

⑫

**FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :  
30.09.87

⑤① Int. Cl. : **F 28 D 9/02, F 28 F 3/08**

②① Numéro de dépôt : **85420064.9**

②② Date de dépôt : **04.04.85**

⑤④ **Echangeurs de chaleur à plaques et nouveau type de plaques permettant l'obtention de tels échangeurs.**

③① Priorité : **19.04.84 FR 8406442**

④③ Date de publication de la demande :  
**18.12.85 Bulletin 85/51**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :  
**30.09.87 Bulletin 87/40**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**BE CH DE GB IT LI**

⑤⑥ Documents cités :  
**EP-A- 0 044 561**  
**DE-A- 2 434 887**  
**DE-A- 3 037 899**  
**FR-A- 1 125 663**  
**FR-A- 2 132 666**  
**FR-A- 2 453 694**  
**GB-A- 838 466**  
**GB-A- 2 036 944**  
**US-A- 4 125 153**

⑦③ Titulaire : **VICARB Société Anonyme**  
**24 avenue Marcel Cachin**  
**F-38400 Saint Martin d'Herès (FR)**

⑦② Inventeur : **Fayolle, Lucien**  
**Place de la Mairie**  
**F-38000 Le Vinoux (FR)**

⑦④ Mandataire : **Laurent, Michel et al**  
**Cabinet Michel Laurent 20 rue Louis Chirpaz B.P. 32**  
**F-69131 Ecully Cédex (FR)**

**EP 0 165 179 B1**

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention a trait à un nouveau type d'échangeur à plaques ; elle concerne également les plaques permettant de réaliser un tel échangeur.

Les échangeurs de chaleur développés à ce jour peuvent être classés dans deux grandes catégories, à savoir les échangeurs tubulaires et les échangeurs à plaques.

D'une manière générale, les échangeurs à plaques sont constitués par empilement d'un nombre déterminé de plaques nervurées, du même type, qui sont serrées entre deux fonds au moyen de tirants. Les plaques possèdent dans leurs angles des ouvertures qui délimitent dans l'empilement des passages d'entrée et de sortie pour les deux fluides. L'alternance des fluides dans les espaces successifs compris entre les plaques est obtenue grâce à des joints de forme appropriée.

De tels échangeurs présentent de très bonnes performances thermiques pour un faible encombrement.

Cependant, du fait de la présence de joints, ils ne peuvent pas être utilisés lorsque l'on désire travailler à haute température et pression élevée.

Il a également été proposé, ainsi que cela ressort du FR-A-1 125 663, du GB-A-838 466, du DE-AS-2 434 887 et de l'US-A-4 378 837 des échangeurs de chaleur à circuits de fluides indépendants constitués de plaques juxtaposées et disposées à l'intérieur d'une enceinte définissant des chambres indépendantes pour chacun des fluides, de manière à former des canaux superposés qui débouchent alternativement dans les chambres latérales de circulation de fluides, ces canaux s'étendant sur toute la largeur du bloc.

Dans un tel mode de réalisation, se posent de nombreux problèmes, à savoir notamment celui de la liaison des différentes plaques entre elles pour former les canaux superposés ainsi que celui de la solidarisation avec les montants ou similaires auxquels viennent se fixer les parois latérales destinées à former, en coopération avec lesdits montants et bords solidarisés des plaques, les chambres de circulation des fluides. Parmi les solutions permettant de résoudre ce problème, on peut citer le type d'échangeur commercialisé depuis très longtemps par le Demandeur et qui est constitué de blocs parallélépipédiques en graphite dans lesquels sont percées deux séries de canaux permettant de réaliser des circuits totalement indépendants pour les deux fluides. Ces blocs présentent l'avantage de pouvoir être construits en série et d'être interchangeables. Par ailleurs, comme ils se présentent sous la forme de modules, ils peuvent être combinés en fonction des applications particulières pour lesquelles l'échangeur doit être réalisé. Cependant, ce type d'échangeur modulaire présente comme inconvénient d'être en graphite, d'avoir une résistance mécanique faible et une tenue en température limitée à 200 °C.

Or on a trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la

présente invention, un nouveau type d'échangeur à circuits de fluides indépendants qui, non seulement présente les avantages des échangeurs constitués de blocs parallélépipédiques modulaires du type précité, mais également permet d'obtenir un ensemble compact, présentant une grande surface d'échange thermique d'une manière similaire aux échangeurs à plaques tout en résolvant les problèmes que posent de tels échangeurs, à savoir notamment celui de la résistance aux pressions élevées. Par ailleurs, l'échangeur conforme à l'invention permet de réaliser de manière simple des chambres indépendantes pour chacun des fluides et ne nécessite pas pour sa réalisation l'utilisation de joints afin d'en assurer l'étanchéité.

D'une manière générale, l'échangeur selon l'invention, à circuits de fluides indépendants, est du type constitué d'éléments modulaires sous forme de blocs maintenus juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte définissant des chambres indépendantes pour chacun des fluides, chaque bloc présentant des canaux superposés débouchant alternativement dans des chambres latérales de circulation de fluides, ces canaux s'étendant sur toute la largeur du bloc et étant définis par l'espace compris entre des plaques embouties assemblées par soudure comportant des bords retournés alternativement en sens inverse par rapport au plan de la plaque.

L'échangeur selon l'invention se caractérise par le fait que lesdits bords forment, à chaque angle, une arête verticale permettant la fixation aux parois latérales définissant des chambres de circulation de fluides, lesdites plaques étant associées entre elles par soudure bout à bout des extrémités des bords retournés et des bords des arêtes verticales prolongeant les bords retournés. La fixation aux parois latérales peut être faite soit directement par soudure des arêtes verticales auxdites parois, les chambres formées étant alors indémontables et l'échangeur ainsi obtenu entièrement soudé, soit indirectement en fixant les arêtes verticales dans des montants sur lesquels viennent se fixer lesdites parois qui, dans ce cas sont montées de préférence de manière amovible.

Avantageusement, les canaux sont de forme parallélépipédique et sont constitués à partir de plaques embouties qui sont ensuite soudées pour former un parallélépipède monobloc dont le nombre de canaux est adapté aux problèmes techniques à résoudre.

L'espace compris entre deux plaques et qui forme donc le canal peut être soit entièrement libre, soit éventuellement comporter des éléments de renforcement tels que des picots de liaison.

Des plaques intercalaires profilées, peuvent être également introduites à l'intérieur des canaux, ces plaques permettant non seulement de jouer le rôle d'un élément raidisseur augmentant la résistance de l'échangeur mais également de contrôler la turbulence des fluides et leur perte

de charge ainsi que d'améliorer le coefficient d'échange thermique.

Les plaques peuvent être directement embouties avec un ou plusieurs profils particuliers de rainures supprimant les plaques intercalaires. Dans ce cas, le profil d'emboutissage assure en même temps la résistance mécanique par de nombreux points d'appui et la distribution des fluides.

Comme dit précédemment, les plaques embouties définissant les canaux ont une configuration telle qu'elles présentent dans chaque angle une arête verticale. Cette arête permet de fixer directement les plaques soit dans des montants sur lesquels viennent se fixer les parois latérales proprement dites, parois montées de préférence de manière démontable, soit directement par soudure contre les parois. Les parois canalisent les fluides et définissent le nombre de passages, c'est-à-dire le nombre de canaux utilisés à chaque passage pour obtenir la vitesse maximale compatible avec les pertes de charge.

La hauteur des canaux (espacement entre deux plaques consécutives) sera déterminée en fonction des conditions de service (5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm...).

Un échangeur peut être constitué soit entièrement de canaux de hauteur homogène, soit, éventuellement, de canaux de hauteurs différentes sur chaque circuit.

L'invention et les avantages qu'elle apporte seront cependant mieux compris grâce à l'exemple de réalisation donné ci-après à titre indicatif mais non limitatif et qui est illustré par les schémas annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue en plan d'une plaque élémentaire, avant emboutissage, permettant de réaliser un échangeur conforme à l'invention ;

la figure 2 est une vue en perspective montrant la structure de cette plaque après emboutissage ;

la figure 3 est une vue partielle, en perspective, montrant la manière dont sont réalisés les canaux d'un échangeur conforme à l'invention à partir des plaques élémentaires ;

la figure 4 est une vue en coupe montrant la fixation desdits canaux à des montants permettant de les réunir pour former l'échangeur ;

les figures 5, 6, 7 et 8 sont respectivement des vues en élévation, en coupe selon l'axe AA, selon l'axe BB et de dessus d'un échangeur réalisé conformément à l'invention.

Si l'on se rapporte aux schémas annexés et plus particulièrement aux figures 5 à 8, l'échangeur conforme à l'invention est du type constitué d'éléments modulaires maintenus juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte, éléments dont la structure conformément à l'invention sera vue plus en détail dans la suite de la description. Ces éléments modulaires désignés par la référence générale (M) seront maintenus juxtaposés par l'intermédiaire de quatre montants rigides (1, 2, 3, 4). Ces montants rigides supportent des parois (5, 6, 7, 8) montées de préférence de manière amovible, par exemple au moyen de vis sur lesdits montants.

5

Les parois forment en association avec les montants des chambres indépendantes (9, 10, 11, 12) pour chacun des fluides. Des conduits d'amenée (13, 14) et de sortie (15, 16) pour chacun des fluides sont prévus dans les parois. Bien entendu, les fluides peuvent s'écouler soit dans le même sens soit en sens inverse. Dans le cas présent, les parois (5, 6, 7, 8) définissent avec les blocs des chambres de forme parallélépipédique mais il est évident que cela n'est pas limitatif.

10

Des fonds (17, 18) sont disposés à chaque extrémité et maintiennent les blocs élémentaires les uns contre les autres. Ces fonds sont montés de manière étanche sur les parois.

15

Conformément à l'invention, les blocs (M) à l'intérieur desquels circulent les fluides se caractérisent, ainsi que cela ressort plus clairement de la figure 3, par le fait qu'ils présentent des canaux superposés (18, 19) débouchant alternativement dans les chambres latérales et s'étendant sur toute la largeur de chaque bloc.

20

Ces canaux sont de forme parallélépipédique et sont constitués par l'espace compris entre des plaques embouties, désignés par la référence générale (20), réalisés de la manière illustrée par les figures 1 et 2. Chaque plaque élémentaire (20), dont les dimensions sont fonction du type d'échangeur à réaliser, est tout d'abord découpée selon la configuration représentée à la figure 1, de manière à présenter quatre côtés (21, 22, 23, 24), chaque angle comportant une languette débordante (25, 26, 27, 28). Les plaques sont réalisées à partir de tous métaux emboutissables et soudables, tels que par exemple en acier, acier inoxydable, titane, zirconium...

25

30

La plaque ainsi réalisée est alors emboutie de la manière illustrée à la figure 2, de telle sorte que les bords soient retournés alternativement en sens inverse de 90° et que les languettes forment, dans chaque angle, une arête verticale. Pour obtenir un bloc conforme à l'invention, il suffit donc, ainsi que cela ressort de la figure 3, de superposer des plaques élémentaires ainsi embouties et de les souder entre elles le long des bords retournés et des arêtes verticales. On obtient donc ainsi une alternance de canaux (18, 19), croisés les uns par rapport aux autres et fermés sur deux côtés. La réalisation du bloc proprement dit est obtenue en insérant les arêtes, (25) par exemple, dans un montant rigide (3) pour l'arête (25). Un cordon de soudure (29) est réalisé pour assurer l'étanchéité au niveau du montant.

35

40

45

50

55

En superposant ainsi une pluralité de blocs, il est donc possible d'obtenir un échangeur parfaitement adapté aux problèmes à résoudre.

Éventuellement, il peut être possible de renforcer la résistance entre les plaques en prévoyant des picots de liaison entre deux plaques consécutives à l'intérieur des canaux.

60

De même, ainsi que cela a été représenté à la figure 5, on peut insérer dans les canaux formés des plaques additionnelles (30) ondulées par exemple, permettant, non seulement de jouer le rôle d'un élément raidisseur augmentant la résistance, mais également de contrôler la turbulence

65

des fluides et leur perte de charge ainsi que d'améliorer le coefficient d'échange thermique. Dans une telle variante, le nettoyage de l'ensemble est facilité par le fait que lesdites plaques intercalaires peuvent être facilement enlevées.

Si la surface des plaques définissant les canaux de circulation des fluides peut être lisse, il peut être envisagé de réaliser des plaques embouties avec un ou plusieurs profils particuliers de rainures. Dans ce cas, le profil d'emboutissage assure en même temps la résistance mécanique par de nombreux points d'appui et la distribution des fluides. Comme profil, on peut par exemple avoir un profil se présentant sous la forme d'ondulations disposées en biais, par exemple à 45° par rapport aux côtés des plaques. On conçoit qu'il est ainsi possible de modifier la distribution des fluides en fonction de la manière dont les plaques sont superposées les unes par rapport aux autres.

Par rapport aux échangeurs à plaques et/ou aux échangeurs modulaires antérieurs, l'échangeur conforme à l'invention présente de nombreux avantages parmi lesquels on peut citer notamment :

d'être facilement adapté aux problèmes techniques à résoudre par le fait qu'il est constitué d'éléments standard, obtenus par simple emboutissage, qui sont ensuite soudés pour former un parallélépipède monobloc dont le nombre de canaux peut être variable ;

de présenter, comme déjà dit, deux circuits indépendants parfaitement nettoyables et visitables ;

de pouvoir éventuellement combiner, dans un même échangeur, des canaux de hauteur différente sur chaque circuit ;

de permettre un montage simple, rapide, éliminant tout joint d'étanchéité, avec des montants sur lesquels viennent se fixer les parois latérales définissant les chambres de circulation de fluides ;

de présenter une très grande résistance à la pression.

Les échangeurs peuvent être utilisés aussi bien verticalement qu'horizontalement et peuvent recevoir des gaz ou des liquides et trouver des applications dans de nombreux domaines (chimie, chauffage des habitats, agrochimie...).

Ils peuvent être utilisés en réfrigérants, évaporateurs, bouilleurs, condenseurs et présenter un ou deux circuits totalement étanches sans joint.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation décrit précédemment, mais elle en couvre toutes les variantes réalisées dans le même esprit. Ainsi, s'il est avantageux de réaliser les plaques élémentaires par emboutissage, toute autre technique permettant d'obtenir une structure équivalente à partir d'une plaque pourrait être envisagée.

Il en est de même pour la distribution des fluides. On peut substituer aux parois démontables des parois soudées éventuellement directement aux arêtes des plaques ; l'échangeur peut se présenter sous toute forme telle que cylindrique ou rectangulaire et être assemblé par modu-

les identiques ou différents.

## Revendications

- 5 1. Echangeur de chaleur à circuits de fluides indépendants, constitué d'éléments modulaires M sous forme de blocs maintenus juxtaposés à l'intérieur d'une enceinte définissant des chambres indépendantes pour chacun des fluides, chaque bloc présentant des canaux superposés (18, 19) débouchant alternativement dans des chambres latérales (9, 10, 11, 12) de circulation de fluides définies par des parois latérales (5, 6, 7, 8), ces canaux s'étendant sur toute la largeur du bloc, les canaux (18, 19) étant définis par l'espace compris entre des plaques embouties assemblées par soudure, comportant des bords (21, 22, 23, 24) retournés alternativement en sens inverse de 90° par rapport au plan des plaques, caractérisé par le fait que lesdits bords forment, dans chaque angle, une arête verticale (25, 26, 27, 28) prolongeant les bords retournés et permettant la fixation aux parois latérales (5, 6, 7, 8) définissant les chambres de circulation de fluides (9, 10, 11, 12), la soudure desdites plaques étant réalisée par soudure bout à bout des extrémités des bords retournés (21, 22, 23, 24) et des bords des arêtes verticales (25, 26, 27, 28).
- 10
- 15
- 20 2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les arêtes verticales (25, 26, 27, 28) sont soudées directement aux parois latérales.
- 25 3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les arêtes verticales (25, 26, 27, 28) sont fixées dans les montants (1, 2, 3, 4) sur lesquels viennent se fixer les parois latérales (5, 6, 7, 8).
- 30 4. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les canaux (18, 19) sont de forme parallélépipédique.
- 35 5. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que des éléments de renforcement sont disposés à l'intérieur de chaque canal.
- 40 6. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les éléments de renforcement sont constitués par des picots espacés les uns des autres.
- 45 7. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les éléments de renforcement sont constitués par des plaques intercalaires profilées, amovibles, ces plaques permettant également de contrôler la turbulence des fluides et leur perte de charge ainsi que d'améliorer le coefficient d'échange thermique.
- 50 8. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les plaques définissant les canaux superposés (18) et (19) sont planes.
- 55 9. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les plaques définissant les canaux superposés (18) et (19) sont profilés de manière à former des rainures qui prennent appui les unes sur les autres et
- 60
- 65

assurent en même temps la résistance mécanique ainsi que la distribution des fluides.

10. Plaque permettant la réalisation d'un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée par le fait qu'elle est obtenue par emboutissage et qu'elle comporte des bords (21, 22, 23, 24) retournés alternativement en sens inverse de 90° et qui forment, dans chaque angle, une arête verticale (25, 26, 27, 28) permettant de les fixer aux parois latérales (5, 6, 7, 8) définissant les chambres de circulation de fluides (9, 10, 11, 12) soit directement par soudure soit dans les montants (1, 2, 3, 4) contre lesquels sont fixées lesdites parois latérales.

### Claims

1. A heat exchanger incorporating independent fluid circuits, constituted by modular elements (M) in the form of blocks maintained juxtaposed inside an enclosure defining independent chambers for each of the fluids, each block presenting superposed channels (18, 19) opening out alternately into the lateral fluid circulation chambers (9, 10, 11, 12) defined by lateral walls (5, 6, 7, 8), these channels extending over the whole width of the block, the channels (18, 19) are defined by the space between pressed plates connected by welding, comprising edges (21, 22, 23, 24) turned back through 90° alternately in opposite direction if compared to the plane of the plates, characterized by the fact that said edges form, in each angle, a vertical edge (25, 26, 27, 28) extending the bent edges fixed to the lateral walls (5, 6, 7, 8) defining the fluid circulation chambers (9, 10, 11, 12), the welding of said plates being realized by butt-welding of the ends of the bent edges (21, 22, 23, 24) and the vertical edges (25, 26, 27, 28).

2. A heat exchanger according the claim 1, characterized by the fact that the vertical edges (25, 26, 27, 28) are welded directly to the lateral walls.

3. A heat exchanger according the claim 1, characterized by the fact that the vertical edges (25, 26, 27, 28) are fixed in uprights (1, 2, 3, 4) on which are fixed the lateral walls (5, 6, 7, 8).

4. A heat exchanger according the claim 1, characterized by the fact that the channels (18, 19) are parallelepipedic in form.

5. A heat exchanger according one of the claims 1 to 4, characterized by the fact that reinforcing elements are disposed inside each channel.

6. A heat exchanger according the claim 5, characterized by the fact that the reinforcing elements are constituted by barbs spaced from one another.

7. A heat exchanger of claim 5, characterized by the fact that reinforcing elements are constituted by removable, profiled interposed plates, these plates also controlling the turbulence of the fluids and their pressure drop, and improving the coefficient of heat exchange.

8. A heat exchanger according one of the

claims 1 to 5 characterized by the fact that the plates defining the superposed channels (18) and (19) are flat.

9. A heat exchanger according one of the claims 1 to 4, characterized by the fact that the plates defining the superposed channels (18) and (19) are profiled so as to form grooves which abut on one another and simultaneously ensure mechanical strength and distribution of the fluids.

10. A plate for making the heat exchanger of one of claims 1 to 9, characterized by the fact that it is obtained by pressing and it comprises edges (21, 22, 23, 24) turned back through 90° alternately in opposite direction and which form, in each angle, a vertical edge (25, 26, 27, 28) enabling them to be fixed to the lateral walls (5, 6, 7, 8) defining the fluid circulation chambers (9, 10, 11, 12) either directly by welding or in upright (1, 2, 3, 4) on which are fixed the lateral walls.

### Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit voneinander unabhängigen Fluidkreisläufen, der durch modulare Elemente M in Gestalt von Blöcken gebildet wird, die im Inneren einer Einfassung einander gegenüberstehen und voneinander unabhängige Kammern für jedes der Fluide bilden, wobei jeder Block überlappende Kanäle (18, 19) aufweist, die abwechselnd in sich längs erstreckende, durch Längswände (5, 6, 7, 8) definierte Kammern (9, 10, 11, 12) für die Zirkulation der Fluide münden, wobei sich diese Kanäle über die gesamte Breite des Blocks erstrecken und die Kanäle (18, 19) durch den Zwischenraum zwischen gekümpelten, miteinander verschweißten Platten definiert werden, die abwechselnd gegenläufig um 90° zur Ebene der Platten umgebogene Randstreifen (21, 22, 23, 24) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Randbereiche in jeder Ecke einen vertikalen Winkel (25, 26, 27, 28) in Verlängerung der umgebogenen Randbereiche umfassen, die der Befestigung an den Längswänden (5, 6, 7, 8) dienen, welche die Kammern (9, 10, 11, 12) für die Zirkulation der Fluide definieren, und daß die Verschweißung der Platten dadurch bewirkt wird, daß Ränder der umgebogenen Randbereiche (21, 22, 23, 24) ebenso wie Randbereiche der vertikalen Winkel (25, 26, 27, 28) auf Stoß miteinander verschweißt werden.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikalen Winkel (25, 26, 27, 28) direkt auf Längswände geschweißt sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikalen Winkel (25, 26, 27, 28) an Ständern (1, 2, 3, 4) befestigt sind, an denen die Längswände (5, 6, 7, 8) befestigt sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (18, 19) von parallelepipedischer Gestalt sind.

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungselemente im Inneren eines jeden Kanals

angeordnet sind.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungselemente durch voneinander beabstandete Zacken gebildet sind.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungselemente durch profilierte, lösbare Zwischenplatten gebildet sind, wobei die Platten eine Regelung der Turbulenz der Fluide und ihres Ladungsverlustes gestatten und den Wärmetauschkoeffizient verbessern.

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die überlappenden Kanäle (18 und 19) definierenden Platten eben sind.

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die die

überlagerten Kanäle (18 und 19) definierenden Platten in einer Weise profiliert sind, daß Rillen ausgebildet sind, die aufeinander aufliegen und gleichzeitig die mechanische Stabilität wie auch die Verteilung der Fluide gewährleisten.

10. Platte zum Erstellen eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie durch Kämpeln erstellt wurde und daß sie abwechselnd gegenläufig um 90° umgebogene Randbereiche (21, 22, 23, 24) aufweist, die in jeder Ecke einen vertikalen Winkel (25, 26, 27, 28) ausbilden, die es gestatten, sie an Längswänden (5, 6, 7, 8) zu befestigen, welche Zirkulationskammern der Fluide (9, 10, 11, 12) definieren, sei es durch direktes Verschweißen, sei es in Ständern (1, 2, 3, 4), an den die genannten Längswände befestigt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

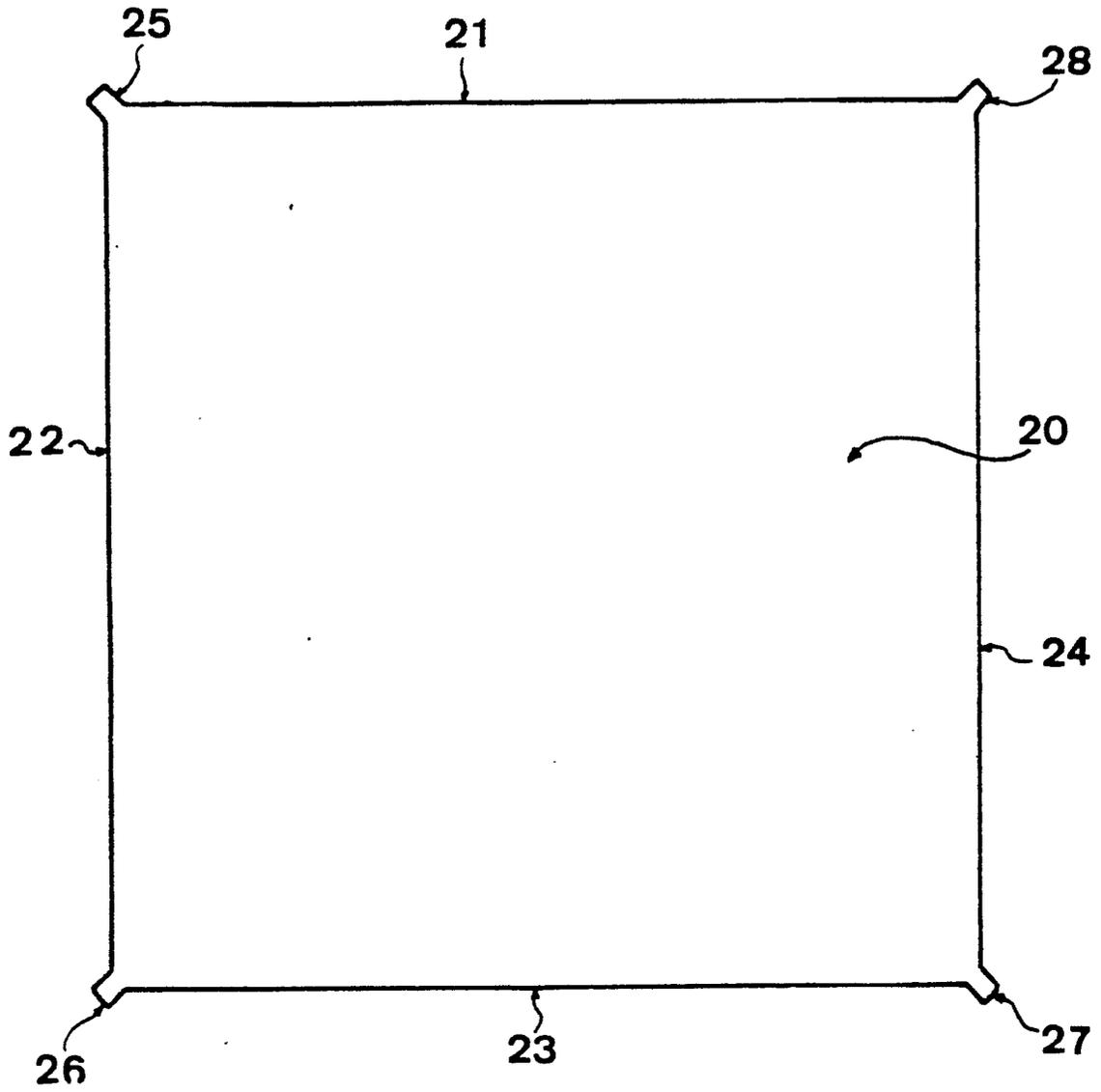


FIG.1

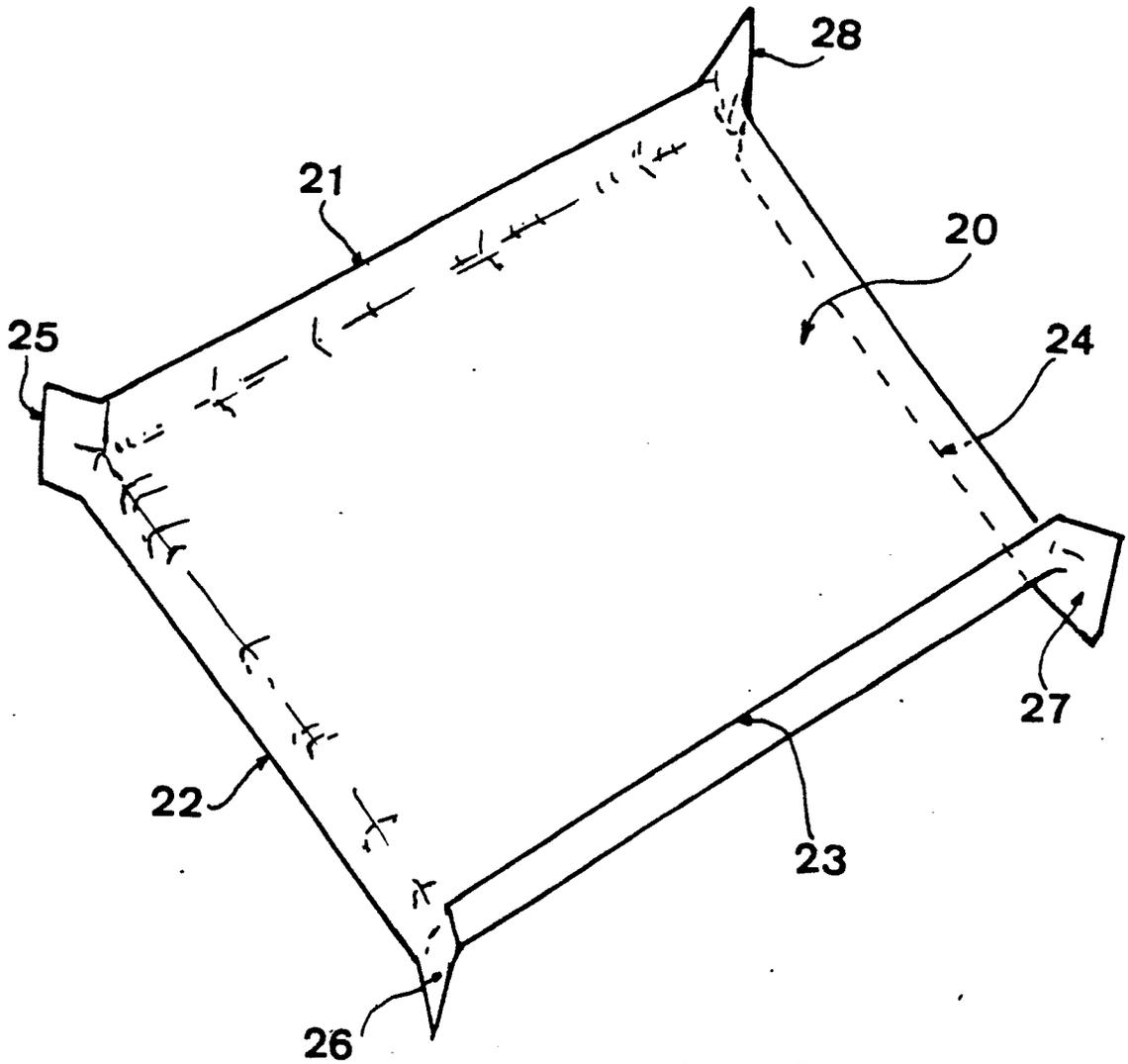
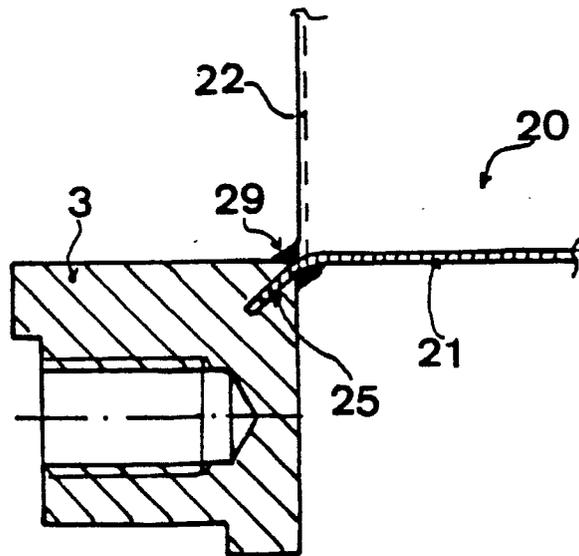
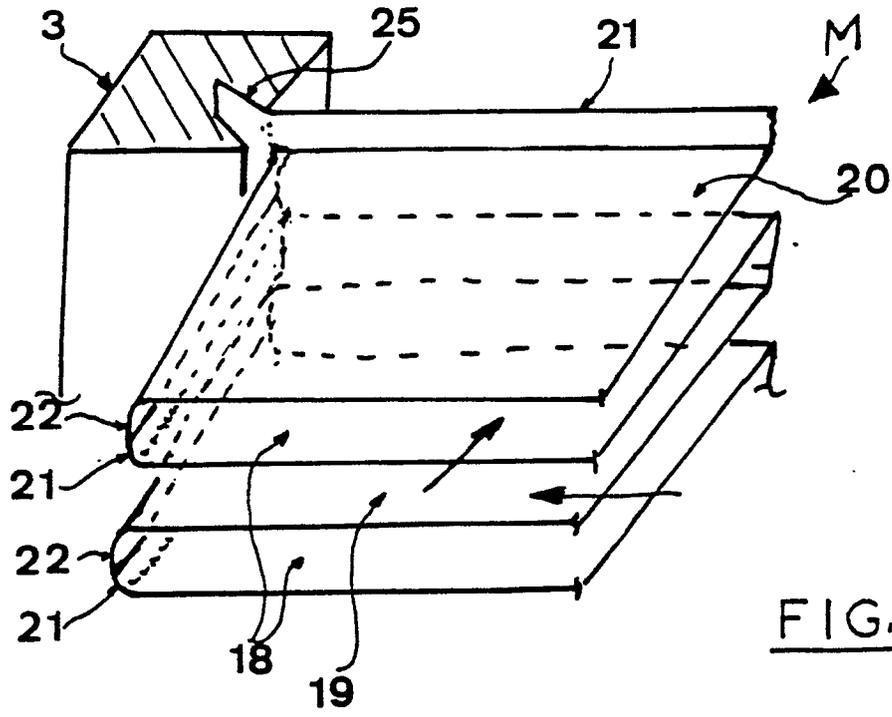


FIG. 2



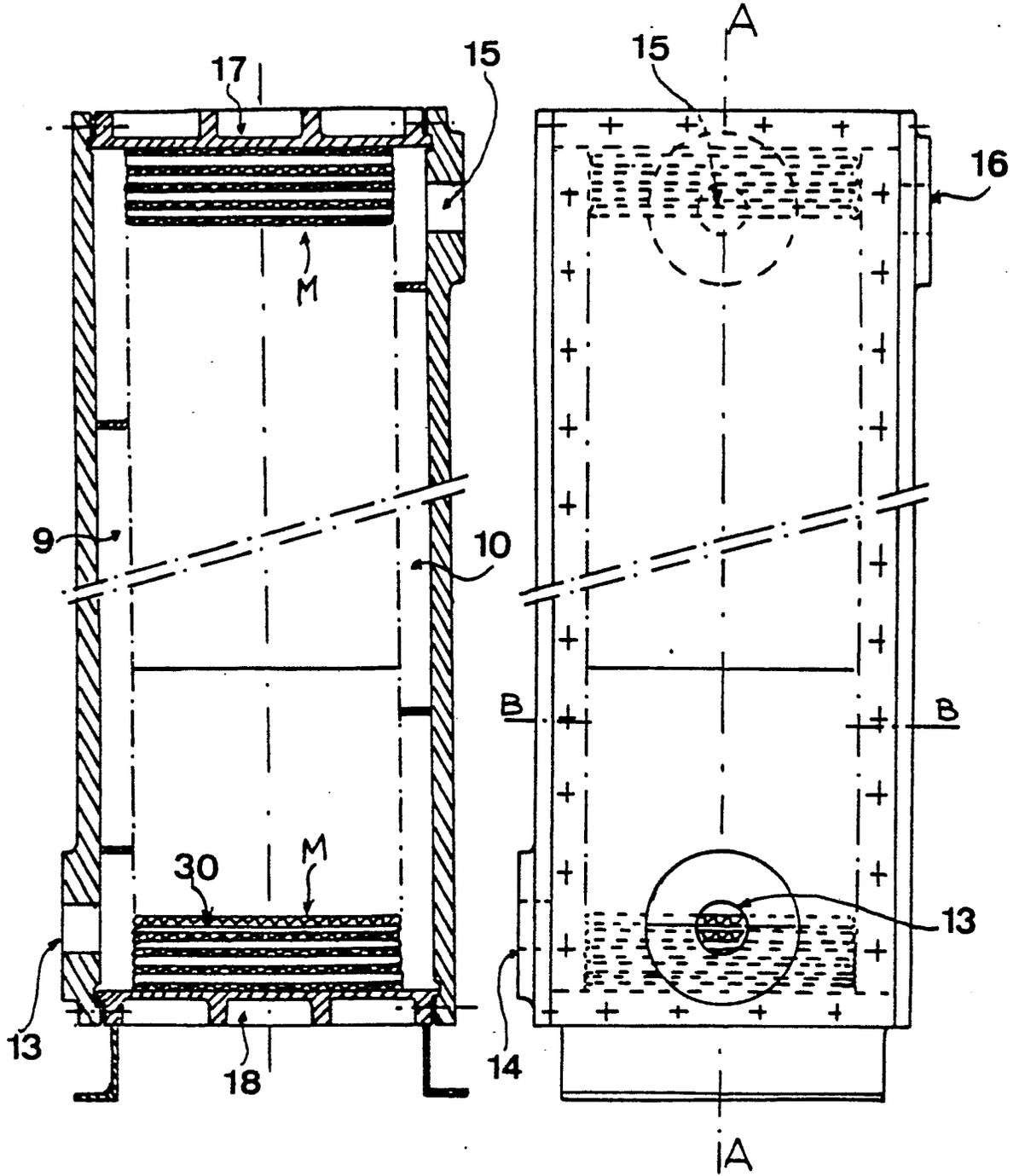


FIG. 5

FIG. 6

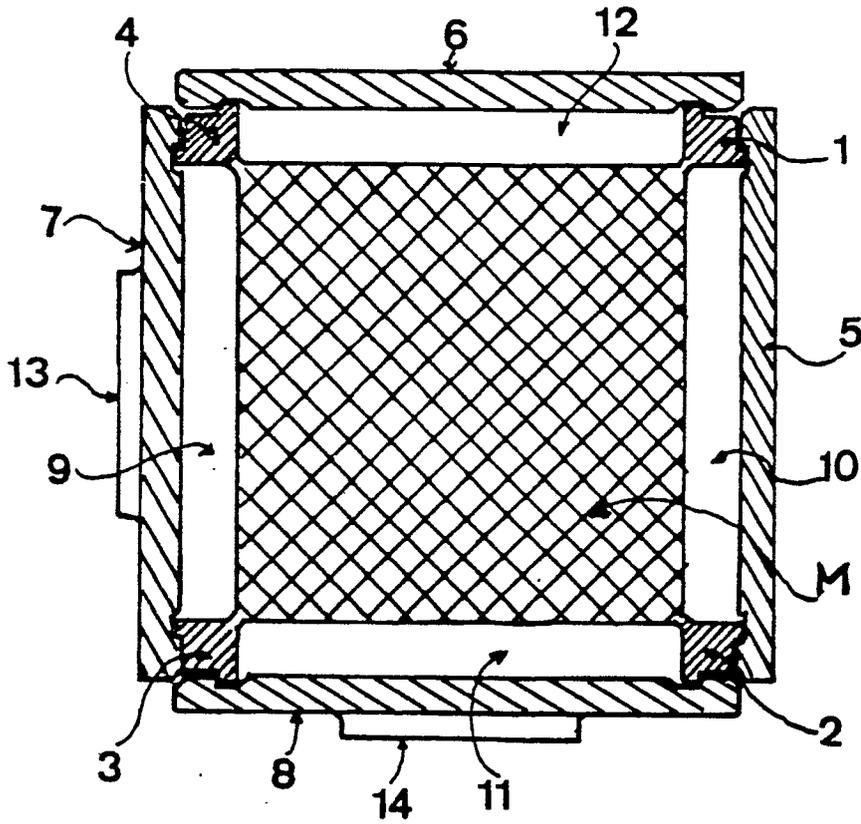


FIG.7

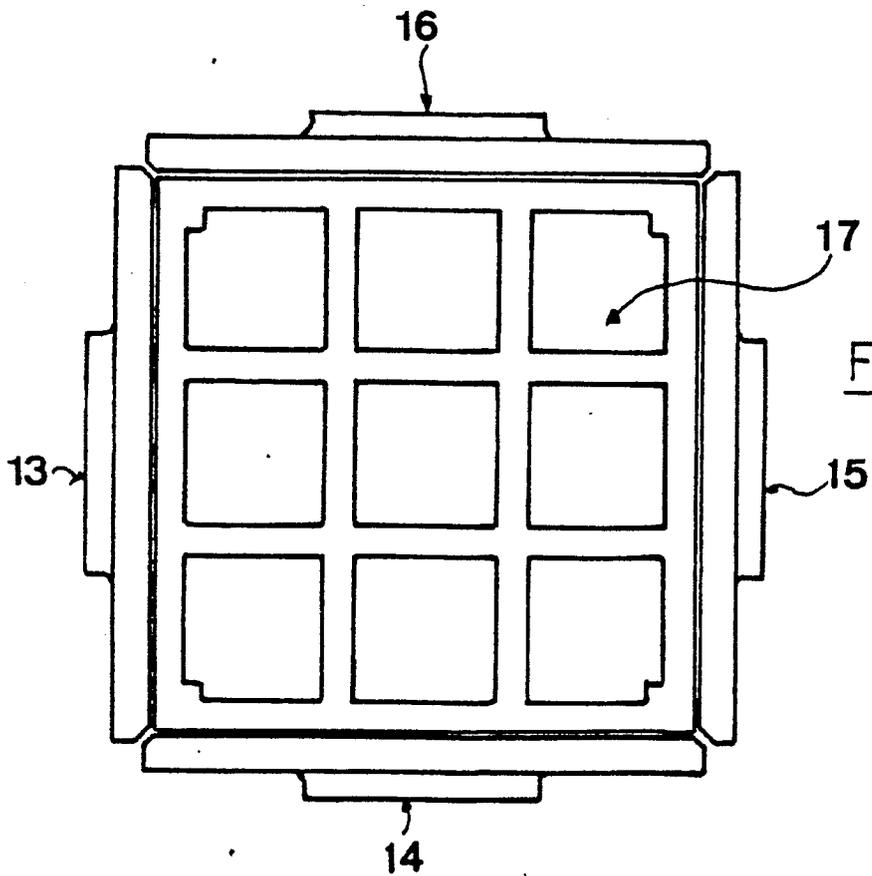


FIG.8