



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
25.05.2005 Bulletin 2005/21

(51) Int Cl.7: **F28F 1/02, F28D 7/00**

(21) Numéro de dépôt: **04105885.0**

(22) Date de dépôt: **18.11.2004**

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

(72) Inventeurs:
• **BOUZON, Christophe**
30150, SAUVETERRE (FR)
• **GRUSS, Jean-Antoine**
38170, SEYSSINET (FR)

(30) Priorité: **20.11.2003 FR 0350865**

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

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**
ATOMIQUE
75752 Paris Cédex 16 (FR)

(54) **Plaque d'échangeur de chaleur, et cet échangeur**

(57) Les plaques d'échangeur de chaleur possèdent la section représentée, avec des reliefs (2) aux faces supérieures et inférieures dans lesquels s'étendent les canaux (7) d'écoulement d'un des fluides. Des entailles (10) sont établies aux extrémités longitudinales pour permettre la communication de ces canaux, leur

alimentation et leur évacuation à partir d'une face latérale de la plaque, alors que l'autre fluide entre et sort par les faces longitudinales. L'échangeur est plus facile à construire. Les plaques sont fabriquées par les extrusions et usinées seulement pour réaliser les entailles (10).

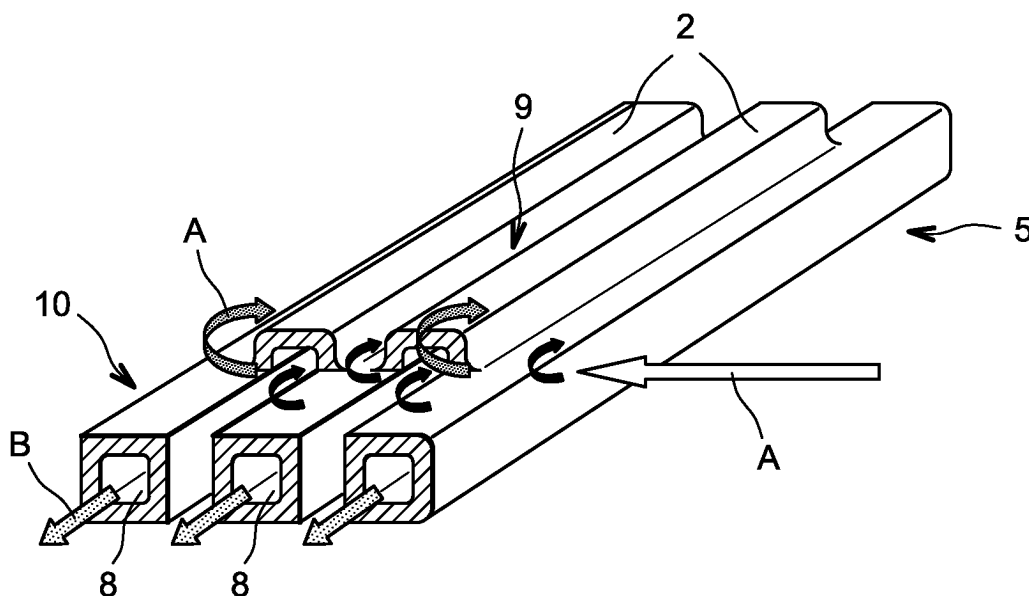


FIG. 2

Description

[0001] Le sujet de l'invention est une plaque d'échangeur de chaleur, ainsi qu'un échangeur de chaleur comprenant au moins une de ces plaques.

[0002] Les échangeurs de chaleur sont couramment utilisés dans plusieurs domaines techniques, comme les transports, la climatisation, la thermique ou les piles à combustible. De nombreuses familles existent aussi si on considère leur structure, ou la façon dont les canaux de transport des fluides sont construits et disposés. Les échangeurs de chaleur dont fait partie l'invention comprennent des plaques dans lesquelles les canaux de transport de fluide sont creusés. Une telle structure offre les avantages d'être compacte tout en ayant une bonne résistance mécanique, notamment à l'égard de fluides à haute pression. Un exemple récent est décrit dans le document US 6 467 535 B1, où les plaques comprennent une enveloppe extérieure circonscrivant un volume que des cloisons, d'une pièce avec l'enveloppe, divisent en canaux d'écoulement des deux fluides. De telles plaques peuvent être fabriquées d'un seul tenant par un procédé d'extrusion qui, conjointement à une épaisseur suffisante de l'enveloppe et des cloisons, assure la résistance souhaitée.

[0003] Il subsiste cependant un problème de raccordement des canaux des plaques. Comme les canaux sont parallèles et adjacents, les conduits qui apportent les deux fluides à l'échangeur et les en emportent doivent l'être aussi, en alternant sur la largeur de la plaque, ce qui est très contraignant puisque le montage est délicat et que les conduits doivent aussi résister aux pressions de fluides, or il est improbable qu'on puisse les construire avec la même résistance que les canaux. Les raccords deviennent ainsi les endroits faibles de l'échangeur de chaleur, sans qu'il soit possible de les renforcer.

[0004] C'est pourquoi l'invention a été conçue : elle concerne d'abord une plaque d'échangeur de chaleur de forme particulière et se prêtant facilement à des raccords par des moyens simples.

[0005] Sous sa forme générale, la plaque d'échangeur de chaleur comprend une enveloppe extérieure et des cloisons divisant un volume circonscrit par l'enveloppe en canaux, caractérisée en ce que l'enveloppe possède des reliefs, les reliefs et les canaux s'étendant dans une même direction longitudinale, une première catégorie des canaux s'étend jusque dans les reliefs, et les reliefs et l'enveloppe sont entaillés sur une partie dans la direction longitudinale en ouvrant les canaux de la première catégorie.

[0006] Les reliefs peuvent être établis de deux côtés opposés de l'enveloppe.

[0007] L'échangeur de chaleur comprend au moins une de ces plaques dans un empilement, ainsi qu'un cadre entourant l'empilement et des conduits d'entrée et de sortie de fluide traversant le cadre et communiquant aux canaux, et il est remarquable en ce que les

conduits comprennent d'une part des conduits communiquant aux canaux de la première catégorie et s'étendant d'un premier côté du cadre, et d'autre part des conduits communiquant à une deuxième catégorie de canaux (séparés des premiers par les cloisons et transportant l'autre fluide) et s'étendant d'un deuxième côté du cadre qui est différent du premier. Typiquement, le cadre comprend quatre côtés en rectangle, dont le premier côté et le deuxième côté cités, qui sont perpendiculaires entre eux ; les deux derniers côtés, ou l'un d'entre eux, peuvent comprendre d'autres conduits d'entrée et de sortie du fluide ou des conduits de raccordement entre deux plaques. Le cadre peut également être simplement constitué de deux pièces indépendantes au niveau des extrémités des conduits.

[0008] Dans ce cas l'étanchéité latérale des plaques est réalisée par assemblage des reliefs d'extrémités latéraux de celle-ci.

[0009] L'avantage fondamental de l'invention est que les conduits d'entrée et de sortie de deux fluides ne sont pas entremêlés ni adjacents, mais séparés, les conduits menant aux canaux s'étendant dans les reliefs étant placés sur un côté latéral de la plaque, et les conduits menant aux autres canaux étant placés sur un côté d'extrémité longitudinal de la plaque.

[0010] Les canaux des deux catégories peuvent prendre des formes différentes, mais il est avantageux qu'au moins ceux de la première catégorie aient une section oblongue, ceux de la deuxième catégorie ayant une section de forme plus régulière.

[0011] La surface d'échange est accrue si les canaux ont des surfaces délimitantes qui sont rainurées dans la direction longitudinale.

[0012] Les plaques sont avantageusement construites par extrusion.

[0013] L'invention sera maintenant décrite en liaison aux figures, dont :

- les figures 1 et 2 illustrent un premier mode de réalisation de l'invention,
- les figures 3, 4 et 5 représentent certaines variantes possibles du premier mode,
- les figures 6 et 7 représentent deux vues d'un empilement de plaque,
- les figures 8 et 9 deux modes d'échangeur de chaleur,
- la figure 10 un mode possible d'assemblage de plaques,
- et les figures 11 et 12 illustrent deux autres modes de réalisation d'échangeur.

[0014] Une plaque d'échangeur de chaleur conforme à l'invention présente la section illustrée à la figure 1, avec une enveloppe 1 extérieure comprenant des reliefs 2 périodiques en saillie sur deux faces principales 3 et 4 et opposées de cette plaque 5 et qui s'étendent dans une direction longitudinale ; la plaque 5 comprend encore des cloisons 6 s'étendant d'une face 3 à l'autre 4

sous les aplombs des reliefs 2, et s'étendant aussi dans la direction longitudinale. Ces cloisons 6 délimitent des canaux 7 et 8, dont ceux d'une première catégorie 7 s'étendent sous les reliefs 2 et en eux, et ceux d'une deuxième catégorie 8 s'étendent entre les reliefs 2 en alternant avec les précédents. Les canaux de première catégorie 7 ont une section sensiblement rectangulaire ou oblongue, et ceux de deuxième catégorie 8 une section de dimension plus régulière.

[0015] On prévoit que les reliefs 2 soient coupés ou entaillés au moins sur une partie de la longueur de la plaque 5 de manière à ouvrir latéralement les canaux de première catégorie 7. La figure 2 illustre par les flèches A qu'un fluide introduit sur la plaque 5 s'écoule, par l'entaille 10 ainsi formée, dans tous les canaux de première catégorie 7, et aussi, sur les canaux de deuxième catégorie 8, dans des canaux de troisième catégorie 9 s'étendant entre les reliefs 2. Un des fluides d'échange de chaleur suivra effectivement ces chemins et l'autre coulera dans les canaux de deuxième catégorie 8 d'après les flèches B. L'entaille 10 n'atteignant pas les canaux de deuxième catégorie 8, les fluides restent séparés.

[0016] On a représenté des canaux 7 et 8 sensiblement rectangulaires ; d'autres sections seraient possibles, comme le représentent les figures 3 et 4 qui illustrent des canaux de première catégorie 7 elliptiques et des canaux de deuxième catégorie 8 respectivement circulaires et elliptiques ; un autre genre d'aménagement est celui de la figure 5, qui montre que les canaux 7 et 8 peuvent présenter des parois les délimitant pourvues de micro-rainures 11 longitudinales leur donnant une section dentelée qui accroît la surface d'échange de chaleur entre les fluides. Cette disposition sera donc adoptée avant tout sur les parois latérales, qui sont les faces des cloisons 6.

[0017] Les figures 6 et 7 représentent un empilement de plaques 5, les reliefs 2 de plaques 5 empilées étant en appui mutuel et fermant les sections des canaux de troisième catégorie 9. L'échangeur peut être complété par un cadre 12 assemblé autour de l'empilement des plaques 5 (qui comprend aussi deux plaques d'extrémité, pleines, pas représentées). Le cadre 12 possède quatre côtés en rectangle, et s'ajuste autour des plaques 5 en se raccordant aux canaux 7 et 8. Il est composé de cadres élémentaires 15 de hauteur au moins égale aux plaques 5, qu'ils entourent respectivement et qui sont empilés comme elles. Les canaux 8 de deuxième catégorie sont dégagés par un usinage au-delà de l'entaille 10 et s'ajustent dans des créneaux 40 usinés dans un premier côté 14 des cadres élémentaires 15. Un deuxième côté 16 des cadres élémentaires 15, adjacent au précédent, est percé d'orifices 41 en regard de l'entaille 10. On remarquera que l'échange de chaleur s'effectue par tous les côtés des canaux 8 de deuxième catégorie, vers les canaux 7 et 9 de première et de troisième catégorie qui les entourent presque complètement, et qu'il est donc très bon.

[0018] L'étanchéité et la cohésion de l'échangeur de chaleur sont assurées par des brasures ou des collages 42 entre les cadres élémentaires 15. L'étanchéité peut être également réalisée par soudure en périphérie. L'addition de garnitures d'étanchéité n'est pas nécessaire ailleurs.

[0019] L'ensemble est complété par des distributeurs comme celui de la figure 8. Le premier côté 14 reçoit un distributeur 18 de sortie du second fluide et fait communiquer les canaux de deuxième catégorie 8 avec un conduit de sortie 19. Un troisième côté 20 du cadre 12, opposé au premier et raccordé aux canaux de deuxième catégorie 8 de la même façon, reçoit un distributeur 21 semblable au précédent et comprenant un conduit 22 d'entrée du second fluide. Le deuxième côté 16 du cadre 12 reçoit un troisième distributeur 23, qui est un distributeur d'entrée du premier fluide et fait communiquer un conduit d'entrée 24 aux orifices 41, aux entailles 10 et aux canaux de première et troisième catégorie 7 et 9. Enfin, un quatrième côté 25 du cadre 12 reçoit un distributeur 26 de sortie du premier fluide pourvu d'un conduit 27 ; ce distributeur 26 est à l'extrémité longitudinale opposée au distributeur 23 précédent de l'empilement des plaques 5 ; les distributeurs 23 et 26, et leurs raccordements et communications, sont semblables.

[0020] Ce dispositif autorise un écoulement à contre-courant dans l'échangeur de chaleur. Une configuration d'écoulement à co-courant est également possible. D'autres motifs sont évidemment possibles, et l'un d'entre eux est représenté à la figure 9, où les distributeurs 18 et 23 sont remplacés par des distributeurs 28 et 29 présentant chacun un conduit d'entrée 30 ou 31 et un conduit de sortie 32 ou 33 dont chacun communique à une portion respective du distributeur et à un groupe respectif des plaques 5 et des canaux. Les autres distributeurs 21 et 26 sont remplacés par des boîtes 34 et 35 aveugles autorisant le passage du fluide respectif d'un des groupes des plaques 5 et des canaux à l'autre groupe. Ce dispositif permet donc des configurations d'écoulement multipasses sur chacun des deux fluides. Deux groupes de plaques 5 et de canaux doivent évidemment être séparés par une plaque continue.

[0021] Les plaques 5 peuvent être construites par un procédé d'extrusion en utilisant une matière convenable, métallique ou en polymère, ce qui leur donne une structure unitaire à section uniforme, puis un usinage simple est accompli pour réaliser les entailles 10. Il est possible de laisser subsister des butées 36 afin de limiter l'enfoncement des plaques 5 dans les extrémités longitudinales du cadre 12. On doit aussi mentionner la possibilité, représentée à la figure 10, de construire les extrémités des plaques 5 en direction transversale avec des formes complémentaires 37 et 38, pour permettre un assemblage par aboutement donnant une plaque résultante plus large.

[0022] Une construction au cadre 12 entourant complètement les plaques 5 n'est pas nécessaire pour construire un échangeur de chaleur. Il est possible d'utiliser

des pièces d'extrémité, placées seulement aux extrémités longitudinales des plaques. Comme dans la réalisation précédente, il serait possible d'empiler et d'assembler des pièces ayant la même hauteur que les plaques 5. Une de ces pièces, en forme de peigne, est représentée à la figure 11 à la référence 50. Elle est composée d'une portée inférieure 43 et de dents 44 se dressant sur elle. Les canaux 8 de deuxième catégorie s'ajustent encore dans les créneaux 45, analogues aux créneaux 40, séparant les dents 44. La plaque 5 est maintenue en place par la portée inférieure 43 d'une autre pièce d'extrémité 50 qu'on pose sur la précédente et qui recevra une autre plaque 5.

[0023] Une pièce d'extrémité 51 en forme de plaque trouée, à travers laquelle passent les extrémités des canaux 8 de deuxième catégorie de tout l'empilement des plaques 5, est illustrée à la figure 12. Cette plaque trouée 51 est de structure unitaire dès l'origine.

[0024] Des distributeurs analogues aux précédents peuvent communiquer aux canaux 7 et 9 de première et de troisième catégorie, même si les côtés latéraux de l'empilement des plaques 5 ne sont pas revêtus. Les jonctions des plaques 5 sont brasées ou collées, aucune matière d'étanchéité n'étant nécessaire.

[0025] L'invention peut être appliquée à des canaux dont le diamètre hydraulique est d'environ 0,5 mm, avec un coût de fabrication bas.

Revendications

1. Plaque d'échangeur de chaleur, comprenant une enveloppe (1) extérieure et des cloisons (6) divisant un volume circonscrit par l'enveloppe en canaux (7, 8), **caractérisée en ce que** l'enveloppe possède des reliefs (2), les reliefs et les canaux s'étendant dans une même direction longitudinale, une première catégorie des canaux (7) s'étend jusque dans les reliefs, et les reliefs et l'enveloppe sont entaillés (10) sur une partie dans la direction longitudinale en ouvrant les canaux de la première catégorie.
2. Plaque d'échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les canaux de la première catégorie ont une section oblongue.
3. Plaque d'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les canaux ont des surfaces délimitantes rainurées en direction longitudinale.
4. Plaque d'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les reliefs (2) sont établis de deux faces (3, 4) opposées de l'enveloppe.
5. Plaque d'échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caracté-**

risée en ce qu'elle est à structure unitaire, à section uniforme et fabriquée par extrusion.

6. Echangeur de chaleur comprenant un empilement de plaques délimitant des canaux, des distributeurs d'entrée et de sortie des fluides, **caractérisé en ce qu'au moins** une des plaques est conforme à l'une des revendications précédentes, les distributeurs comprennent des distributeurs communiquant aux canaux de la première catégorie et des distributeurs communiquant à une deuxième catégorie de canaux, les canaux de la deuxième catégorie (8) étant séparés des canaux de la première catégorie (7) par les cloisons (6).
7. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, **caractérisé par** l'utilisation d'un cadre (12) entourant l'empilement de plaques (5), les distributeurs comprennent des distributeurs communiquant aux canaux de la première catégorie et s'étendant sur un premier côté du cadre et des distributeurs communiquant à une deuxième catégorie des canaux, s'étendant sur un deuxième côté du cadre, les canaux de la deuxième catégorie (8) étant séparés des canaux de la première catégorie (7) par les cloisons (6), le premier côté et le deuxième côté du cadre étant différents.
8. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, **caractérisé par** l'utilisation de pièces d'extrémité aux extrémités longitudinales, les distributeurs comprennent des distributeurs communiquant aux canaux de la première catégorie et s'étendant un côté latéral de l'empilement et des distributeurs communiquant à une deuxième catégorie des canaux et s'étendant sur une pièce d'extrémité, les canaux de la deuxième catégorie (8) étant séparés des canaux de la première catégorie (7) par les cloisons (6), le premier côté et le deuxième côté du cadre étant différents.
9. Echangeur de chaleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le cadre comprend quatre côtés en rectangle, dont le premier côté et le deuxième côté, qui sont perpendiculaires entre eux.
10. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 7 ou 9, **caractérisé en ce que** le cadre (12) est composé de cadres élémentaires (15) de même hauteur que les plaques, empilés et unis (42) entre eux, et comprenant des créneaux (40) de logement d'extrémités dégagées des canaux de deuxième catégorie et des orifices (41) placés devant les parties entaillées des reliefs et de l'enveloppe.

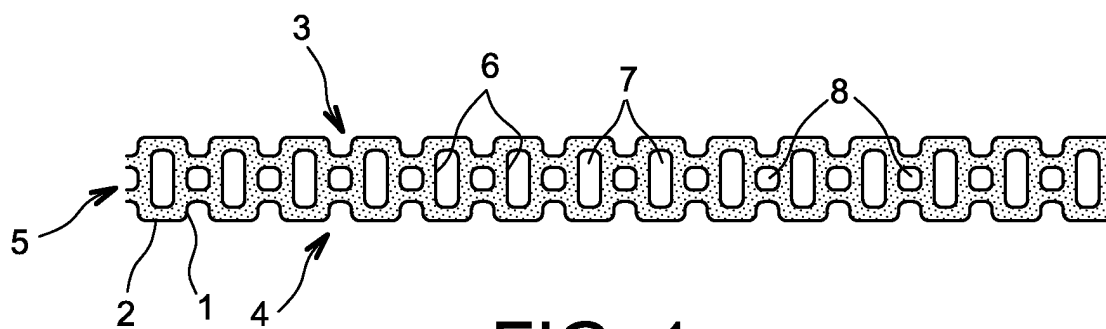


FIG. 1

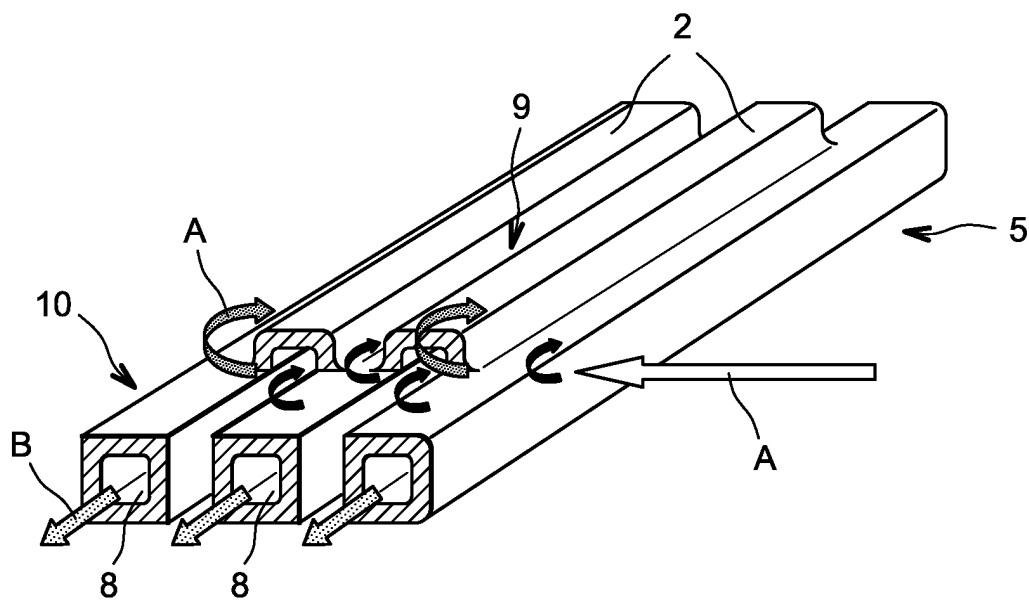


FIG. 2

FIG. 3

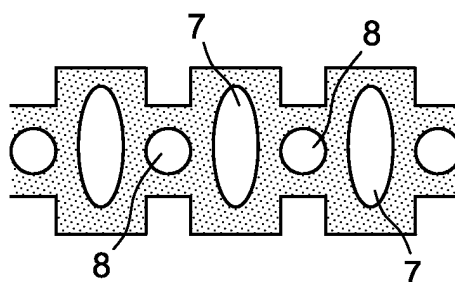


FIG. 4

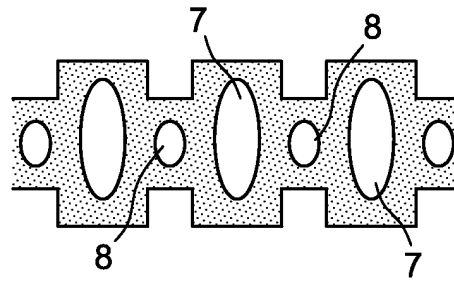


FIG. 5

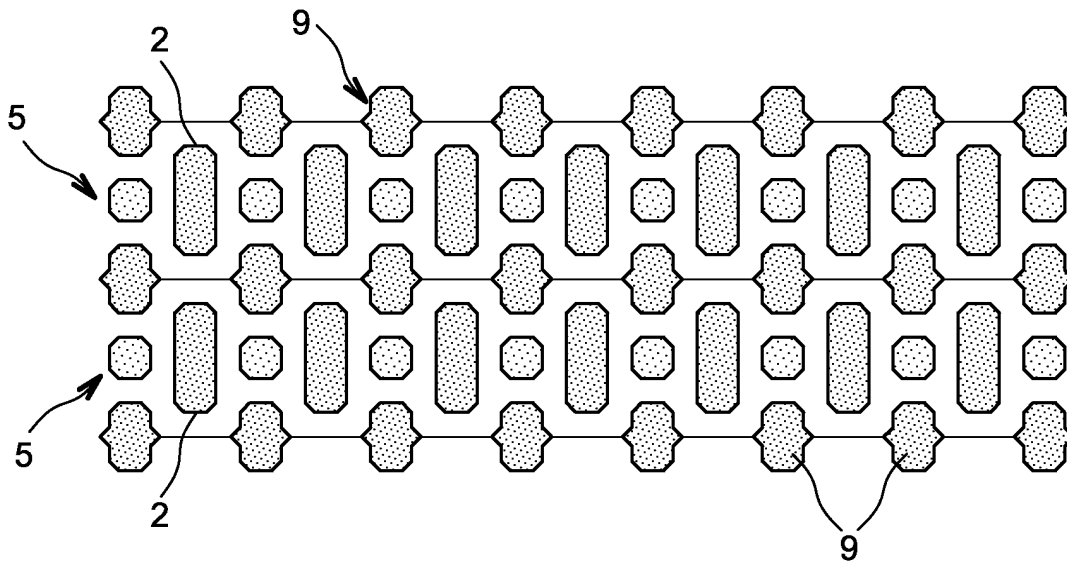
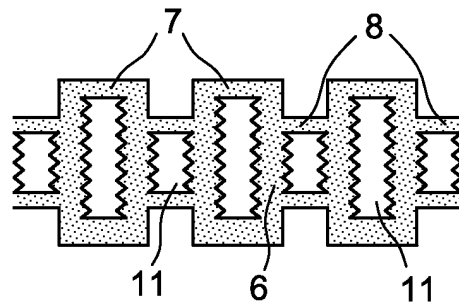


FIG. 6

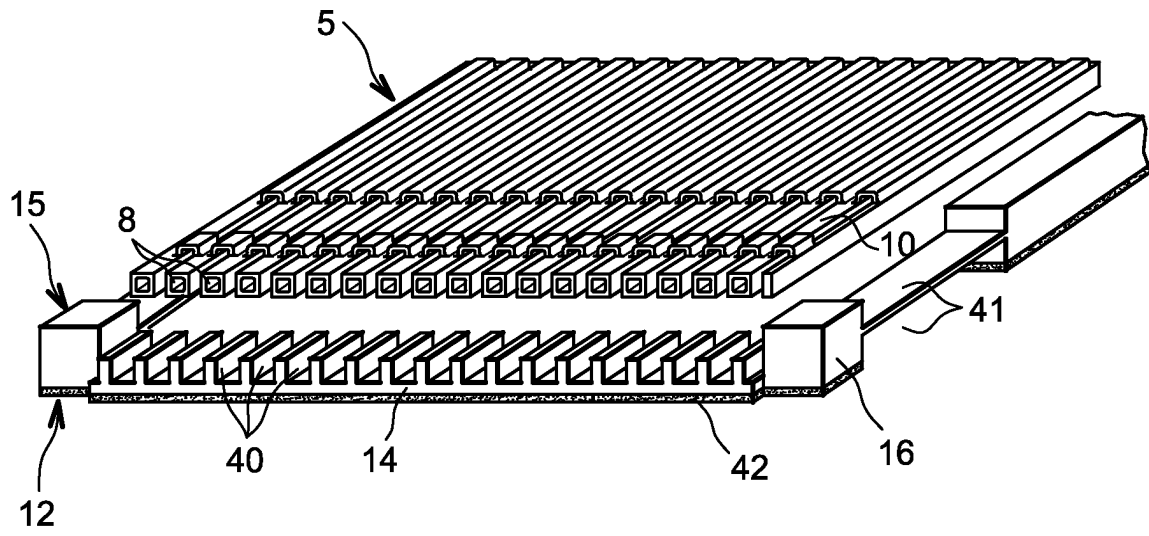


FIG. 7

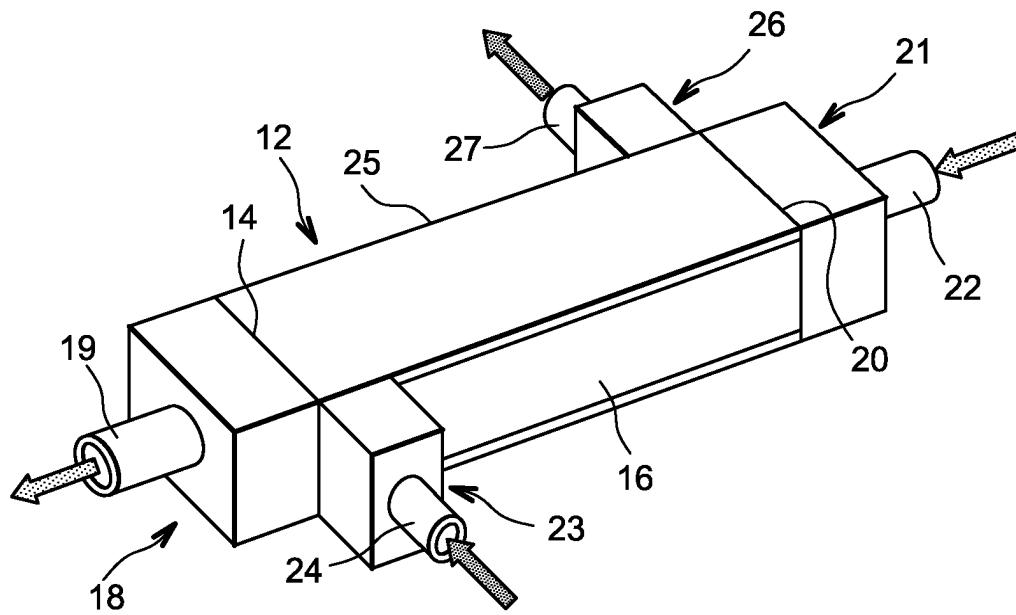


FIG. 8

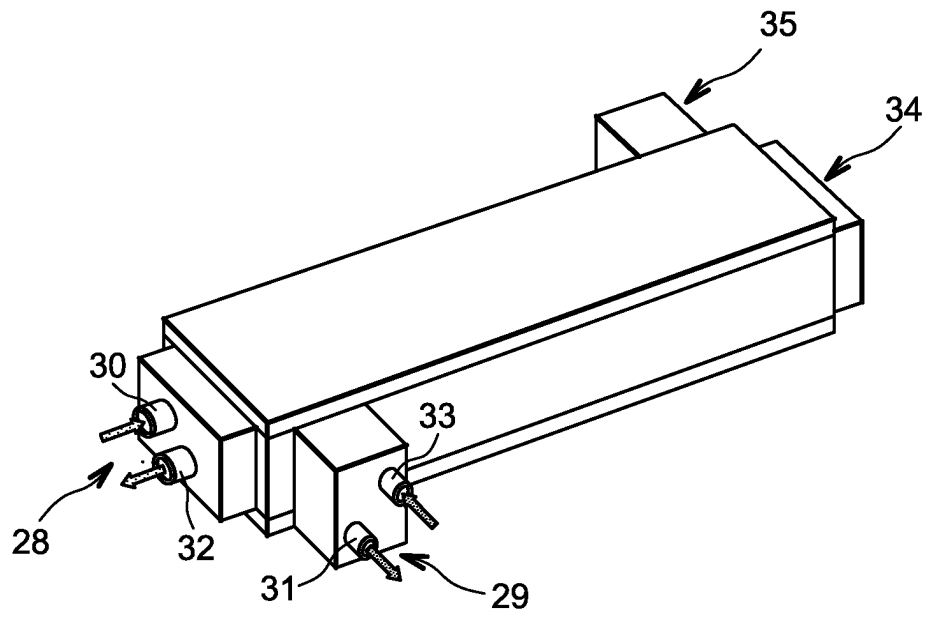


FIG. 9

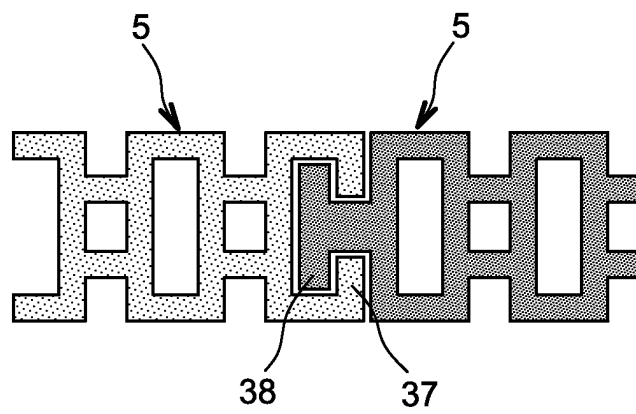


FIG. 10

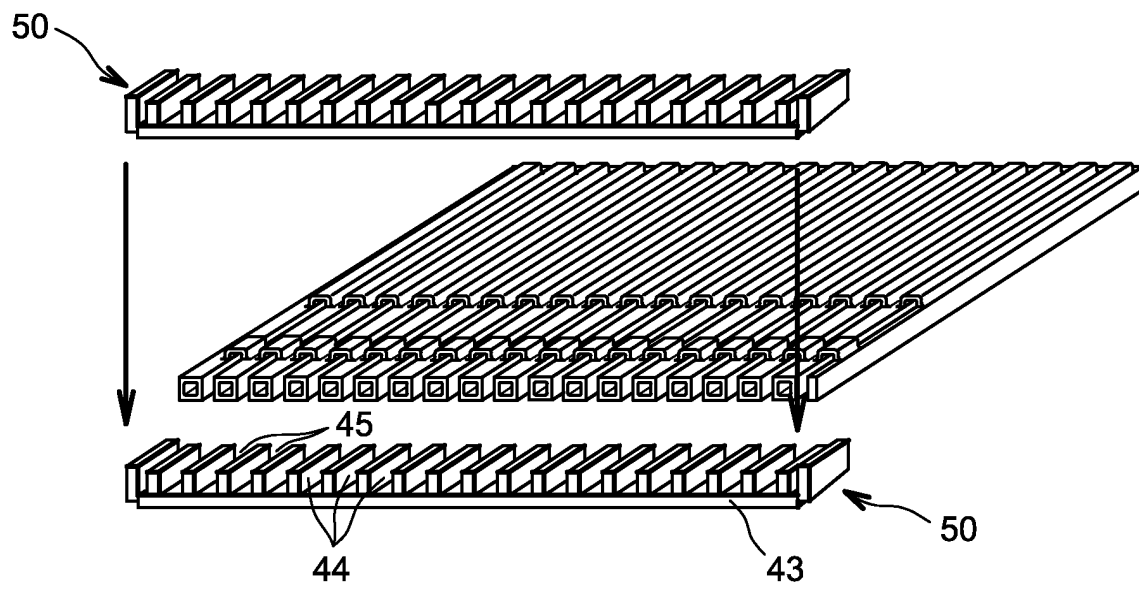


FIG. 11

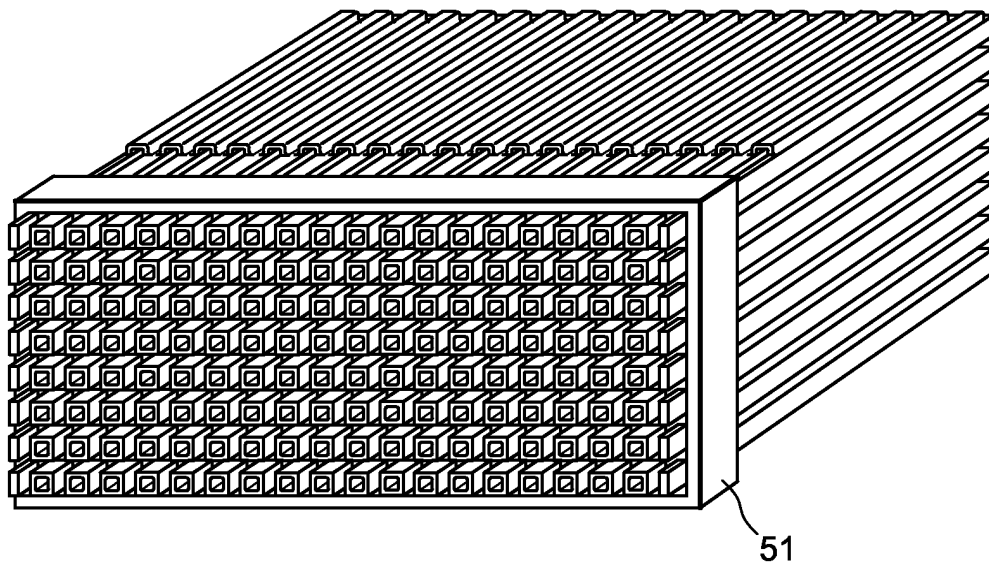


FIG. 12