



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 471 321 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.10.2004 Bulletin 2004/44

(51) Int Cl.7: **F28D 1/02, F28F 1/02**

(21) Numéro de dépôt: **04101650.2**

(22) Date de dépôt: **21.04.2004**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL HR LT LV MK

(72) Inventeurs:
• **Gruss, Jean-Antoine**
38170, SEISSINET (FR)
• **Thonon, Bernard**
38700, LE SAPPEY-EN-CHARTREUSE (FR)

(30) Priorité: **23.04.2003 FR 0350121**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard**
Société BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **Commisariat à l'énergie Atomique**
75752 Paris 15ème (FR)

(54) **Dispositif ultraplat d'échange de chaleur**

(57) L'invention concerne un dispositif ultraplat d'échange de chaleur entre un fluide primaire (11) et un fluide secondaire (12) comportant un ensemble de microtubes parallèles (13) à l'intérieur desquels circule le fluide primaire, dans lequel chaque microtube (13) est

séparé d'au moins un microtube voisin par un espace (14) et est relié à celui-ci, sur une grande partie de sa longueur, par au moins un pont (15) percé de trous de communication (16) au travers desquels circule le fluide secondaire.

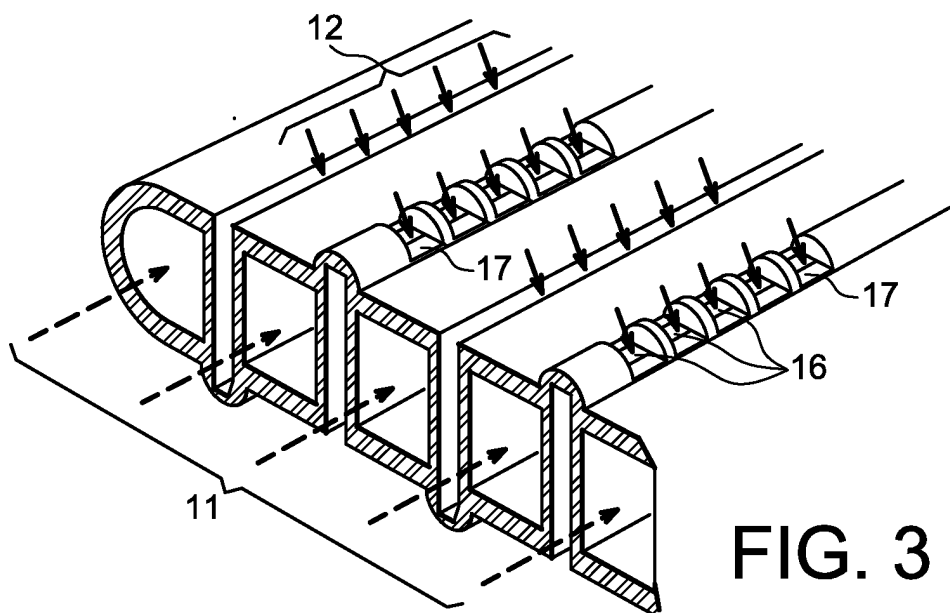


FIG. 3

EP 1 471 321 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne un dispositif ultraplat d'échange de chaleur entre un fluide primaire et un fluide secondaire.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0002] Dans le domaine des échangeurs de chaleur, on connaît des échangeurs permettant de refroidir un liquide grâce à l'air ambiant. De tels échangeurs sont communément utilisés par exemple comme radiateurs dans des véhicules automobiles, ou comme autoréfrigérants dans des procédés industriels nécessitant un rejet de calories vers l'air ambiant. Dans de tels échangeurs, le liquide, qui peut être de l'eau ou un mélange eau/antigel, circule dans des tubes plats ou circulaires, tandis que des surfaces rapportées, dites secondaires, permettent de réaliser l'échange côté d'air.

[0003] On connaît également des évaporateurs et condenseurs dans lequel un fluide s'évapore ou se condense en échangeant de la chaleur avec un autre fluide.

[0004] Les méthodes de fabrication et d'assemblage, estampage, sertissage, ... de l'art connu ne permettent guère d'obtenir avec précision des tailles caractéristiques inférieures au millimètre, sans avoir à résoudre de grosses difficultés qui se traduisent par des coûts de fabrication élevés.

[0005] Pour obtenir une surface d'échange suffisamment importante côté d'air, l'épaisseur de tels appareils est généralement de l'ordre de plusieurs centimètres.

[0006] La présence de surfaces secondaires serrées sur une épaisseur de plusieurs centimètres est de plus négative dans des situations de condensation d'air humide, car les condensats restent piégés dans les surfaces d'échange et dégradent les propriétés d'échange thermique et aérolitique de ces surfaces.

[0007] Par ailleurs, les incertitudes métrologiques relatives augmentent lorsque l'on diminue la taille des canaux dans lesquels circulent les fluides. Les écoulements de fluide étant essentiellement laminaires à ces échelles, les pertes de pression sont proportionnelles à $1/d^4$ (d correspondant au diamètre hydraulique du canal). Dans ces conditions, une incertitude de fabrication de $\pm 0,05$ mm entraîne un écart acceptable sur la perte de pression de $\pm 0,05/1 \times 4 = \pm 20\%$ pour un canal de 1 mm ; par contre pour un canal de 0,2 mm, cette même incertitude entraîne des écarts de perte de pression de $\pm 0,05/0,2 \times 4 = \pm 100\%$ difficilement acceptables industriellement.

[0008] Les documents référencés [1] et [2] en fin de description concernent des micro-échangeurs en PM-MA (poly (méthyl méthacrylate)), dans lesquels les structures d'échanges sont réalisées de la manière suivante :

- réalisation d'un moule par LIGA X,
- embossage à chaud de deux demi-plaques en PM-MA réalisant ainsi des demi-canaux pour l'eau et des canaux non débouchants pour l'air
- assemblage de ces deux demi-plaques par collage,
- surfaçage de manière à déboucher les canaux d'air.

[0009] Ces documents montrent qu'une surface d'échange ultraplate de ce type peut être comparée favorablement aux échangeurs de structure classique sur des critères de masse et de volume.

[0010] Par ailleurs, le dimensionnement optimum à perte de pression imposée, ce qui est le cas par exemple pour un radiateur automobile, aboutit à une forme d'échangeur très plate et de grande surface, compte tenu des pertes de pression élevées résultant de l'utilisation de microcanaux.

[0011] Il en résulte qu'une comparaison sur un critère de surface frontale minimum n'est pas favorable à ce type d'échangeur.

[0012] De plus, un tel mode de réalisation présente plusieurs inconvénients :

- On ne peut réaliser que des configurations planaires, ce qui induit des échangeurs à surface frontale élevée.
- La réalisation d'un moule par LIGA X est une technique assez lourde car elle nécessite l'utilisation d'un synchrotron
- Le collage des deux demi-plaques avec des motifs en vis-à-vis est très délicat. Le moindre défaut sur une des deux pièces, par exemple une bulle d'air, un manque de colle, ou un défaut d'alignement, entraîne une fuite de liquide vers l'extérieur.
- Une telle technique n'est applicable qu'à des pièces de surface très limitée (quelques dm^2). La fabrication des moules par LIGA X, ainsi que le bon alignement n'est pas réalisable au-delà.

[0013] On connaît par ailleurs des structures d'échange métalliques tissées, décrites notamment dans le document référencé [3]. Ces structures très minces sont des tissus réalisés avec des microtubes métalliques comme chaîne et des fils métalliques comme trame.

[0014] Néanmoins de telles structures présentent les inconvénients suivants :

- Le procédé de réalisation de celles-ci exige de grandes longueurs de microtube métallique de précision et est donc assez onéreux.
- La connectique fluide d'un grand nombre de microtubes sur des collecteurs est délicate et difficilement industrialisable.

[0015] On connaît par ailleurs des tubes multiports 9 en aluminium extrudé, comme illustré sur la figure 1, commercialisés par exemple par la Société Hydroaluminium et utilisés notamment dans les condenseurs de

climatisation automobile.

[0016] Des tubes en polymère extrudés sont également décrits dans le document référencé [4], en tant que structure d'échange de radiateur automobile. De telles structures permettent de réaliser à bas coût des tubes de dimension inférieure au millimètre avec une précision de dimension typiquement de l'ordre de 0,05mm.

[0017] L'invention a pour objectif de pallier les inconvénients des dispositifs de l'art connu en proposant un dispositif d'échange thermique entre deux fluides ayant les caractéristiques suivantes :

- C'est un dispositif d'échange ultraplat à microcanaux pour le fluide primaire ce qui permet d'augmenter la surface offerte au fluide secondaire tout en minimisant le volume.
- C'est un dispositif d'échange comportant des microcanaux pour le fluide primaire ce qui permet d'obtenir une grande surface d'échange par une méthode industrielle à bas coût et de haute précision géométrique.
- C'est un dispositif d'échange comportant des microcanaux pour le fluide secondaire, à courant croisé par rapport au fluide primaire, ce qui permet de réaliser une grande surface d'échange par une méthode industrielle reproductible, à bas coût, et de haute précision géométrique.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0018] L'invention concerne un dispositif ultraplat d'échange de chaleur entre un fluide primaire et un fluide secondaire comportant un ensemble de microtubes parallèles à l'intérieur desquels circule le fluide primaire, caractérisé en ce que chaque microtube est séparé d'au moins un microtube voisin par un espace et est relié à celui-ci, sur au moins une partie de sa longueur, par au moins un pont percé de trous de communication au travers desquels circule le fluide secondaire.

[0019] Avantageusement ce dispositif, est réalisé en matériau extrudable.

[0020] Le dispositif de l'invention peut ainsi être réalisé en tout matériau métallique extrudable tel que par exemple un alliage d'aluminium. Il peut également être réalisé dans un polymère thermoplastique extrudable, chargé ou non, tel que l'Oxyde de Polyphénylène (PPO), le Polypropylène (PP), le Polychlorure de Vinyle surchloré (PVCC), le Polyamide (PA) le Polysulfure de phénylène (PPS), le Polyétherimide (PEI), le Polysulfone (PSU), le Polybenzimidazole (PBI).

[0021] Avantageusement les microtubes ont une section transversale polygonale par exemple carrée ou rectangulaire, si ce n'est au moins un microtube d'extrémité, qui a une section transversale semicylindrique. La surface interne des microtubes peut être rainurée. Les ponts sont munis d'entailles transversales formant des trous de communication de part et d'autre du dispositif.

[0022] Les ponts peuvent être disposés successive-

ment de part et d'autre dudit dispositif. Ils peuvent être tous disposés du même côté dudit dispositif. Ils peuvent être disposés des deux côtés dudit dispositif. Les ouvertures dans les ponts peuvent être alignées ou disposées en quinconce. Des ailettes extrudées peuvent être disposées sur un ou deux côtés du dispositif, une surface d'échange secondaire, réalisée avantageusement avec une structure poreuse conductrice thermique, peut être ajoutée, pour améliorer l'échange thermique côté fluide secondaire.

[0023] Avantageusement ce dispositif comprend à une extrémité, un premier élément d'extrémité et à une autre extrémité, un second élément d'extrémité apte à être assemblé avec le premier élément d'extrémité.

[0024] Ce dispositif peut avoir une structure cylindrique, une structure en tronc de cône, une structure en accordéon linéaire, ou une structure en accordéon circulaire.

[0025] La structure cylindrique, ou la structure en accordéon circulaire, peut être placée dans une enveloppe cylindrique pour former un écoulement partiellement annulaire.

[0026] Des organes de ventilation peuvent être intégrés dans la structure cylindrique, la structure en tronc de cône ou la structure en accordéon circulaire.

[0027] L'invention permet de résoudre le problème technique posé plus haut. Elle permet, en effet :

- la réalisation de microcanaux par extrusion,
- la réalisation de microcanaux dans l'épaisseur du dispositif de l'invention, de taille inférieure au millimètre, typiquement entre 100 µm et 1 mm, permettant de bénéficier d'une surface d'échange importante pour le fluide primaire tout en conservant une épaisseur de surface d'échange très faible,
- l'obtention d'une précision importante pour la taille des microcanaux, dans lesquels circule le fluide primaire, en utilisant une méthode industrielle reproductible et à bas coût, ce qui permet de contrôler la perte de charge dans ces microcanaux.

[0028] L'invention peut trouver des applications dans différents domaines tel que celui :

- des aéroréfrigérants permettant d'évacuer de la chaleur d'équipements domestiques ou industriels vers le milieu ambiant,
- des réchauffeurs et refroidisseurs de fluides,
- des dispositifs d'évacuation de chaleur d'équipements électriques, électroniques domestiques ou industriels, fixes ou portables, vers l'air ambiant,
- des évaporateurs et condenseurs de fluide frigorigènes,
- des échangeurs thermiques intégrant une réaction chimique ou biologique (échangeurs réacteurs),
- des échangeurs thermiques intégrant une fonction de filtrage tels que des échangeurs filtres pour refroidissement et filtrage d'huile de machines ther-

miques.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0029] La figure 1 illustre un dispositif de l'art antérieur.

[0030] Les figures 2 et 3 illustrent le dispositif de l'invention.

[0031] Les figures 4 à 14 illustrent différents modes de réalisation du dispositif de l'invention.

EXPOSE DETAILLE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

[0032] Comme illustré sur les figures 2 et 3, l'invention concerne un dispositif ultraplat 10 d'échange de chaleur entre un fluide primaire 11, par exemple de l'eau, et un fluide secondaire 12, par exemple l'air. Ce dispositif comporte un ensemble de microtubes parallèles 13, par exemple de section carrée ou semicylindrique, constituant des microcanaux à l'intérieur desquels circule le fluide primaire 11. Chaque microtube 13 est séparé de chacun des microtubes voisins par un espace 14 et est relié à celui-ci, sur au moins une partie de sa longueur, par au moins un pont 15 percé de trous de communication 16 au travers desquels circule le fluide secondaire 12.

[0033] L'épaisseur e d'un tel dispositif est de l'ordre du millimètre. La section des microtubes est polygonale, cylindrique, semi-cylindrique ou toute autre forme adaptée.

[0034] Pour réaliser un tel dispositif on peut extruder un matériau sous formes, de manière à réaliser les microcanaux dans lesquels peut circuler le fluide primaire 11.

[0035] On peut éventuellement réaliser des micro-rainures sur la surface interne des microcanaux pour améliorer les coefficients d'échange. Ces rainures sont facilement obtenues lors de la fabrication par extrusion.

[0036] Pour réaliser les trous de communication 16, on peut tout d'abord usiner des entailles rapprochées 17 dans les ponts 15, par exemple à l'aide d'une fraiseuse ou tout autre procédé d'enlèvement de manière connue de l'homme de l'art, puis d'ouvrir des trous de communication pour le fluide 12 dans chacun des ponts 15. Ces ouvertures peuvent être alignées ou disposées en quinconce de manière à améliorer le coefficient d'échange.

[0037] On peut ainsi améliorer l'échange thermique côté fluide secondaire, en développant la surface à l'aide d'ailettes extrudées disposées sur un ou deux côtés du dispositif. L'ouverture des ponts de communication pour le passage du fluide secondaire réalise alors sur la surface du dispositif un ensemble de picots (« pin-fins » en anglais) particulièrement favorable à l'échange thermique. L'amélioration de l'échange thermique coté fluide secondaire peut aussi être réalisée par ajout d'une surface d'échange secondaire par brasure, colla-

ge ou tout autre procédé connu de l'homme de l'art. Cette surface d'échange secondaire est réalisée avantageusement avec une structure poreuse conductrice thermique telle que mousse, toile en aluminium ou tout autre matériau bon conducteur thermique.

[0038] On peut alors replier ce dispositif suivant différentes configurations illustrées sur les figures 4, 5, 6, 6a et 7 qui illustrent respectivement une structure en cylindre, une structure en tronc de cône, une structure en accordéon linéaire, et une structure en accordéon circulaire, ou suivant toute autre configuration permettant de minimiser la surface frontale offerte au fluide secondaire.

[0039] Les configurations en accordéon peuvent être réalisées par pliage d'un profil en forme de serpent, comme illustré sur les figures 6 et 6a. La figure 6 illustre l'écoulement du fluide primaire 11 selon une direction parallèle aux arêtes des plis. La figure 6a illustre l'écoulement du fluide primaire 11a dans une direction orthogonale à la précédente dite « dans le sens du pliage ». La configuration illustrée sur la figure 6a est particulièrement bien adaptée lorsqu'on travaille avec un fluide primaire à haute pression parce que les boîtes à eau aux extrémités du profil sont plus simples à réaliser et que l'on peut accepter une perte de pression plus élevée. C'est le cas notamment pour la climatisation utilisant comme fluide frigorigène du gaz carbonique (CO_2).

[0040] Comme illustré sur la figure 8, on peut aussi former avec le dispositif de l'invention une structure cylindrique qui peut être positionnée, à l'intérieur d'une enveloppe circulaire 20. Une telle configuration circulaire permet de réaliser un espace annulaire intégré pour le fluide secondaire et d'utiliser la surface extérieure comme une surface d'échange supplémentaire dans l'espace annulaire ainsi formé. Dans cette configuration, les entailles dans les ponts extérieurs peuvent être réalisées très simplement au tour ou par tout procédé connu dans l'état de l'art.

[0041] Une telle configuration en forme de cylindre pour un échangeur liquide/gaz permet, comme illustré sur la figure 9, d'intégrer dans le volume central tout ou partie d'organes de ventilation 25, par exemple un ventilateur et un moteur, pouvant faire circuler le gaz.

[0042] Une configuration en forme de tronc de cône comme illustré sur la figure 10, permet de réaliser une telle intégration, et d'insérer aisément le dispositif de l'invention dans une gaine circulaire 24.

[0043] Différentes configurations du dispositif de l'invention sont également possibles :

- une structure avec des ponts 15 disposés successivement de part et d'autre du dispositif, comme illustré sur les figures 2 et 3,
- une structure avec tous les ponts 15 disposés du même côté, comme illustré sur la figure 11,
- une structure avec des ponts 15 disposés des deux côtés, comme illustré sur la figure 12,
- une structure circulaire, comme illustré sur la figure

8.

Exemple de modes de réalisation

[0044] Le dispositif de l'invention peut être réalisé en tout matériau métallique extrudable, tel que par exemple un alliage d'aluminium ou tout autre métal connu de l'homme de l'art.

[0045] Il peut également être réalisé dans un polymère thermoplastique extrudable, chargé ou non, tel que l'Oxyde de Polyphénylène (PPO), le Polypropylène (PP), le Polychlorure de Vinyle surchloré (PVCC), le Polyamide (PA) le Polysulfure de phénylène (PPS), le Polyéthér-imide (PEI), le Polysulfone (PSU), le Polybenzimidazole (PBI) ou tout autre polymère connu de l'homme de l'art. Il peut être également réalisé en matériau céramique extrudable avant frittage.

[0046] L'épaisseur du dispositif de l'invention peut être comprise entre 0,5 et 5 mm, typiquement 1 mm.

[0047] La largeur hors tout de l'ensemble des microtubes dans un dispositif plat, qui dépend des possibilités d'extrusion du matériau, est comprise entre 10 et 500 mm, typiquement 50 mm.

[0048] Le diamètre du dispositif circulaire enveloppant les microtubes, qui dépend des possibilités d'extrusion du matériau, est compris entre 10 et 100 mm, typiquement 50 mm.

[0049] La taille des microcanaux pour le fluide primaire, réalisés dans les microtubes 13, peut être comprise entre 0,1 et 2 mm, typiquement 0,5 mm.

[0050] La taille de l'espace 14 entre les microtubes 13 peut être comprise entre 0,2 et 2 mm, typiquement 0,4 mm.

[0051] La largeur de entailles 17 peut être comprise entre 0,1 et 2 mm, typiquement 0,4 mm.

[0052] L'assemblage de boîtes à eau pour alimenter le dispositif de l'invention en fluide primaire est un point important et relativement coûteux dans la réalisation des échangeurs. Celui-ci peut être réalisé aisément par un usinage simple, sur une longueur 1, des extrémités des microtubes 13, comme illustré sur la figure 13, de manière à laisser dépasser ces extrémités. Les ouvertures dans les boîtes à eau peuvent alors être réalisées par un procédé quelconque connu de l'homme de l'art tel que emboutissage, perçage mécanique, laser, jet d'eau de trous rectangulaires dans lesquels viennent s'emboîter aisément ces extrémités.

[0053] Un tel assemblage est facilité, par rapport à un ensemble de tubes séparés, du fait que le dispositif de l'invention garantit un espacement régulier entre les microtubes 13.

[0054] L'utilisation d'éléments d'extrémités complémentaires, par exemple mâle et femelle, 30 et 31, comme illustré sur la figure 14, permet un assemblage de dispositifs entre eux pour former aisément une structure plus importante, en évitant les fuites à la jointure entre les microtubes.

Applications industrielles

[0055] Dans une configuration circulaire liquide/liquide, le dispositif de l'invention peut être utilisé pour des refroidisseurs d'huile, par exemple applicables dans le domaine du transport automobile, du transport aéronautique.

[0056] Dans la configuration d'échangeur liquide/gaz, le dispositif de l'invention peut être utilisé pour réaliser des petits aéroréfrigérants industriels très compacts, dans le domaine de refroidissement de machines, du refroidissement de composants électriques ou électroniques, de la climatisation, du transport ...

Références**[0057]**

[1] « Design and Fabrication of a Cross Flow Micro Heat Exchanger » de Chad Harris, Mircea Despa et Kevin Kelly (Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. 9, pages 502-508, 2000).

[2] US 6 415 860

[3] "A Study on the Development of the Wire Woven Heat Exchanger Using Small Diameter Tubes" de Sung-Ho Choi, Won-Ho Cho, Su-Won Kim et Jong-Soo Kim (International Symposium on Contact heat exchangers, Grenoble, 24 août 2002, pages 269 à 273) .

[4] "Intensification des transferts de chaleur dans un échangeur en matériau polymérique- Etude de l'écoulement gazeux et des performances thermiques" de Hervé Damotte (Thèse Université de Franche-Comté, 1993)

Revendications

1. Dispositif ultraplat d'échange de chaleur entre un fluide primaire (11) et un fluide secondaire (12) comportant un ensemble de microtubes parallèles (13) à l'intérieur desquels circule le fluide primaire, **caractérisé en ce que** chaque microtube (13) est séparé d'au moins un microtube voisin par un espace (14) et est relié à celui-ci, sur au moins une partie de sa longueur, par au moins un pont (15) percé de trous de communication (16) au travers desquels circule le fluide secondaire.
2. Dispositif, selon la revendication 1, qui est réalisé en un matériau extrudable.
3. Dispositif selon la revendication 2, qui est réalisé en un matériau métallique extrudable.

4. Dispositif selon la revendication 2, qui est réalisé en un polymère thermoplastique extrudable chargé ou non.
5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel ce polymère est choisi parmi l'Oxyde de Polyphénilène (PPO), le Polypropylène (PP), le Polychlorure de Vinyle surchloré (PVCC), le Polyamide (PA) le Polysulfure de phénylène (PPS), le Polyétherimide (PEI), le Polysulfone (PSU), le Polybenzimidazole (PBI).
6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel plusieurs microtubes (13) ont une section transversale polygonale.
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel la section transversale est carrée ou rectangulaire.
8. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel au moins un microtube d'extrémité a une section transversale semicylindrique.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 ou 8, dans lequel la surface interne des microtubes est micro-rainurée.
10. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ponts sont munis d'entailles transversales (17) dans lesquelles sont percés les trous de communications (16).
11. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ponts (15) sont disposés successivement de part et d'autre dudit dispositif.
12. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ponts (15) sont tous disposés du même côté dudit dispositif.
13. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ponts (15) sont disposés des deux côtés dudit dispositif.
14. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ouvertures dans les ponts sont alignées ou disposées en quinconce.
15. Dispositif selon la revendication 1, qui comprend des ailettes extrudées disposées sur au moins un côté de celui-ci.
16. Dispositif selon la revendication 1, qui comprend une surface d'échange secondaire, qui est une structure poreuse conductrice thermique.
17. Dispositif selon la revendication 1, qui comprend, à une extrémité, un premier élément d'extrémité (30) et, à une autre extrémité, un second élément d'extrémité complémentaire (31) apte à être assemblé avec le premier élément d'extrémité.
18. Dispositif selon la revendication 1, qui a une structure cylindrique.
19. Dispositif selon la revendication 1, qui a une structure en tronc de cône.
20. Dispositif selon la revendication 1, qui a une structure en accordéon linéaire.
21. Dispositif selon la revendication 1, qui a une structure en accordéon circulaire.
22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 ou 21, dans lequel la structure formée est placée dans une enveloppe cylindrique (20) pour former un écoulement partiellement annulaire.
23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18, 19 ou 21, dans lequel des organes de ventilation (25) sont intégrés dans la structure.
24. Application du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes à au moins l'un des domaines suivants ;
- aéroréfrigérants permettant d'évacuer de la chaleur d'équipements domestiques ou industriels vers le milieu ambiant,
 - réchauffeurs et refroidisseurs de fluides,
 - dispositifs d'évacuation de chaleur d'équipements électriques, électroniques domestiques ou industriels, fixes ou portables, vers l'air ambiant,
 - évaporateurs et condenseurs de fluide frigorigènes,
 - échangeurs thermiques intégrant une réaction chimique ou biologique,
 - échangeurs thermiques intégrant une fonction de filtrage tels que des échangeurs filtres pour refroidissement et filtrage d'huile de machines thermiques.

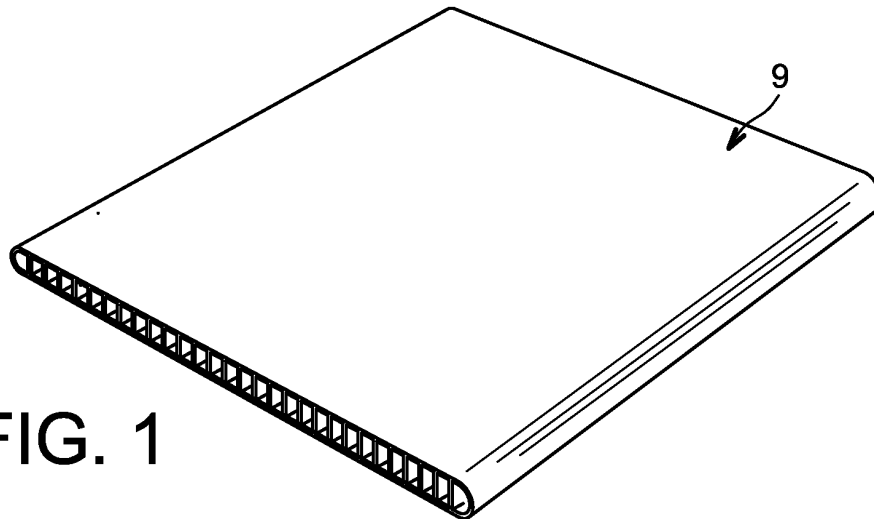


FIG. 1

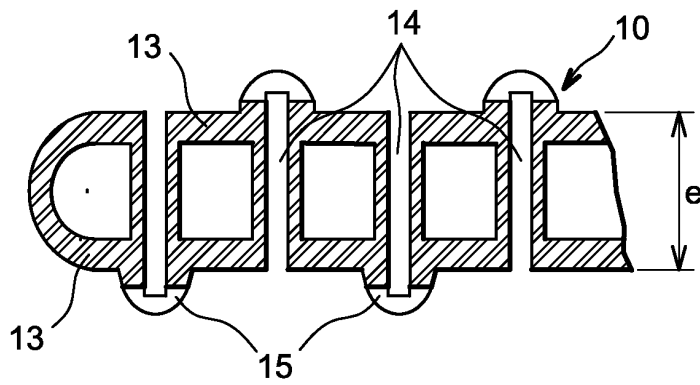


FIG. 2

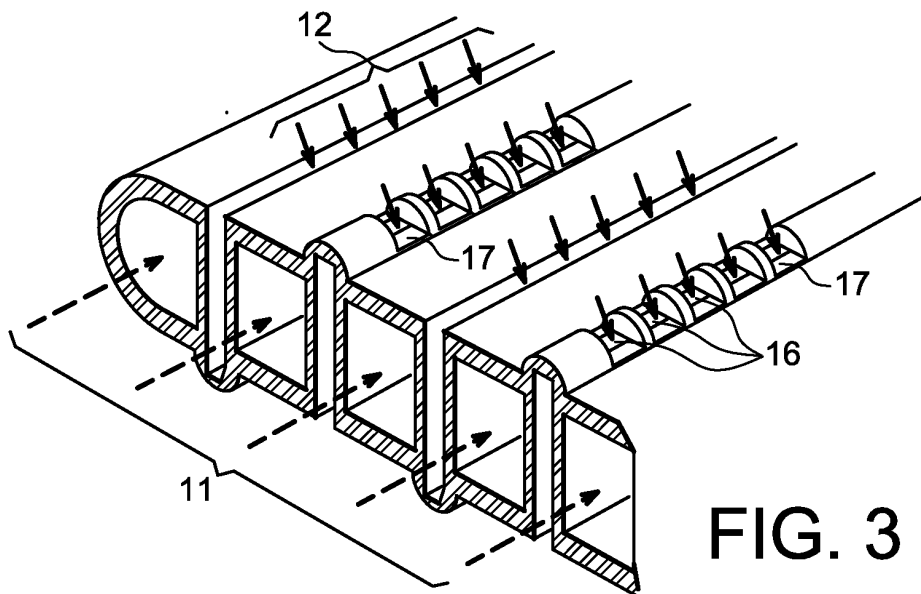


FIG. 3

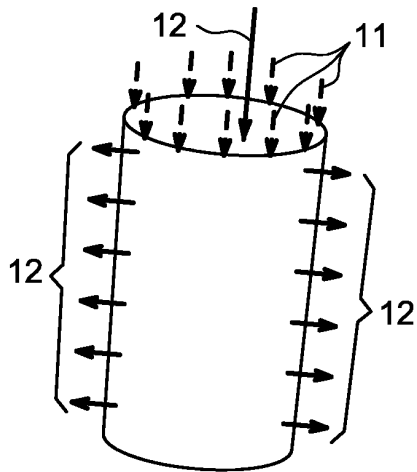


FIG. 4

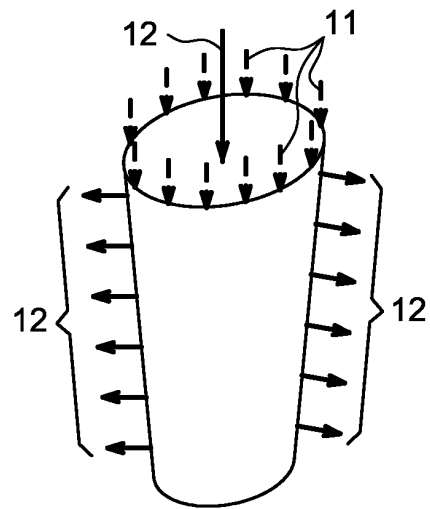


FIG. 5

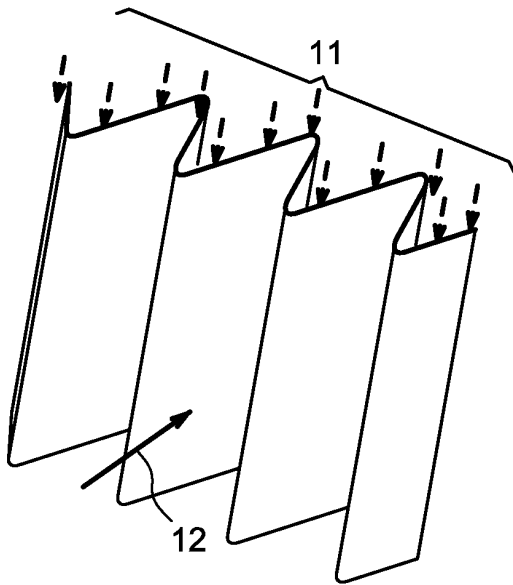


FIG. 6

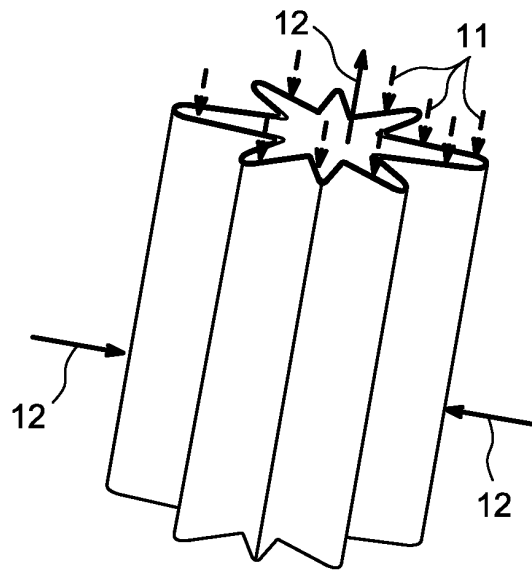


FIG. 7

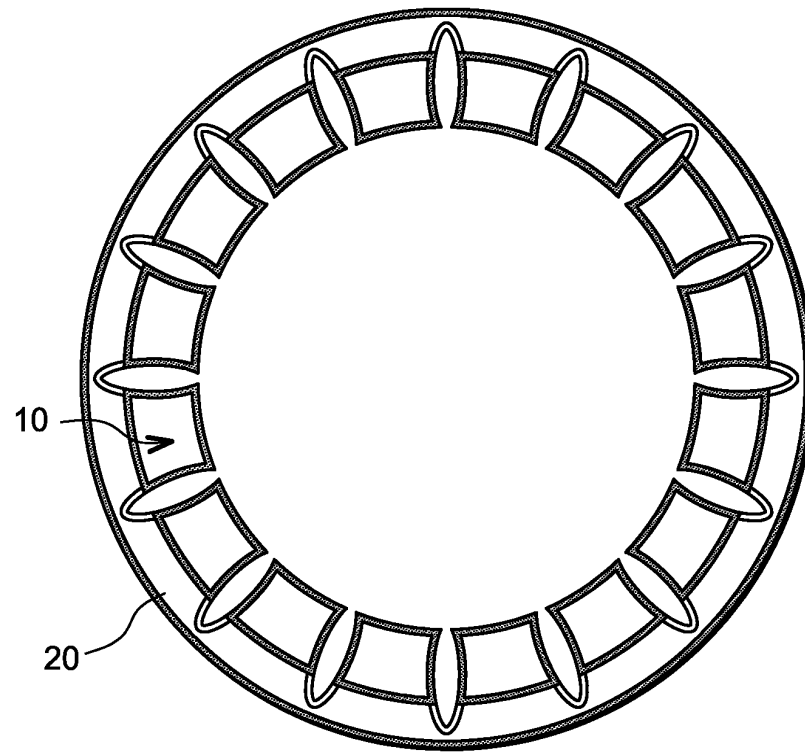


FIG. 8

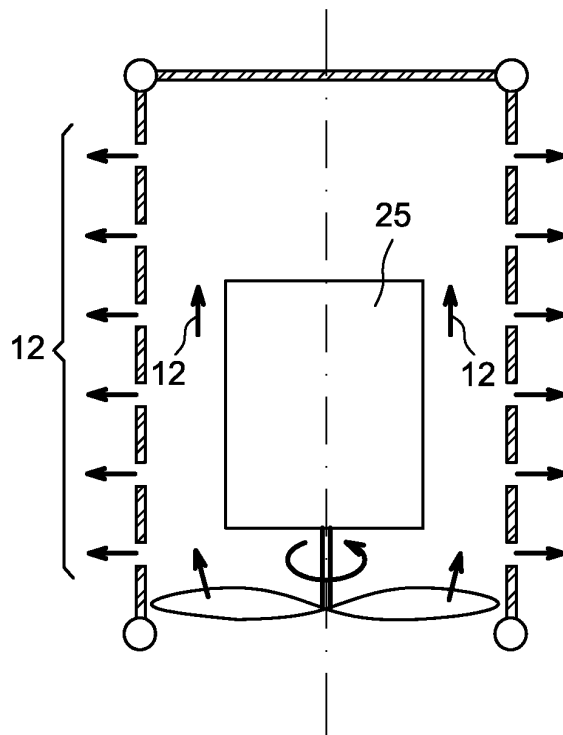


FIG. 9

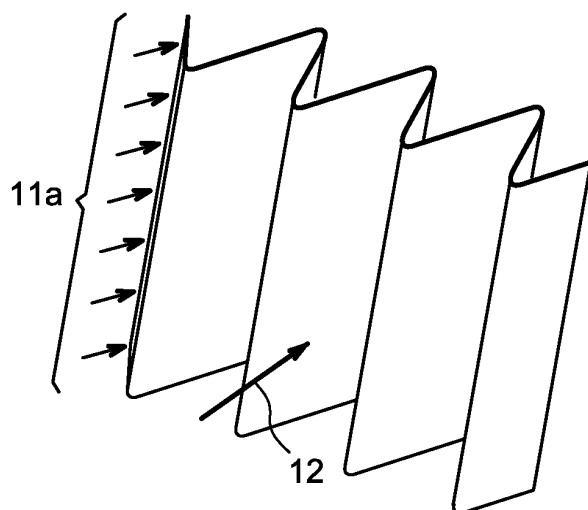


FIG. 6a

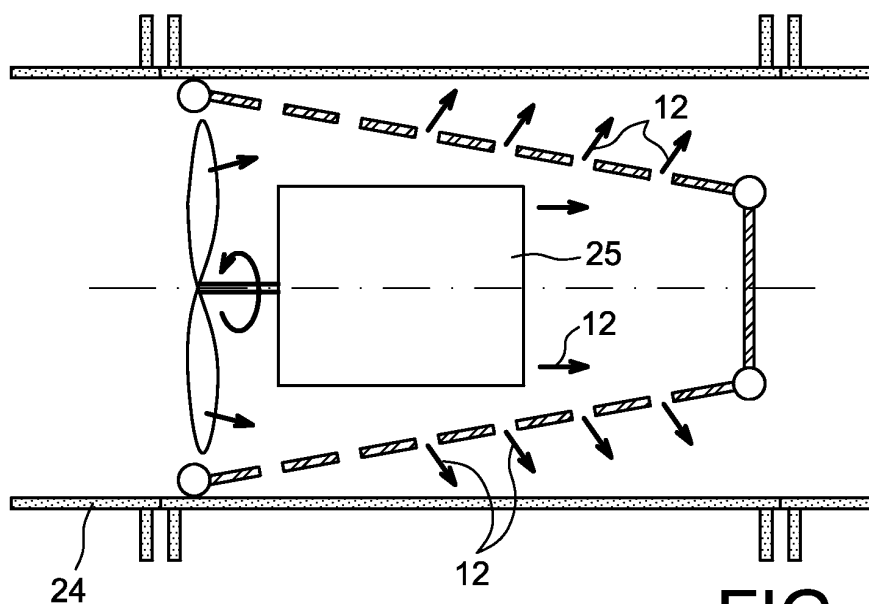


FIG. 10

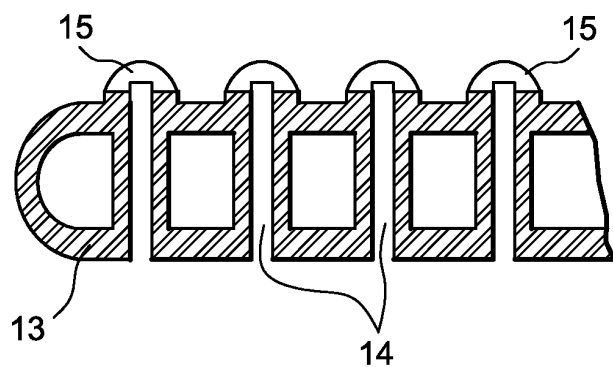


FIG. 11

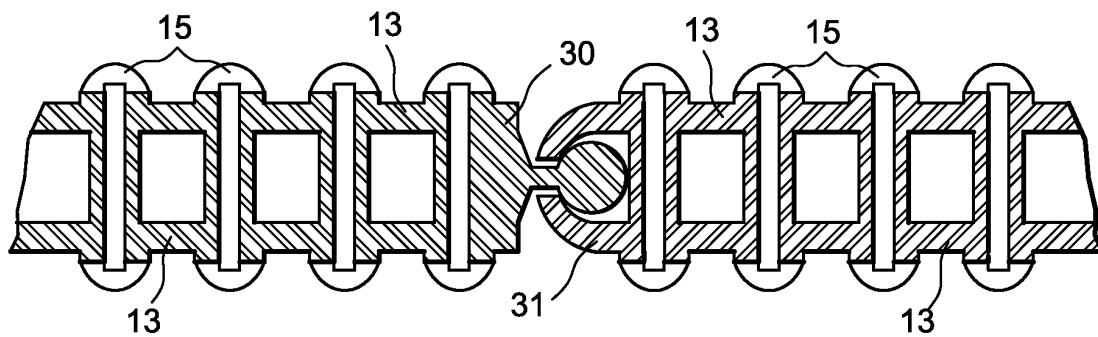
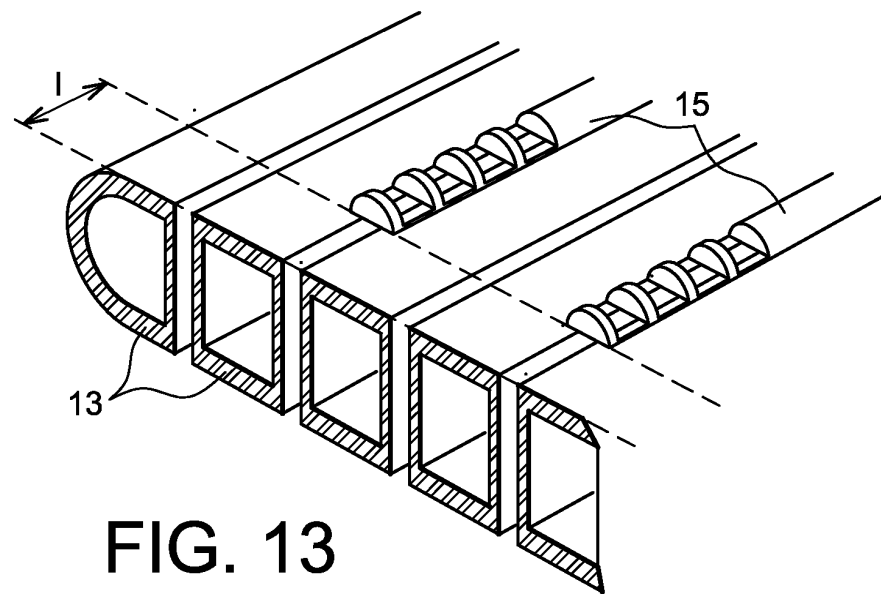
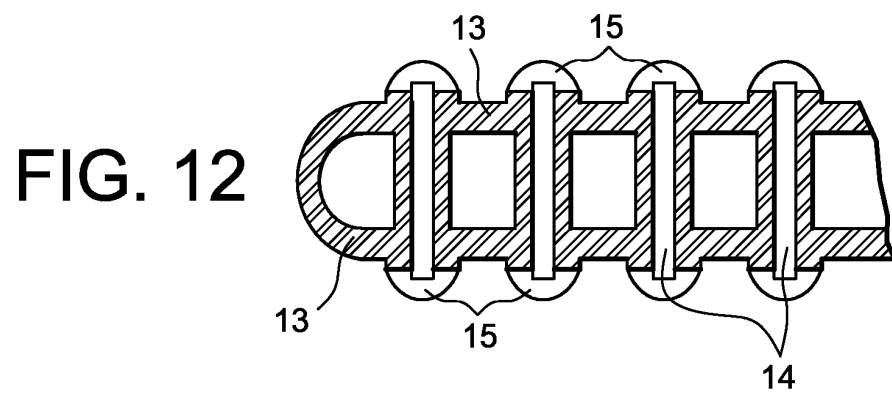


FIG. 14



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 10 1650

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	EP 1 031 810 A (NAGAOKA TADAYOSHI) 30 août 2000 (2000-08-30) * le document en entier *	1-3,6	F28D1/02 F28F1/02
X	US 6 415 860 B1 (HARRIS CHAD R ET AL) 9 juillet 2002 (2002-07-09) * le document en entier *	1	
A	US 5 544 698 A (PAULMAN ROGER) 13 août 1996 (1996-08-13) * le document en entier *	1-24	
A	US 5 598 632 A (CAMARDA CHARLES J ET AL) 4 février 1997 (1997-02-04) * le document en entier *	1-24	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F28D F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche MUNICH		Date d'achèvement de la recherche 24 mai 2004	Examineur Bain, D
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 04 10 1650

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.

24-05-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1031810	A	30-08-2000	AU 741627 B2	06-12-2001
			AU 1759300 A	31-08-2000
			CA 2299179 A1	26-08-2000
			CN 1269500 A	11-10-2000
			EP 1031810 A2	30-08-2000
			ID 24860 A	31-08-2000
			JP 2000249480 A	14-09-2000
			KR 2000058203 A	25-09-2000
			RU 2184329 C2	27-06-2002
			SG 78411 A1	20-02-2001
			US 2003029604 A1	13-02-2003
US 6415860	B1	09-07-2002	US 2002125001 A1	12-09-2002
US 5544698	A	13-08-1996	CA 2145555 A1	01-10-1995
US 5598632	A	04-02-1997	US 5527588 A	18-06-1996

EPO FORM P0460

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