre de collecte 101.

[0167] Le deuxième fluide s'écoule à contre-courant du premier fluide. Il pénètre dans l'échangeur de chaleur par l'ouverture d'entrée 7 du deuxième fluide et s'écoule dans le conduit d'alimentation 157 de deuxième fluide. Il pénètre alors dans le deuxième module d'échange 23 où il circule dans le deuxième système de circulation fluide en forme de serpentin jusqu'au conduit d'évacuation du deuxième système de circulation fluide.

[0168] Le premier fluide et le deuxième fluide échangent de la chaleur dans les portions des premier et deuxième systèmes de circulation fluide superposés longitudinalement et déconnectés fluidiquement par la plaque de séparation 19 qui les sépare.

[0169] La quantité de chaleur apportée au premier fluide est suffisante pour induire une transformation de phase, de l'état liquide à l'état gazeux, seulement du deuxième composant fluide. Par exemple, au sein du premier fluide, l'ammoniaque passe de l'état liquide à l'état gazeux et l'eau reste à l'état liquide.

[0170] Le premier composant fluide s'accumule dans la chambre de collecte 101 avant d'être évacué par l'ouverture de sortie 9 du deuxième système de circulation fluide.

[0171] Le deuxième composant fluide à l'état gazeux s'écoule à contre-courant dans le premier système de circulation sous l'effet d'une poussée d'Archimède dans la portion centrale 91 du premier système de circulation fluide. L'écoulement du deuxième composant fluide est contraint par le volume du premier fluide contenu dans la chambre de distribution 99 du premier fluide. Le deuxième composant fluide est alors dévié à travers les

fentes 147 de la plaque de séparation et pénètre dans la chambre de déviation 146 dans le deuxième module d'échange. La chambre de déviation 146 permet ainsi de collecter le deuxième composant fluide en contournant la zone de distribution 99 du premier fluide afin de l'extraire hors du deuxième module d'échange par l'intermédiaire du conduit d'évacuation du troisième système fluide jusqu'à l'ouverture de sortie correspondante.

[0172] Enfin, la figure 15 illustre un autre exemple d'échangeur de chaleur qui diffère de celui illustré sur les figures 7 à 14 par les caractéristiques suivantes.

[0173] Chaque plaque de forme 73 de la pièce intérieure 71 du premier module d'échange 13 comporte un bandeau central 162 s'étendant entre deux bords latéraux 89 opposés de la plaque de forme. Le bandeau central est doté d'un trou par lequel le conduit d'alimentation 151 du premier fluide débouche dans le premier système de circulation fluide 21.

[0174] Chaque plaque de forme comporte en outre une portion centrale 91 qui est interrompue par une chambre de distribution du premier fluide dans laquelle le bandeau central. Ainsi, le bandeau central est disposé entre et à distance de parties inférieure 91_i et supérieure 91_s de la portion centrale 91. Une chambre de distribution 99 du premier fluide est définie entre le bandeau central et la portion centrale inférieure 91_i.

[0175] Le deuxième module d'échange 15 comporte des première 107, deuxième 109, et troisième 163 fenêtres recevant respectivement des première 111, deuxième 113 et troisième pièces 165 intérieures.

[0176] Les première 107 et troisième 163 fenêtres sont disposées de part et d'autre de la deuxième 109 fenêtre.

[0177] Le deuxième système de circulation fluide 23 est formé par la première pièce intérieure 111 qui est une unique plaque de forme 117 comportant une zone évidée sous la forme d'un serpentín qui s'étend entre les conduits d'alimentation 27 et d'évacuation 31 du deuxième système de circulation fluide. Dans une variante, le deuxième système de circulation fluide peut être défini par un empilement de plaques de forme comme décrit sur les figures 7 à 14.

[0178] La deuxième pièce intérieure 113 est une plaque de forme 119 rectangulaire et ajourée, qui présente un cadre extérieur 133 délimitant une chambre de déviation 146, superposée à la chambre de distribution 99 du premier fluide et à des fentes inférieure 147_i et supérieure 147_s traversantes ménagées dans la plaque de séparation 19.

[0179] La troisième pièce intérieure 165 est une plaque de forme 167 présentant une zone évidée ayant une forme d'un serpentín, qui définit ainsi un quatrième système de circulation fluide 173. La plaque cadre 67 du premier module d'échange 13 et la plaque de séparation 19 sont munies de trous traversants superposés qui définissent des conduits d'alimentation 169 et d'évacuation 171 pour un fluide s'écoulant dans le quatrième système de circulation fluide.

[0180] Un mode de mise en oeuvre de l'échangeur de chaleur illustré sur la figure 15 est décrit ci-dessous.

[0181] Un premier fluide étant un mélange d'un premier composant fluide, par exemple de l'eau liquide, et d'un deuxième composant fluide, par exemple de l'ammoniac liquide, est introduit dans le premier système de circulation fluide 21 par le conduit d'alimentation 151 où il est réparti dans la chambre de distribution 99 puis s'écoule, sous l'effet de la gravité, en direction de la chambre de collecte 101. Un deuxième fluide, plus chaud que le premier fluide, est mis en circulation à contre-courant dans le deuxième système de circulation fluide 23 dans entre les conduit d'admission 27 et d'évacuation 29 correspondants. Le premier fluide est alors chauffé sous l'effet du transfert thermique avec le deuxième fluide, ce qui induit une transformation de phase du deuxième composant fluide, par exemple la vaporisation de l'ammoniac. Le deuxième composant fluide remonte alors la partie inférieure 91_i de la portion centrale à contre-courant de l'écoulement du premier fluide. Son écoulement est alors bloqué par le premier fluide contenu dans la chambre de distribution 99. Il est ainsi dévié à travers la fente inférieure 147_i dans la chambre de déviation 146.

[0182] Le deuxième composant fluide remonte ensuite à travers la chambre de déviation 146 et traverse à nouveau la plaque de séparation 19 à travers la fente supérieure 147_s. Il s'écoule ensuite dans la partie supérieure 91_s de la portion centrale en direction de l'ouverture de sortie 149 de deuxième composant fluide pour extraire le deuxième composant fluide de l'échangeur.

[0183] Un fluide, par exemple identique au deuxième fluide, et plus froid que le deuxième composant fluide est mis en circulation à contre-courant du deuxième composant fluide, dans le quatrième système de circulation fluide 173 entre les conduits d'alimentation 169 et d'évacuation 171 du quatrième système de circulation fluide. Le deuxième composant fluide est ainsi refroidi lors de son écoulement entre le troisième système de circulation fluide 145 et la sortie 149 de deuxième composant fluide.

[0184] Lorsque le deuxième composant fluide passe à l'état gazeux dans la portion inférieure 91_s, il est possible qu'une faible quantité du premier fluide passe aussi dans le même état gazeux. Avantageusement, le refroidissement par échange thermique avec le fluide circulant dans le quatrième système fluide 173 entraîne la condensation du premier composant fluide qui est ainsi séparé du deuxième composant fluide. Le premier composant fluide recircule ensuite à l'état liquide sous l'effet de la gravité à travers la partie supérieure 91_s puis inférieure 91_i de la portion centrale jusqu'à la chambre de collecte 101 du premier liquide.

[0185] Le deuxième composant fluide, par exemple de l'ammoniac, ainsi séparé est de haute pureté.

[0186] D'autres variantes et améliorations peuvent être envisagées sans pour autant sortir du cadre de l'invention tel qu'il est défini par les revendications.

Revendications

1. Echangeur de chaleur (1) comportant, superposés longitudinalement les uns sur les autres :

- une pluralité de premier (13) et deuxième (15) modules d'échange dans lesquels des premier (21) et deuxième (23) systèmes de circulation fluide sont formés, pour la circulation de premier et deuxième fluides respectivement, le premier fluide comportant des premier et deuxième composants fluides différents, et

- une pluralité de plaques de séparation (19) prises chacune en sandwich entre des premier (13) et deuxième (15) modules d'échange adjacents et au contact des premier et deuxième modules d'échange adjacents, chaque plaque de séparation déconnectant fluidiquement l'un de l'autre les premier et deuxième systèmes de circulation fluide, et délimitant longitudinalement le système de circulation du module d'échange duquel lesdites plaques de séparation sont en contact,

chacun des deuxièmes modules d'échange (15) comportant un troisième système de circulation fluide (145), déconnecté fluidiquement du deuxième système de circulation fluide (23), les premier (21) et troisième (145) systèmes de circulation fluide étant connectés fluidiquement à travers la plaque de séparation (19) correspondante, l'échangeur de chaleur étant configuré pour induire un changement de phase du deuxième composant fluide sous l'effet de l'échange de chaleur entre les premier et deuxième fluides, et pour diriger l'écoulement du premier composant fluide hors de l'échangeur à travers le premier système de circulation fluide et l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur à travers le troisième système de circulation fluide.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, comportant un conduit d'alimentation (151) du premier système de circulation fluide débouchant dans une ouverture d'entrée (5) du premier fluide et un conduit d'évacuation (155) du premier fluide débouchant dans une ouverture de sortie (9) du premier fluide, le troisième système de circulation fluide (145) étant plus proche de ladite ouverture d'entrée du premier fluide que de l'ouverture de sortie du premier fluide.
3. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, configuré pour que le deu-

xième composant fluide, après avoir changé d'état, s'écoule à contre-courant du premier fluide dans le premier système de circulation fluide en direction du troisième système de circulation fluide.

4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un conduit d'évacuation (161) du troisième système de circulation fluide pour purger le deuxième composant fluide hors de l'échangeur.
5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange consistant en une plaque de forme (43,119) consistant en au moins une zone évidée (47,141) traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine (49,131) environnante, d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluide ou le deuxième système de circulation fluide et/ou le troisième système de circulation fluide respectivement étant formé(s) dans la zone évidée et délimité(s) transversalement par la zone pleine environnante et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module.
6. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,

au moins l'un des premier et deuxième modules d'échange consistant en une plaque cadre (37,67,105), d'épaisseur constante, comportant une fenêtre la traversant de part en part dans son épaisseur et une pièce intérieure (41,71,111,113) entièrement logée dans la fenêtre et d'épaisseur égale à l'épaisseur de la plaque cadre, la pièce intérieure consistant en

- a) une plaque de forme (43,119) consistant en au moins une zone évidée (47,141) traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine (49,131) environnante d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluide ou le deuxième système de circulation fluide et/ou le troisième système de circulation fluide respectivement étant formé(s) dans la zone évidée et délimité transversalement par la zone pleine environnante et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module,
- ou
- b) un empilement (50,72,115) de plaques de forme (43,73,117), au moins une, de préférence chacune des plaques de forme consistant en au moins une zone évidée

- (47,93,123) traversant l'épaisseur de la plaque de forme de part en part et en une zone pleine (49,81,121) environnante d'épaisseur constante, le premier système de circulation fluidique (21) ou le deuxième système de circulation fluidique (23) et/ou le troisième système de circulation fluidique (145) respectivement étant défini(s) par les zones évidées de l'empilement et délimité(s) transversalement par les zones environnantes pleines et longitudinalement par les plaques de séparation adjacentes audit module.
7. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, la zone évidée étant formée par découpe, de préférence par découpe par faisceau laser, par découpe par jet d'eau, ou par poinçonnage, de préférence par découpe par faisceau laser.
8. Procédé de transfert de chaleur comportant
- la fourniture de l'échangeur de chaleur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
 - la circulation d'un premier fluide et d'un deuxième fluide dans les premier (21) et deuxième (23) systèmes de circulation fluidique, le premier fluide comportant des premier et deuxième composants fluides,
 - l'échange de chaleur entre les premier et deuxième fluides et le changement de phase du deuxième composant fluide résultant de l'échauffement ou du refroidissement du premier fluide lors de l'échange de chaleur,
 - l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur de chaleur à travers le troisième système de circulation fluidique.
9. Procédé selon la revendication précédente, l'écoulement du deuxième composant fluide dont l'état a changé par suite du changement de phase s'opérant à contre-courant de l'écoulement du premier fluide dans le premier système de circulation fluidique.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, le premier fluide étant introduit à l'état liquide dans le premier système de circulation fluidique, et le deuxième composant fluide étant à l'état gazeux après le changement de phase sous l'effet de l'échauffement du premier fluide par transfert de chaleur avec le deuxième fluide.
11. Procédé selon la revendication précédente, le premier composant fluide étant maintenu à l'état liquide lors de son écoulement dans le premier système de circulation fluidique.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, le premier composant fluide étant de l'eau et le deuxième composant fluide étant de l'ammoniaque.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, le premier fluide et le deuxième fluide s'écoulant à contre-courant dans les premier et deuxième systèmes de circulation fluidique.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, comportant le refroidissement du deuxième composant fluide après la sortie du troisième système de circulation fluidique et préalablement à l'écoulement du deuxième composant fluide hors de l'échangeur de chaleur.

[Fig 1]

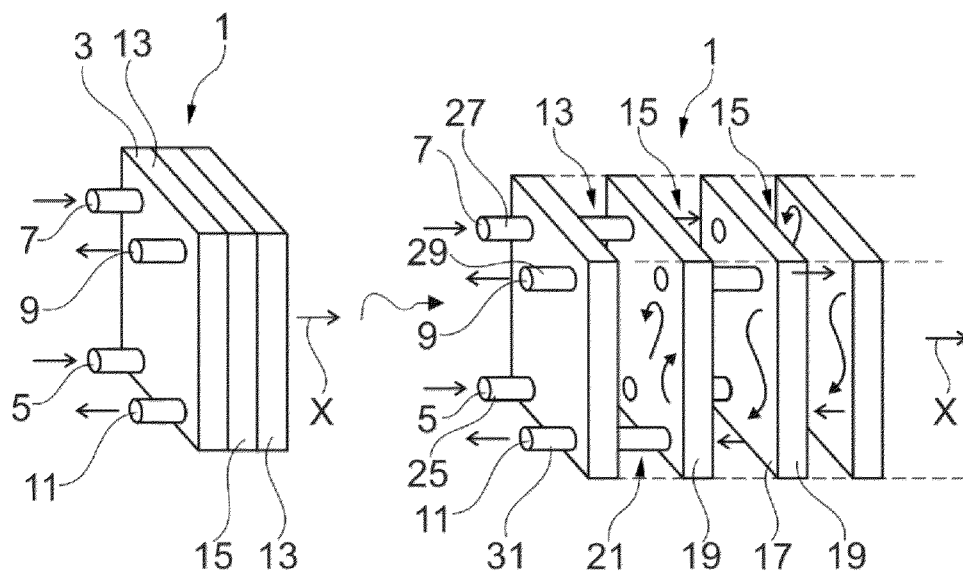


Fig. 1

[Fig 2]

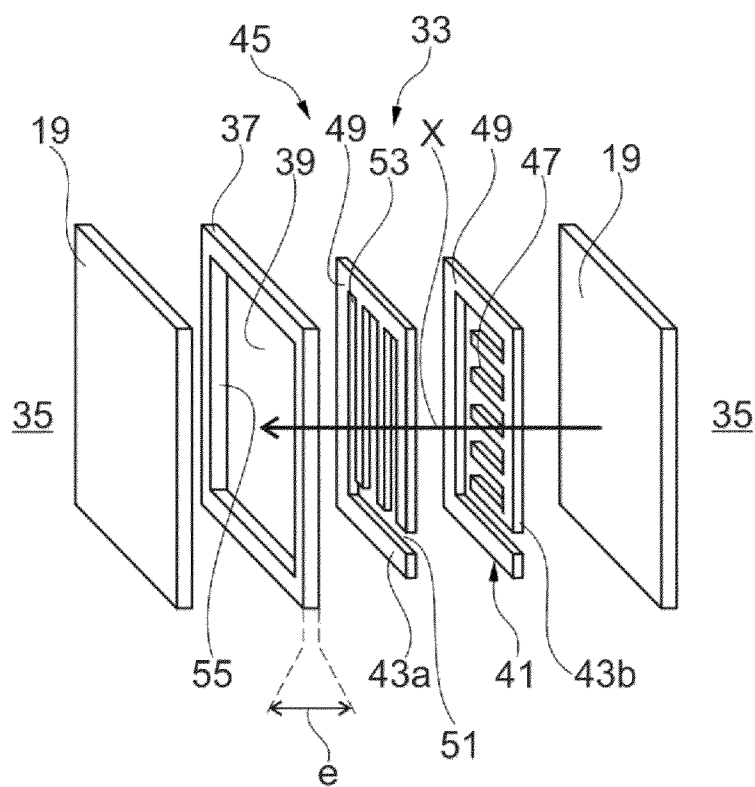


Fig. 2

[Fig 3]

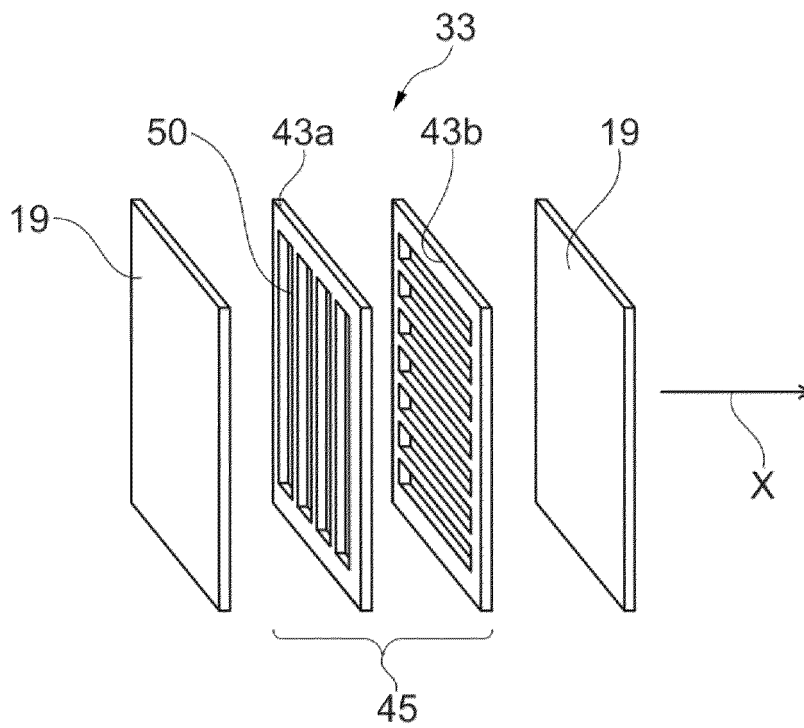


Fig. 3

[Fig 4]

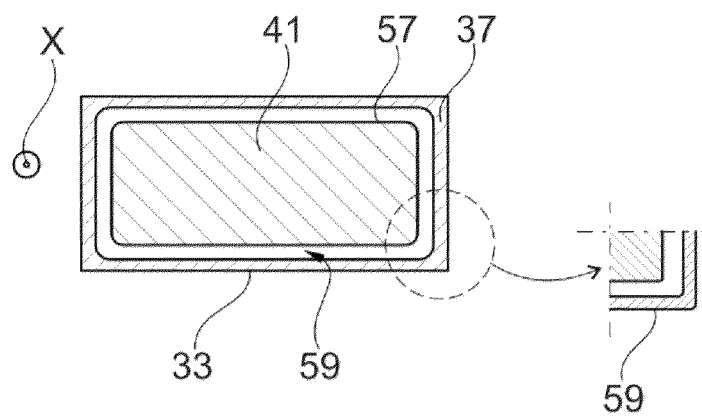
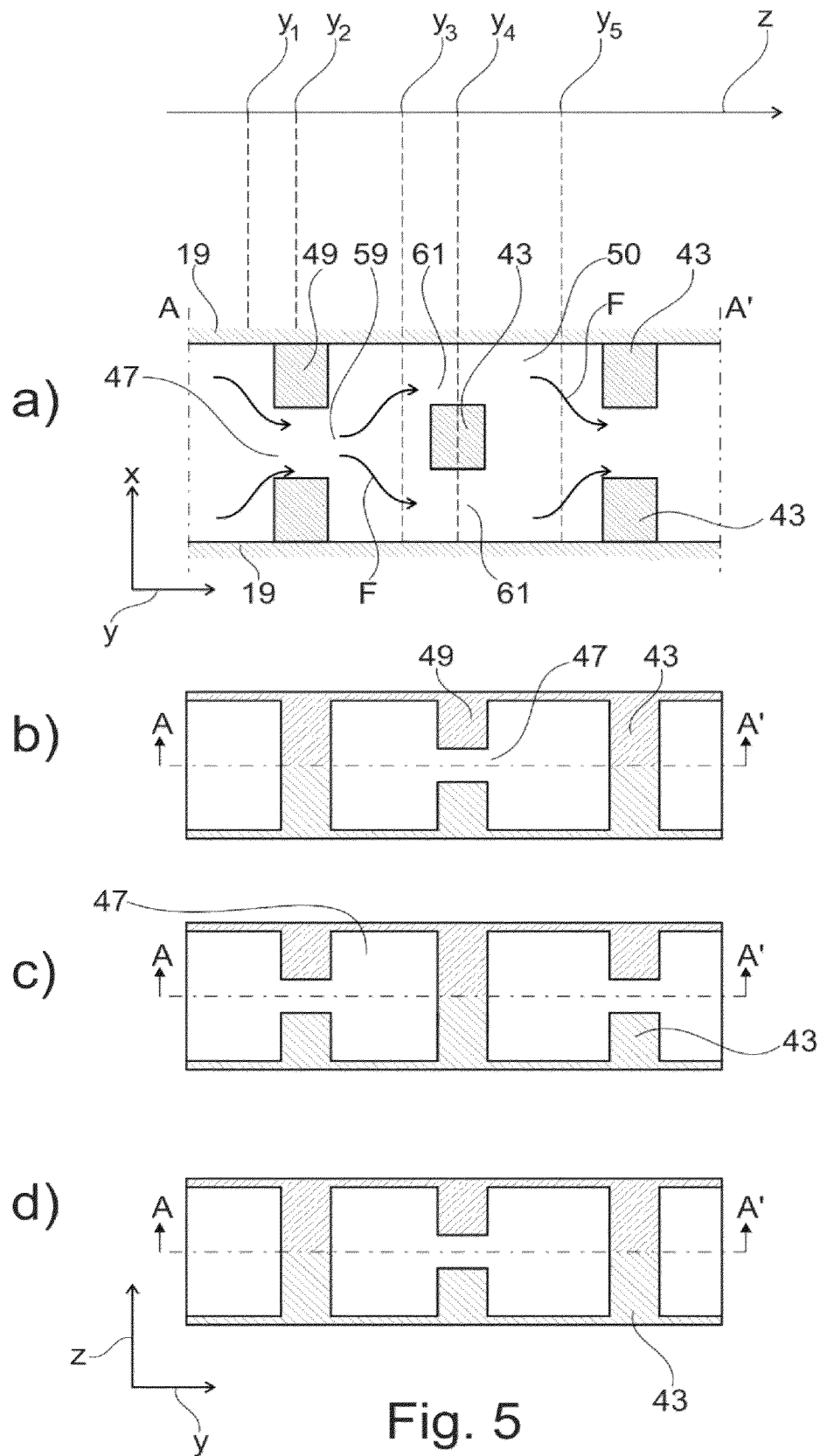


Fig. 4

[Fig 5]



[Fig 6]

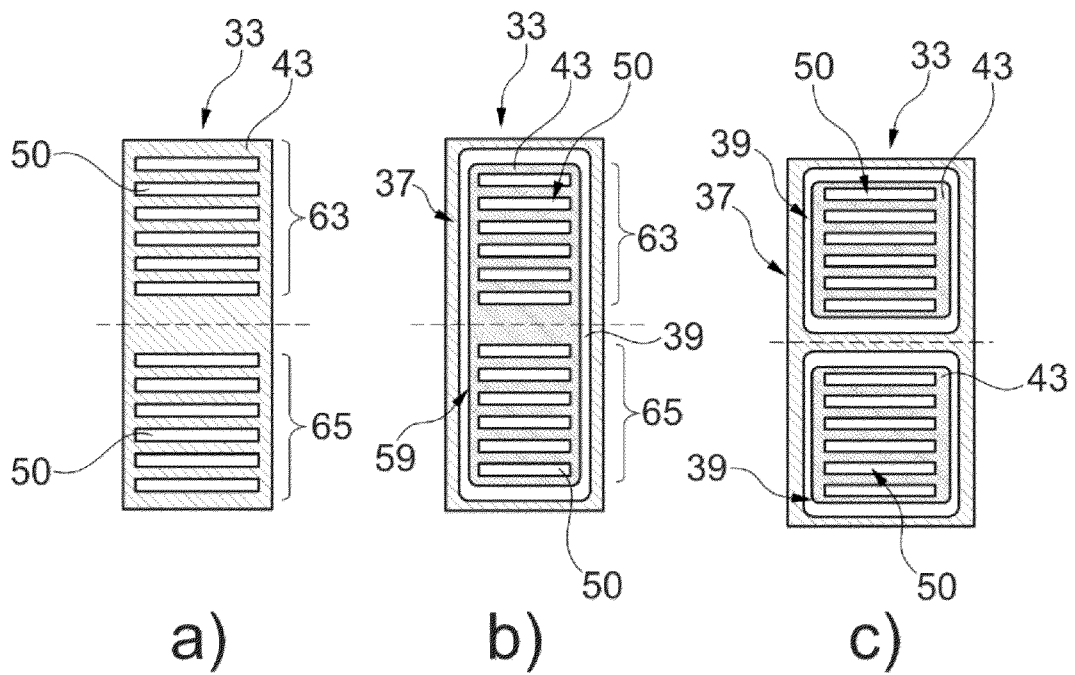


Fig. 6

[Fig. 7]

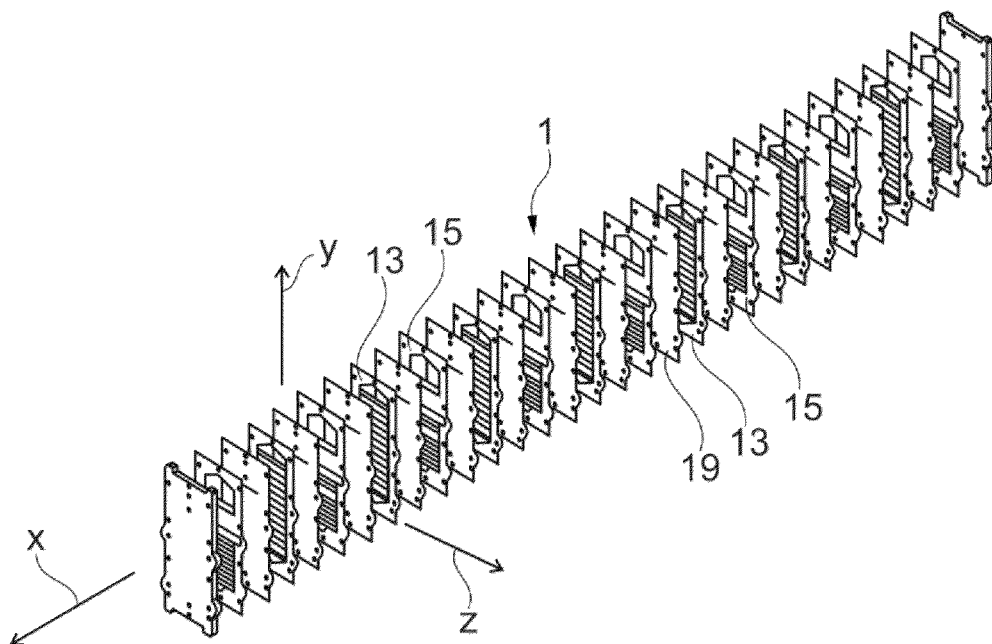


Fig. 7

[Fig. 8]

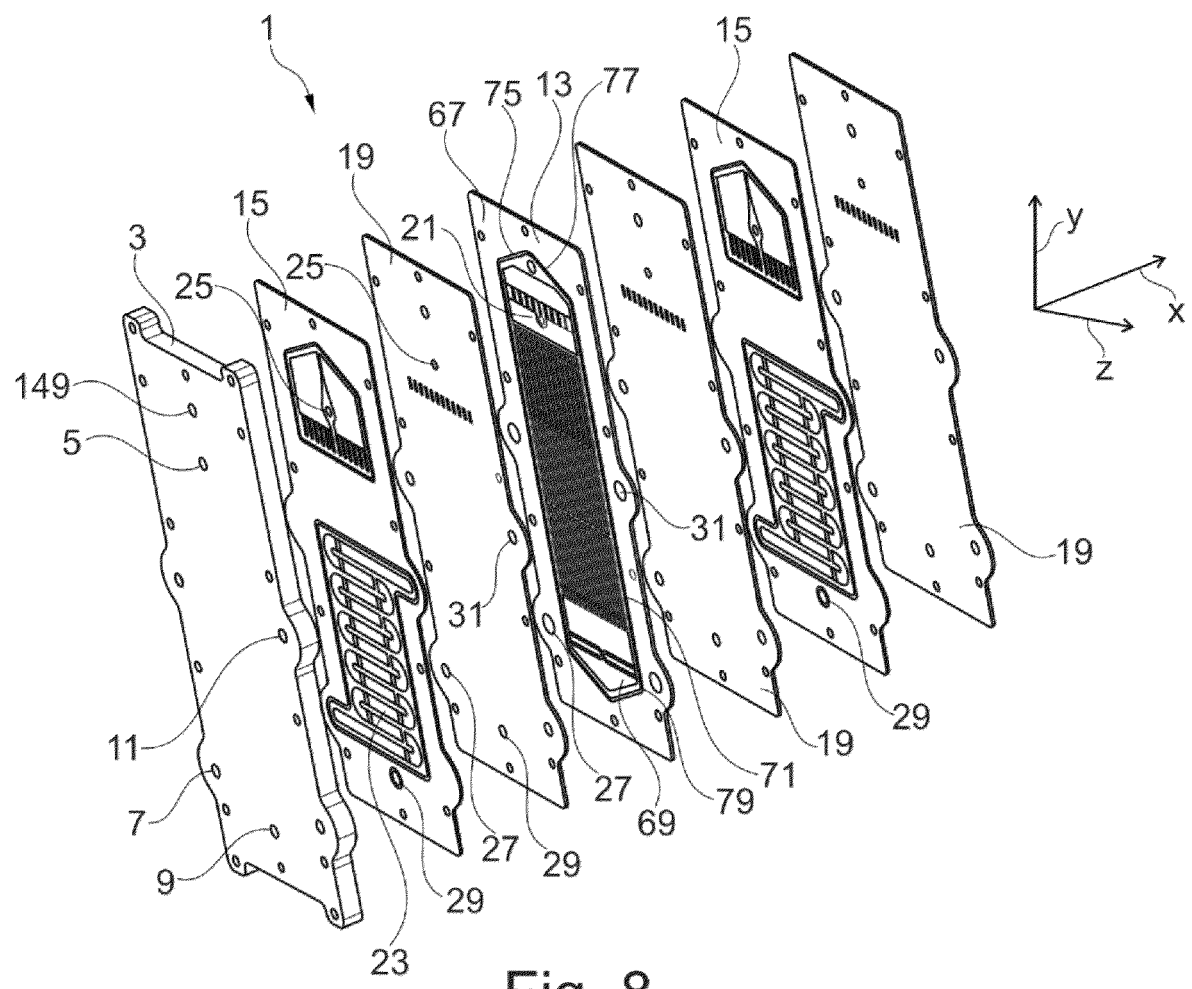


Fig. 8

[Fig. 9]

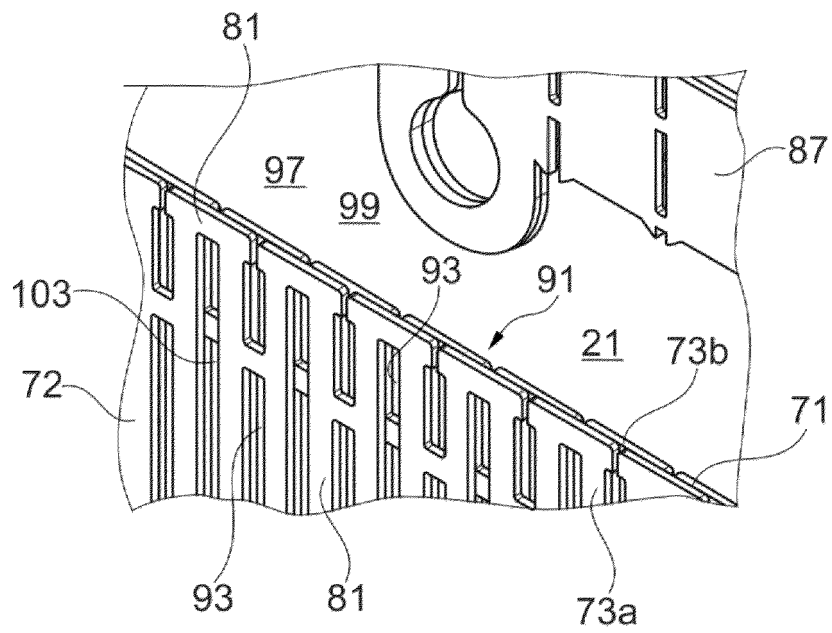


Fig. 9

[Fig. 10]

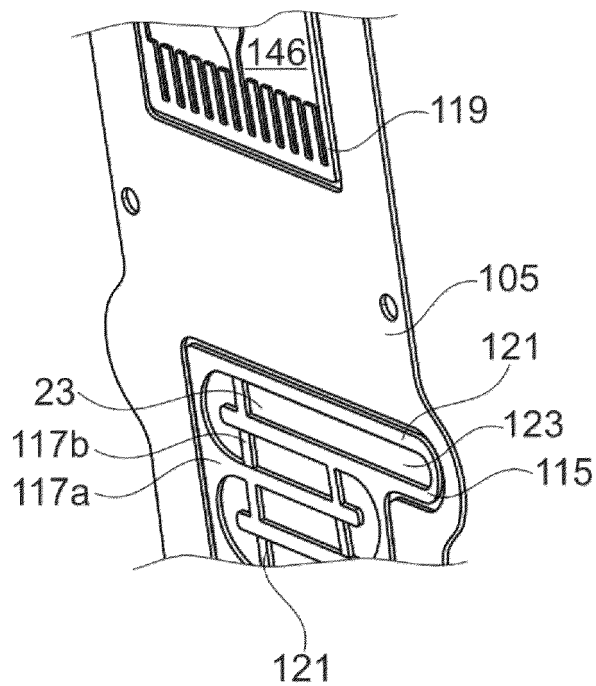


Fig. 10

[Fig. 11]

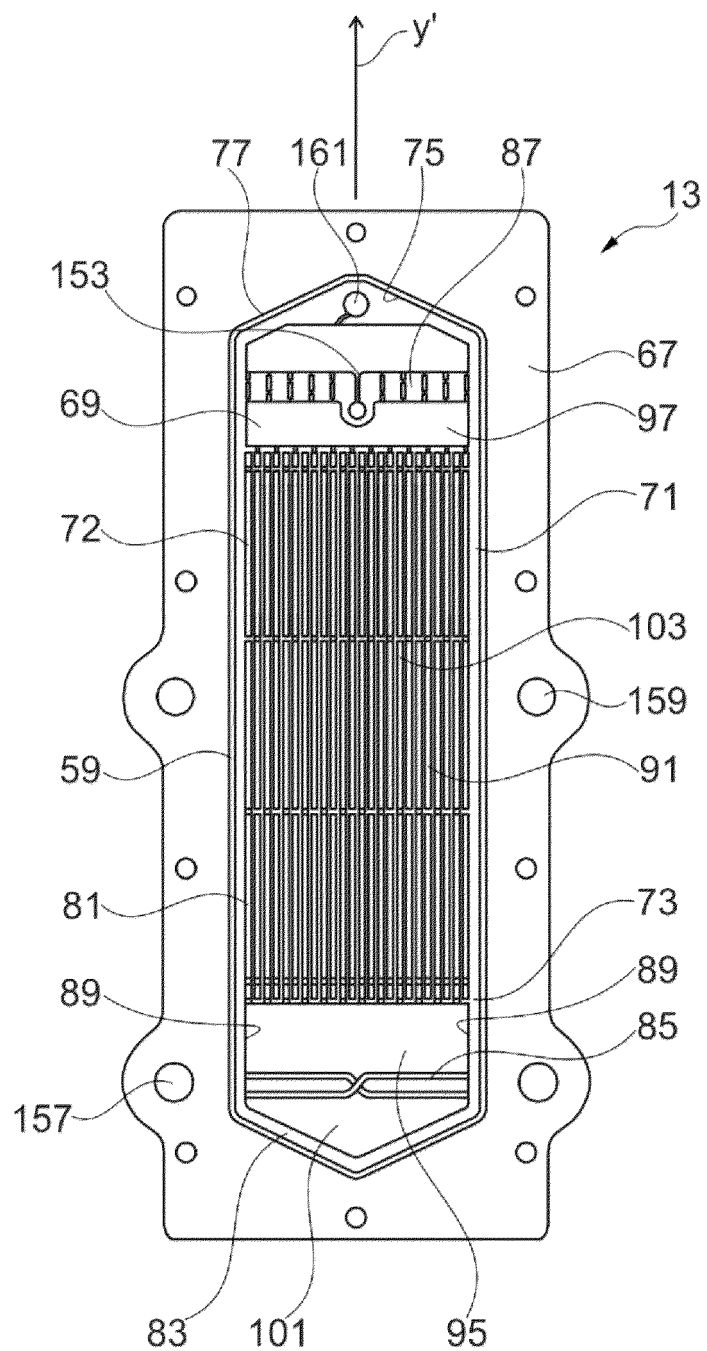


Fig. 11

[Fig. 12]

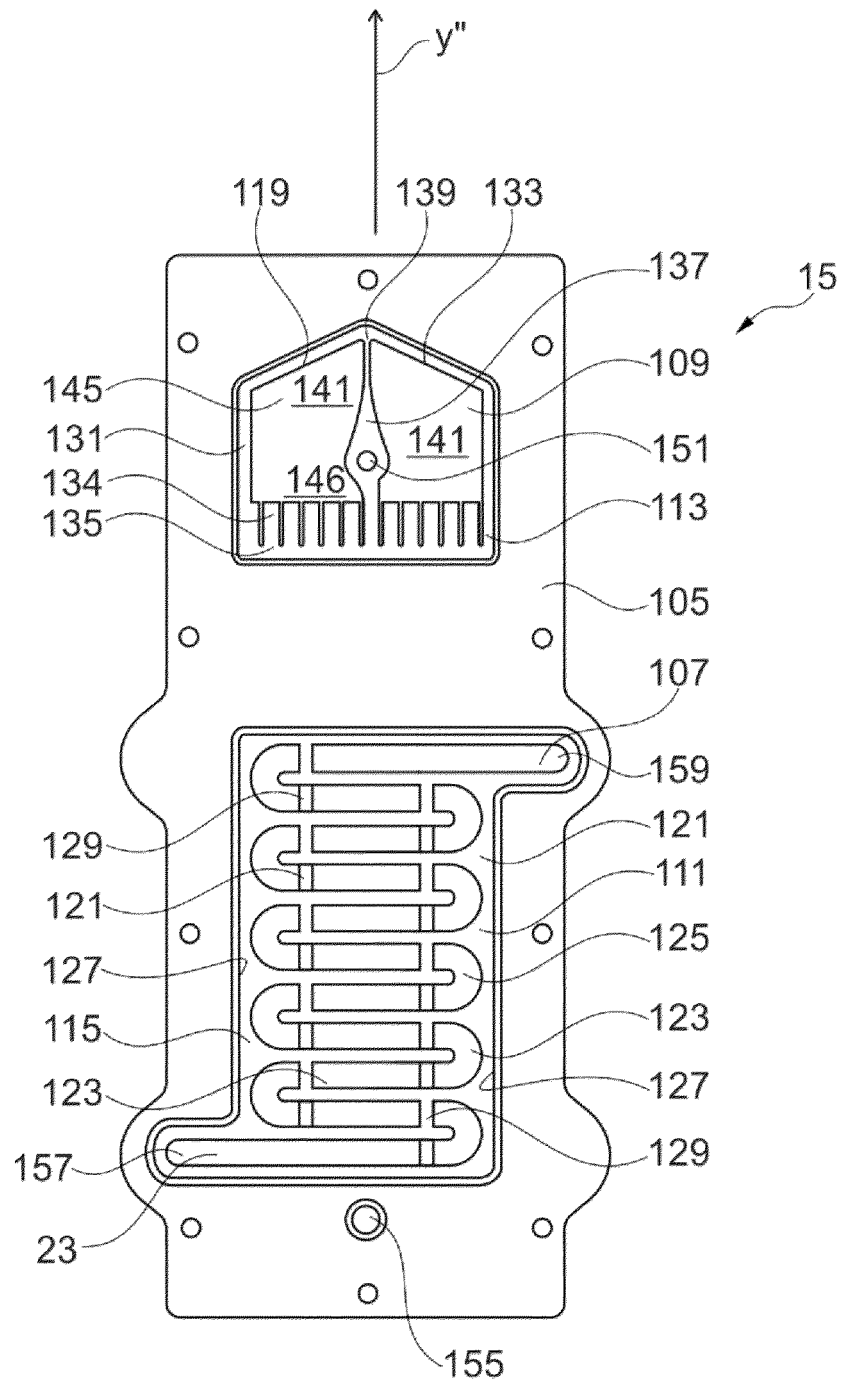


Fig. 12

[Fig. 13]

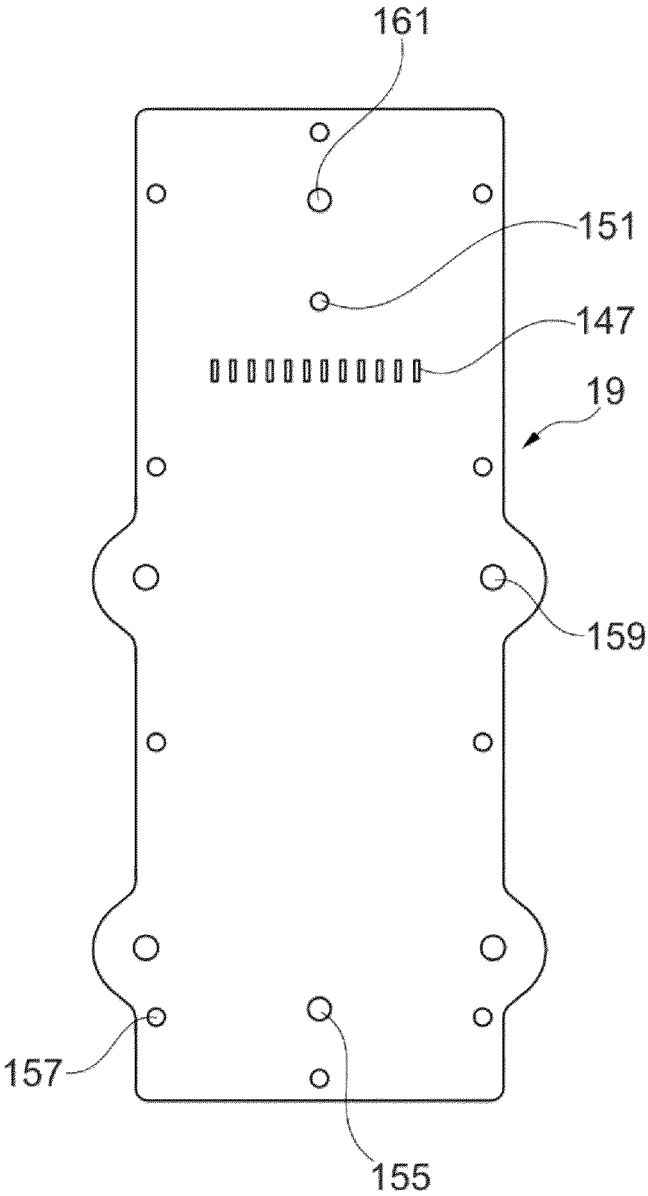


Fig. 13

[Fig. 14]

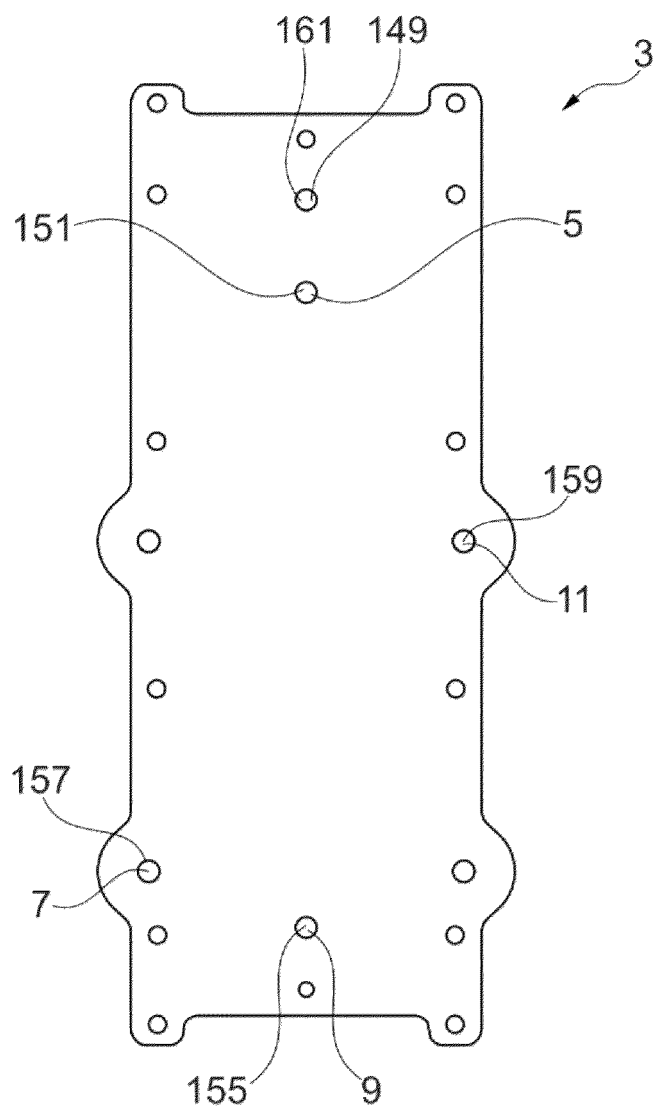


Fig. 14

[Fig. 15]

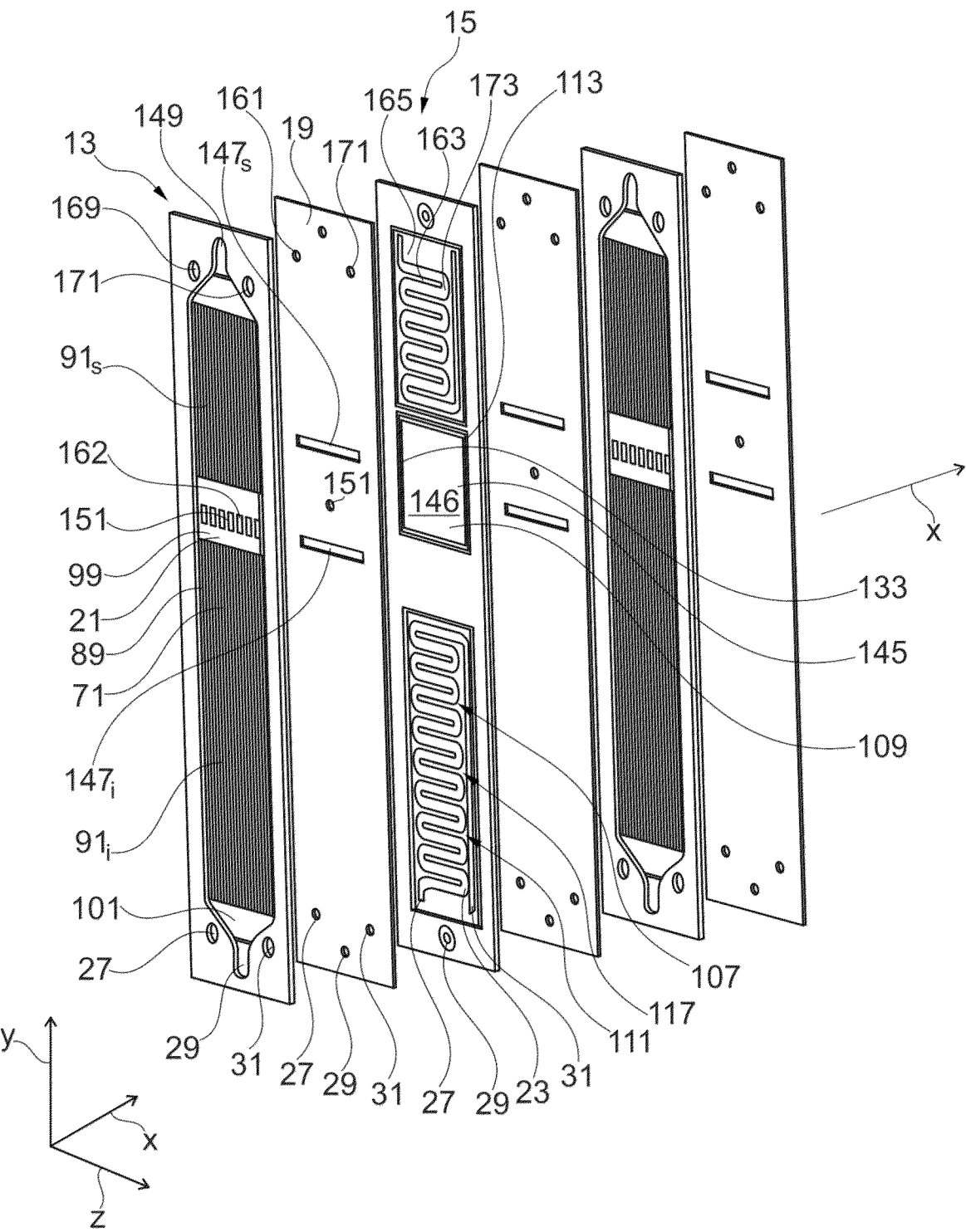


Fig. 15



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 19 8805

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2 379 671 A (VIVIAN WETHERBY-WILLIAMS ARTHUR) 3 juillet 1945 (1945-07-03) * le document en entier * -----	1-14	INV. F28D9/00 F28F3/08
A	US 4 815 534 A (FUERSCHBACH RAYMOND F [US]) 28 mars 1989 (1989-03-28) * le document en entier * -----	1-14	
A	FR 2 184 536 A1 (ANVAR [FR]) 28 décembre 1973 (1973-12-28) * le document en entier * -----	1-14	
A,D	US 5 392 849 A (MATSUNAGA TSUYOSHI [JP] ET AL) 28 février 1995 (1995-02-28) * le document en entier * -----	1-14	
A,D	CN 104 748 605 B (UNIV SOUTH CHINA TECH) 1 mars 2017 (2017-03-01) * le document en entier * -----	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28D F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 26 septembre 2024	Examineur Axters, Michael
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 24 19 8805

- 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.

26 - 09 - 2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	US 2379671 A	03 - 07 - 1945	AUCUN	
15	US 4815534 A	28 - 03 - 1989	CA 1276009 C US 4815534 A	06 - 11 - 1990 28 - 03 - 1989
	FR 2184536 A1	28 - 12 - 1973	FR 2184536 A1 JP S4967248 A	28 - 12 - 1973 29 - 06 - 1974
20	US 5392849 A	28 - 02 - 1995	AUCUN	
	CN 104748605 B	01 - 03 - 2017	AUCUN	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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

- US 5392849 A [0015]
- CN 104748605 A [0016]
- CN 111780597 A [0017]