

(19)



(11)

EP 3 677 863 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
08.07.2020 Bulletin 2020/28

(51) Int Cl.:
F28D 9/00 (2006.01) **F28F 3/08 (2006.01)**
F28F 19/04 (2006.01) **F28F 21/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **19220235.6**

(22) Date de dépôt: **31.12.2019**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Hug, Christian**
Shanghai 200086 (CN)

(72) Inventeur: **Hug, Christian**
Shanghai 200086 (CN)

(74) Mandataire: **LLR**
11 boulevard de Sébastopol
75001 Paris (FR)

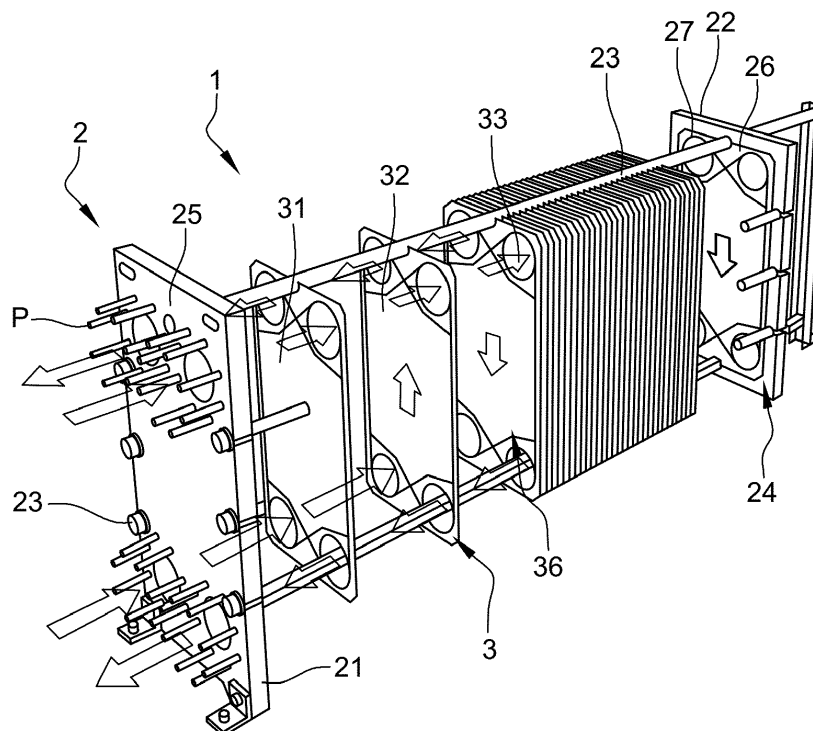
(30) Priorité: **04.01.2019 FR 1900070**

(54) **PLAQUES EN MATÉRIAU COMPOSITE FORMANT ÉCHANGEUR DE CHALEUR**

(57) On prévoit selon l'invention un échangeur de chaleur à plaques (1) pour la circulation de fluides. L'échangeur (1) comprend des plaques (3) et un bâti (2) de maintien, raccordés deux à deux de manière étanche. L'échangeur (1) comprend au moins une plaque (3) en

maillage métallique comportant au moins une feuille de maillage métallique (31), et un revêtement (32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique recouvrant au moins une face de la feuille de maillage métallique (31).

[Fig. 1]



EP 3 677 863 A1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des échangeurs thermiques et plus particulièrement les échangeurs de chaleur à plaques.

[0002] Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique, à travers une surface d'échange, d'un premier fluide à température T1 vers un deuxième fluide à température T2 (T2 étant inférieure à T1). Il y a ainsi création d'un flux thermique sans que les deux fluides ne se mélangent.

[0003] Les plaques sont empilées et comprimées dans un bâti constitué par deux extrémités. Chaque plaque comprend des corrugations (ondulations) qui vont générer des turbulences dans l'écoulement des fluides à chauffer ou refroidir. Les fluides circulent dans l'espace libre entre les plaques. Entre les plaques sont installés des joints pour assurer l'étanchéité entre le circuit appelé « circuit service » (le fluide service est généralement de l'eau, de la vapeur ou de l'huile) et le circuit appelé « circuit procédé » (le fluide procédé est quelquefois un fluide corrosif). L'énergie est échangée entre le côté service et le côté procédé à travers l'épaisseur de la plaque. Lorsque les plaques sont en métal, elles peuvent être soudées entre elles sans nécessiter le positionnement de joints d'étanchéité à leur interface, ce qui permet de recourir à des températures et pressions d'utilisation plus importantes. Cependant, il n'est, dans le même temps, plus possible de séparer les plaques pour des opérations courantes telles que des opérations de nettoyage.

[0004] Classiquement, ces plaques sont faites à partir de différents matériaux métalliques, plastiques ou céramiques. Lorsqu'elles sont métalliques, ces plaques sont réalisées par emboutissage. La forte flexibilité de ces matériaux permet de nombreuses configurations et des faibles épaisseurs. Ces plaques sont très efficaces en termes d'échanges thermiques. Cependant, de telles plaques sont inadaptées pour des applications nécessitant une résistance à la corrosion.

[0005] Pour de telles applications, des alliages métalliques, des métaux nobles, du graphite imprégné de résine, du carbure de silicium ou des matières plastiques peuvent être utilisés. Cependant, un inconvénient de telles plaques est le coût très important des métaux utilisés pour les fabriquer. De plus, pour certaines applications qui impliquent une résistance particulière à la corrosion, telle qu'une résistance à la corrosion par des chlorures ou des fluorures, certains des métaux mentionnés ne peuvent pas être utilisés car ils sont inefficaces.

[0006] Les graphites imprégnés, comprenant un mélange de carbone et de carbone-graphite, et le carbure de silicium sont deux métaux relativement résistants aux températures élevées et aux corrosions mentionnées. Ils présentent également une bonne conductivité thermique (jusqu'à 105 W/m.K dans un sens de propagation radial). Cependant, les opérations d'usinage, visant notamment à réaliser les ondulations, sont difficiles à réaliser en raison de la fragilité du graphite et de la très haute dureté

du carbure de silicium. Par conséquent, le coût d'usinage est très important et les cadences de production faibles. De plus, la configuration des ondulations et l'épaisseur importante des plaques pour ce type d'applications particulières, pouvant aller jusqu'à 10mm, ne permettent pas un échange thermique aussi élevé que celui des plaques métalliques. En conclusion, la conductivité thermique de ces échangeurs de chaleur à plaques n'est pas optimisée par rapport aux échangeurs de chaleur munis de plaques métalliques. Par ailleurs, le coût du graphite est très élevé par rapport aux métaux classiques.

[0007] L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un échangeur de chaleur à plaques pour la circulation de fluides comprenant des plaques pour la circulation de fluides et un bâti de maintien des plaques apte à comprimer les plaques, le bâti et les plaques étant raccordés deux à deux de manière étanche, caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur à plaques comprend au moins une plaque en maillage métallique, comportant au moins une feuille de maillage métallique, et un revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique recouvrant au moins une face de la feuille de maillage métallique.

[0008] Selon l'invention, on entend par « raccordés deux à deux » le fait que deux éléments sont raccordés l'un à l'autre. Ainsi, le fait que le bâti et les plaques soient raccordés deux à deux signifie à la fois que chacune des extrémités du bâti est raccordée à la plaque qui la jouxte et que deux plaques voisines l'une de l'autre sont raccordées l'une à l'autre.

[0009] On obtient, ainsi, un échangeur à plaques avec une résistance mécanique supérieure à celle d'un échangeur constitué uniquement de plaques graphites, céramiques ou plastiques. La plaque ou les plaques comportant au moins une feuille de maillage métallique et un revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique de l'échangeur sont aptes à supporter plusieurs cycles thermiques sans dommage, sont étanches et résistantes à l'érosion et à de nombreux types de corrosions, incluant la corrosion par des chlorures ou des fluorures. En effet, l'utilisation d'un maillage métallique favorise l'accroche du revêtement sur le métal. Ce bon arrimage du revêtement en résine sur le métal confère à la plaque une meilleure résistance à l'érosion et une durée de vie plus importante par rapport à une plaque métallique standard.

[0010] L'échangeur de chaleur à plaques selon l'invention présente également des propriétés de conductivité thermique avantageuses.

[0011] L'échangeur de chaleur à plaques selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- la plaque en maillage métallique est conformée par emboutissage de la feuille de maillage métallique, de préférence par emboutissage de plusieurs feuilles de maillage métallique brasées entre elles,

- par exemple de cinq feuilles de maillage métallique brasées entre elles ;
- la plaque en maillage métallique présente une épaisseur d'au moins 0.8 mm, de préférence l'épaisseur est de 1.5 mm ;
 - la porosité de la plaque peut être égale à 10% en volume dans l'épaisseur de la plaque, idéalement 20%. La taille des pores peut être au minimum de 25 micromètres et au maximum de 2 millimètres ;
 - la surface spécifique de la plaque peut être comprise entre 5 m²/m² et 250 m²/m² (surface interne dans l'épaisseur de la plaque rapportée à la surface de la plaque), de préférence de 15 m²/m² pour les plaques associées avec de la résine thermodurcissable, par exemple la résine phénolique, et 80 m²/m² pour les plaques associées avec de la résine thermoplastique, comme par exemple la résine en polyfluorure de vinylidène (PVDF) ;
 - la plaque en maillage métallique comprend des mailles d'une longueur de 0.05 mm à 5 mm. Lorsque la plaque en maillage métallique comprend plusieurs feuilles de maillage métallique, la longueur des mailles peut varier d'une feuille à l'autre, par exemple la longueur des mailles peut diminuer dans l'épaisseur de la plaque ;
 - l'étanchéité est préférentiellement obtenue à l'aide d'un joint et/ou d'une soudure entre les plaques ou entre le bâti et au moins l'une des plaques ;
 - la feuille de maillage métallique est réalisée en acier carbone ou en tout autre matériau de nature à résister à la corrosion, par exemple, en acier inoxydable, en zirconium, en titane ou en alliage de nickel ;
 - le revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique est obtenu par enduction de résine thermodurcissable ou thermoplastique sur la feuille de maillage métallique, ou par imprégnation de résine thermodurcissable ou thermoplastique dans la feuille de maillage métallique ;
 - le revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique recouvre totalement la feuille de maillage métallique ;
 - le bâti présente une face interne, située en regard des plaques, et une face externe recevant des connexions pour la circulation des fluides ; le bâti comprend un revêtement anticorrosion recouvrant en continu les connexions et la face interne du bâti. Ici, « en continu » signifie sans laisser de passage pour un fluide ;
 - le revêtement anticorrosion du bâti est un revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique ;
 - le bâti comprend une feuille de maillage métallique recouvrant au moins partiellement la face interne et le revêtement anticorrosion recouvre la feuille de maillage métallique du bâti ;
 - la feuille de maillage métallique du bâti est réalisée en acier carbone ou tout autre matériau de nature à résister à la corrosion, par exemple, en acier inoxy-

- dable, en zirconium, en titane ou en alliage de nickel ;
- la feuille de maillage métallique du bâti comprend des mailles d'une longueur de 0.05 mm à 5 mm. Lorsque le bâti comprend plusieurs feuilles de maillage métallique, la longueur des mailles peut varier d'une feuille à l'autre ;
- la feuille de maillage métallique de la plaque en maillage métallique et la feuille de maillage métallique du bâti sont soudées l'une à l'autre le long d'une zone dépourvue de revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique, ladite zone est entourée de revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique de manière à isoler d'au moins l'un des fluides, de manière à assurer l'étanchéité entre les deux fluides ;
- les plaques forment des ondulations agencées pour générer des turbulences lors de l'écoulement des fluides ;
- les ondulations sont formées par une seule face de la plaque en maillage métallique. Les plaques peuvent être agencées de sorte que la face d'une première plaque formant les ondulations soit en contact étanche avec la face sensiblement plane d'une deuxième plaque. De cette manière, le contact entre deux plaques s'étend sur une surface plus étendue que celle d'un contact ondulation-ondulation dans le cas où les ondulations sont présentes sur les deux faces de la plaque en maillage métallique. L'agrandissement de la zone de contact entre les plaques réduit le taux de friction du revêtement et augmente donc sa durée de vie ;
- les ondulations sont formées par les deux faces de la plaque en maillage métallique, les plaques étant agencées de sorte que le contact entre deux plaques adjacentes se fait hors d'un sommet saillant d'une ondulation. Autrement dit, on s'assure que deux plaques adjacentes aient une surface de contact suffisamment importante pour diminuer les forces de friction ;
- les plaques comprennent chacune une portée de joint et au moins un joint est disposé sur les portées de joint de deux plaques voisines, afin d'assurer l'étanchéité lors de l'empilement des deux plaques voisines ;
- plusieurs joints sont disposés chacun sur les portées de joint de deux plaques voisines et les ondulations présentent une hauteur moins importante en périphérie des joints de manière à permettre une compression uniforme des joints ;
- la résine thermodurcissable ou thermoplastique d'au moins l'un des revêtements en résine thermodurcissable ou thermoplastique comporte de la poudre chargée de carbure de silicium, de graphite, de quartz, de carbone ou d'un mélange de ces charges ;
- le bâti comprend en outre une seconde feuille de maillage métallique disposée sur une seconde face interne, située en regard des plaques.

[0012] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques comprenant les étapes suivantes :

- recouvrement au moins partiel de la face interne, située en regard des plaques, d'un bâti de maintien des plaques, par une feuille de maillage métallique,
- soudage l'une à l'autre de la feuille de maillage métallique du bâti et des feuilles de maillages métalliques de plaques en maillage métallique situées en vis à vis, le long d'une zone dépourvue de revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique, la zone étant entourée de revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique de manière à l'isoler d'au moins l'un des fluides.

[0013] Le procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques selon l'invention peut également comprendre des étapes dans lesquelles :

- plusieurs feuilles de maillage métallique sont superposées et/ou brasées entre elles avant d'être embouties pour former les ondulations d'une plaque en maillage métallique ;
- au moins une plaque en maillage métallique est réalisée par frittage de poudre métallique ;
- le revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique inclut, au droit de points de contact entre deux plaques, une charge ou un élément dur permettant d'éviter l'usure due au frottement des plaques lors des cycles de mise en pression, décompression et mouvement de dilatations thermiques.

Brève description des figures

[0014] L'invention sera mieux comprise à la lecture des figures annexées, qui sont fournies à titre d'exemples et ne présentent aucun caractère limitatif, dans lesquelles :

[Fig. 1] la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur de chaleur à plaques selon un mode de réalisation de l'invention,

[Fig. 2] la figure 2 est une vue en coupe longitudinale selon A-A, prise sur la figure 6, de l'échangeur de chaleur à plaques de la figure 1,

[Fig. 3] la figure 3 est une vue en coupe transversale selon B-B, prise sur la figure 6, de l'échangeur de chaleur à plaques de la figure 1,

[Fig. 4] la figure 4 est une vue en coupe, analogue à la figure 3, de deux plaques adjacentes permettant le passage du fluide corrosif,

[Fig. 5] la figure 5 est une vue en coupe, analogue à la figure 3, d'une configuration des plaques en bordure d'un échangeur selon un mode de réalisation particulier de l'invention,

[Fig. 6] la figure 6 est une vue de face d'une plaque côté procédé,

[Fig. 7] la figure 7 est une vue de face d'une plaque

côté service,

[Fig. 8] la figure 8 est vue en coupe longitudinale d'un échangeur de chaleur à plaques selon un mode de réalisation illustrant le passage du fluide corrosif, et

[Fig. 9] la figure 9 est une vue en coupe d'un échangeur de chaleur à plaques selon un mode de réalisation illustrant le passage du fluide service.

Description détaillée

[0015] Dans la suite de la description, on utilise indifféremment les expressions « échangeur de chaleur » et « échangeur de chaleur à plaques », qui sont synonymes lorsqu'elles désignent un des objets de l'invention.

[0016] L'échangeur de chaleur 1 comprend :

- des plaques 3 pour la circulation de fluides,
- un bâti 2 de maintien des plaques 3, apte à comprimer les plaques 3. Le bâti 2 et les plaques 3 sont raccordés deux à deux de manière étanche. L'échangeur de chaleur 1 comprend au moins une plaque 3 en maillage métallique comportant :
- au moins une feuille de maillage métallique 31, et
- un revêtement 32 en résine thermodurcissable ou thermoplastique recouvrant au moins une face de la feuille de maillage métallique 31.

[0017] La feuille en maillage métallique 31 peut être réalisée en acier carbone ou en tout autre matériau de nature à résister à la corrosion, par exemple en acier inoxydable, en zirconium, en titane ou en alliage de nickel.

[0018] Le revêtement 32 en résine thermodurcissable ou thermoplastique peut comporter de la poudre chargée de carbure de silicium, de graphite, de quartz, de carbone ou d'un mélange de ces charges. Ce type de résine améliore la résistance à l'érosion et à la corrosion des plaques et permet une bonne conductivité thermique.

[0019] Il est également possible d'utiliser d'autres matières plastiques telles que, par exemple, du polypropylène (PP), du perfluoroalkoxy (PFA) de l'éthylène chlorotrifluoroéthylène (ECTFE), du polyfluorure de vinylidène (PVDF), de l'éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE), de l'éthylène propylène fluoré (FEP) ou du polyéthylène (PE).

[0020] Le bâti de maintien 2 de l'échangeur de chaleur 1, visible en figures 1 et 2, comprend un plateau fixe 21 apte à recevoir des connexions (illustrées sur la figure 1 par les fixations P qui délimitent leur contour) pour la circulation des fluides et un plateau mobile 22 pour la compression des plaques 3. Le plateau fixe 21 et le plateau mobile 22 sont reliés par un guide supérieur (non représenté) permettant l'alignement des plaques 3. Des tiges filetées 23, reliant les deux plaques 3 d'extrémité, assurent la compression des plaques 3 empilées par serrage.

[0021] Le plateau fixe 21 et le plateau mobile 22 du bâti 2 comprennent chacun une face interne 24, située

en regard des plaques 3, et une face externe 25. La face externe 25 du plateau fixe 21 est prévue pour recevoir les connexions pour la circulation des fluides.

[0022] Sur chacune des faces internes 24 du bâti 2 est disposée une feuille de maillage métallique 26. La feuille de maillage métallique 26, de composition similaire à celle des plaques en maillage métallique 3, recouvre la surface de la face interne 24 qui est prévue pour être en contact avec le fluide procédé éventuellement corrosif. Chaque feuille de maillage métallique 26 est elle-même recouverte d'un revêtement anticorrosion qui, dans le mode de réalisation particulier de l'invention représenté à la figure 1, est un revêtement en résine thermoplastique 27 dont la composition est similaire à celle des plaques en maillage métallique 3. La feuille de maillage métallique 26 et le revêtement en résine thermoplastique 27 du plateau fixe 21 sont prévus pour recouvrir en continu les connexions C et la face interne du bâti, protégeant ainsi le plateau fixe 21 contre toute corrosion due au passage du fluide corrosif.

[0023] Les échangeurs de chaleur représentés aux figures 1 à 9 comprennent uniquement des plaques 3 en maillage métallique comportant une seule feuille de maillage métallique 31 et un revêtement 32 en résine thermoplastique recouvrant au moins une face de la feuille de maillage métallique 31. Dans un mode de réalisation non représenté, une plaque en maillage métallique peut comporter plusieurs feuilles de maillage métallique, la longueur des mailles pouvant varier d'une feuille à l'autre, par exemple la longueur des mailles peut diminuer dans l'épaisseur de la plaque. Dans un autre mode de réalisation non représenté, seules certaines des plaques de l'échangeur de chaleur sont des plaques formées à partir de feuilles de maillage métallique.

[0024] Dans les modes de réalisation représentés aux figures 1, 4, 6-9, les revêtements 32 en résine thermoplastique recouvrent entièrement la face de la plaque 3 qui est prévue pour être en contact avec le fluide corrosif, aussi appelé « fluide procédé ». Cette face sera ci-après nommée « face procédé », par opposition à la « face service » de la plaque 3, prévue pour être en contact avec le « fluide service » (par exemple de l'eau, de la vapeur ou de l'huile). Les revêtements 32 en résine thermoplastique recouvrent aussi la bordure de la feuille de maillage métallique 31 et une partie de la face service.

[0025] Chaque plaque en maillage métallique 3 présente quatre orifices traversants 33 (voir figures 1, 6 et 7), prévus pour le passage et la distribution des deux fluides au sein de l'échangeur de chaleur 1.

[0026] L'agencement des plaques en maillage métallique 3 au sein de l'échangeur de chaleur 1 est tel que deux plaques 3 adjacentes présentent, en regard l'une de l'autre, soit leur face procédé, soit leur face service, de manière à permettre l'écoulement du fluide procédé ou du fluide service entre elles. De cette manière, une distribution alternée entre le fluide procédé et le fluide service s'opère au sein de l'échangeur de chaleur à plaques 1.

[0027] Comme représenté en figure 4, les plaques 3 forment des ondulations 36 agencées pour générer des turbulences lors de l'écoulement des fluides entre deux plaques 3 adjacentes. Ces ondulations 36 peuvent être réalisées lors de l'étape d'emboutissage des feuilles de maillage métallique 31. Dans les modes de réalisation des figures 1 à 5, les ondulations 36 sont formées par les deux faces des plaques 3. Dans un autre mode de réalisation, les ondulations sont formées par une seule face de la plaque 3, par exemple par un surmoulage de matière sur la face. Les plaques peuvent être agencées deux à deux de sorte que la face d'une première plaque 3 formant les ondulations soit en contact étanche avec la face sensiblement plane d'une deuxième plaque 3. De cette manière, le contact entre deux plaques 3 s'étend sur une surface plus étendue que celle d'un contact ondulation-ondulation dans le cas des figures 3-5 où les ondulations sont présentes sur les deux faces de la plaque 3 et permet de réduire le taux de friction du revêtement sur le métal.

[0028] De manière à assurer l'étanchéité, notamment afin de prévenir l'écoulement du fluide procédé le long d'une surface dépourvue de revêtement 32 en résine thermodurcissable, des joints 4 sont disposés entre deux plaques 3 ou entre une plaque 3 et une surface interne du bâti 2, autour des deux orifices 33 qui assurent l'approvisionnement du fluide dont l'écoulement n'est pas requis, comme représenté en détail aux figures 6 et 7.

[0029] Pour assurer une compression uniforme des joints 4 lors de l'assemblage de l'échangeur de chaleur 1 et éviter une déformation des plaques lors de la compression en raison de la présence de jeux créés par les joints 4, des surépaisseurs peuvent être prévues afin de compenser l'absence d'épaisseur de revêtement lorsque ce dernier n'est pas présent sur la face service de la plaque 3.

[0030] Comme représenté à la figure 5, l'étanchéité peut également être assurée par une soudure 34 entre deux feuilles de maillage métallique 31 de plaques 3 adjacentes et par la mise en contact de deux revêtements 32 de plaques 3 adjacentes. Dans le mode de réalisation représenté à la figure 5, les revêtements 32 des plaques 3 ne recouvrent pas l'intégralité de la surface de la face procédé, mais sont cependant suffisants étendus pour recouvrir la surface en contact avec le fluide procédé et pour permettre une mise en contact avec le revêtement 32 de la plaque 3 adjacente.

[0031] L'échangeur de chaleur 1 à plaques fonctionne comme suit.

[0032] Le fluide procédé et le fluide service sont mis en circulation au sein de l'échangeur de chaleur 1 par l'intermédiaire de connexions fixées sur le plateau fixe 21. Les fluides sont distribués au sein de l'échangeur de chaleur à plaques 1, de manière alternée entre deux faces de type similaire (face procédé ou face service) de deux plaques en maillage métallique 3 adjacentes. L'écoulement de ces deux fluides est perturbé par les ondulations 36 des plaques 3, ce qui génère un échange

d'énergie thermique entre une face service et une face procédé, au travers l'épaisseur de la plaque en maillage métallique 3. Cet échange d'énergie a pour résultat un équilibre entre les températures des deux fluides de part et d'autre des deux faces de la plaque en maillage métallique 3.

[0033] Dans le cas de l'écoulement du fluide procédé, représenté à la figure 6, une portion du fluide s'écoule, dans le sens indiqué par les flèches F, d'un orifice 33 d'entrée à un orifice 33 de sortie, le long des ondulations 36 formées par les faces procédé de deux plaques 3 adjacentes. La face procédé de la plaque 3, représentée à la figure 6, est intégralement recouverte d'un revêtement 32 en résine thermoplastique afin de protéger la feuille de maillage métallique 31 contre la corrosion. Le fluide ne peut pas s'échapper par les deux autres orifices 33 de la plaque 3 du fait des joints 4 qui les entourent. A l'inverse, la face service de la plaque en maillage métallique 3, représentée à la figure 6, est dépourvue de revêtement 32 en résine thermoplastique dans sa portion en contact avec le fluide service, favorisant ainsi le transfert d'énergie thermique.

[0034] L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation présenté et aux variantes de ce mode et d'autres modes apparaîtront clairement à l'homme du métier. Il est notamment un autre mode de réalisation de l'invention possible dans lequel les deux fluides utilisés sont corrosifs et dans lequel l'intégralité de la surface des plaques en contact avec le liquide est recouverte d'un revêtement en résine thermodurcissable ou thermoplastique.

Revendications

1. Échangeur de chaleur à plaques (1) pour la circulation de fluides comprenant :
 - des plaques (3) pour la circulation de fluides,
 - un bâti (2) de maintien des plaques (3) apte à comprimer les plaques (3), le bâti (2) et les plaques (3) étant raccordés deux à deux de manière étanche, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur à plaques (1) comprend au moins une plaque (3) en maillage métallique comportant :
 - au moins une feuille de maillage métallique (31), et
 - un revêtement (32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique recouvrant au moins une face de la feuille de maillage métallique (31).
2. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon la revendication 1, dans lequel la plaque (3) en maillage métallique est conformée par emboutissage de la feuille de maillage métallique (31).
3. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon la reven-

dication 1 ou 2, dans lequel la plaque (3) en maillage métallique présente une épaisseur d'au moins 0.8 mm, de préférence de 1.5 mm.

4. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la plaque (3) en maillage métallique comprend des mailles d'une longueur de 0.05 mm à 5 mm.
5. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le revêtement (32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique est obtenu par enduction de résine thermodurcissable ou thermoplastique sur la feuille de maillage métallique, ou par imprégnation de résine thermodurcissable ou thermoplastique dans la feuille de maillage métallique (31).
6. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le bâti (2) présente une face interne (24), située en regard des plaques (3), et une face externe (25) recevant des connexions pour la circulation des fluides, le bâti (2) comprenant un revêtement (27) anticorrosion, de préférence en résine thermodurcissable ou thermoplastique, recouvrant en continu les connexions et la face interne (24) du bâti (2).
7. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon la revendication 6, dans lequel le bâti (2) comprend une feuille de maillage métallique (26) recouvrant au moins partiellement la face interne et dans lequel le revêtement (27) anticorrosion recouvre la feuille de maillage métallique (26) du bâti (2).
8. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon la revendication 7, dans lequel la feuille de maillage métallique (26) du bâti (2) comprend des mailles d'une longueur de 0.05 mm à 5 mm.
9. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans lequel la feuille de maillage métallique (31) de la plaque (3) en maillage métallique et la feuille de maillage métallique (26) du bâti (2) sont soudées l'une à l'autre le long d'une zone dépourvue de revêtement (27, 32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique, ladite zone étant entourée de revêtement (27, 32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique de manière à l'isoler d'au moins l'un des fluides.
10. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les plaques (3) forment des ondulations (36) agencées pour générer des turbulences lors de l'écoulement des fluides et dans lequel les ondulations (36) sont formées par les deux faces de la plaque en maillage métallique, les plaques étant agen-

cées de sorte que le contact entre deux plaques adjacentes se fait hors d'un sommet saillant d'une ondulation.

11. Échangeur de chaleur à plaques (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la résine thermodurcissable ou thermoplastique d'au moins l'un des revêtements (27, 32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique comporte de la poudre chargée de carbure de silicium, de graphite, de quartz, de carbone ou d'un mélange de ces charges. 5
10

12. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur à plaques (1) comprenant les étapes suivantes : 15
 - recouvrement au moins partiel d'une face interne (24), située en regard des plaques (3), d'un bâti (2) de maintien des plaques (3), par une feuille de maillage métallique (26), 20
 - soudage l'une à l'autre de la feuille de maillage métallique (26) du bâti (2) et des feuilles de maillages métalliques (31) de plaques (3) en maillage métallique situées en vis à vis, le long d'une zone dépourvue de revêtement (27, 32) 25
 - en résine thermodurcissable ou thermoplastique, la zone étant entourée de revêtement (27, 32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique de manière à l'isoler d'au moins l'un des fluides. 30

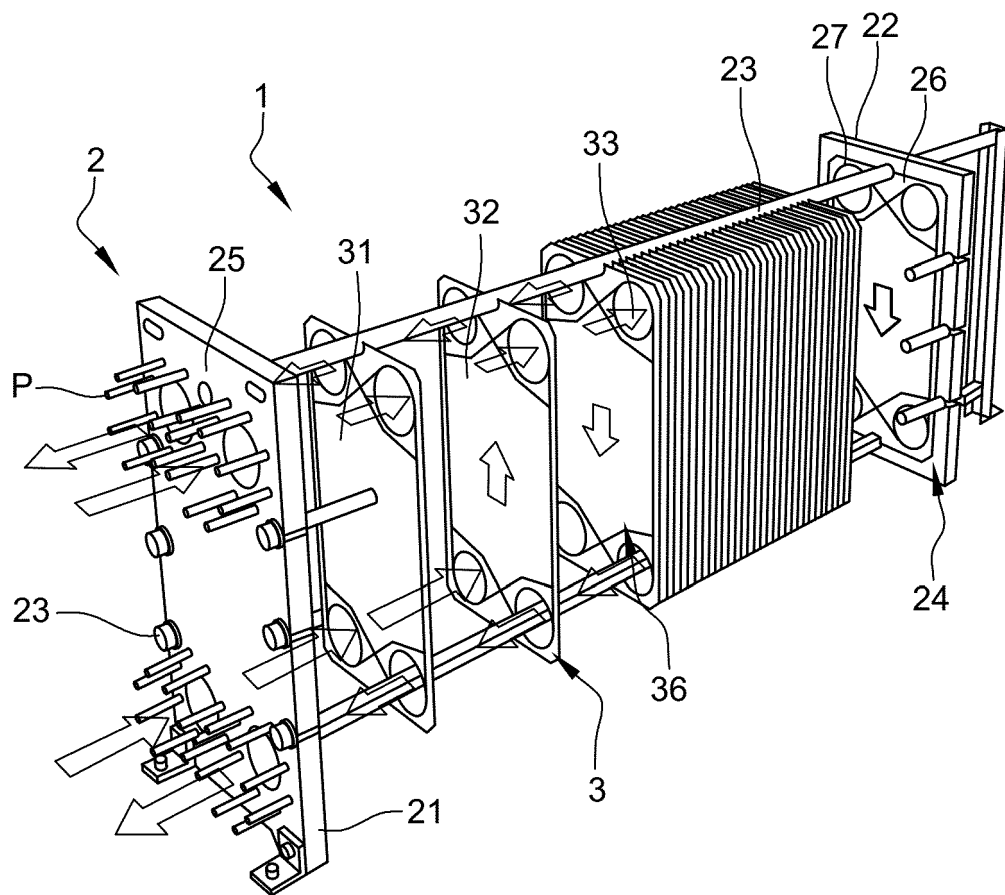
13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel plusieurs feuilles de maillage métallique (31) sont superposées et/ou brasées entre elles avant d'être embouties pour former les ondulations (36) d'une plaque (3) en maillage métallique. 35

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, dans lequel au moins une plaque (3) en maillage métallique est réalisée par frittage de poudre métallique. 40

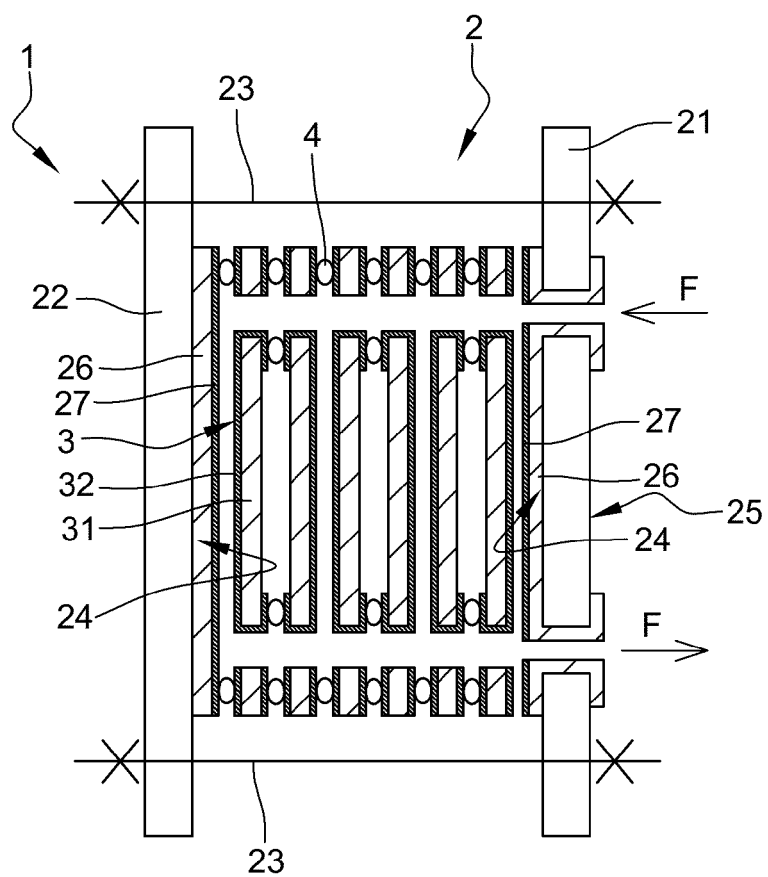
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans lequel le revêtement (32) en résine thermodurcissable ou thermoplastique inclut, au droit de points de contact entre deux plaques (3), une charge ou un élément dur permettant d'éviter l'usure due au frottement des plaques lors des cycles de mise en pression, décompression et mouvement de dilatations thermiques. 45
50

55

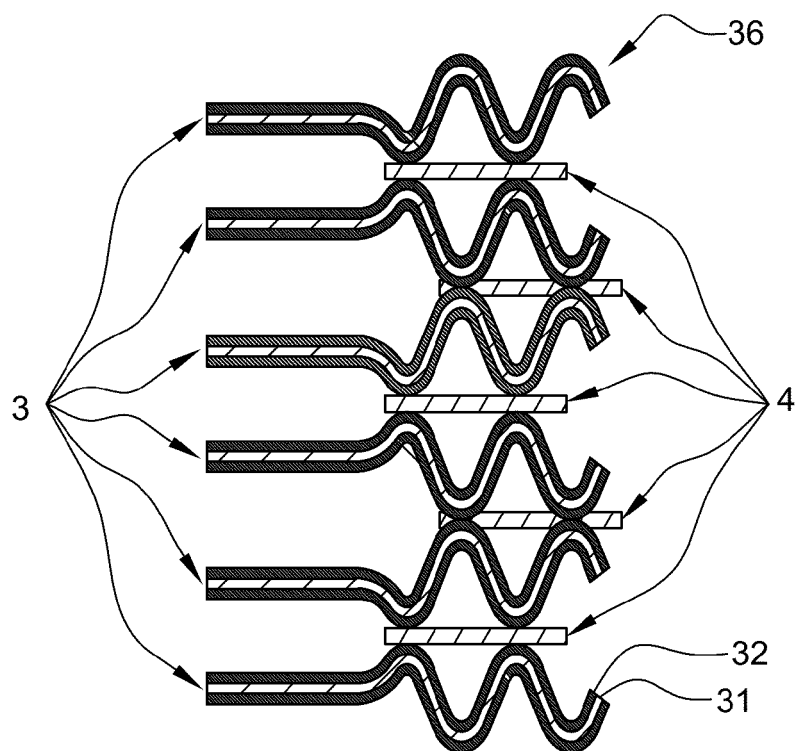
[Fig. 1]



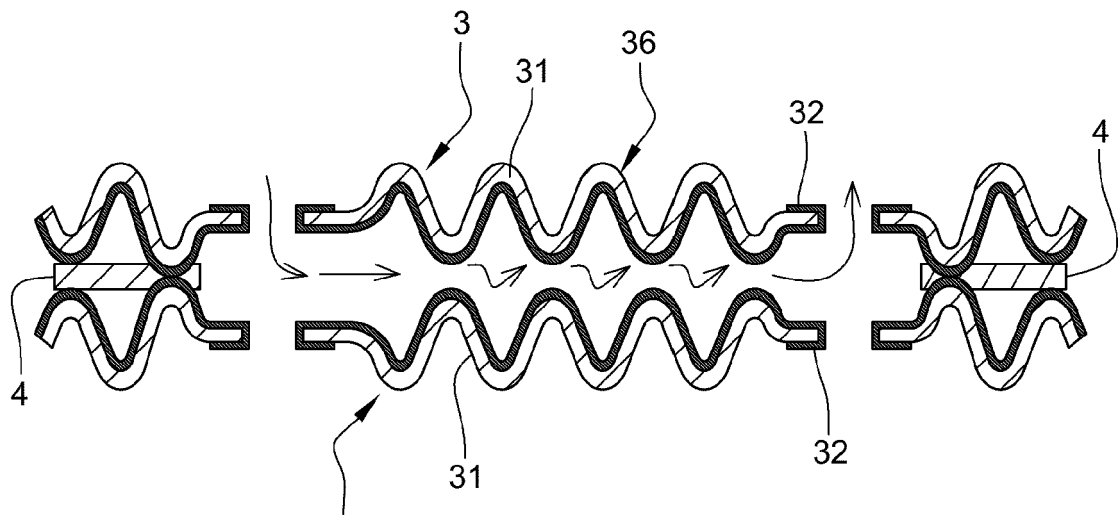
[Fig. 2]



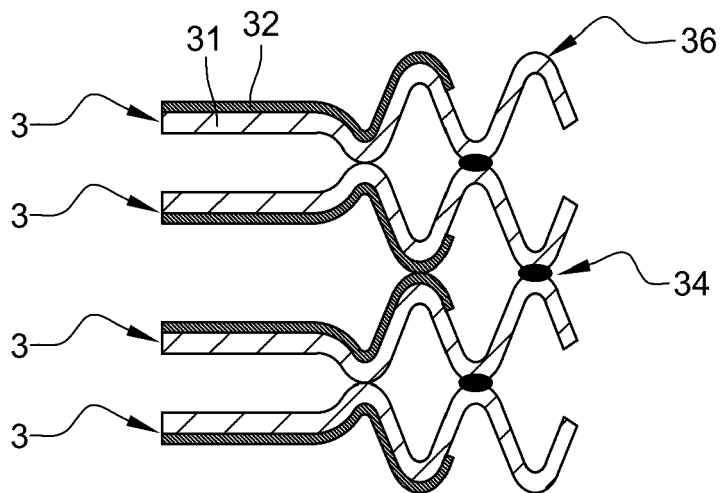
[Fig. 3]



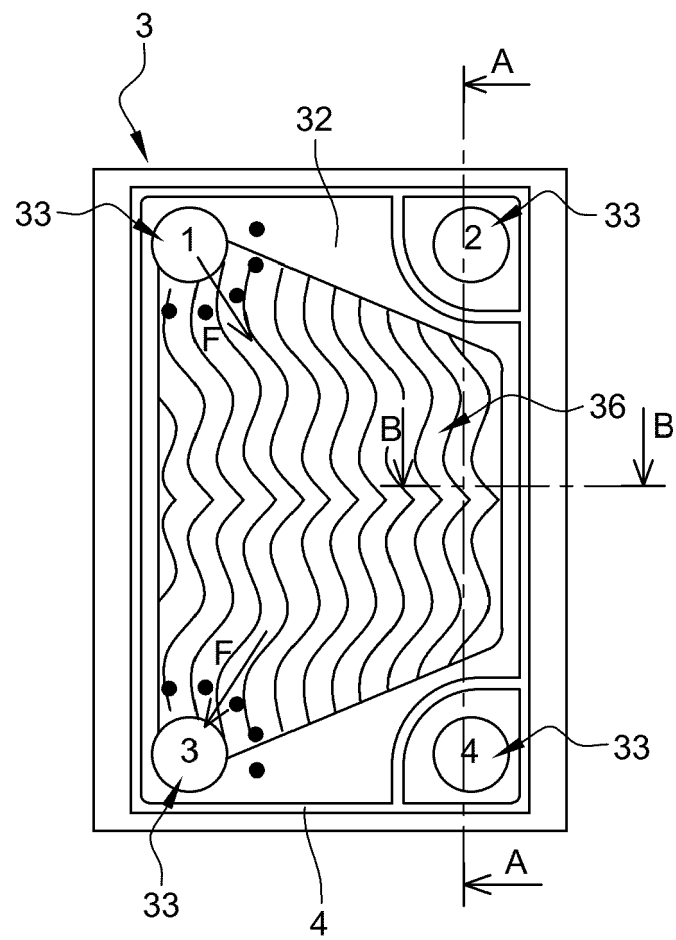
[Fig. 4]



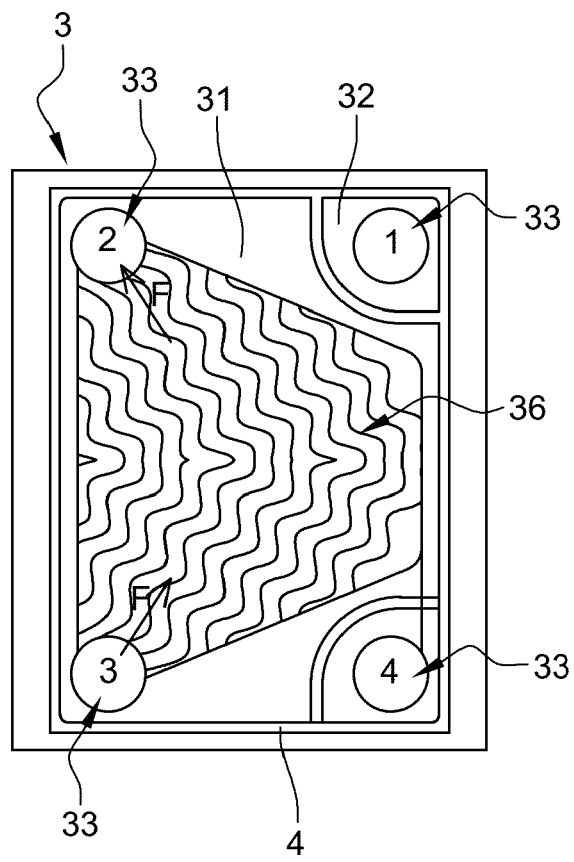
[Fig. 5]



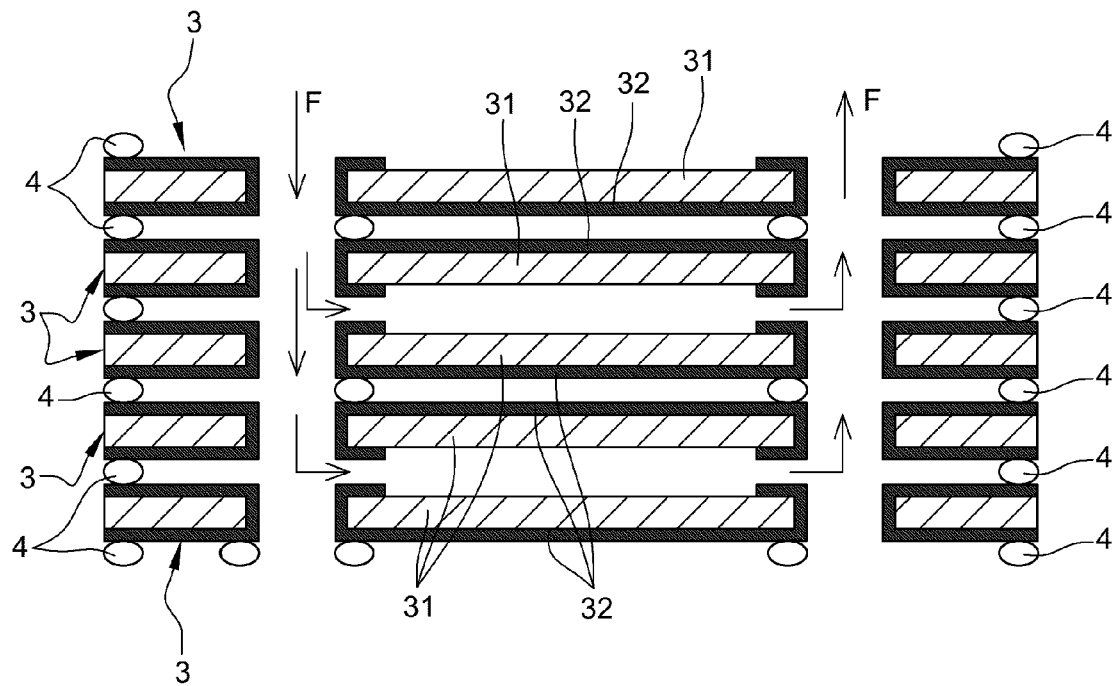
[Fig. 6]



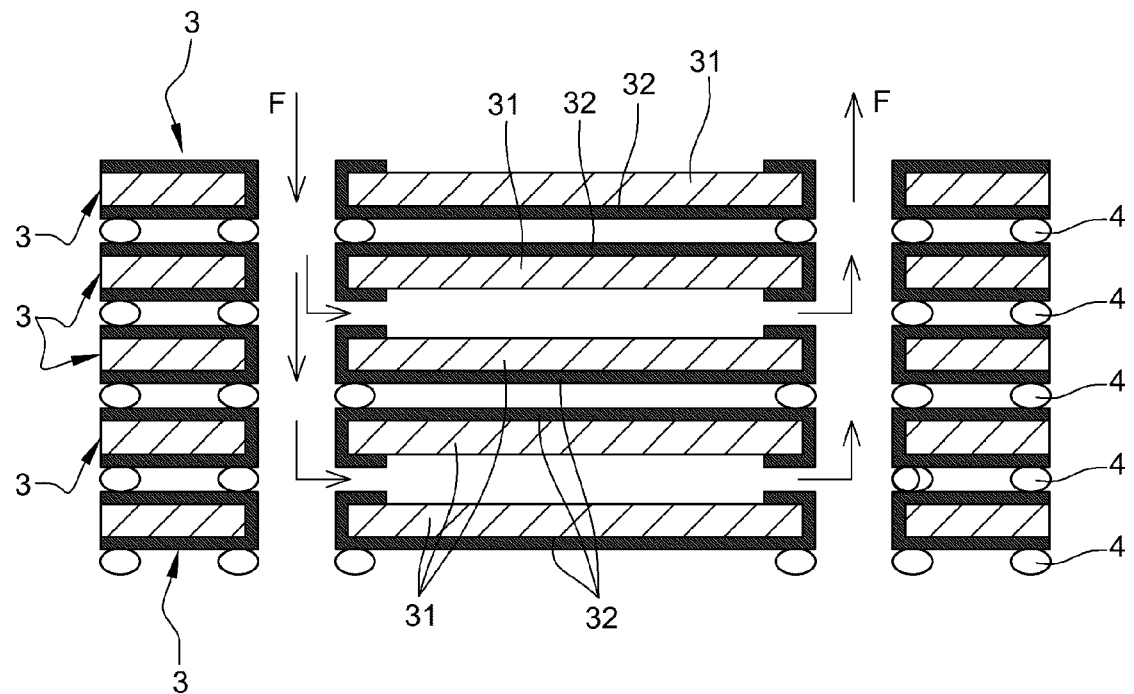
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 22 0235

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	DE 10 2010 015212 A1 (COOLSON AG [CH]) 11 novembre 2010 (2010-11-11) * alinéa [0012]; figures 1-3 *	1-15	INV. F28D9/00 F28F3/08 F28F19/04 F28F21/08
A	WO 83/03663 A1 (NORTH ATLANTIC TECH [US]) 27 octobre 1983 (1983-10-27) * page 16, lignes 5-14; figure 1 *	1-15	
A	EP 0 203 213 A1 (SIGRI GMBH [DE]) 3 décembre 1986 (1986-12-03) * le document en entier *	1-15	
A	EP 2 508 832 A1 (REHBERG MICHAEL [DE]) 10 octobre 2012 (2012-10-10) * le document en entier *	1-15	
A	WO 03/071198 A1 (VARMARAF EHF [IS]; GEIRSSON ARNI [IS]) 28 août 2003 (2003-08-28) * le document en entier *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28D F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		23 avril 2020	Axters, Michael
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 19 22 0235

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

23-04-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102010015212 A1	11-11-2010	AT 508538 A2 CH 701027 A2 DE 102010015212 A1	15-02-2011 15-11-2010 11-11-2010
WO 8303663 A1	27-10-1983	AU 562135 B2 CA 1205457 A DE 3377293 D1 EP 0105922 A1 US 4442886 A WO 8303663 A1	28-05-1987 03-06-1986 11-08-1988 25-04-1984 17-04-1984 27-10-1983
EP 0203213 A1	03-12-1986	BR 8602444 A DE 3564340 D1 EP 0203213 A1 ES 8706348 A1 FI 861131 A JP H034838 B2 JP S61276691 A KR 860009281 A NO 164130 B	27-01-1987 15-09-1988 03-12-1986 01-07-1987 30-11-1986 24-01-1991 06-12-1986 22-12-1986 21-05-1990
EP 2508832 A1	10-10-2012	DE 102011001818 A1 EP 2508832 A1	11-10-2012 10-10-2012
WO 03071198 A1	28-08-2003	AU 2003206124 A1 IS 7466 A WO 03071198 A1	09-09-2003 22-09-2004 28-08-2003

EPO FORM P0450

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