

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: 86400497.3

⑤① Int. Cl.4: F28F 9/00 , F28D 7/00

㉔ Date de dépôt: 10.03.86

③① Priorité: 14.03.85 FR 8503756

④③ Date de publication de la demande:
 15.10.86 Bulletin 86/42

⑥④ Etats contractants désignés:
 BE CH DE FR GB IT LI NL

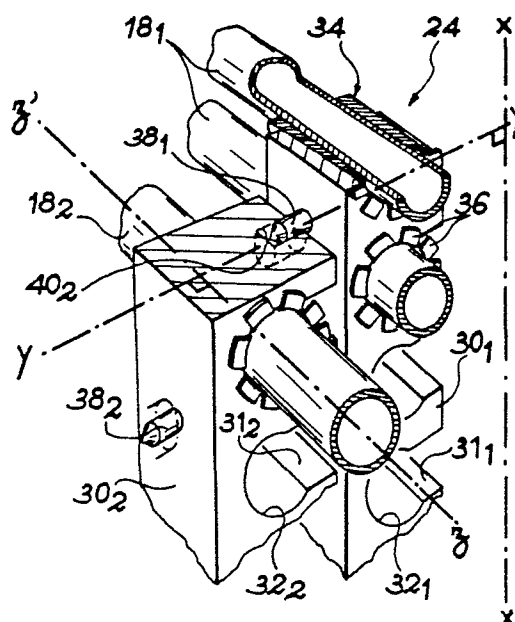
⑦① Demandeur: COMMISSARIAT A L'ENERGIE
 ATOMIQUE Etablissement de Caractère
 Scientifique Technique et Industriel
 31/33, rue de la Fédération
 F-75015 Paris(FR)

⑦② Inventeur: Carnoy, Michel
 La Turinette
 F-84730 Cabrières d'Aigues(FR)
 Inventeur: Mathieu, Bernard
 Costa Bella A 40 Avenue Philippe Solari
 F-13090 Aix en Provence(FR)
 Inventeur: Renaux, Charley
 "Les Extrées"
 F-13490 Jouques(FR)

⑦④ Mandataire: Mongrédién, André et al
 c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
 F-75008 Paris(FR)

⑤④ Echangeur de chaleur à tubes hélicoïdaux muni de dispositifs perfectionnés de supportage des tubes.

⑤⑦ Dans un échangeur de chaleur comprenant des tubes (18₁, 18₂) enroulés en hélice en couches successives, le supportage des tubes est réalisé au moyen de plaques support (30₁, 30₂) comportant chacune une rangée de perforations (32₁, 32₂) ouvertes radialement, dans lesquelles passent les tubes d'une même couche. Des douilles tronconiques déformables (34) sont comprimées autour des tubes dans les perforations et serties sur les plaques support. Celles-ci sont reliées par des pièces (38₁, 38₂) assurant un maintien transversal (zz') entre des plaques tout en autorisant une dilatation différentielle entre les couches.



ECHANGEUR DE CHALEUR A TUBES HELICOIDaux MUNI DE DISPOSITIFS PERFECTIONNES DE SUPPORTAGE DES TUBES

La présente invention concerne un échangeur de chaleur dont les tubes enroulés en hélice sont munis de dispositifs perfectionnés de supportage.

Dans les échangeurs de chaleur tels que les générateurs de vapeur qui équipent les réacteurs nucléaires, l'échange thermique entre le fluide primaire et le fluide secondaire s'effectue au travers des parois d'un faisceau de tubes autour desquels circule l'un des fluides alors que l'autre fluide circule à l'intérieur des tubes. Afin d'améliorer la surface d'échange pour un encombrement donné, on utilise fréquemment des tubes de grande longueur enroulés en hélices en couches successives autour de l'axe vertical de l'échangeur.

Dans une telle configuration, la grande souplesse des tubes enroulés en hélice exige qu'ils soient maintenus par des dispositifs de supportage très rapprochés. Ces dispositifs de supportage doivent assurer un serrage permanent des tubes afin d'éviter leur entrée en vibration provoquée par l'écoulement du fluide autour des tubes. Les spires de tubes n'ayant pas de raideur latérale, les dispositifs de supportage doivent également les maintenir transversalement, notamment en cas de séisme horizontal. En revanche, les couches de tubes enroulés en hélices peuvent être à des températures différentes dans certaines conditions de fonctionnement. Les dispositifs de supportage des tubes doivent donc autoriser une dilatation radiale différentielle entre les couches. Enfin, les dispositifs de supportage doivent être conçus de telle sorte que, même en cas de rupture des pièces qui les constituent, les débris ne puissent se disperser dans le circuit.

Actuellement, dans les générateurs de vapeur à tubes hélicoïdaux équipant les réacteurs nucléaires, le maintien des tubes est généralement réalisé au moyen de peignes verticaux sur lesquels les tubes de chaque couche sont plaqués par des cavaliers reliés aux peignes par des vis. La tenue latérale des spires, ainsi que leur dilatation différentielle d'une couche à l'autre, est obtenue grâce à un emboîtement de chacun des peignes dans un embrèvement prismatique formé sur le cavalier de la couche précédente. Cette solution est illustrée notamment par le document DE-A-2 601 645.

Dans cette solution connue, la précontrainte assurant à froid le serrage du tube est obtenue par serrage des vis. A couple constant, l'effort de serrage n'est donc pas homogène d'une vis à l'autre

puisqu'il dépend de la qualité du filetage de celle-ci. En outre, l'effort de serrage diminue à chaud par suite de la dilatation différentielle entre les vis et les tubes.

5 D'autre part, dans cette solution connue, il n'y a pas de moyen de centrage autre que les vis entre chaque cavalier et le peigne sur lequel il est fixé. L'alignement de tous les cavaliers d'une même couche n'est donc pas assuré dans les tolérances requises, de sorte que l'emboîtement des peignes de la couche suivante est difficile à réaliser. Par conséquent, cet emboîtement produit un effort de cisaillement qui provoque la flexion des vis ainsi que le frottement des peignes et des cavaliers sur les tubes.

10 Un autre inconvénient des dispositifs de supportage des tubes utilisant des peignes et des cavaliers reliés par des vis est leur coût de fabrication et de montage qui est très élevé, compte tenu à la fois de la complexité de l'usinage des peignes et des cavaliers et du temps nécessaire à la mise en place des cavaliers et au serrage des vis lors du montage.

15 Par ailleurs, on connaît du document CH-B-491313 une technique de maintien des tubes d'un échangeur utilisant une plaque support percée de trous cylindriques. Les tubes sont maintenus dans ces trous par un assemblage formé d'une douille et d'un manchon présentant de préférence des surfaces complémentaires tronconiques et solidarisés entre eux soit par des soudures, soit par des pattes repliées.

20 Cependant, dans le cas de tubes enroulés en hélice, le montage des tubes dans les plaques support ne peut se faire que par vissage, ce qui est long et délicat. De plus, un faible déplacement des tubes selon leurs axes reste possible.

25 La présente invention a précisément pour objet un échangeur de chaleur dont les tubes d'échange sont enroulés en hélice et supportés par des dispositifs assurant les mêmes fonctions que les dispositifs connus tout en étant composés de pièces plus simples, dont le coût de fabrication et de montage est moindre et ne présentant pas les inconvénients des dispositifs connus.

30 A cet effet et conformément à l'invention, il est proposé un échangeur de chaleur comportant des tubes, au moins une plaque support comportant des perforations traversées par les tubes, et au moins une douille de maintien tronconique placée autour des tubes dans chacune des perforations et sertie sur la plaque support correspondante, caractérisé en ce que les tubes sont enroulés en

hélice en couches successives autour d'un axe commun, chaque couche de tubes traversant une rangée de perforations formée dans une plaque support différente, lesdites perforations étant ouvertes radialement par rapport audit axe, sur une largeur légèrement supérieure au diamètre externe des tubes, des pièces de liaison étant placées entre les plaques support de deux couches de tubes successives, lesdites pièces autorisant un déplacement relatif entre les plaques selon une direction radiale par rapport audit axe, tout en assurant un maintien relatif entre les plaques selon une direction transversale orthogonale audit axe et à ladite direction radiale.

Dans un échangeur de chaleur réalisé de cette manière, les perforations formées dans les plaques support peuvent être soit tronconiques soit cylindriques. Dans le premier cas, il suffit d'une seule douille, de surface externe tronconique, placée autour des tubes dans chacune des perforations, mais l'usinage des perforations est relativement délicat. Au contraire, dans le deuxième cas, l'usinage des perforations est plus simple mais deux douilles de forme complémentaire doivent être placées coaxialement autour des tubes dans chacune des perforations.

Conformément un autre aspect de l'invention, chacune des douilles peut être formée soit de deux demi-coquilles, soit d'une coquille ouverte présentant une section en forme de C. Lorsque les douilles sont formées chacune de deux demi-coquilles, celles-ci peuvent comprendre avantageusement au moins une languette et au moins une encoche disposées de telle sorte qu'elles s'emboîtent l'une dans l'autre pour former chacune des douilles.

Le sertissage des douilles sur les plaques support est réalisé de préférence en rabattant contre celles-ci des languettes formées à une extrémité de moindre épaisseur de chacune des douilles.

Afin d'améliorer le serrage, les douilles peuvent être fendues sur une partie de leur longueur.

Dans une première variante de réalisation, les pièces de liaison, constituées par exemple par des pions, sont solidaires de chacune des plaques support et font saillie radialement par rapport à l'axe de l'échangeur dans des trous de même largeur formés dans la plaque support adjacente de la couche suivante.

Dans une deuxième variante de réalisation, les pièces de liaison sont montées dans chacune des plaques support de façon à pouvoir se déplacer radialement par rapport audit axe entre une position rétractée de montage et une position de maintien dans laquelle ces pièces sont en butée contre des surfaces d'appui formées sur la plaque support

adjacente de la couche précédente et empêchent un déplacement relatif entre les plaques selon ladite direction transversale. Le déplacement des pièces de liaison de la position rétractée vers la position de maintien est alors commandé par des tiges de poussée orientées radialement par rapport à l'axe de l'échangeur et coulissant dans des plaques support.

On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, différentes variantes de réalisation de l'invention en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

-la figure 1 est une vue schématique et en coupe partielle d'un échangeur de chaleur dont les tubes sont supportés par des dispositifs réalisés conformément à l'invention, une partie encerclée de l'échangeur étant représentée à plus grande échelle ;

-la figure 2 est une vue en perspective représentant à plus grande échelle un premier mode de réalisation du dispositif de supportage selon l'invention dans lequel les pièces de liaison entre les plaques support supportant deux couches adjacentes de tubes sont fixes ;

-la figure 3 est une vue en perspective comparable à la figure 2 illustrant un deuxième mode de réalisation de l'invention dans lequel les pièces de liaison reliant les plaques support associées à deux couches successives de tubes sont mobiles ;

-les figures 4A à 4D sont des vues en perspective représentant différents modes de réalisation des douilles utilisées conformément à l'invention pour fixer les tubes dans les plaques support ;

-la figure 5 est une vue en perspective illustrant une variante du mode de réalisation représenté sur la figure 3 ; et

-les figures 6A et 6B sont des vues en coupe, respectivement selon un plan passant par l'axe de l'un des tubes et selon un plan perpendiculaire à cet axe, illustrant une variante de réalisation de l'invention dans laquelle deux douilles sont interposées entre les tubes et chacune des perforations de la plaque.

L'échangeur de chaleur 10 représenté à titre d'exemple nullement limitatif sur la figure 1 est un générateur de vapeur destiné à être utilisé dans un réacteur nucléaire à neutrons rapides, entre le circuit secondaire de métal liquide et le circuit eau-vapeur du réacteur. On comprendra cependant que l'invention s'applique à tout échangeur de chaleur dont les tubes sont enroulés en hélice, quel que soit son domaine d'utilisation.

De façon bien connue, l'échangeur de chaleur 10 comprend une enveloppe cylindrique externe 12, d'axe vertical, dans laquelle on fait circuler de haut en bas le fluide primaire, constitué par du sodium liquide dans l'exemple considéré, entre des tubulures d'entrée 14 et de sortie 16. Le fluide secondaire, constitué ici par de l'eau et de la vapeur, circule de bas en haut à l'intérieur de l'enveloppe 12 de l'échangeur dans un faisceau de tubes 18. Ces tubes 18 débouchent à leur extrémité inférieure dans des collecteurs d'entrée d'eau 20 et, à leur extrémité supérieure, dans des collecteurs de sortie de vapeur 22.

Afin d'accroître la surface d'échange entre le fluide primaire circulant autour des tubes et le fluide secondaire circulant dans les tubes, ces derniers sont enroulés en hélice sur la majeure partie de la hauteur de l'enveloppe 12. De façon plus précise, les hélices formées par les tubes 22 sont réparties en couches successives dans l'espace annulaire formé entre l'enveloppe externe 12 et un noyau central 28, autour de l'axe vertical de l'échangeur.

Pour les raisons indiquées précédemment - (souplesse des tubes, risque de vibrations, maintien transversal en cas de séismes, etc.), des dispositifs de maintien des tubes dans leur partie enroulée en hélice sont répartis régulièrement autour de l'axe vertical de l'échangeur, au moins tous les huitièmes de tour. Ces dispositifs de maintien sont désignés par la référence générale 24 sur la partie encadrée et agrandie de la figure 1. Pour des raisons inhérentes au montage, les dispositifs de maintien 24 sont constitués de pièces séparées pour chacune des couches de tubes, les pièces de deux couches adjacentes étant reliées entre elles par des moyens qui seront décrits ultérieurement.

Comme l'illustre la partie encadrée et agrandie de la figure 1, les dispositifs 24 sont suspendus à des poutres radiales 26 placées au-dessus de la partie hélicoïdale des tubes, ces poutres 26 étant elles-mêmes fixées sur le noyau central 28 de l'échangeur.

On décrira maintenant plus en détail un premier mode de réalisation des dispositifs de supportage 24 en se référant à la figure 2. Sur cette figure, on a désigné respectivement par les références 18₁ et 18₂ les tubes correspondant à deux couches adjacentes, dites première et deuxième couches. Chacun des dispositifs 24, comprend, pour chacune des couches de tubes 18₁ et 18₂, une plaque support 30₁ et 30₂ respectivement, de section rectangulaire, disposée verticalement. Des rangées de perforations 32 dont le diamètre intérieur est légèrement supérieur au diamètre extérieur des tubes 18₁, 18₂ sont réalisées à inter-

valles réguliers dans les plaques support 30₁, 30₂. Les tubes 18₁, 18₂ d'une même couche passent dans les perforations successives 32₁, 32₂ de la plaque 30₁, 30₂, correspondante, de telle sorte que l'écartement entre ces perforations correspond à l'écartement entre les spires successives d'une même couche de tubes.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, les perforations 32₁, 32₂ sont de forme légèrement tronconique et une douille de maintien déformable 34 présentant une surface extérieure tronconique complémentaire de la surface intérieure des perforations est placée autour des tubes 18₁, 18₂, dans chacune de ces perforations. La face intérieure de chacune des douilles 34, de forme cylindrique, a un diamètre approximativement égal au diamètre extérieur des tubes. Différents modes de réalisation des douilles 34 seront décrits ultérieurement en se référant aux figures 4A à 4D. On notera simplement à ce stade que, compte tenu du caractère déformable des douilles, les formes tronconiques complémentaires de la surface extérieure des douilles 34 et de la surface intérieure des perforations 32 permet, lors de la mise en place des douilles, de serrer les tubes suffisamment pour les solidariser à ce niveau des plaques support 30₁, 30₂. Cette technique de serrage des tubes présente le double avantage de permettre dans tous les cas un rattrapage des jeux dûs aux tolérances de fabrication et, par un choix approprié de l'acier constituant les plaques support 30₁, 30₂, et les douilles 34, de garantir une augmentation de la force de serrage des tubes lors de la montée en température de l'échangeur.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, les perforations 32₁, 32₂, etc... formées dans les plaques support 30₁, 30₂, etc... sont ouvertes radialement vers l'intérieur de ces plaques. De façon plus précise, les ouvertures 32₁, 32₂ débouchent sur la face interne de la plaque support 30₁, 30₂ correspondante par une ouverture longitudinale 31₁, 31₂ dont la largeur est comprise entre le diamètre externe des tubes 18₁, 18₂ et le diamètre minimum interne des perforations 32₁, 32₂. Cette disposition permet de simplifier le montage des tubes 18 dans les plaques support puisque chacune des plaques peut être mise en place directement sur les tubes enroulés en hélice, au travers des ouvertures 31₁, 31₂.

Comme l'illustre la figure 2, lorsque les douilles 34 sont emmanchées autour des tubes 18₁, 18₂ dans les perforations 32₁, 32₂, elles sont serties sur les plaques support 30₁, 30₂, au moyen de languet-

tes de sertissage 36 formées aux extrémités de moindre épaisseur des douilles et rabattues sur les faces latérales correspondantes des plaques 30₁, 30₂.

Comme on l'a vu précédemment, les dispositifs de supportage 24 doivent assurer un maintien transversal des spires, c'est-à-dire empêcher tout déplacement de celles-ci selon une direction transversale zz' orthogonale à l'axe vertical xx' de l'échangeur et à une direction radiale yy' par rapport à celui-ci et passant par le dispositif de supportage considéré. Au contraire, un déplacement relatif entre les spires des couches successives doit être autorisé pour tenir compte d'une dilatation différentielle possible entre ces couches. Il est donc nécessaire de relier les plaques support 30₁, 30₂ associées à des couches successives de tubes par des pièces de liaison d'un type particulier.

La figure 2 représente un premier mode de réalisation possible de ces pièces de liaison. Dans ce mode de réalisation, les pièces de liaison sont constituées par des pions 38₁, 38₂, solidaires respectivement des plaques 30₁ et 30₂, et qui font saillie radialement à partir des faces externes de ces plaques. Les pions 38₁ de la plaque 30₁ pénètrent dans des trous 40₂ formés au même niveau sur la face interne de la plaque support 30₂ adjacente. La liaison entre les autres plaques adjacentes des dispositifs 24 est réalisée de façon similaire.

La largeur des trous 40 selon la direction transversale zz' est pratiquement égale au diamètre des pions 38₁, 38₂, de telle sorte que tout déplacement relatif entre les couches selon cette direction transversale est empêché. Au contraire, un certain jeu est de préférence prévu selon une direction parallèle à l'axe vertical de l'échangeur. Ainsi, les trous 40₁, 40₂ peuvent être soit des trous oblongs (figure 2), soit des rainures orientées selon cette direction. Il est clair que cette structure autorise une certaine dilatation différentielle entre les différentes couches formées par les tubes.

Dans le mode de réalisation qui vient d'être décrit en se référant à la figure 2, le montage d'une couche de tubes telle que 18₂ et de ses moyens de fixation s'effectue de la façon suivante.

En premier lieu, les tubes 18₂ sont mis en place. On place ensuite les plaques support 30₂ en les déplaçant radialement vers l'axe xx' de façon à introduire chaque tube 18₂ dans une perforation 32₂ au travers de l'ouverture 31₂ de cette dernière. La liaison entre les couches successives est réalisée simultanément grâce à la pénétration des pions 38₁ dans les trous 40₂. Le vissage des tubes est ainsi évité.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, on a représenté au contraire un dispositif de supportage dont les plaques support 30₁, 30₂, 30₃ sont reliées d'une couche à l'autre par des pièces de liaison mobiles entre une position escamotée permettant le montage et une position de maintien assurant la liaison souhaitée entre les plaques des couches adjacentes lorsque le montage est terminé.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, les pièces de liaison 138₂, 138₃ ont la forme de bobines dont la partie centrale 138a, de section rectangulaire est reçue de façon coulissante dans une rainure horizontale 142₂, 142₃ formée sur la face interne de la plaque 30₂, 30₃ correspondante. Les extrémités 138b des pièces 138₂, 138₃ ont la forme de disques et sont au contact de chacune des faces latérales des plaques support.

Lorsque la partie centrale 138a de ces pièces 138₂, 138₃ est située dans le fond de la rainure 142₂, 142₃ correspondante, les disques 138b ne font pas saillie au-delà de la face interne de la plaque support 30₂, 30₃ correspondante.

Le montage des différentes pièces peut se faire de la manière décrite précédemment, si les ouvertures radiales 31₁, 31₂ des perforations 32₁, 32₂ sont orientées vers l'axe xx'.

Toutefois, dans l'exemple représenté sur la figure 3, dans lequel les ouvertures radiales 31₁, 31₂ sont tournées vers l'extérieur, un tel montage n'est plus possible. Le montage est alors réalisé de la façon suivante.

Dans un premier temps, on forme un ensemble constitué par une couche de tubes sur laquelle on emboîte les plaques 30₂, 30₃ dans lesquelles sont logées les pièces de liaison 138₂, 138₃. On enfle ensuite cet ensemble parallèlement à l'axe vertical xx' de l'échangeur sur la couche précédente 18₁ précédemment assemblée.

Les pièces de liaison 138₂, 138₃ sont ensuite poussées dans une deuxième position représentée sur la figure 3, dans laquelle la partie centrale 138a est éloignée du fond de la rainure 142₂, 142₃, les disques d'extrémité 138b venant alors coiffer les faces latérales des plaques 30₁, 30₂ de la couche précédente. Ce déplacement des pièces 138₂, 138₃ est commandé par des tiges telles que 144₂ orientées radialement et logées de façon coulissante dans les plaques 30₂, 30₃. Chacune des tiges 144₂ est en appui par une de ses extrémités sur la partie centrale 138a de l'une des pièces 138₂, 138₃. La longueur de chaque tige 144₂ est telle que son autre extrémité affleure la face externe de la plaque 30₂ qui la supporte lorsque la pièce 138₂ occupe la position de maintien représentée sur la figure 3. De cette manière, la mise en place des plaques 30₃ de

la couche suivante a pour effet de verrouiller les pièces 138₂, logées dans les plaques 30₂ dans leur position de maintien. Cette structure se répète au niveau de chacune des couches de tubes et assure par conséquent la liaison souhaitée entre les plaques des couches adjacentes.

Comme les pions fixes 38 sur la figure 2, les pièces 138₂, 138₃ en forme de bobines réalisent un verrouillage de chacune des couches par rapport à la couche précédente dans la direction transversale zz' définie précédemment, au niveau du dispositif 24 correspondant. En outre, une dilatation différentielle entre les différentes couches des tubes reste toujours possible.

Sur les figures 4A à 4D, on a représenté différentes variantes de réalisation des douilles de maintien 34 qui sont placées autour des tubes 18, dans chacune des perforations 32 des plaques 30.

Dans les variantes de réalisation des figures 4A à 4C, la douille de maintien 34 est formée de deux demi-coquilles 34a et 34b présentant chacune en section sensiblement la forme d'un demi-cercle. Au contraire, la variante de la figure 4D représente une douille constituée par une coquille unique 34c, ouverte en 39 sur toute sa longueur et présentant une section en forme de C. L'ouverture 39 formée dans la coquille 34c présente une largeur légèrement supérieure au diamètre externe du tube, ce qui permet d'emboîter latéralement la douille sur le tube. Dans les deux cas, le caractère déformable des douilles est obtenu par le fait qu'elles sont constituées d'au moins une coquille présentant une section ouverte.

Sur la figure 4A, on a représenté une variante de réalisation correspondant à celle qui a été décrite précédemment en se référant à la figure 2. Dans ce cas, les languettes de sertissage 36 sont seulement formées sur la partie de moindre épaisseur des douilles qui fait saillie hors des perforations des plaques de maintien.

Dans le cas de la variante de la figure 4B, les encoches 37 qui séparent les languettes de sertissage 36 se prolongent sur une grande partie de la longueur de la douille 34, ce qui confère à celle-ci plus de souplesse et améliore par conséquent le serrage entre les tubes et les plaques support. Il est à noter que la douille représentée sur la figure 4D peut également être fendue sur une grande partie de sa longueur conformément à cette variante.

La variante de réalisation de la figure 4C est spécifique du cas où la douille 34 est réalisée sous la forme de deux demi-coquilles 34a, 34b. Dans ce cas, afin d'améliorer la sécurité de fixation des tubes dans les plaques, au détriment de la simplicité de fabrication des douilles, chacune des demi-

coquilles comprend au moins une languette 33 sur l'un de ses bords adjacents à l'autre demi-coquille et au moins une encoche 35 sur le bord opposé. Comme l'illustre la figure 4C, les languettes 33 et les encoches 35 sont en outre disposées de telle sorte que la languette d'une demi-coquille s'emboîte dans l'encoche de l'autre demi-coquille, et réciproquement.

La figure 5 illustre à titre d'exemple nullement limitatif une combinaison possible des différentes variantes décrites précédemment. En particulier, les douilles 34 qui sont introduites dans chacune des perforations 32 autour des tubes 18 sont réalisées sous la forme d'une coquille unique 34c comme l'illustre la figure 4D.

Par ailleurs, la figure 5 illustre une variante de réalisation des pièces de liaison mobiles décrites précédemment en se référant à la figure 3. Dans ce cas, les pièces en forme de bobine sont remplacées par des pions escamotables 238 qui coulisent radialement selon leur axe dans un trou de même diamètre formé sur la face interne de la plaque 30, entre une position rétractée de montage et une position de maintien. Dans cette dernière position, le pion 238 fait saillie au-delà de la face interne de la plaque 30 dans un trou correspondant 240 formé sur la face externe de la plaque 30 adjacente. Ce trou 240 peut être réalisé sous la forme d'un trou oblong ou d'une rainure, de la même manière que le trou 40 dans le mode de réalisation de la figure 2. Comme dans le mode de réalisation de la figure 3, des tiges de poussée 244, orientées radialement, coulisent dans les plaques 30 et prennent appui contre les pions 238, de façon à les pousser et à les maintenir dans leur position de maintien lorsque les plaques 30 de la couche suivante sont mises en place.

Sur les figures 6A et 6B, on a représenté un autre mode de réalisation possible de l'invention, pouvant être combiné avec toutes les variantes décrites précédemment, et qui se distingue essentiellement de celles-ci par le fait que les perforations ouvertes 132 qui sont formées dans la plaque 30 sont de forme cylindrique. Cette configuration présente évidemment l'avantage de simplifier la fabrication des plaques 30. En revanche, elle nécessite comme l'illustrent les figures de disposer autour des tubes 18, dans chacune de ces perforations 132, une douille interne 24 et une douille externe 124 disposées coaxialement et en sens inverse à l'intérieur des perforations.

La douille interne 24 est réalisée de façon totalement identique aux douilles 24 décrites précédemment. Elle a pour caractéristique essentielle que sa surface interne est cylindrique alors que sa surface externe est légèrement tronconique.

La douille externe 124 est réalisée quant à elle d'une manière complémentaire, c'est-à-dire que sa surface interne est tronconique et complémentaire de la surface externe de la douille 24, alors que sa surface externe est cylindrique et présente un diamètre égal au diamètre interne des perforations 132.

Comme l'illustre la figure 6A, les douilles 24 et 124 sont introduites en sens inverse dans chacune des perforations 132 et elles sont donc serties sur les faces latérales opposées des plaques 30. La sécurité de fixation des tubes dans les plaques s'en trouve améliorée. Bien entendu, chacune des douilles 24 et 124 peut être réalisée selon l'une quelconque des variantes décrites précédemment en se référant aux figures 4A à 4D.

Revendications

1. Echangeur de chaleur comportant des tubes - (18), au moins une plaque support (30) comportant des perforations (32, 132) traversées par les tubes, et au moins une douille de maintien tronconique - (24, 124) placée autour des tubes dans chacune des perforations et sertie sur la plaque support correspondante, caractérisé en ce que les tubes - (18) sont enroulés en hélice en couches successives autour d'un axe commun (xx'), chaque couche de tubes (18) traversant une rangée de perforations (32, 132) formée dans une plaque support (30) différente, lesdites perforations (32, 132) étant ouvertes radialement (31) par rapport audit axe (xx'), sur une largeur légèrement supérieure au diamètre externe des tubes (18), des pièces de liaison (38, 138, 238) étant placées entre les plaques support de deux couches de tubes successives, lesdites pièces autorisant un déplacement relatif entre les plaques selon une direction (yy') radiale par rapport audit axe (x, x'), tout en assurant un maintien relatif entre les plaques selon une direction transversale (zz') orthogonale audit axe (x, x') et à ladite direction radiale (y, y').

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque douille est formée d'une coquille ouverte (34c) présentant une section en forme de C formant une ouverture (39) de largeur légèrement supérieure au diamètre externe des tubes (18).

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque douille (34) est formée de deux demi-coquilles (34a, 34b).

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque demi-coquille (34a,

34b) comprend au moins une languette (33) et une encoche (35) disposées de telle sorte que les languettes et les encoches des demi-coquilles formant chacune des douilles (34) s'emboîtent les unes dans les autres.

5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacune des douilles (34) comprend une extrémité de moindre épaisseur munie de languettes de sertissage (36) aptes à être rabattues contre lesdites plaques support (30).

6. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les douilles (34) sont fendues (37) sur une partie de leur longueur.

7. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les perforations (32, 132) sont tronconiques, une douille (34) de surface externe tronconique étant placée autour des tubes (18) dans chacune des perforations.

8. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les perforations (232) sont cylindriques, deux douilles - (34, 134) présentant respectivement une surface externe tronconique et une surface interne tronconique étant placées coaxialement autour des tubes dans chacune des perforations.

9. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites pièces de liaison (38) sont solidaires de chacune des plaques support (30) et font saillie radialement par rapport audit axe (x, x') dans des trous (40) de même largeur formés dans la plaque support adjacente de la couche suivante.

10. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que lesdites pièces de liaison (138, 238) sont montées dans chacune des plaques support (30) de façon à pouvoir se déplacer radialement par rapport audit axe (x, x') entre une position rétractée de montage et une position de maintien dans laquelle lesdites pièces sont en butée contre des surfaces d'appui formées sur la plaque support adjacente de la couche précédente et empêchent un déplacement relatif entre lesdites plaques selon ladite direction transversale (zz'), le déplacement des pièces de liaison de la position rétractée vers la position de maintien étant commandé par des tiges de poussée (144, 244) orientées radialement par rapport audit axe (x, x') et coulissant dans les plaques support.

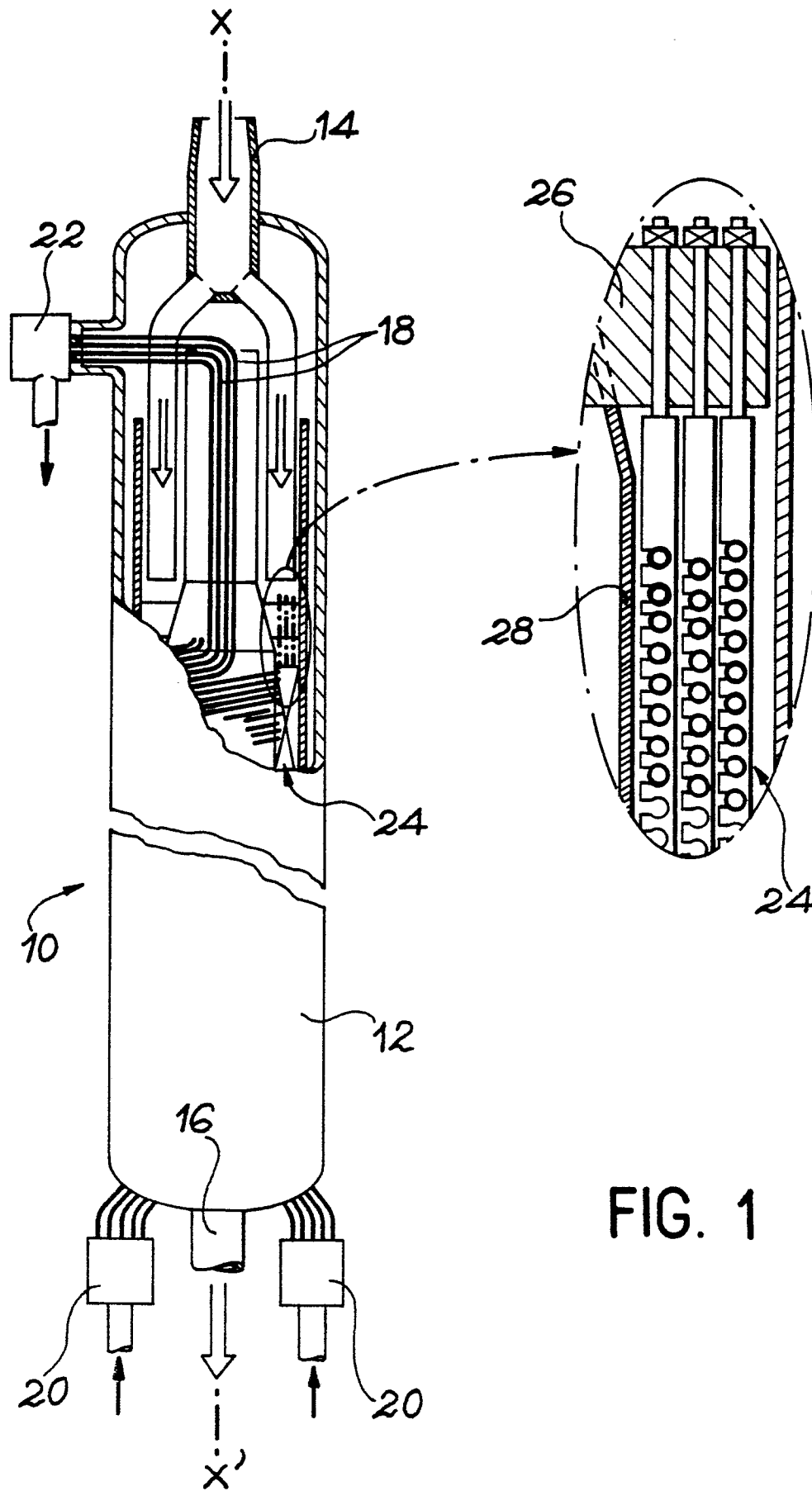


FIG. 1

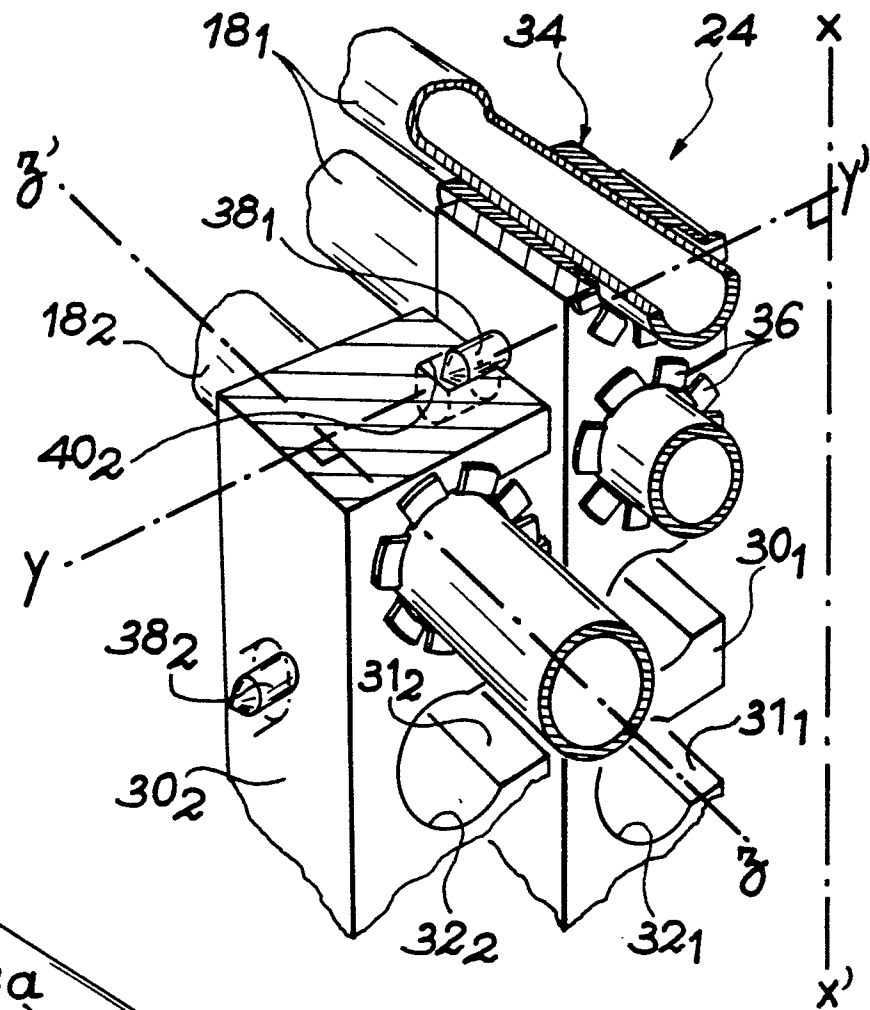


FIG. 2

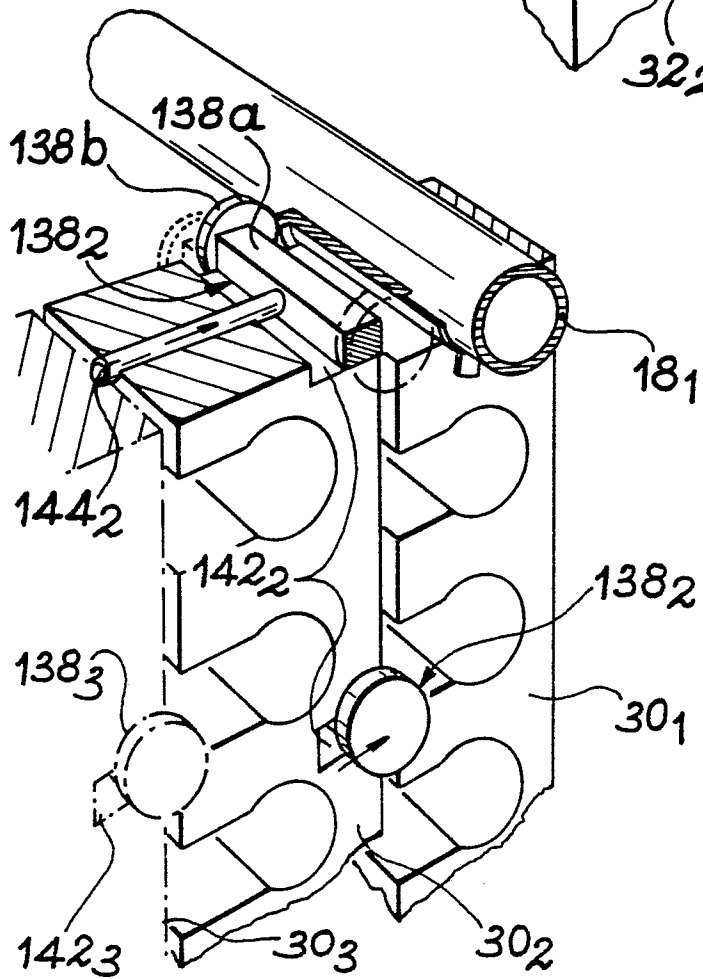


FIG. 3

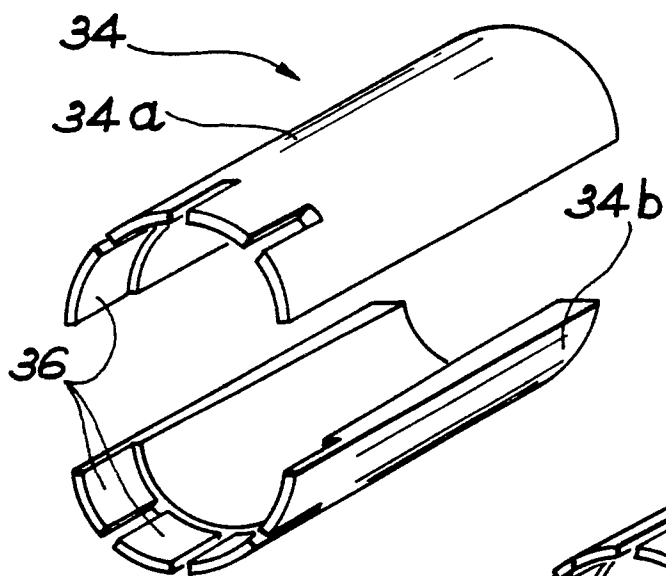


FIG. 4A

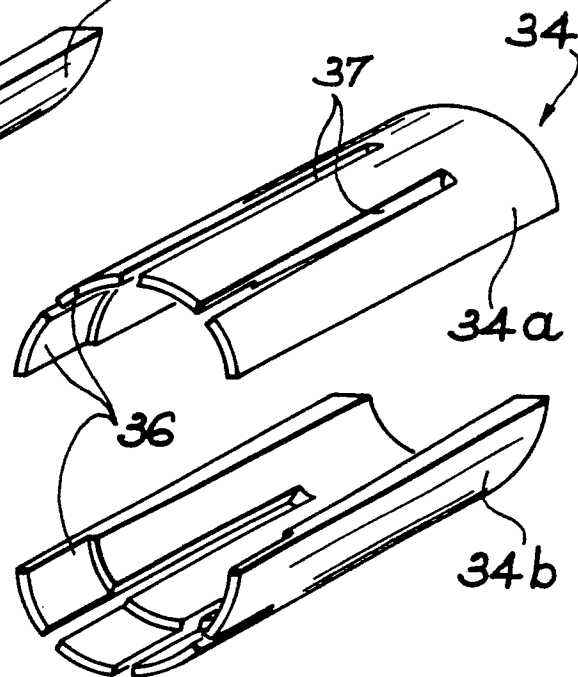


FIG. 4B

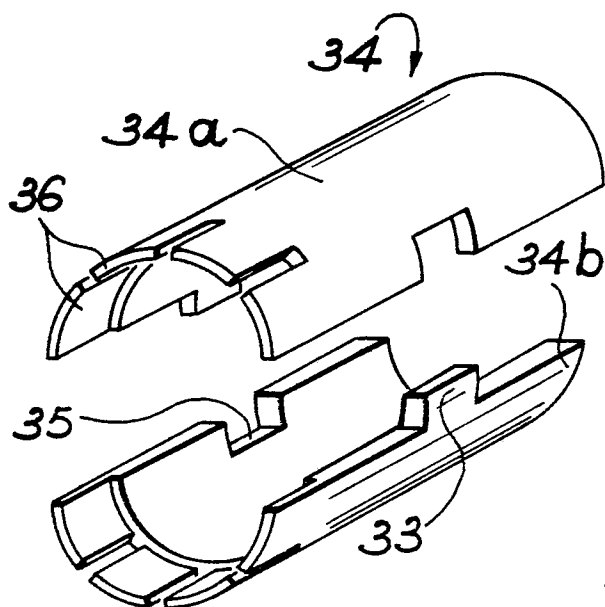


FIG. 4C

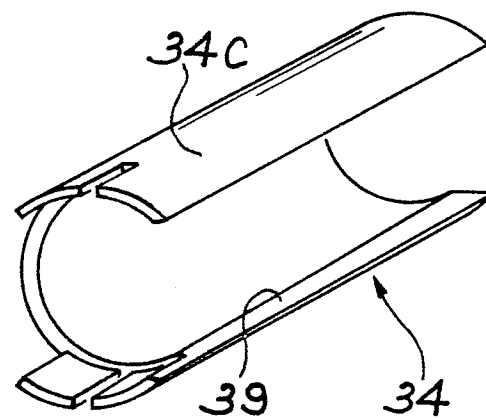


FIG. 4D

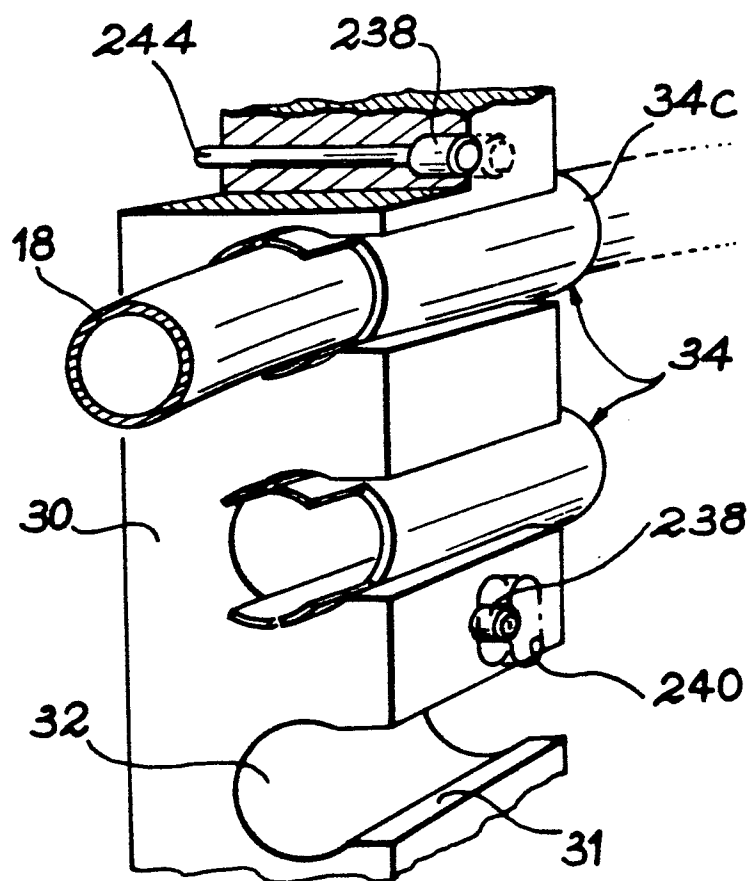


FIG. 5

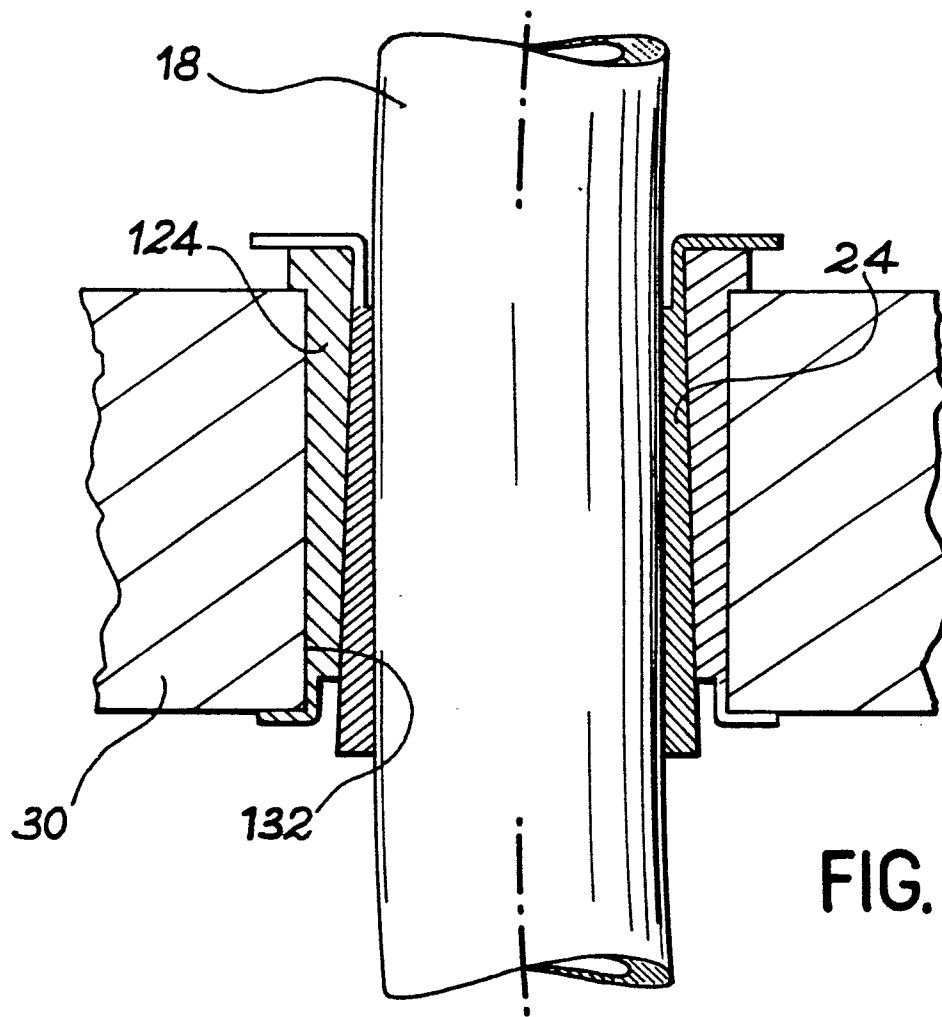


FIG. 6A

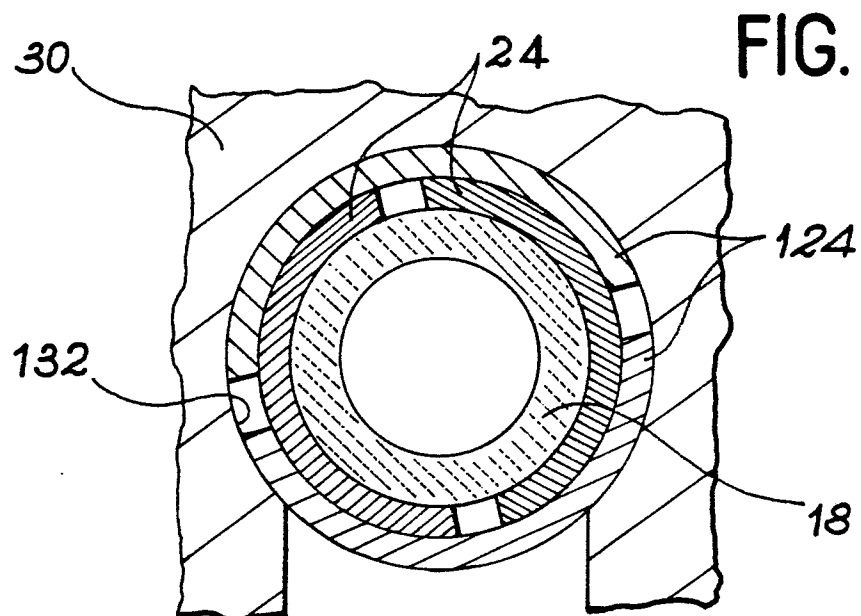


FIG. 6B



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. 4)
D, Y	CH-A- 491 313 (GEBRÜDER SULZER AG) * Colonne 3, lignes 25-40; colonne 4, lignes 1-10, 32-34; figures 2, 3, 5 *	1-3, 8	F 28 F 9/00 F 28 D 7/00
A		5	
Y	US-A-2 980 404 (ANDERSEN) * Colonne 3, lignes 26-35; colonne 4, lignes 66-74; figures 1, 4, 5 *	1-3, 8	
D, Y	DE-A-2 601 645 (GENERAL ATOMIC CO.) * Page 3, ligne 29 - page 4, ligne 3; page 4, lignes 15-33; page 5, ligne 18 - page 6, ligne 11; figures 1, 2 *	1-3, 8	
A		9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) F 28 F F 28 D F 22 B
A	US-A-4 305 453 (WAGNER) * Colonne 2, ligne 64 - colonne 3, ligne 1; figure 2 *	6	
A	AT-B- 323 210 (WAAGNER-BIRO AG) * Page 2, lignes 39-48, 54-55; figures 1, 3 *	7	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13-06-1986	Examineur BELTZUNG F.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		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	