



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **91402881.6**

(51) Int. Cl.⁵ : **F28F 1/12, B21D 53/04**

(22) Date de dépôt : **28.10.91**

(43) Date de publication de la demande :
05.05.93 Bulletin 93/18

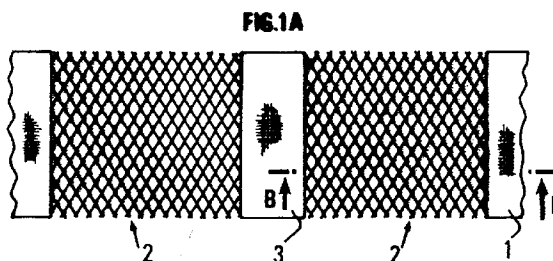
(72) Inventeur : **Cheron, Jacques**
76bis, rue du Maréchal Foch
F-78600 Maison Lafitte (FR)

(84) Etats contractants désignés :
BE DE ES GB IT NL SE

(71) Demandeur : **INSTITUT FRANCAIS DU**
PETROLE
4, Avenue de Bois Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

(54) **Echangeur de chaleur à tubes reliés par des plaques de métal déployé.**

(57) Echangeur de chaleur comprenant une pluralité de tubes substantiellement parallèles, pouvant être associés en rangées et destinés à la circulation d'un premier fluide, un second fluide circulant à l'extérieur des tubes dans une direction globalement perpendiculaire à la direction desdits tubes. Chaque tube d'une rangée est relié aux deux tubes adjacents de la même rangée par une plaque (2) de métal déployé solidaire ou rendue solidaire des deux tubes qu'elle relie, le long d'une génératrice de celui-ci. Les plaques (2) reliant les tubes sont formées d'une seule pièce d'un bout à l'autre d'une même rangée de tubes. Ladite pièce consiste en une bande présentant, après poinçonnage et étirage longitudinal une alternance de portions perforées et de portions non-perforées (3) servant à former des portions de tubes ou à recevoir des tubes préformés en contact intime. Ces échangeurs de chaleur sont utilisables avantageusement pour les échanges entre un liquide circulant dans les tubes et un gaz (par exemple de l'air) circulant en courants croisés à l'extérieur des tubes.



L'invention concerne de nouveaux échangeurs de chaleur utilisables notamment pour des échanges entre deux fluides, par exemple entre un liquide et un gaz et une méthode pour leur réalisation.

Les échangeurs de chaleur liquide-gaz comprennent, en général, un ensemble de tubes substantiellement parallèles entre eux à travers lesquels le liquide participant à l'échange s'écoule, le gaz participant à l'échange circulant entre les tubes, en général dans une direction perpendiculaire à l'axe des tubes.

Pour améliorer l'échange thermique, on peut munir chaque tube d'une pluralité d'ailettes, qui consistent en des plaques de formes diverses disposées autour du tube tout au long de celui-ci, en général dans des plans sensiblement perpendiculaires à l'axe du tube.

Les ailettes présentent l'inconvénient d'offrir à l'écoulement du gaz transversalement à l'axe des tubes une surface de contact telle que, même si elle accroît l'efficacité de l'échange thermique, elle occasionne également des pertes de charges importantes pour le gaz s'écoulant au contact de celle-ci.

On a également proposé de munir les tubes de lanières ou de fils disposés longitudinalement au contact des tubes. Ces lanières ou ces fils présentent à l'écoulement du gaz une faible longueur de contact, qui a pour effet d'entraîner le décollement de la couche limite, permettant en outre un excellent contact gaz-lanière ou gaz-fil avec une perte de charge plus faible que celle rencontrée avec les ailettes.

Sur la base de ce principe, on a proposé notamment des échangeurs comprenant des batteries de tubes parallèles, disposés en plusieurs rangées, dans lesquelles chaque tube est relié aux deux tubes adjacents de la même rangée par un tissu de matériau conducteur de la chaleur, en contact thermique avec chacun des deux tubes tout au long d'une génératrice de celui-ci.

Pour réaliser un échangeur de ce type, on a pu par exemple confectionner le tissu de fils de matériau conducteur en y introduisant à intervalles réguliers un tube à la place d'un fil.

Au lieu d'un tissu de fils de matériau conducteur, on peut aussi concevoir de placer entre un tube et les deux tubes adjacents de la même rangée une plaque perforée en contact thermique avec chacun des deux tubes qu'elle relie, tout au long d'une génératrice de ceux-ci, ladite plaque perforée étant réalisée dans un matériau conducteur de chaleur.

Les inconvénients des dispositifs décrits ci-dessus sont principalement :

- le coût élevé d'un tissu de matériau conducteur; et
- la perte de matière dans la réalisation d'une plaque perforée de matériau conducteur.

On a maintenant découvert qu'il était possible de réaliser des échangeurs de chaleurs du type décrit ci-dessus qui ne présentent pas les inconvénients pré-

cités, en utilisant comme éléments conducteurs de la chaleur des plaques de métal déployé selon des dispositions qui seront décrites ci-après, le métal déployé ayant un très faible coût comparé aux tissages et permettant, en outre, par rapport aux plaques perforées, d'éviter la perte de matière.

L'invention sera décrite plus particulièrement en liaison avec les figures annexées, dans lesquelles :

la figure 1A représente une bande de métal servant d'élément de base dans les diverses variantes d'exécution de l'invention; et la figure 1B est une vue en coupe selon B-B d'une partie de la bande représentée sur la figure 1A;

les figures 2A et 2B, 3A, 4A et 4B représentent diverses variantes d'exécution d'une rangée de tubes selon l'invention;

les figures 5A et 5B représentent en coupes transversales deux formes particulières de la section des tubes;

les figures 6A, 6B et 6C représentent plusieurs dispositions particulières des rangées de tubes; et

la figure 7 représente schématiquement un mode de réalisation particulière d'un échangeur selon l'invention.

Les échangeurs de chaleur de la présente invention peuvent être définis d'une manière générale en ce qu'ils comprennent une pluralité de tubes substantiellement parallèles et pouvant être associés en au moins une rangée, pour la circulation d'un premier fluide participant à l'échange (plus particulièrement un liquide), le second fluide (plus particulièrement un gaz) circulant à l'extérieur des tubes dans une direction globalement perpendiculaire à la direction desdits tubes et caractérisés en ce que chaque tube d'une desdites rangées est relié aux deux tubes adjacents de la même rangée (sauf pour les tubes extrêmes des rangées, qui n'ont qu'un tube adjacent dans la même rangée) par une plaque de métal déployé solidaire ou rendue solidaire de chacun des deux tubes qu'elle relie, le long d'une génératrice de celui-ci; ces échangeurs de chaleur étant en outre caractérisés en ce que les plaques reliant les tubes sont formées d'une seule pièce d'un bout à l'autre d'une même rangée de tubes, cette pièce consistant en une bande de métal déployé 1 (fig. 1A) présentant, après poinçonnage et étirage longitudinal, une alternance de portions perforées 2 (métal déployé proprement dit) et de portions non-perforées ou continues 3, ces portions continues étant destinées à former au moins une portion de chacun des tubes ou à recevoir des tubes préformés, pour la circulation du premier fluide (fig. 1A).

L'épaisseur des bandes métalliques utilisées peut être par exemple d'environ 0,2 à 5 millimètres et la dimension de mailles du métal déployé d'environ 0,2mm à quelques centimètres.

Selon une première variante d'exécution de l'in-

vention, les portions non-perforées 3 sont mises sous forme de surfaces substantiellement semi-cylindriques 4, comme représenté sur les figures 2A et 2B, par exemple par emboutissage, ces surfaces substantiellement semi-cylindriques recevant chacune un tube cylindrique préformé 5, rendu solidaire de la surface substantiellement semi-cylindrique au contact de laquelle il se trouve par divers moyens permettant la meilleure conduction thermique possible entre les parties métalliques en contact, par exemple par soudage, par brasage ou par collage.

Dans une autre variante d'exécution de l'invention représentée par les figures 3A et 3B, on met les portions non-perforées 3 de la bande 1 sous la forme de demi-tubes 6, par exemple par emboutissage, et l'on place en regard desdits demi-tubes 6 des demi-tubes complémentaires 7, confectionnés séparément, que l'on rend solidaires des demi-tubes 6 par tout moyen permettant de réaliser l'étanchéité entre l'intérieur et l'extérieur des tubes ainsi formés, par exemple par soudage, par brasage ou par collage des rebords des demi-tubes en vis-à-vis, ou encore par serrage avec interposition de joints tout au long desdits rebords en vis-à-vis.

Une autre variante d'exécution de l'invention, représentée par les figures 4A et 4B, associe en vis-à-vis, pour chaque rangée de tubes, deux bandes de métal déployé 8 et 9 comportant, comme les bandes 1 de la figure 1A, des parties perforées (respectivement 10 et 11) et des parties non perforées (respectivement 12 et 13), chacune de ces bandes 8 et 9 étant formée par exemple par emboutissage, de manière à présenter une pluralité de demi-tubes (respectivement 14 et 15) d'axes substantiellement parallèles, les portions de bande entre deux demi-tubes adjacents correspondant aux parties perforées 10 et 11 étant mises en forme, par exemple lors de l'emboutissage, de telle sorte qu'au niveau de ces portions perforées, les deux bandes de métal déployé en vis-à-vis ne soient pas en contact l'une avec l'autre, mais séparées d'une distance notée d, lorsque les deux demi-tubes 14 et 15 en vis-à-vis sont pour leur part en contact l'un avec l'autre, par leurs rebords. Les deux bandes associées en vis-à-vis sont rédues solidaires l'une de l'autre par tout moyen permettant de réaliser l'étanchéité entre l'intérieur et l'extérieur de chaque tube formé par l'association de deux demi-tubes en vis-à-vis, par exemple par soudage, par brasage ou par collage des parties homologues en contact, ou encore par serrage avec interposition de joints tout au long desdites parties homologues.

Dans les variantes d'exécution des structures d'échange de l'invention décrites plus haut, on a essentiellement considéré des tubes de section circulaire. Sans sortir du cadre de l'invention, on peut envisager que les sections des tubes aient toute autre forme, rectangulaire, par exemple carrée, ou hexagonale, comme représenté sur les figures 5A et 5B.

Les structures d'échange thermique selon l'invention comprennent une pluralité de rangées de tubes telles que décrites plus haut. Ces diverses rangées peuvent être parallèles entre elles comme représenté schématiquement sur les figures 6A, 6B et 6C, les rangées pouvant en outre être disposées les unes par rapport aux autres de manière que les tubes soient disposés en quinconce (fig. 6A) ou alignés d'une rangée à l'autre (fig. 6B et 6C).

Dans ce dernier cas, il peut être intéressant de donner aux tubes des sections rectangulaires, par exemple carrées, ou hexagonales, pour permettre aux diverses rangées successives d'être juxtaposées les unes aux autres tout au long des faces planes des tubes, lorsque l'on a besoin que la structure d'échange consiste en un empilement. Une telle possibilité est illustrée par la figure 6C.

Dans la description qui précède, on a envisagé l'utilisation de bandes de métal déployé dont les portions perforées 2 ont le profil représenté sur la figure 1B, qui résulte du mode de réalisation du métal déployé, par un poinçonnage suivi d'un étirage longitudinal des plaques de métal. Comme on le voit sur la figure 1B, les parties perforées des plaques ne sont pas planes, chaque lanière étant en décrochement par rapport à la lanière adjacente. On peut utiliser tout métal déployé connu présentant diverses formes de lanières, que l'on pourra adapter à la construction des dispositifs de l'invention selon les caractéristiques d'échange thermique et de perte de charge considérées dans chaque dispositif. De plus, dans le cadre de l'invention, on peut envisager d'utiliser des bandes de métal déployé dans les parties perforées ont été aplaties sous presse.

Les bandes de métal déployé qui sont à la base des rangées de tubes des dispositifs de l'invention (telles que 1 sur la figure 1A), peuvent être constituées de divers métaux présentant des propriétés variées, par exemple de conductivité thermique, de résistance mécanique, ou de résistance à la corrosion.

On peut citer par exemple : le fer, l'acier et tous ses alliages, des métaux non ferreux tels que le nickel, le cuivre, l'aluminium et tous les produits métallurgiques que l'on peut obtenir sous forme de rouleaux, bandes ou feuilles de faible épaisseur. Il est en outre possible, pour conférer aux dispositifs de l'invention une bonne résistance à la corrosion, notamment au contact de certains gaz, de traiter le métal déployé utilisé par un revêtement protecteur, par exemple en Téflon (marque déposée). L'utilisation de tels revêtements qui peuvent être hydrophobes peut être avantageuse également dans le cas d'échangeurs à condensation, dans lesquels l'eau de condensation pourra s'écouler sans stagnation le long de surfaces ainsi revêtues.

Dans les échangeurs de chaleur considérés dans l'invention, on peut réaliser un échange thermique entre deux fluides circulant à courants croisés, l'un

dans les tubes, l'autre à l'extérieur des tubes dans une direction globalement perpendiculaire aux parties perforées des plaques de métal déployé, entre les tubes.

Le fluide circulant dans les tubes peut être plus particulièrement un liquide à réchauffer ou à refroidir, le fluide circulant à l'extérieur des tubes pouvant être plus particulièrement de l'air à refroidir ou à réchauffer, respectivement.

Les moyens d'amenée et d'évacuation de chacun des deux fluides seront adaptés aux types d'échange considérés. En particulier, le fluide circulant dans les tubes devra y être amené et en être évacué par un système de distribution et par un système de collecte appropriés.

D'autre part, mis à part le cas où le fluide circulant à l'extérieur des tubes est l'air ambiant (à réchauffer ou à refroidir), l'ensemble de la structure d'échange pourra être placé dans une enceinte étanche 16 munie d'un conduit d'amenée 17 et d'un conduit d'évacuation 18 du fluide devant circuler à l'extérieur des tubes, comme représenté sur la figure 7. Dans le cas représenté, les moyens d'amenée et d'évacuation du fluide circulant dans les tubes consiste en des conduits 19 et 20 raccordés respectivement aux deux faces 21 et 22 de l'enceinte 16, perpendiculaires à la direction des tubes 23, lesdites faces 21 et 22 étant percées de trous 24 de communication avec les tubes 23 qui, de cette façon, traversent ladite enceinte 16 de part en part.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comprenant une pluralité de tubes substantiellement parallèles pouvant être associés en au moins une rangée et destinés à la circulation d'un premier fluide participant à l'échange, un second fluide participant à l'échange circulant à l'extérieur desdits tubes dans une direction globalement perpendiculaire à la direction desdits tubes, ledit échangeur de chaleur étant caractérisé en ce que chaque tube d'une rangée est relié aux tubes adjacents de la même rangée par une plaque de métal déployé solidaire ou rendue solidaire de chacun des deux tubes qu'elle relie, le long d'une génératrice de celui-ci, en ce que lesdites plaques reliant lesdits tubes sont formées d'une seule pièce d'un bout à l'autre d'une même rangée de tubes et en ce que ladite pièce consiste en une bande 1 présentant, après poinçonnage et étirage longitudinal, une alternance de portions perforées 2 et de portions non-perforées 3 servant à former des portions de tubes ou à recevoir des tubes préformés, en contact intime.

2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé

en ce que les portions non-perforées 3 de ladite bande 1 sont mises sous forme de surfaces substantiellement semi-cylindriques 4, recevant chacune, en contact intime, un tube cylindrique préformé 5.

3. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les portions non-perforées de ladite bande 1 sont mises sous forme de surfaces semi-cylindriques constituant des demi-tubes 6 en regard desquels sont placés en contact étanche des demi-tubes complémentaires 7, confectionnés séparément.

4. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une rangée de tubes est formée par mise en vis-à-vis de deux bandes 8 et 9, comportant chacune des portions perforées 10 et 11 et de portions non-perforées 12 et 13, lesdites portions non-perforées 12 et 13 étant mise chacune sous forme de demi-tubes 14 et 15 en contact étanche l'un vis-à-vis de l'autre et lesdites portions perforées 10 et 11 des bandes 8 et 9 en vis-à-vis étant séparées l'une de l'autre.

5. Echangeur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les rangées de tubes sont substantiellement parallèles, lesdits tubes étant disposés en quinconce.

6. Echangeur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les rangées de tubes sont substantiellement parallèles, lesdits tubes étant alignés d'une rangée à l'autre.

7. Echangeur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'amenée et d'évacuation pour le fluide circulant dans les tubes.

8. Echangeur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la structure d'échange est placée dans une enceinte étanche 16 munie d'un conduit d'amenée 17 et d'un conduit d'évacuation 18 pour le fluide circulant à l'extérieur des tubes 23, ainsi que d'un conduit d'amenée 19 et d'un conduit d'évacuation 20 pour le fluide circulant dans les tubes 23, lesdits conduits 19 et 20 étant raccordés respectivement aux faces 21 et 22 de ladite enceinte 16, perpendiculaires à la direction des tubes 23, lesdites faces 21 et 22 étant percées de trous 24 de communication avec l'intérieur des tubes 23 qui traversent de part en part ladite enceinte 16.

9. Méthode de réalisation d'une structure d'échange selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la confection d'une rangée de tu-

bes comprend le poinçonnage d'une bande de métal 1 en certaines portions de celle-ci et son étirage longitudinal, de manière à constituer des portions perforées 2 alternant avec des portions non-perforées 3, puis la mise sous forme de surfaces substantiellement semi-cylindriques desdites portions non-perforées 3, par emboutissage.

10. Méthode selon la revendication 9, caractérisée en ce que chacune desdites surfaces substantiellement semi-cylindriques 4 reçoit un tube cylindrique préformé 5, en contact intime avec elle.

11. Méthode selon la revendication 10, caractérisée en ce que chaque tube préformé 5 est rendu solidaire de la surface substantiellement semi-cylindrique 4 qui le reçoit par soudage, brasage ou collage.

12. Méthode selon la revendication 9, caractérisée en ce que chacune desdites surfaces semi-cylindriques constitue un demi-tube 6 en regard duquel on place, en contact étanche, un demi-tube complémentaire 7, confectionné séparément.

13. Méthode selon la revendication 12, caractérisée en ce que le contact étanche desdits demi-tubes 6 et 7 est assuré par soudage, brasage, collage ou par serrage avec interposition de joints entre les rebords desdits demi-tubes 6 et 7.

14. Méthode selon la revendication 9, caractérisée en ce que deux bandes 8 et 9 mises en forme sont associées en vis-à-vis de manière que leurs surfaces semi-cylindriques constituant des demi-tubes 14 et 15 soient en contact étanche les unes avec les autres par leurs rebords, et que leurs portions perforées respectives 10 et 11 soient écartées entre elles.

15. Méthode selon la revendication 14, caractérisée en ce que le contact étanche des demi-tubes 14 et 15 est assuré par soudage, brasage, collage ou par serrage avec interposition de joints entre les rebords desdits demi-tubes 14 et 15.

50

55

FIG.1A

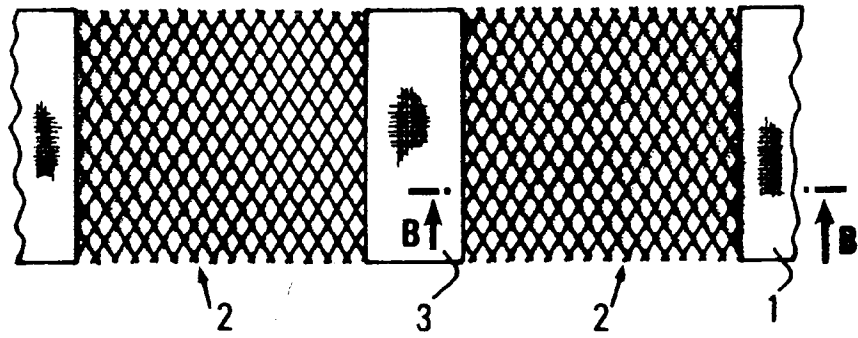


FIG.1B



FIG.2A

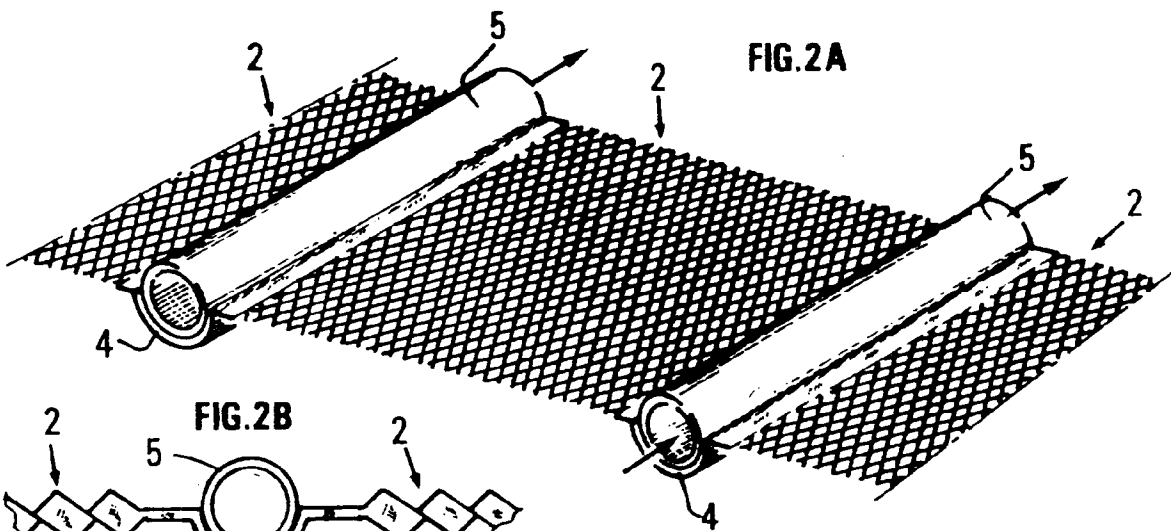


FIG.2B

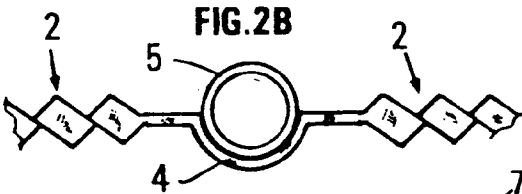


FIG 3A

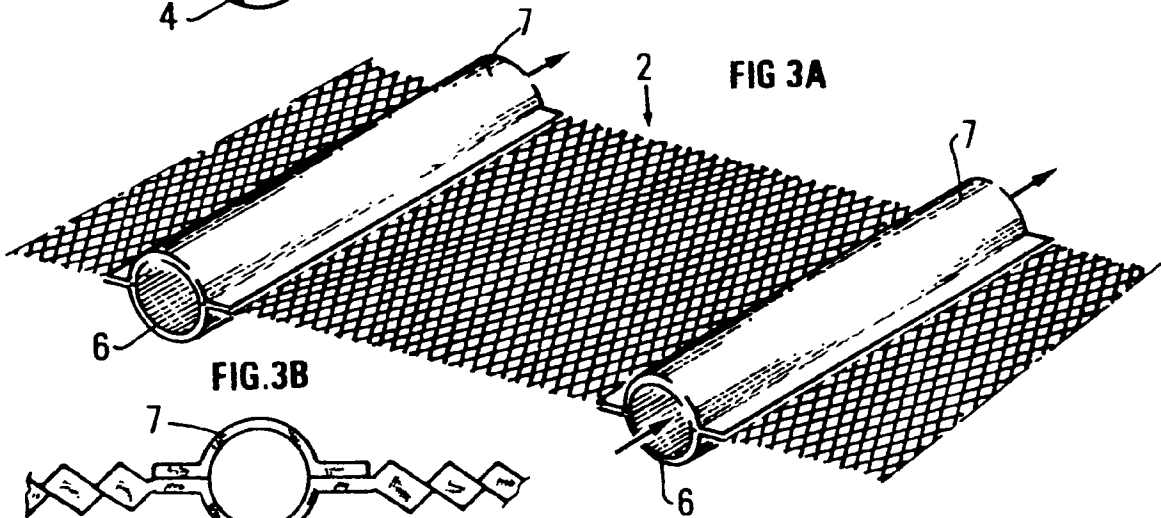
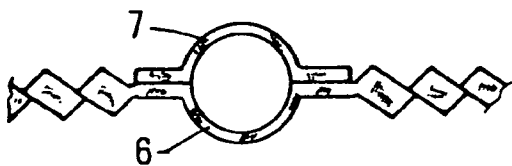


FIG.3B



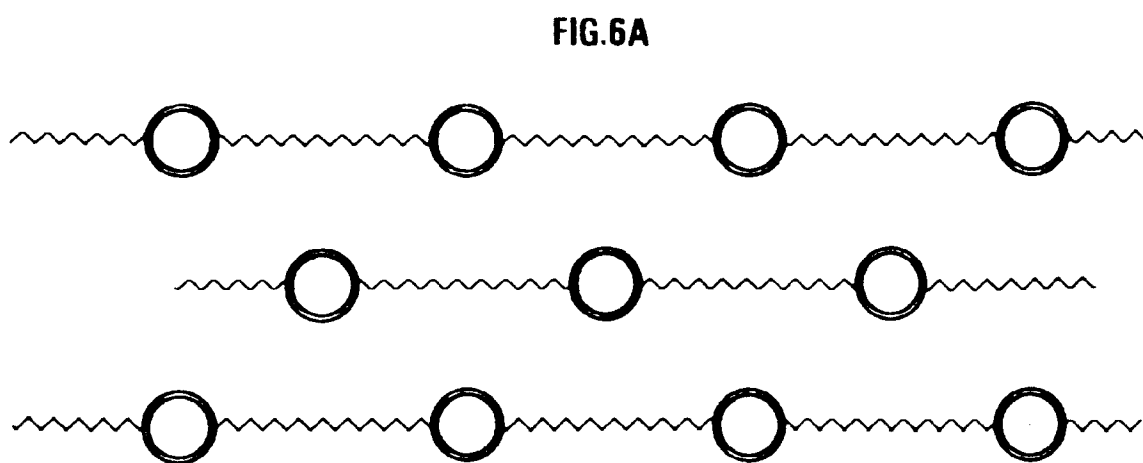
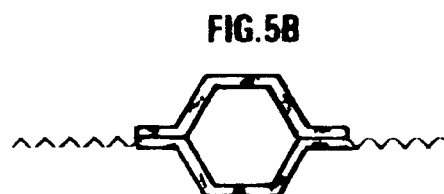
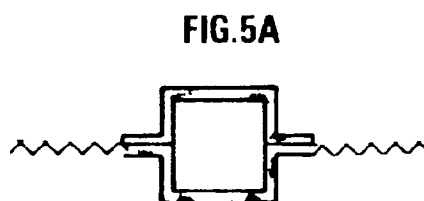
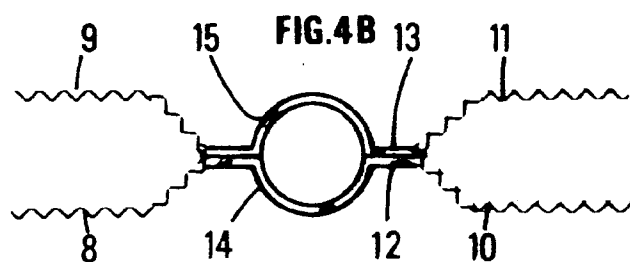
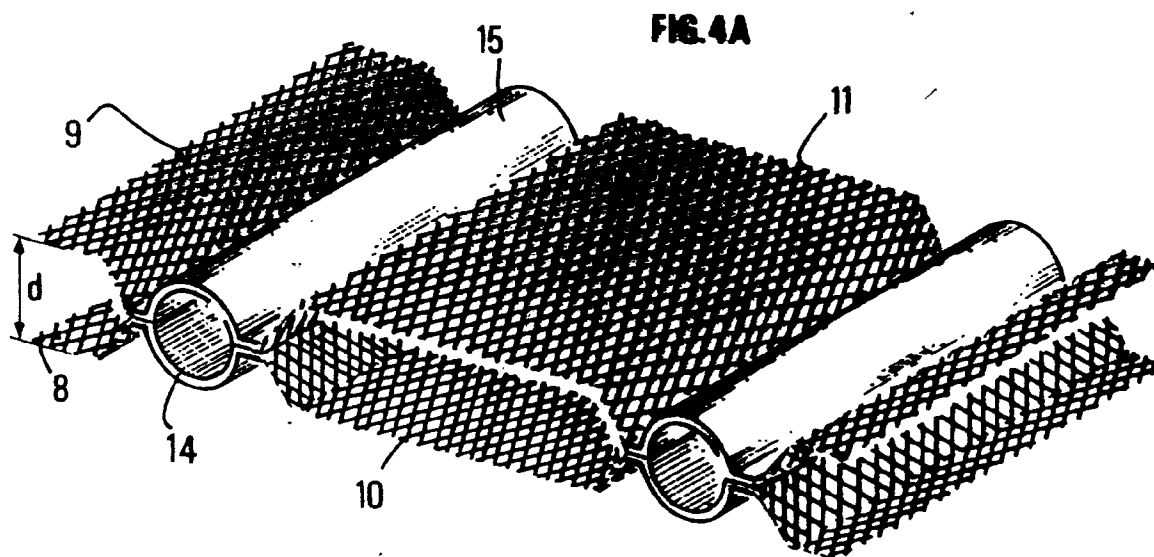


FIG. 6B

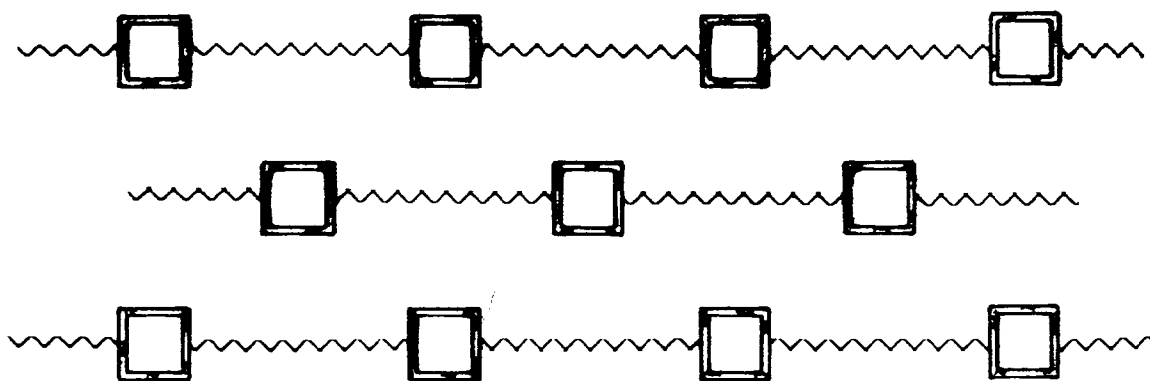


FIG. 6C

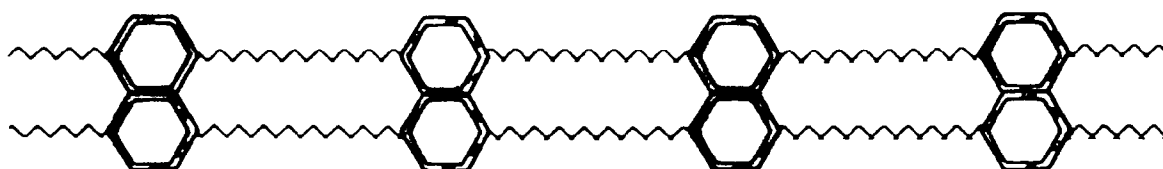
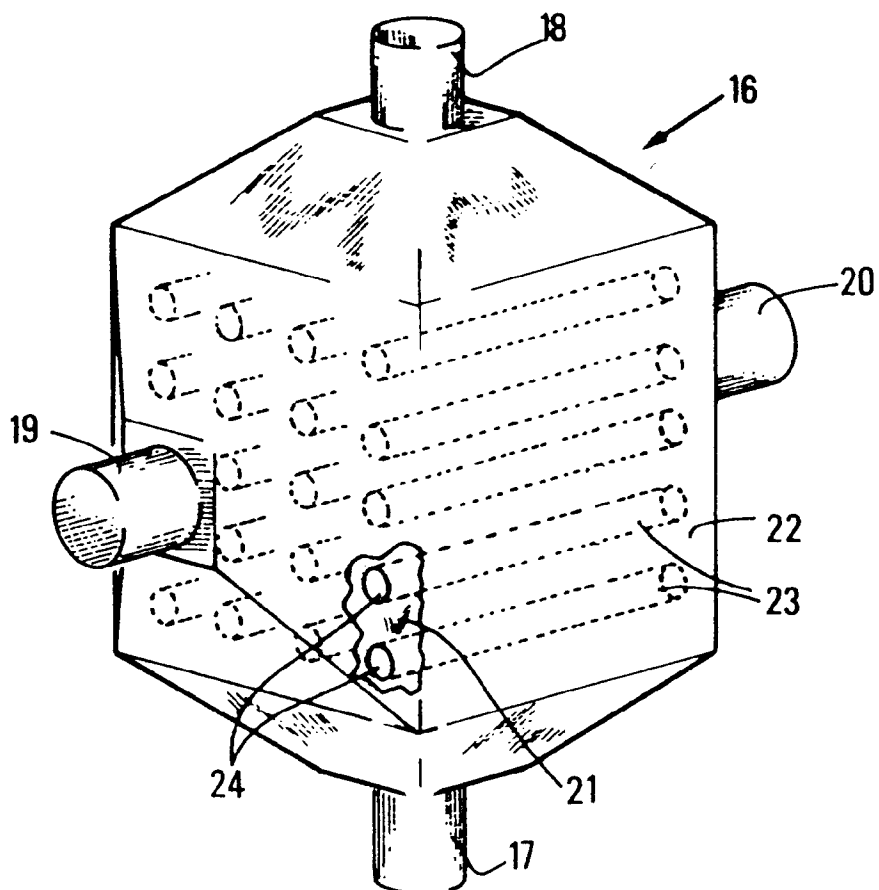


FIG. 7





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 2881

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.5)
X	FR-A-1 524 182 (RUBANOX) * le document en entier * ---	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	F28F1/12 B21053/04
X	FR-A-1 280 498 (REIERT) * le document en entier * ---	1, 2, 9, 10, 11	
X	DE-A-3 121 267 (THERMAL-WERKE GMBH) * le document en entier * ---	1, 2, 9, 10, 11	
A	US-A-4 071 934 (ZOLMAN) * le document en entier * ---	1	
A	FR-A-2 124 320 (AMERICAN AIR FILTER CO.) * le document en entier * ---	9, 10, 11	
A	FR-A-2 318 398 (MUNTERS) * le document en entier * ---	3, 12, 13, 14, 15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	FR-A-1 328 214 (SCHÖLL) * le document en entier * -----	3, 12, 13, 14, 15	F28F B21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15 JANVIER 1992	Examineur SMETS E. D. C.
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		I : 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 (P0402)