

(19)



(11)

**EP 2 105 693 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**12.04.2017 Bulletin 2017/15**

(51) Int Cl.:  
**F28D 1/03<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **09155369.3**

(22) Date de dépôt: **17.03.2009**

(54) **Echangeur de chaleur à puissance frigorifique élevée**

Hochleistungswärmetauscher

Heat exchanger with high cooling power

(84) Etats contractants désignés:  
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorité: **25.03.2008 FR 0801618**

(43) Date de publication de la demande:  
**30.09.2009 Bulletin 2009/40**

(73) Titulaire: **Valeo Systèmes Thermiques**  
**78321 Le Mesnil Saint Denis (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Moreau, Sylvain**  
**72700 Spay (FR)**

• **Busson, François**  
**72220 Saint Gervais en Belin (FR)**

(74) Mandataire: **Metz, Gaëlle et al**  
**Valeo Systèmes Thermiques**  
**8, rue Louis Lormand**  
**CS 80517 La Verrière**  
**78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 1 058 070 DE-A1-102004 056 557**  
**FR-A- 2 803 376 US-A1- 2007 199 687**

**EP 2 105 693 B1**

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

## Description

**[0001]** L'invention relève du domaine des échangeurs de chaleur entre deux fluides notamment pour le refroidissement d'un liquide de refroidissement par de l'air. De tels échangeurs de chaleur sont utilisés dans le domaine de la climatisation, par exemple de véhicules automobiles. L'invention se rapporte à un échangeur de chaleur conforme au préambule de la revendication 1. Un tel échangeur est connu, par exemple, du document EP 1 058 070 A2. Un échangeur de chaleur, notamment un évaporateur pour une boucle de climatisation de véhicule, définit un trajet combiné pour un premier fluide formé d'une multiplicité de premiers trajets élémentaires et un trajet combiné pour un second fluide formé d'une multiplicité de seconds trajets élémentaires. Les premiers et seconds trajets élémentaires sont disposés en alternance dans une première direction de manière que chaque trajet élémentaire pour l'un des fluides soit en contact thermique avec au moins un trajet élémentaire adjacent pour l'autre fluide. En particulier, le premier fluide est un fluide réfrigérant ou un fluide de caloporteur et le second fluide est de l'air.

**[0002]** Chaque premier trajet élémentaire a une configuration en forme de "U" dont les deux branches s'étendent dans une seconde direction et sont décalées l'une par rapport à l'autre dans une troisième direction. Les première, seconde et troisième directions sont sensiblement perpendiculaires les unes aux autres. De façon générale, chaque premier trajet est réalisé par l'intermédiaire de tube réalisé par pliage, par extrusion, par assemblage de plaques entre elles ou tout autres modes d'obtention d'un élément de circuitage d'échangeur de chaleur.

**[0003]** Chaque premier trajet communique avec des espaces collecteurs de manière à établir un trajet combiné s'étendant d'un espace collecteur d'entrée à un espace collecteur de sortie de l'échangeur de chaleur.

**[0004]** Chaque second trajet élémentaire s'étendant dans la troisième direction d'une face d'entrée à une face de sortie de l'échangeur. Chaque second trajet est généralement réalisé par un intercalaire d'échange thermique formé dans un feuillard métallique ayant des persiennes pour favoriser l'échange thermique entre le premier fluide et le second fluide.

**[0005]** Au moins un passage de transition est ménagé entre deux espaces collecteurs appartenant respectivement à deux rangées, de telle sorte que, dans les premiers trajets élémentaires communiquant directement avec ces deux espaces collecteurs, le fluide circule d'une branche à l'autre dans le même sens par rapport à la troisième direction. Ainsi, le fluide circule d'une branche à l'autre dans le même sens par rapport à la direction d'écoulement de l'air, dans des premiers trajets élémentaires communiquant directement avec ces deux espaces collecteurs.

**[0006]** Un tel échangeur de chaleur est notamment connu de la demande de brevet Français FR 2 825 791

qui décrit un évaporateur pour une boucle de climatisation d'un véhicule automobile.

**[0007]** Le besoin est apparu d'un échangeur à performances accrues. L'invention vient améliorer la situation. L'invention est définie comme un échangeur de chaleur conforme à l'objet de la revendication 1.

**[0008]** On obtient une augmentation de la puissance frigorifique de l'appareil, une homogénéisation de la température de l'air refroidi et une diminution de la masse de l'échangeur. Dans un mode de réalisation préféré, l'épaisseur de paroi du trajet élémentaire est comprise entre 0,24 et 0,28 mm.

**[0009]** Grâce à cette disposition, les échanges thermiques sont particulièrement efficaces entre les premier et deuxième fluides.

**[0010]** En particulier, selon diverses variantes de réalisation, les tubes sont couplés à au moins un intercalaire d'échange thermique de hauteur selon la première direction inférieure à 5 mm, préférablement comprise entre 3 mm et 4,5 mm.

**[0011]** Par ailleurs, l'épaisseur de paroi des tubes est inférieure ou égale à 0,27 mm et les tubes ont une hauteur interne selon la première direction est inférieure à 1,5 mm, préférablement comprise entre 1 mm et 1,3 mm.

**[0012]** Les premiers trajets élémentaires sont disposés en deux nappes selon une troisième direction. Les première, deuxième et troisième directions sont sensiblement perpendiculaires les unes aux autres. Chaque deuxième trajet élémentaire du deuxième fluide s'étend dans la troisième direction d'une face d'entrée à une face de sortie de l'échangeur de chaleur. Les premiers trajets élémentaires d'une nappe sont décalés l'une par rapport à l'autre dans une première direction. La face d'entrée du deuxième fluide est proche de la deuxième nappe de premiers trajets élémentaires. La face de sortie du deuxième fluide est proche de la première nappe de premiers trajets élémentaires.

**[0013]** Chaque premier trajet élémentaire débouche dans des espaces collecteurs. Les espaces collecteurs sont reliés à des premiers trajets élémentaires d'une nappe. Les espaces collecteurs d'une même nappe communiquent deux à deux de manière à établir un trajet combiné s'étendant d'un espace collecteur d'entrée à un espace collecteur de sortie situés à des nappes opposées de l'échangeur dans la troisième direction. Selon une variante de réalisation, au moins un espace de transition est ménagé entre deux espaces collecteurs appartenant respectivement aux deux nappes, de telle sorte que le premier fluide circule de la première nappe à la deuxième nappe.

**[0014]** En particulier, la surface de l'espace de transition est comprise entre 60 % et 80 % de la surface des premiers trajets élémentaires de la troisième passe, préférablement compris entre 65 % et 75 %.

**[0015]** De façon préférentielle, l'espace de transition est formé par un renflement des tôles présentant un rayon compris entre 8,5 mm et 10 mm.

**[0016]** La présente invention sera mieux comprise à la

lecture de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur de chaleur selon la présente invention;
- la figure 2 est un schéma d'un exemple de circulation des fluides dans l'échangeur de chaleur selon la présente invention;
- la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un tube selon la présente invention;
- la figure 4 est une vue de côté d'un tube selon la présente invention;
- la figure 5 est une vue partielle en coupe selon la direction V-V de la figure 4;
- la figure 6 est une vue partielle en coupe selon la direction VI-VI de la figure 4;
- la figure 7 est une vue de détail en coupe selon la direction VII-VII de la figure 4;
- la figure 8 est une vue de détail de la figure 7 ;
- la figure 9 est une vue de côté d'une plaque d'un tube selon la présente invention;
- la figure 10 est une vue en coupe selon la direction X-X de la figure 9 de deux plaques voisines au niveau d'un espace collecteur selon la présente invention;
- la figure 11 est une vue en coupe d'une portion de l'échangeur de chaleur comportant un tube équipé de deux jeux d'intercalaires d'échange thermique; et
- la figure 12 est une vue de détail d'un intercalaire d'échange thermique selon la présente invention.

**[0017]** Comme on peut le voir sur les figures, l'échangeur de chaleur 1 comprend un empilement de tubes 2 et d'intercalaires d'échange thermique 44 et 45. On peut se référer à cet égard au document FR 2 747 462 dont le contenu est incorporé ici par référence. Chaque tube 2 est formé de deux plaques 3 et 4 formées respectivement à partir d'un feuillard métallique embouti en forme de cuvettes. Les plaques 3 et 4 sont identiques entre elles et ont leurs concavités tournées l'une vers l'autre, soit respectivement vers le haut et vers le bas de la figure 3, c'est-à-dire selon la direction x-x. Chaque plaque 3 et 4 présente un bord périphérique 5. Les bords périphériques 5 des deux plaques 3 et 4 formant un tube 2 sont mutuellement assemblés de façon étanche au fluide, par exemple par brasage pour délimiter le volume intérieur du tube 2. Le tube 2 forme deux premiers trajets élémentaires 13 et 14 pour un premier fluide, en particulier un fluide réfrigérant circulant dans une boucle de climatisation d'un véhicule automobile ou un fluide caloporteur circulant dans un circuit de refroidissement d'un moteur thermique d'un véhicule automobile.

**[0018]** Chaque tube 2 présente deux régions d'extrémité 6 et 7, situées respectivement vers le bas et vers le haut de la figure 1, c'est-à-dire selon la direction z-z, définies par des emboutis profonds formés dans les plaques 3 et 4. Les régions d'extrémité 6 et 7 occupent une fraction minoritaire de la hauteur de l'échangeur 1 aux

parties supérieure et inférieure de celui-ci, le reste de la hauteur étant occupé par une région de corps de plus faible épaisseur, comme détaillée en vue en coupe sur la figure 3. Les volumes intérieurs des régions d'extrémité 6 et 7 de chaque tube sont séparés l'un de l'autre par une zone de jonction étanche 8 s'étendant de la région d'extrémité supérieure 6 jusqu'à la région d'extrémité inférieure 7. La zone de jonction étanche 8 est agencée entre les passages de fluide définissant trajets élémentaires 13 et 14 à mi-largeur du tube 2 dans la direction y-y, cette zone de jonction 8 se prolongeant vers le bas dans la direction z-z jusqu'au voisinage de l'extrémité inférieure 7 du tube 2. Une plaque 3 et une plaque 4 voisines appartenant à deux tubes 2 différents sont en appui mutuel par leurs fonds 9 dans les régions d'extrémité 6 et 7, illustrés également en figure 10, et séparées l'un de l'autre dans la région de corps, par un intercalaire garni d'intercalaire d'échange thermique 44 et 45 illustrées sur les figures 11 et 12. Les intercalaires d'échange thermique 44 et 45 définissent un deuxième trajet élémentaire pour l'air à refroidir, parallèlement au plan de la figure 4, c'est-à-dire selon la direction y-y, et dans le sens de la flèche "AIR" illustrée sur les figures 1 et 2. Les tubes 2 sont donc couplés à au moins un intercalaire d'échange thermiques 44 et/ou 45.

**[0019]** Les fonds 9 en contact mutuel sont brasés ensemble. Au moins une partie des fonds 9 sont traversés par des ouvertures 10 faisant communiquer entre eux les volumes intérieurs correspondants. Des cloisons étanches 16 sont disposées dans certaines ouvertures 10 pour les obturer afin de définir un circuitage particulier, dit multi passe.

**[0020]** L'échangeur de chaleur 1 comprend un insert d'entrée de fluide 11 et un insert de sortie de fluide 12 disposés sur une face extérieure de la région d'extrémité 6 d'un tube 2 agencé à une extrémité de l'échangeur 1, c'est-à-dire à l'extrémité selon la direction x-x. Les inserts 11 et 12 peuvent présenter des diamètres différents. Les inserts 11 et 12 définissent une tubulure d'entrée ou de sortie faisant saillie par rapport à un petit côté de l'échangeur de chaleur 1.

**[0021]** L'exemple de réalisation décrit à titre d'exemple en figure 1 présente les inserts d'entrée de fluide 11 et de sortie de fluide 12 disposés du même côté de l'échangeur de chaleur 1. Toutefois, la présente invention couvre également les autres agencements dans lesquels les inserts sont disposés aux deux extrémités opposées d'une même zone d'extrémité ou disposés aux deux extrémités de deux zones d'extrémité disposées du même côté de l'échangeur ou encore disposés aux deux extrémités opposées de deux zones d'extrémité. Ces agencements sont dépendants des cloisons étanches 16 disposées dans certaines ouvertures 10.

**[0022]** On se réfère dorénavant à la figure 2 présentant un schéma d'un exemple de circulation des fluides dans l'échangeur de chaleur 1 selon la présente invention. Le fluide réfrigérant pénétrant dans l'échangeur de chaleur 1 par l'insert d'entrée de fluide 11 se répartit par l'inter-

médiaire d'un espace collecteur 17, entre les volumes intérieurs des régions 6 compris entre une extrémité de l'échangeur de chaleur 1, située à droite de la figure 1 selon la direction x-x, et une cloison 16 formée par les fonds de deux plaques 3 et 4 non munies d'ouvertures 10. A partir de l'espace collecteur 17, le fluide parcourt en parallèle les trajets élémentaires 13 délimités par les tubes 2 qui le définissent. Les trajets élémentaires 13 proches de la face d'entrée du fluide 15 forment une première passe 31 et débouchent dans un second espace collecteur 18 formé par les volumes intérieurs des régions 7 des mêmes tubes 2 qui forment l'espace collecteur 17.

**[0023]** L'espace collecteur 18 communique par une ouverture 10 avec un troisième espace collecteur 19, lequel est relié à son tour à un quatrième espace collecteur 20, séparé de l'espace collecteur 17 par la cloison 16, par l'intermédiaire de trajets élémentaires formant une deuxième passe 32. L'espace collecteur 20 communique par une ouverture 10 avec un cinquième espace collecteur 21, lequel est relié à son tour à un sixième espace collecteur 22, séparé de l'espace collecteur 19 par une cloison 16, la communication entre les cinquième et sixième espaces collecteurs étant faite par l'intermédiaire de trajets élémentaires formant une troisième passe 33.

**[0024]** Le fluide réfrigérant entrant par l'insert 11 traverse donc l'ensemble des branches situées du côté de la face d'entrée du fluide 15, puis, entre le sixième espace collecteur 22 et un septième espace collecteur 23, circule dans le sens opposé à l'écoulement de l'air grâce à des passages 41, qui sont illustrés sur les figures 6 et 7 et seront détaillés en relation avec ces figures.

**[0025]** Le fluide réfrigérant circule ensuite du septième espace collecteur 23 vers le huitième espace collecteur 24 en passant par les trajets élémentaires 14 formant la quatrième passe 34, puis se déplace selon la première direction 51 ou direction x-x, en communiquant par une ouverture 10 vers le neuvième espace collecteur 25. Le fluide réfrigérant circule dans la cinquième passe 35 et rejoint par l'intermédiaire de trajets élémentaires 14 un dixième espace collecteur 26 séparé de l'espace collecteur 23 par la cloison 16. Le dixième espace collecteur 26 communique par une ouverture 10 avec un onzième espace collecteur 27. Le fluide réfrigérant circule dans la sixième passe 36 et rejoint par l'intermédiaire de trajets élémentaires 14 un douzième espace collecteur 28 séparé de l'espace collecteur 25 par la cloison 16. Le fluide passe ensuite dans l'insert de sortie fluide 12.

**[0026]** D'un point de vue constructif, l'échangeur 1 comprend une pluralité de tubes 2, sensiblement identiques aux passages et cloison près. D'un point de vue hydraulique, l'échangeur 1 forme deux nappes, respectivement une première nappe et une deuxième nappe dite "amont" et "aval", chaque nappe comprenant une pluralité de passes, et chaque passe comprenant une pluralité de premiers trajets élémentaires. Un tube 2 définit un premier trajet élémentaire d'une nappe amont et un premier trajet élémentaire d'une nappe aval. Le par-

cours du premier fluide a la forme de deux serpentins superposés. Grâce au fait que le fluide réfrigérant circule d'abord sur le côté aval, selon la direction y-y, dans le sens d'écoulement de l'air puis sur le côté amont dans le sens d'écoulement de l'air, la température de refroidissement obtenue en sortie de l'air est plus basse qu'auparavant.

**[0027]** Le fluide réfrigérant effectue une première passe 31 en descendant du collecteur 17 voisin de l'insert 11 jusqu'au bas de l'échangeur. Le fluide réfrigérant se déplace alors dans le sens de la hauteur de l'échangeur de chaleur 1, selon la direction 52, c'est-à-dire la direction z-z, en passant par les ouvertures 10 ménagées dans le bas des tubes 2 tout en étant limité par la cloison 16 disposée dans le bas de l'échangeur de chaleur 1 du côté de la face amont 15. Une cloison 16 est également disposée pour délimiter l'espace collecteur 17 et l'espace collecteur 20. Le fluide réfrigérant remonte ensuite par la passe 32 jusqu'à atteindre le collecteur 20. Le fluide réfrigérant passe du collecteur 20 au collecteur 21 par les ouvertures 10 puis descend par la troisième passe 33. Le fluide réfrigérant se déplace de la face amont 15 à la face aval 29 puis remonte par la quatrième passe 34 jusqu'à atteindre le collecteur 24. Le fluide réfrigérant transite du collecteur 24 au collecteur 25 en passant par les ouvertures 10 puis descend par la cinquième passe 35 vers le collecteur 26. Le fluide réfrigérant se déplace ensuite latéralement du collecteur 26 au collecteur 27 puis vers la sixième passe 36 par laquelle le fluide remonte jusqu'à l'espace collecteur 28. Une cloison 16 isole les espaces collecteurs 25 et 28 l'un de l'autre.

**[0028]** Une autre cloison 16 est disposée dans le bas de l'échangeur afin d'éviter une circulation directe de fluide court-circuitant les passes 34 et 35 dans le bas de l'échangeur de chaleur. La disposition relative des cloisons 16 entre les passes peut être optimisée. On peut prévoir un nombre de trajets élémentaires par passe croissant de la première à la troisième passe puis décroissant de la troisième à la sixième passe. Le nombre de trajets élémentaires des première et sixième passes peut être identique. Il en va de même du nombre de trajets élémentaires des deuxième et cinquième passes et des troisième et quatrième passes respectivement. On peut ainsi aligner les cloisons 16 de la face avant 15 et de la face arrière 29.

**[0029]** L'exemple de réalisation décrit en relation avec les figures 1 et 2 est un échangeur de chaleur six passes. Néanmoins, la présente invention n'est pas limitée à ce type d'échangeur de chaleur. En effet, suivant les dispositions et le nombre d'ouvertures 10 et de cloisons 16 agencées, il est possible d'obtenir un échangeur de chaleur ayant un nombre de passe supérieur ou inférieur à six. Il est par exemple possible d'avoir des échangeurs de chaleur 4 ou 8 passes. De façon similaire, la présente invention n'est pas limitée à des échangeurs de chaleur ayant un nombre de passes pair. Il est tout à fait envisageable dans le cadre de l'invention d'avoir des échangeurs de chaleur ayant un nombre de passes impair.

**[0030]** Comme on le voit plus particulièrement sur la figure 3 qui présente un tube 2 en coupe selon un plan pris sensiblement au milieu du corps d'un tube 2, perpendiculairement à la deuxième direction z-z, ou direction 52. Selon un mode de réalisation de la présente invention, un intercalaire interne 40 est disposé entre les plaques 3 et 4. L'intercalaire interne 40 peut être réalisé dans le même matériau que les plaques 3 et 4, par exemple en alliage d'aluminium. L'intercalaire interne 40 présente une épaisseur inférieure à 0,1 mm, préférablement comprise entre 0,04 et 0,08 mm. On optimise ainsi l'écoulement du fluide réfrigérant et le transfert thermique vers les parois des plaques 3 et 4.

**[0031]** L'intercalaire interne 40 peut présenter une pluralité d'ondulations longitudinales dans le sens des trajets élémentaires. Les ondulations peuvent présenter une forme trapézoïdale. Le pas de l'ondulation peut être compris entre 1 et 1,4 mm. La grande base du trapèze peut être comprise entre 120 % et 140 % du pas, et préférablement entre 128 % et 140 % du pas. La petite base du trapèze peut être comprise entre 60 et 80 % du pas, et préférablement entre 60 % et 72 % du pas. Les rayons de pliage entre les parois du trapèze peuvent être compris entre 0,15 et 0,25 mm.

**[0032]** La tôle en alliage d'aluminium formant les plaques 3 et 4 peut présenter une épaisseur inférieure à 0,3 mm, de préférence comprise entre 0,24 et 0,28 mm. Plus préférablement encore, on met en oeuvre une tôle d'épaisseur inférieure ou égale à 0,27 mm, par exemple égale à 0,27 mm. La hauteur interne d'un tube 2 formant le trajet élémentaire suivant la longueur de l'échangeur thermique 1, selon la direction x-x, peut être inférieure à 1,5 mm, préférablement comprise entre 1 et 1,3 mm. Le diamètre hydraulique d'un canal défini par un intercalaire interne 40 et la plaque adjacente 3 ou 4 peut être inférieur à 1,2 mm, préférablement compris entre 0,85 et 1,10 mm et plus particulièrement entre 0,89 mm et 1,07 mm. Une branche d'un trajet élémentaire peut comprendre un nombre de canaux compris entre 5 et 10.

**[0033]** La présente invention n'est pas limitée aux intercalaires internes de forme général trapézoïdale. Un profil sinusoïdal ou triangulaire ou crénelé peut également être envisagé dans le cadre de l'invention.

**[0034]** Selon une variante non représentée de la présente invention, les tubes 2 peuvent être dépourvus d'intercalaires internes. Alternativement, les plaques 3 et 4 peuvent être pourvues de renflements ou bossages, également appelés 'dimples', permettant de favoriser le brassage du premier fluide.

**[0035]** Sur la figure 4 est illustrée une plaque 3 (similaire à une plaque 4) en vue de face. La plaque illustrée est du type servant pour les troisième et quatrième passes 33 et 34. Les espaces collecteurs inférieurs sont reliés par un passage 41.

**[0036]** Sur la figure 5 est montré, en coupe selon un plan parallèle au plan de coupe de la figure 3, un espace collecteur dépourvu de passage 41. Il peut s'agir d'un espace collecteur supérieur, ou encore des espaces col-

lecteurs situés entre les première et deuxième passes ou entre les cinquième et sixième passes. Une cloison 16 a été représentée et est mise en oeuvre pour les trajets élémentaires d'extrémités permettant ainsi d'obturer une extrémité d'un collecteur inférieur ou supérieur, ou encore l'extrémité des espaces collecteurs 24 et 25 du côté opposé aux inserts 11 et 12 lorsqu'une telle cloison est nécessaire pour séparer deux espaces collecteurs voisins.

**[0037]** Ainsi, la figure 5 est une vue en coupe selon V-V de la figure 4. La figure 6 est une vue en coupe selon VI-VI de la figure 4. Sur la figure 6, on voit que le passage 41 a été ménagé entre les espaces collecteurs inférieurs permettant de passer de la face avant 15 à la face arrière 29, c'est-à-dire de la passe 33 à la passe 34.

**[0038]** Comme on le voit plus particulièrement sur la figure 7 qui est une coupe selon la direction VII-VII de la figure 6, le passage 41 est décalé en hauteur par rapport aux espaces collecteurs inférieurs correspondants. Une telle disposition permet d'obtenir une meilleure résistance mécanique, notamment en tenue à la pression intérieure. Le passage 41 peut ainsi être décalé d'une hauteur comprise entre 1,2 et 4,2 mm et ce en direction du corps des trajets élémentaires selon la direction z-z, en d'autres termes vers les espaces collecteurs supérieurs. La résistance à la pression supérieure est obtenue grâce au fait que la surface brasée des plaques en contact situées entre le passage 41 et l'extrémité inférieure des plaques 3 et 4 est accrue. Du côté opposé à l'extrémité inférieure, la tenue à la pression est conservée en raison de la zone de jonction étanche 8 et de l'intercalaire interne 40 brasés ensemble et formant un maillage relativement serré.

**[0039]** Selon une variante de réalisation non représentée, un passage semblable au passage 41 de l'espace collecteur peut être réalisé dans l'espace collecteur supérieur. Dans ce cas, le passage est décalé en hauteur vers les espaces collecteurs inférieurs correspondants.

**[0040]** Plus particulièrement, et comme illustré sur la figure 8, le passage 41 est formé par un renflement réalisé dans la (es) plaque (s) 3 et/ou 4 du tube 2. Le renflement formant le passage 41 a un rayon 'a' compris entre 8,5 et 10 mm. Le renflement comprend également des congés de raccordement 'b' présentant un rayon compris entre 1 et 5 mm. La profondeur 'd' du demi passage 41 est inférieure à la profondeur du collecteur inférieur afin de conserver une goulotte 42 permettant l'évacuation des condensats, illustrée sur la figure 10. La goulotte 42 présente un diamètre de l'ordre de 1 à 5 mm.

**[0041]** En se référant à la figure 9 qui présente une vue partielle de face d'une plaque 3, le passage 41 permet la mise en communication entre deux espaces collecteurs d'un même tube 2.

**[0042]** Sur la figure 10, sont illustrées deux plaques 3 et 4 appartenant à des trajets élémentaires voisins. A titre d'exemple, la surface d'un passage 41 peut être comprise entre 60 % et 80 % de la surface des premiers trajets élémentaires 13 de la troisième passe 33 et de

préférence entre 65 % et 75 % de la surface des premiers trajets élémentaires 13 de la troisième passe 33.

**[0043]** Dans un mode de réalisation, l'épaisseur d'un trajet élémentaire suivant la longueur de l'échangeur thermique 1 est inférieure à 1,5 mm, préférablement comprise entre 1 et 1,3 mm.

**[0044]** Dans une variante supplémentaire de réalisation, la dimension interne d'un collecteur est inférieure à 45 mm, préférablement compris entre 35 et 40 mm.

**[0045]** Comme on peut le voir sur les figures 11 et 12, un trajet élémentaire est associé à des intercalaires d'échange thermique 44 et 45 allongées dans le sens d'écoulement de l'air à refroidir, c'est-à-dire la direction y-y, transversalement à l'écoulement du liquide réfrigérant. Les intercalaires d'échange thermique 44 et 45 peuvent être fixées par brasage, respectivement aux plaques 3 et 4 d'un trajet élémentaire. Les intercalaires d'échange thermique 44 et 45 peuvent présenter une longueur dans le sens d'écoulement de l'air sensiblement égale à celle des plaques 3 et 4. L'épaisseur de la tôle peut être comprise entre 0,04 et 0,08 mm. Les ondulations présentent une forme générale rectangulaire à bords arrondis allongés suivant la direction d'écoulement de l'air. Chaque ondulation peut présenter une hauteur 'e', en contact avec la plaque 3 et/ou 4, comprise entre 0,45 et 0,6 mm dans le sens d'écoulement du liquide réfrigérant. Les ondulations peuvent présenter une largeur 'f' selon la première direction comprise entre 4,1 et 4,3 mm. Les ondulations peuvent présenter un pas 'fp' selon la troisième direction compris entre 1,2 et 1,3 mm.

**[0046]** En outre, les intercalaires d'échange thermique 44 et 45 sont munies de persiennes 46 et 47 ménagées de part et d'autre d'une surface plane formant une branche d'ondulation. Les persiennes 46 et 47 présentent des formes opposées de façon alternée. La hauteur des persiennes 46 et 47 peut être comprise entre 0,3 et 0,45 mm dans le sens d'écoulement du fluide réfrigérant. Les persiennes 46 et 47 ont pour but de favoriser l'échange thermique entre le premier fluide et le second fluide, généralement de l'air.

**[0047]** Dans un mode de réalisation, chaque trajet élémentaire présente une section transversale allongée selon la troisième direction.

**[0048]** Des intercalaires peuvent s'étendre en saillie d'une paroi extérieure des premiers trajets élémentaires dans les deuxièmes trajets élémentaires. Les espaces collecteurs peuvent être tubulaires. La circulation du premier fluide dans les premiers trajets élémentaires d'un tube peut s'effectuer dans des sens opposés.

**[0049]** Un nombre pair de passes peut être réparti pour une première partie du côté amont dans le sens d'écoulement du deuxième fluide et pour une deuxième partie du côté aval dans le sens d'écoulement du deuxième fluide. Une passe peut regrouper des premiers trajets élémentaires voisins et de même sens d'écoulement du premier fluide. Le nombre de trajets élémentaires d'une passe peut être croissant puis décroissant dans le sens d'écoulement du premier fluide.

**[0050]** Dans un mode de réalisation, l'échangeur de chaleur, notamment évaporateur pour une boucle de climatisation de véhicule, définit un trajet combiné pour un premier fluide formé d'une pluralité de premiers trajets élémentaires et un trajet combiné pour un deuxième fluide formé d'une pluralité de deuxièmes trajets élémentaires. Les premiers et deuxièmes trajets élémentaires sont disposés en alternance dans une première direction de manière que chaque trajet élémentaire pour l'un des fluides soit en contact thermique avec au moins un trajet élémentaire adjacent pour l'autre fluide. Chaque premier trajet élémentaire possède une configuration allongée dans une deuxième direction. Les premiers trajets élémentaires sont disposés en deux nappes décalées l'une par rapport à l'autre dans une troisième direction. Les première, deuxième et troisième directions sont sensiblement perpendiculaires les unes aux autres. Chaque deuxième trajet élémentaire s'étend dans la troisième direction d'une face d'entrée à une face de sortie. Les premiers trajets élémentaires débouchent dans des espaces collecteurs respectifs disposés en deux rangées correspondant aux nappes.

**[0051]** Les espaces collecteurs communiquent deux à deux pour établir un trajet combiné s'étendant d'un espace collecteur d'entrée à un espace collecteur de sortie situés à des extrémités opposées de l'échangeur dans une direction. Au moins un espace de transition est ménagé entre deux espaces collecteurs appartenant respectivement aux deux rangées de telle sorte que, dans les premiers trajets élémentaires communiquant directement avec lesdits deux espaces collecteurs, le premier fluide circule d'un trajet élémentaire à l'autre selon la troisième direction. Un espace de transition formant passage est ménagé entre un collecteur d'une face amont et un collecteur d'une face aval dans le sens d'écoulement du deuxième fluide, ledit passage permettant l'écoulement du premier fluide. Le passage peut être formé par un renflement ménagé dans les tôles des premiers trajets élémentaires. On peut ainsi réaliser l'échangeur de chaleur avec des tôles particulièrement fines pour les premiers trajets élémentaires, par exemple d'épaisseur inférieure à 0,3 mm, avantageusement inférieure ou égale à 0,27 mm. On obtient de la sorte une augmentation de la capacité de refroidissement de l'ordre de 6 % pour une température d'air de 30 degrés à une humidité relative de 60 %. On peut obtenir une baisse de la température de l'air d'environ 1 degré pour des débits d'air compris entre 250 et 600 kg/heure.

**[0052]** Les échangeurs de chaleur selon l'invention trouvent une application particulière dans les installations de chauffage, ventilation et/ou climatisation de véhicules automobiles en particulier dans la réalisation d'échangeurs de chaleur pour véhicules automobiles intégrés à ces installations. Il peut s'agir notamment de radiateurs de refroidissement du moteur, de radiateurs de chauffage de l'habitacle, de condenseurs, de refroidisseurs de gaz ou d'évaporateurs de circuit de climatisation, de refroidisseurs d'air de suralimentation, etc.

**[0053]** Bien évidemment, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment et fournis uniquement à titre d'exemple et englobe d'autres variantes que pourra envisager l'homme du métier dans le cadre des revendications et notamment toutes combinaisons des différents modes de réalisation décrits précédemment.

### Revendications

1. Echangeur de chaleur (1), notamment évaporateur pour une boucle de climatisation de véhicule, définissant un trajet combiné pour un premier fluide formé d'une pluralité de premiers trajets élémentaires (13, 14) et un trajet combiné pour un deuxième fluide formé d'une pluralité de deuxièmes trajets élémentaires, les premiers et deuxièmes trajets élémentaires étant disposés en alternance dans une première direction de manière que chaque trajet élémentaire pour l'un des fluides soit en contact thermique avec au moins un trajet élémentaire adjacent pour l'autre fluide, chaque premier trajet élémentaire (13, 14) ayant une configuration allongée dans une deuxième direction, les premiers trajets élémentaires (13, 14) étant constitués par des tubes (2) ayant au moins une paroi d'épaisseur de paroi inférieure ou égale à 0,3 mm, préférablement compris entre 0,24 mm et 0,28 mm.  
**caractérisé en ce que** les tubes (2) définissent des canaux de circulation du premier fluide ayant un diamètre hydraulique inférieur à 1,2 mm, préférablement compris entre 0,89 mm et 1,07 mm.
2. Echangeur selon la revendication 1, dans lequel les tubes (2) sont couplés à au moins un intercalaire d'échange thermique (44, 45) de hauteur selon la première direction inférieure à 5 mm, préférablement comprise entre 3 mm et 4,5 mm.
3. Echangeur selon la revendication 2, dans lequel l'intercalaire d'échange thermique (44, 45) a une épaisseur de tôle comprise entre 0,04 et 0,08 mm.
4. Echangeur selon la revendication 2 ou 3, dans lequel l'intercalaire d'échange thermique (44, 45) présente des ondulations ayant une hauteur (e) comprise entre 0,45 et 0,6 mm.
5. Echangeur selon la revendication 4, dans lequel les ondulations de l'intercalaire d'échange thermique (44, 45) ont une largeur (f) selon la première direction comprise entre 4,1 et 4,3 mm.
6. Echangeur selon la revendication 4 ou 5, dans lequel les ondulations de l'intercalaire d'échange thermique (44, 45) présentent un pas (fp) selon la troisième direction compris entre 1,2 et 1,3 mm.
7. Echangeur l'une des revendications précédentes, dans lequel l'épaisseur de paroi des tubes (2) est inférieure ou égale à 0,27 mm.
8. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les tubes (2) ont une hauteur interne selon la première direction est inférieure à 1,5 mm, préférablement comprise entre 1 mm et 1,3 mm.
9. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel deux passes sont reliées par un passage (10) ménagé entre deux espaces collecteurs, les parois desdits passages étant formées par des tôles (3, 4) délimitant ledit premier trajet élémentaire.
10. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les premiers trajets élémentaires (13, 14) sont disposés en une première et une deuxième nappes selon une troisième direction.
11. Echangeur selon la revendication 10, dans lequel chaque premier trajet élémentaire débouche dans des espaces collecteurs (17 à 28) reliés à des premiers trajets élémentaires (13, 14), les espaces collecteurs communiquant deux à deux de manière à établir un trajet combiné s'étendant d'un espace collecteur d'entrée (17) à un espace collecteur de sortie (28).
12. Echangeur selon la revendication 11, dans lequel l'espace collecteur d'entrée (17) et l'espace collecteur de sortie (28) sont respectivement situés dans la première nappe et dans la deuxième nappe de l'échangeur.
13. Echangeur selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel les premiers trajets élémentaires (13, 14) d'une nappe sont décalés l'une par rapport à l'autre dans une première direction.
14. Echangeur selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel au moins un espace de transition (41) est ménagé entre deux espaces collecteurs (22, 23) appartenant respectivement aux deux nappes, de telle sorte que le premier fluide circule de la première nappe à la deuxième nappe.
15. Echangeur selon la revendication 14, dans lequel la surface de l'espace de transition (41) est comprise entre 60 % et 80 % de la surface des premiers trajets élémentaires de la troisième passe (33), préférablement compris entre 65 % et 75 %.
16. Echangeur selon la revendication 14 ou 15, dans lequel au moins un premier trajet élémentaire disposé à chaque extrémité de l'échangeur de chaleur (1)

selon la première direction est dépourvu d'espace de transition (41).

17. Echangeur selon l'une des revendications 14 à 16, dans lequel l'espace de transition (41) est formé par un renflement desdites tôles, le renflement présentant un rayon compris entre 8,5 mm et 10 mm. 5
18. Echangeur selon l'une des revendications 14 à 17, dans lequel l'espace de transition (41) est décalé par rapport à l'espace collecteur adjacent selon la deuxième direction vers l'espace collecteur opposé de la même passe. 10
19. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque premier trajet élémentaire (13, 14) comporte un intercalaire interne (40). 15
20. Echangeur selon la revendication 19, dans lequel l'insert forme des canaux de forme générale trapézoïdale. 20
21. Echangeur selon l'une des revendications 19 ou 20, dans lequel l'épaisseur de l'intercalaire interne (40) est inférieure à 0,1 mm, préférablement comprise entre 0,04 mm et 0,08 mm, 25
22. Echangeur selon l'une des revendications 19 à 21, dans lequel le pas de l'intercalaire interne (40) est compris entre 1 mm et 1,4 mm. 30
23. Echangeur selon l'une des revendications 20 à 22, dans lequel la grande base de l'intercalaire interne (40) est comprise entre 120 % et 140% du pas, préférentiellement comprise entre 128 % et 140 % du pas. 35
24. Echangeur selon l'une des revendications 20 à 23, dans lequel la petite base de l'intercalaire interne (40) est comprise entre 60 % et 80% du pas, préférentiellement comprise entre 60 % et 72 % du pas. 40
25. Echangeur selon l'une des revendications 20 à 24, dans lequel les rayons de pliage de l'intercalaire interne (40) est compris entre 0,15 mm et 0,25 mm. 45
26. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel deux premiers trajets élémentaires de même rang au sein de deux nappes sont formés par deux tôles (3, 4) assemblées sur leurs bords allongés selon la deuxième direction et sur leur milieu. 50

#### Patentansprüche 55

1. Wärmetauscher (1), insbesondere Verdampfer für eine Klimaanlage eines Fahrzeugs, welcher einen

kombinierten Weg für ein erstes Fluid, der aus mehreren ersten elementaren Wegen (13, 14) gebildet ist, und einem kombinierten Weg für ein zweites Fluid, der aus mehreren zweiten elementaren Wegen gebildet ist, definiert, wobei die ersten und zweiten elementaren Wege abwechselnd in einer ersten Richtung derart angeordnet sind, dass jeder elementare Weg für eines der Fluide in thermischem Kontakt mit mindestens einem benachbarten elementaren Weg für das andere Fluid steht, wobei jeder erste elementare Weg (13, 14) eine längliche Auslegung in einer zweiten Richtung aufweist, wobei die ersten elementaren Wege (13, 14) aus Rohren (2) mit mindestens einer Wand mit einer Wanddicke von kleiner oder gleich 0,3 mm, vorzugsweise zwischen 0,24 mm und 0,28 mm, bestehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (2) Zirkulationskanäle des ersten Fluids mit einem hydraulischen Durchmesser von weniger als 1,2 mm, vorzugsweise zwischen 0,89 mm und 1,07 mm, definieren.

2. Tauscher nach Anspruch 1, wobei die Rohre (2) mit mindestens einem Zwischenwärmetauscher (44, 45) mit einer Höhe in der ersten Richtung von weniger als 5 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 4,5 mm, gekuppelt sind.
3. Tauscher nach Anspruch 2, wobei der Zwischenwärmetauscher (44, 45) eine Blechdicke zwischen 0,04 und 0,08 mm aufweist.
4. Tauscher nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Zwischenwärmetauscher (44, 45) Lamellen mit einer Höhe (e) zwischen 0,45 und 0,6 mm aufweist.
5. Tauscher nach Anspruch 4, wobei die Lamellen des Zwischenwärmetauschers (44, 45) eine Breite (f) in der ersten Richtung zwischen 4,1 und 4,3 mm aufweisen.
6. Tauscher nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Lamellen des Zwischenwärmetauschers (44, 45) einen Abstand (fp) in der dritten Richtung zwischen 1,2 und 1,3 mm aufweisen.
7. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wanddicke der Rohre (2) kleiner oder gleich 0,27 mm ist.
8. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rohre (2) eine innere Höhe in der ersten Richtung aufweisen, die weniger als 1,5 mm, vorzugsweise zwischen 1 mm und 1,3 mm, beträgt.
9. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei Durchgänge durch eine Passage (10) verbunden sind, die zwischen zwei Kollektor-

räumen angeordnet ist, und die Wände dieser Passagen durch Bleche (3, 4) gebildet werden, die den ersten elementaren Weg begrenzen.

10. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten elementaren Wege (13, 14) in einer ersten und einer zweiten Schicht in einer dritten Richtung angeordnet sind. 5
11. Tauscher nach Anspruch 10, wobei jeder elementare Weg in Kollektorräume (17 bis 28) mündet, die mit ersten elementaren Wegen (13, 14) verbunden sind, wobei jeweils zwei Kollektorräume derart kommunizieren, dass ein kombinierter Weg festgelegt wird, der sich von einem Einlasskollektorraum (17) zu einem Auslasskollektorraum (28) erstreckt. 10
12. Tauscher nach Anspruch 11, wobei der Einlasskollektorraum (17) und der Auslasskollektorraum (28) jeweils in der ersten Schicht und in der zweiten Schicht des Tauschers angeordnet sind. 20
13. Tauscher nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die ersten elementaren Wege (13, 14) einer Schicht in einer ersten Richtung voneinander versetzt sind. 25
14. Tauscher nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei mindestens ein Übergangsraum (41) zwischen zwei Kollektorräumen (22, 23) angeordnet ist, die jeweils zu den zwei Schichten gehören, so dass das erste Fluid der ersten Schicht zu der zweiten Schicht zirkuliert. 30
15. Tauscher nach Anspruch 14, wobei die Fläche des Übergangsraums (41) zwischen 60 % und 80 % der Fläche der ersten elementaren Wege des dritten Durchgangs (33), vorzugsweise zwischen 65 % und 75 %, beträgt. 35
16. Tauscher nach Anspruch 14 oder 15, wobei mindestens ein erster elementarer Weg, der an jedem Ende des Wärmetauschers (1) in der ersten Richtung angeordnet ist, keinen Übergangsraum (41) aufweist. 40
17. Tauscher nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei der Übergangsraum (41) aus einer Ausbuchtung der Bleche gebildet ist, wobei die Ausbuchtung einen Radius zwischen 8,5 mm und 10 mm aufweist. 45
18. Tauscher nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei der Übergangsraum (41) in Bezug auf den benachbarten Kollektorraum in der zweiten Richtung zu dem Kollektorraum entgegengesetzt zu demselben Durchgang versetzt ist. 50
19. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeder erste elementare Weg (13, 14) ei-

nen inneren Zwischenraum (40) umfasst.

20. Tauscher nach Anspruch 19, wobei der Einsatz Kanäle mit einer allgemeinen Trapezform bildet.
21. Tauscher nach einem der Ansprüche 19 oder 20, wobei die Dicke des inneren Zwischenraums (40) weniger als 0,1 mm, vorzugsweise zwischen 0,04 mm und 0,08 mm, beträgt.
22. Tauscher nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei der Abstand des inneren Zwischenraums (40) zwischen 1 mm und 1,4 mm liegt.
23. Tauscher nach einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei die große Basis des inneren Zwischenraums (40) zwischen 120 % und 140 % des Abstands, vorzugsweise zwischen 128 % und 140 % des Abstands, beträgt.
24. Tauscher nach einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei die kleine Basis des inneren Zwischenraums (40) zwischen 60 % und 80 % des Abstands, vorzugsweise zwischen 60 % und 72 % des Abstands, beträgt.
25. Tauscher nach einem der Ansprüche 20 bis 24, wobei der Krümmungsradius des inneren Zwischenraums (40) zwischen 0,15 mm und 0,25 mm beträgt.
26. Tauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei erste elementare Wege desselben Rangs innerhalb der beiden Schichten durch zwei Bleche (3, 4) gebildet sind, die an ihren verlängerten Rändern in der zweiten Richtung und an ihrer Mitte zusammengefügt sind.

#### Claims

1. Heat exchanger (1), notably an evaporator for a vehicle air conditioning circuit, defining a combined path for a first fluid which is made up of a plurality of first elementary paths (13, 14) and a combined path for a second fluid which is made up of a plurality of second elementary paths, the first and second elementary paths being arranged in alternation in a first direction so that each elementary path for one of the fluids is in thermal contact with at least one adjacent elementary path for the other fluid, each first elementary path (13, 14) having an elongate configuration in a second direction, the first elementary paths (13, 14) being constituted by tubes (2) having at least one wall with a wall thickness less than or equal to 0.3 mm, preferably of between 0.24 mm and 0.28 mm, **characterized in that** the tubes (2) define circulation ducts for the first fluid having a hydraulic diameter of less than 1.2 mm, preferably of between 0.89 mm

- and 1.07 mm.
2. Exchanger according to Claim 1, in which the tubes (2) are coupled to at least one heat exchange interlayer (44, 45) with a height in the first direction of less than 5 mm, preferably of between 3 mm and 4.5 mm.
  3. Exchanger according to Claim 2, in which the heat-exchange interlayer (44, 45) has a sheet metal thickness of between 0.04 and 0.08 mm.
  4. Exchanger according to Claim 2 or 3, in which the heat-exchange interlayer (44, 45) has corrugations of a height (e) of between 0.45 and 0.6 mm.
  5. Exchanger according to Claim 4, in which the corrugations of the heat exchange interlayer (44, 45) have a width (f) in the first direction of between 4.1 and 4.3 mm.
  6. Exchanger according to Claim 4 or 5, in which the corrugations of the heat exchange interlayer (44, 45) have a spacing (fp) in the third direction of between 1.2 and 1.3 mm.
  7. Exchanger according to one of the preceding claims, in which the wall thickness of the tubes (2) is less than or equal to 0.27 mm.
  8. Exchanger according to one of the preceding claims, in which the tubes (2) have an internal height in the first direction of less than 1.5 mm, preferably of between 1 mm and 1.3 mm.
  9. Exchanger according to one of the preceding claims, in which the two passes are connected by a passage (10) formed between two header spaces, the walls of the said passages being formed by metal sheets (3, 4) delimiting the said first elementary path.
  10. Exchanger according to one of the preceding claims, in which the first elementary paths (13, 14) are arranged in a first and second layer in a third direction.
  11. Exchanger according to Claim 10, in which each first elementary path opens into header spaces (17 to 28) connected to first elementary paths (13, 14), the header spaces communicating in pairs so as to establish a combined path extending from an inlet header space (17) to an outlet header space (28).
  12. Exchanger according to Claim 11, in which the inlet header space (17) and the outlet header space (28) are respectively situated in the first layer and in the second layer of the exchanger.
  13. Exchanger according to one of Claims 10 to 12, in which the first elementary paths (13, 14) of one layer are offset with respect to one another in a first direction.
  14. Exchanger according to one of Claims 10 to 13, in which at least one transition space (41) is formed between two header spaces (22, 23) belonging respectively to the two layers, so that the first fluid circulates from the first layer to the second layer.
  15. Exchanger according to Claim 14, in which the surface area of the transition space (41) is between 60% and 80% of the surface area of the first elementary paths of the third pass (33), preferably between 65% and 75%.
  16. Exchanger according to Claim 14 or 15, in which at least a first elementary path arranged at each end of the heat exchanger (1) in the first direction has no transition space (41).
  17. Exchanger according to one of Claims 14 to 16, in which the transition space (41) is formed by a bulging of the said metal sheets, the bulging having a radius of between 8.5 mm and 10 mm.
  18. Exchanger according to one of Claims 14 to 17, in which the transition space (41) is offset with respect to the adjacent header space in the second direction towards the opposite header space of the same pass.
  19. Exchanger according to one of the preceding claims, in which each first elementary path (13, 14) has an internal interlayer (40).
  20. Exchanger according to Claim 19, in which the insert forms channels of trapezoidal overall shape.
  21. Exchanger according to one of Claims 19 and 20, in which the thickness of the internal interlayer (40) is less than 0.1 mm, preferably between 0.04 mm and 0.08 mm.
  22. Exchanger according to one of Claims 19 to 21, in which the spacing of the internal interlayer (40) is between 1 mm and 1.4 mm.
  23. Exchanger according to one of Claims 20 to 22, in which the large base of the internal interlayer (40) is between 120% and 140% of the spacing, preferably between 128% and 140% of the spacing.
  24. Exchanger according to one of Claims 20 to 23, in which the short base of the internal interlayer (40) is between 60% and 80% of the spacing, preferably between 60% and 72% of the spacing.

25. Exchanger according to one of Claims 20 to 24, in which the bend radii of the internal interlayer (40) are between 0.15 mm and 0.25 mm.

26. Exchanger according to one of the preceding claims, in which the two first elementary paths of equal rank within two layers are formed by two metal sheets (3, 4) assembled along their elongate edges in the second direction and at their middle.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

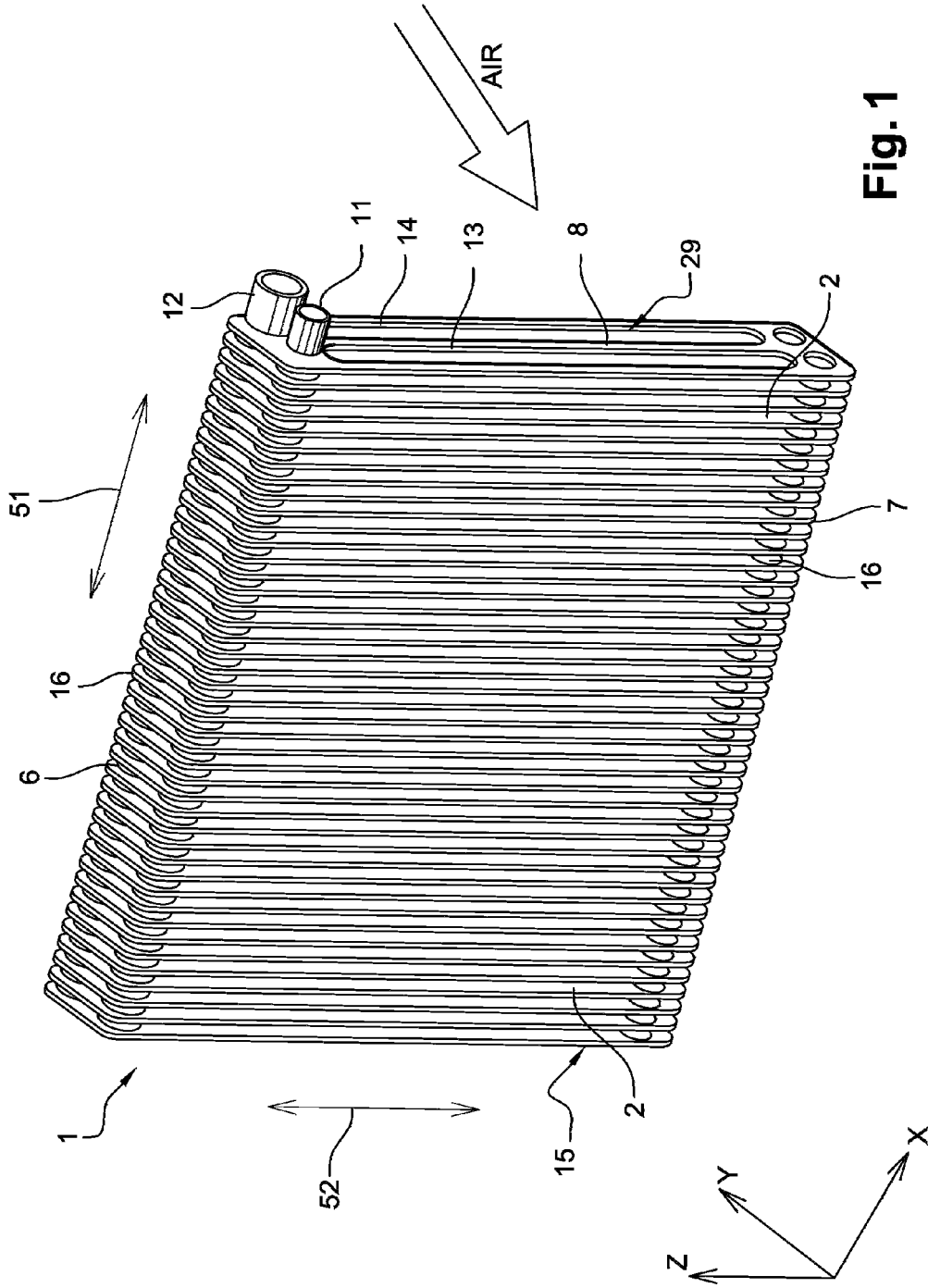
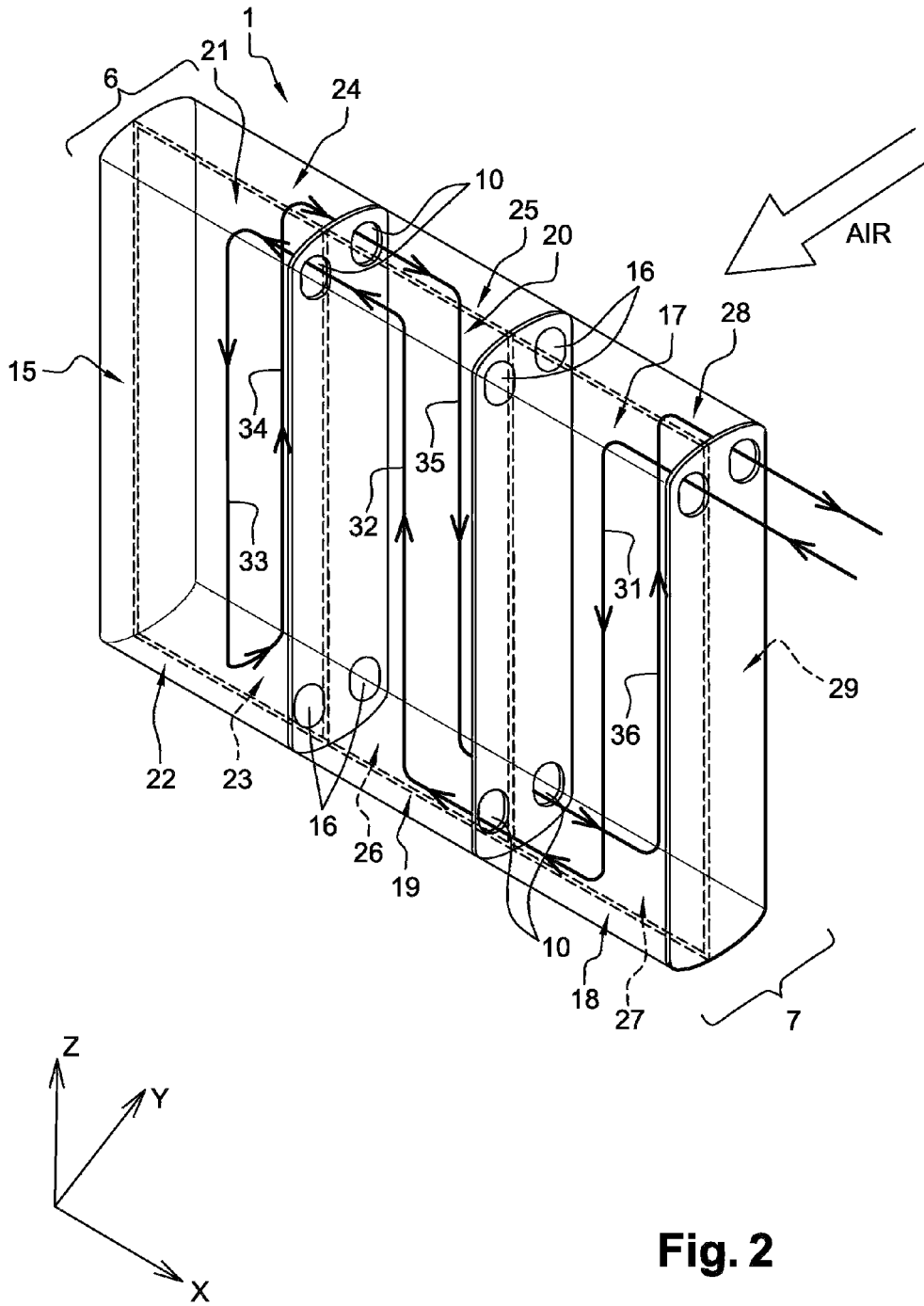
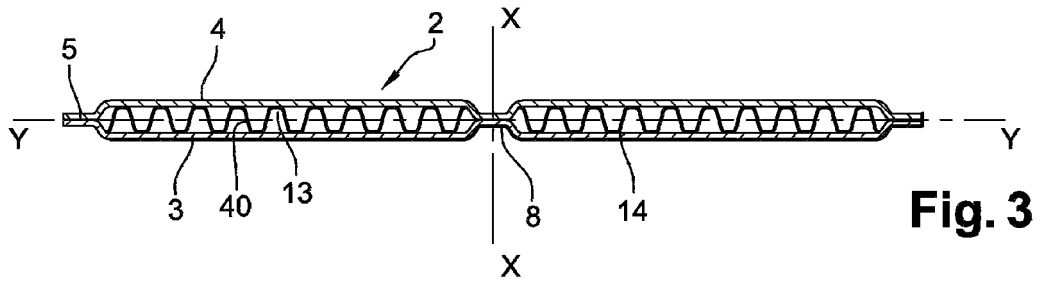


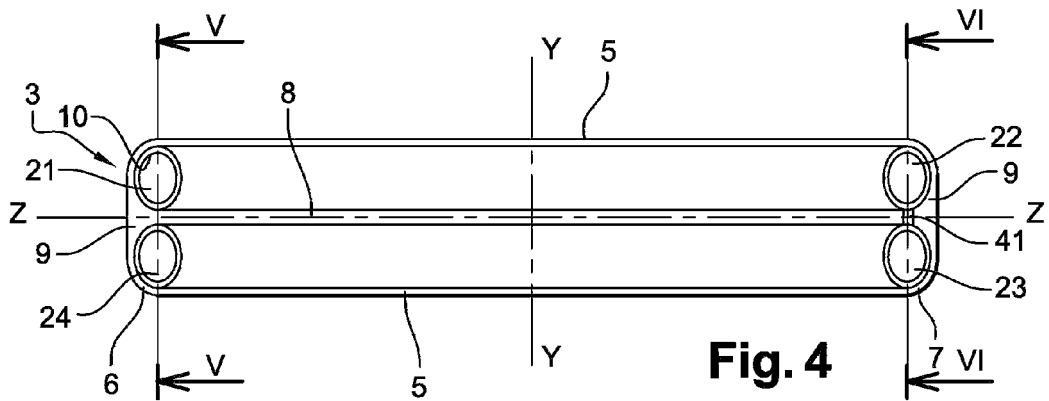
Fig. 1



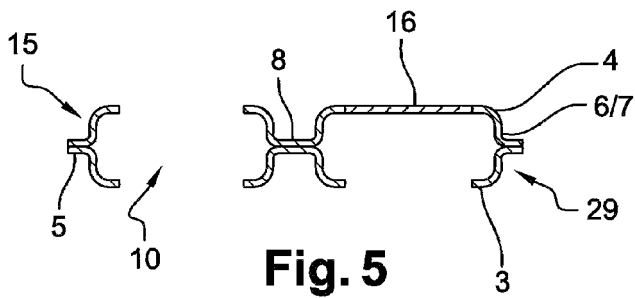
**Fig. 2**



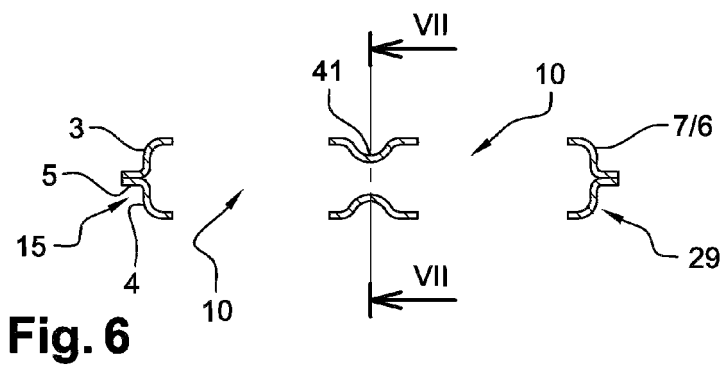
**Fig. 3**



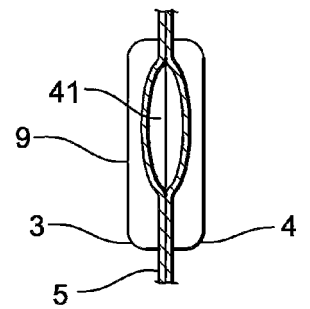
**Fig. 4**



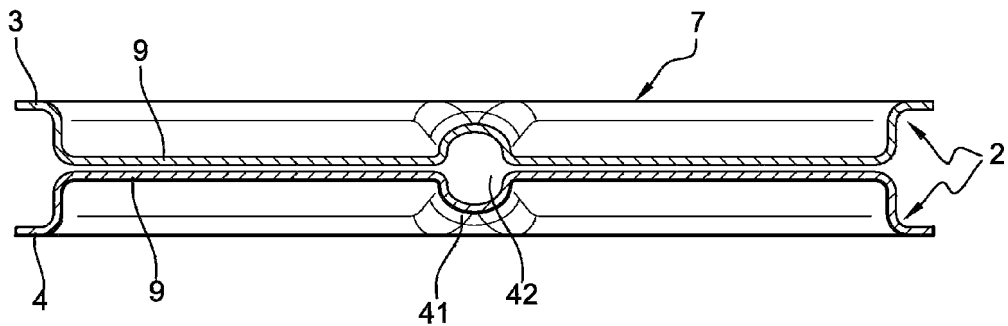
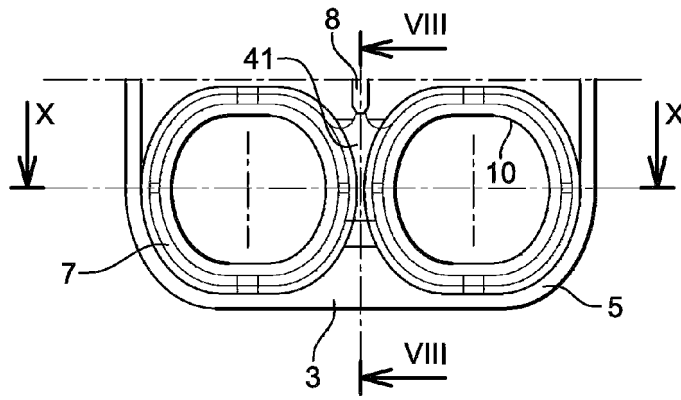
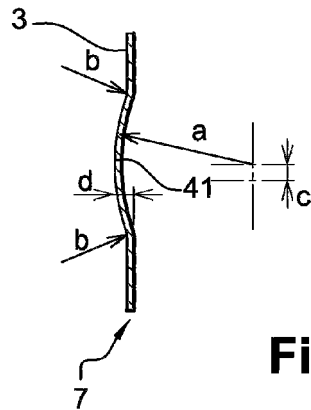
**Fig. 5**

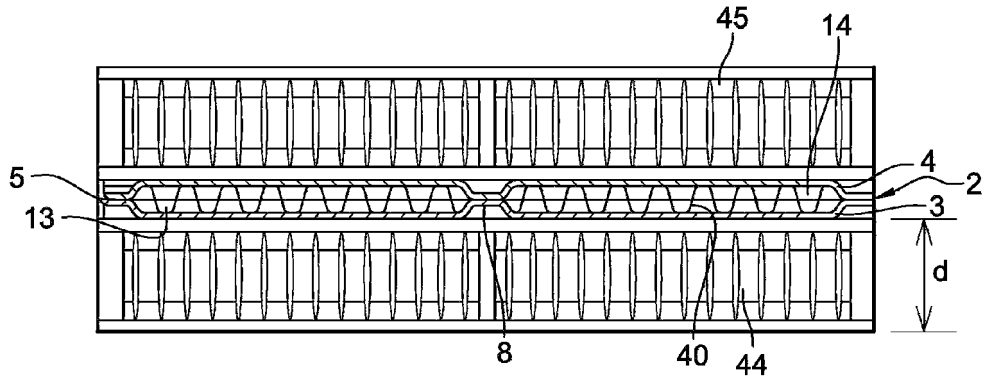


**Fig. 6**

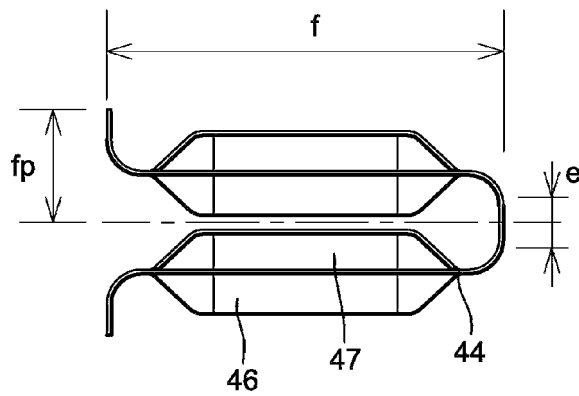


**Fig. 7**





**Fig. 11**



**Fig. 12**

**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**

- EP 1058070 A2 [0001]
- FR 2825791 [0006]
- FR 2747462 [0017]