



⑪ Numéro de publication : **0 641 980 A1**

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **94420241.5**

⑤① Int. Cl.⁶ : **F25C 1/14**

㉔ Date de dépôt : **08.09.94**

③① Priorité : **08.09.93 FR 9310887**

④③ Date de publication de la demande :
08.03.95 Bulletin 95/10

⑧④ Etats contractants désignés :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

⑦① Demandeur : **THERMIQUE GENERALE ET
VINICOLE**
470 avenue de Lossburg,
Zone Industrielle Nord
F-69480 Anse (FR)

⑦① Demandeur : **Laude-Bousquet, Adrien**
70 avenue de l'Europe
F-69480 Anse (FR)

⑦② Inventeur : **Laude-Bousquet, Adrien**
70 avenue de l'Europe
F-69480 Anse (FR)

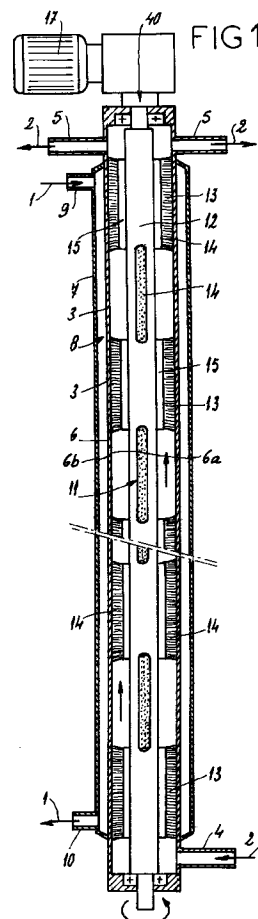
⑦④ Mandataire : **Guerre, Dominique et al**
Cabinet Germain et Maureau
Le Britannia-Tour C
20 Boulevard Eugène Deruelle
BP 3011
F-69392 Lyon Cédex 03 (FR)

⑤④ **Procédé et dispositif d'échange de chaleur avec un fluide en cours de congélation partielle.**

⑤⑦ La présente invention concerne un dispositif d'échange de chaleur entre un fluide frigorigène (1) en cours de vaporisation et un fluide à refroidir (2) en cours de congélation.

Selon l'invention, le dispositif comprend un conduit (3) pour le fluide à refroidir, une enveloppe (7) ménageant autour du conduit (3) une enceinte (8) au passage du fluide frigorigène, et un moyen mécanique (11) de séparation de la paroi (6) du conduit (3) de toute phase solide du fluide à refroidir, consistant en un rotor (12) pourvu de filaments (14) radiaux et souples.

L'invention s'applique en particulier à l'obtention de mélanges homogènes d'eau et de glace.



La présente invention concerne de manière générale tout échange de chaleur indirect entre, d'une part un fluide frigorigène ou réfrigérant, par exemple un liquide frigorigène (par exemple de l'ammoniac) en cours de vaporisation, et d'autre part un fluide à refroidir, à savoir un liquide en cours de refroidissement et/ou congélation partielle, à l'exclusion de toute prise ou masse dudit fluide, tel que de l'eau glycolée, alcoolisée ou salée, dont le point de cristallisation est inférieur à 0°C.

S'agissant du refroidissement avec congélation partielle d'un liquide ou fluide, de manière à éviter la prise en masse de ce dernier sous l'effet de sa solidification, et obtenir un fluide consistant en un mélange homogène des phases liquide et solide du fluide, on connaît déjà et utilise des dispositifs d'échange de chaleur dits "à surface raclée", comprenant :

- au moins un conduit de circulation sous pression du fluide à refroidir, d'une entrée à une sortie opposée pour ledit fluide, et dont la paroi constitue une surface d'échange thermique, avec une face dite chaude au contact du fluide à refroidir, et une face opposée, dite froide, au contact du fluide frigorigène ;
- une enveloppe ménageant avec et autour dudit conduit de circulation une enceinte ou moyen de réception ou passage du fluide frigorigène, préférentiellement à contre-courant du fluide à refroidir, d'une entrée à une sortie pour ledit fluide frigorigène ;
- et un moyen mécanique antagoniste du dépôt sur la face chaude de la paroi du conduit, de toute couche solide du fluide en cours de refroidissement, ce moyen comportant un rotor monté au sein dudit conduit, et différents éléments antagonistes dudit dépôt, consistant chacun en un racleur au contact ou au voisinage de la face chaude de la paroi du conduit ; ces différents éléments dits antagonistes sont distribués selon l'axe et autour du rotor, et entraînés par un moyen moteur, monté à l'extérieur du conduit de circulation.

Un tel dispositif d'échange de chaleur, à surface raclée, permet d'échanger de la chaleur entre, d'une part le fluide frigorigène, par exemple en cours de vaporisation, et d'autre part le fluide à refroidir, en cours de congélation partielle, et ceci :

- en faisant circuler un courant du fluide à refroidir, sous pression dans le conduit de circulation, en échange de chaleur indirect avec le fluide frigorigène, de part et d'autre de la paroi d'échange thermique, c'est-à-dire de la paroi dudit conduit, dont l'une des faces, dite chaude est au contact du fluide à refroidir, et dont l'autre face, dite froide est au contact du fluide frigorigène
- et en s'opposant, au moyen du rotor avec ses racleurs, au dépôt sur la face chaude de la pa-

roi d'échange thermique, de toute couche solide du fluide à refroidir.

Aujourd'hui, les échangeurs de chaleur à surface raclée constituent des dispositifs de structure et construction compliquées, et donc d'un coût non négligeable, en particulier si les racleurs sont montés sur le rotor de manière pivotante, chacun avec son propre moyen de rappel.

La présente invention a pour objet une alternative aux échangeurs de chaleur à surface raclée, beaucoup plus simple quant à sa construction et son fonctionnement.

Selon la présente invention, de manière générale, pour s'opposer au dépôt de toute couche solide sur la face chaude de la paroi d'échange thermique, on crée dans le courant du fluide à refroidir, circulant dans le conduit précité de circulation sous pression, et au contact de la face chaude de la paroi d'échange thermique, une couche limite turbulente, sous-refroidie en phase liquide, et en échange de chaleur direct avec le reste du courant du fluide à refroidir.

A cette fin, les différents éléments antagonistes du dépôt de toute couche solide du fluide à refroidir, sur la face chaude de la paroi d'échange thermique, comprennent une multiplicité de filaments souples, dont une extrémité est solidaire du rotor, et dont l'autre extrémité libre est adjacente, c'est-à-dire au contact ou au voisinage mais à distance de la face chaude de la paroi d'échange thermique. En relation avec la rotation du rotor, les filaments souples sont agencés essentiellement pour agiter en phase liquide la couche limite du courant du fluide à refroidir, au contact de la face chaude de la paroi d'échange thermique, et en mélange avec le reste dudit fluide à refroidir.

Par "sous-refroidie", on entend la caractéristique selon laquelle le fluide d'échange thermique est amené en phase liquide, c'est-à-dire sans congélation au moins partielle, à une température inférieure à son point de cristallisation.

Grâce à la présente invention, la formation d'une couche limite turbulente au contact de la face chaude de la paroi d'échange thermique a pour effet que la congélation s'effectue, non pas sur la face chaude de ladite paroi, mais au sein du fluide à refroidir en circulation, immédiatement au voisinage de ladite paroi, par échange de chaleur direct, c'est-à-dire par mélange de la couche limite turbulente et sous-refroidie, chassée de ladite face chaude, avec le reste du fluide à refroidir.

Comme indiqué précédemment, cette couche limite turbulente est obtenue, de manière préférentielle, mais non exclusive, par l'effet vibratile, d'agitation et/ou homogénéisation de l'extrémité libre des filaments souples, en rotation.

Les caractéristiques intrinsèques de ces filaments, dont la nature (en termes de souplesse et/ou rigidité, résistance à des basses températures, etc.),

ainsi que l'agencement de ces différents filaments, dont densité par unité de surface, sont choisis, d'une part en fonction de la nature du fluide à refroidir, et d'autre part de la vitesse de rotation du rotor, de manière à obtenir l'obtention de la couche limite turbulente en phase liquide, caractérisant la présente invention.

La présente invention apporte encore les avantages déterminant suivants.

Grâce à l'échange de chaleur direct entre la couche limite turbulente et le reste du fluide à refroidir, et/ou sous l'action de l'extrémité libre de la multiplicité des filaments, la congélation du fluide à refroidir s'effectue en obtenant des micro-cristaux, c'est-à-dire des cristaux de phase solide de dimensions bien inférieures à celles des cristaux obtenus avec un échangeur à surface raclée. L'obtention de tels micro-cristaux favorise l'homogénéité du fluide refroidi, c'est-à-dire du mélange des phases liquide et solide dudit fluide. Et ces micro-cristaux diminuent ou suppriment l'inertie à la fusion du fluide refroidi, obtenu sous forme diphasique, ce qui apparaît extrêmement favorable lorsque ledit fluide est utilisé ensuite dans des processus d'échange thermique, notamment de réfrigération, avec échange de la chaleur latente de fusion de la phase solide dudit fluide.

La présente invention permet également de diminuer ou limiter la dépense d'énergie nécessaire, notamment d'énergie mécanique, pour empêcher ou contrarier la formation de toute couche solide sur la face chaude de la paroi d'échange thermique.

Et l'invention permet aussi d'augmenter le coefficient d'échange thermique du fluide en cours de refroidissement par rapport à la paroi d'échange thermique.

Selon la présente invention, de manière préférée, mais non exclusivement, les modalités d'exécution suivantes peuvent être retenues :

- lesdits éléments antagonistes sont séparés les uns des autres, en formant une pluralité d'organes filamenteux, notamment disposés axialement, et distribués selon l'axe et autour du rotor ; ou lesdits filaments constituent ensemble une hélice, continue ou discontinue, autour de l'axe du rotor ;
- le moyen d'entraînement du rotor consiste en un moteur monté à l'extérieur du conduit de circulation, et couplé au rotor de ce dernier ; ou il n'existe pas de moteur extérieur, et les moyens d'entraînement du rotor sont constitués par tout système ou agencement auto-moteur, entraînant ledit rotor sous l'effet moteur du fluide à refroidir passant dans le conduit de circulation ; ce système ou agencement auto-moteur peut d'ailleurs être appliqué à tout dispositif de refroidissement, tel que défini généralement dans le préambule de la présente description, conforme ou non à la présente invention

- les conduits de circulation peuvent être disposés en batterie, et à cette fin, le dispositif selon l'invention comprend une pluralité de conduits de circulation du fluide à refroidir, disposés en parallèle, et une enveloppe commune ménageant avec lesdits conduits une seule et même enceinte de passage du fluide frigorigène, un distributeur du fluide à refroidir dans les différents conduits de circulation, et un collecteur du fluide refroidi évacué des différents conduits de circulation ; dans ce cas, on fait circuler une pluralité de courants du fluide à refroidir, en échange de chaleur indirect avec le fluide frigorigène.

La présente invention est maintenant décrite par référence au dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1 représente, en coupe verticale, un dispositif d'échange de chaleur selon un mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 2 représente, toujours en coupe transversale et verticale, un dispositif d'échange de chaleur selon un deuxième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 3 représente, en coupe longitudinale et verticale, un dispositif d'échange de chaleur selon un troisième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 4 représente, en coupe verticale, un dispositif d'échange de chaleur selon un quatrième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 5 représente le dispositif selon figure 4, en coupe selon la ligne V.V de cette dernière ;
- la figure 6 représente une vue en coupe d'un conduit de circulation appartenant au dispositif selon figures 4 et 5, selon la ligne de coupe VI.VI de la figure 4 ;
- la figure 7 représente un dispositif d'échange de chaleur selon un cinquième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 8 représente, en coupe axiale, un dispositif d'échange de chaleur selon un sixième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 9 représente, un dispositif d'échange de chaleur selon un septième mode d'exécution de l'invention, toujours en coupe axiale ;
- la figure 10 représente, en coupe axiale, un dispositif selon un huitième mode d'exécution de l'invention ;
- la figure 11 représente une vue de dessus du rotor appartenant au dispositif selon figure 10 ;
- les figures 12 à 14 explicitent, dans des plans transversaux respectivement superposés, la relation angulaire existant entre le tube fixe du rotor d'un dispositif selon figure 10, et respectivement trois paires de bras radiaux superposés, mais décalés angulairement les uns par rapport aux autres.

Conformément à la figure 1, le dispositif selon l'invention permet d'échanger indirectement de la chaleur entre, d'une part, un fluide frigorigène 1, par exemple de l'ammoniac en cours de vaporisation, et d'autre part, un fluide 2 à refroidir, par exemple de l'eau dont on a abaissé le point de congélation (par exemple eau glycolée, alcoolisée ou salée), en cours de congélation ou cristallisation partielle. Ce dispositif comprend :

- un conduit 3 droit, disposé verticalement, pour la circulation sous pression du fluide 2 à refroidir, d'une entrée 4 située au bas du conduit 3, à deux sorties 5 opposées, situées au haut du conduit 3 ; c'est la paroi métallique 6 du conduit 3 qui constitue la surface d'échange thermique entre le fluide frigorigène 1, du côté de sa face dite froide 6b, et le fluide à refroidir 2, du côté de sa face dite chaude 6a ;
- une enveloppe 7, rapportée sur le conduit 3, ménageant avec et autour de ce dernier, une enceinte ou moyen de passage du fluide frigorigène 1, à contre-courant du fluide 2 à refroidir, d'une entrée haute 9 à une sortie basse 10 ;
- un moyen mécanique 11 antagoniste du dépôt, sur la face chaude 6a de la paroi 6 d'échange thermique, de toute couche solide du fluide à refroidir.

Conformément à l'invention, ce moyen mécanique 11 comprend :

- un rotor 12 monté au sein du conduit 3 ;
- une pluralité d'organes filamenteux 15, disposés axialement, en étant distribués selon l'axe et autour du rotor 12, et comportant chacune une multiplicité de filaments 14 radiaux et souples, formant des éléments antagonistes 13 du dépôt de toute couche solide sur la face chaude 6a de la paroi du conduit 3 ; ces filaments 14 peuvent être obtenus par exemple en toute matière synthétique, relativement souple et rigide à la fois, par exemple à partir de fils de polyamide ; chaque filament 14 a une extrémité solidaire du rotor, et l'autre extrémité libre adjacente à la paroi du conduit de circulation, c'est-à-dire au contact ou au voisinage immédiat de la face chaude 6a du conduit 3 ;
- et un moyen 40 d'entraînement du rotor 12 équipé des organes filamenteux 15.

Comme représenté à la figure 1, les organes filamenteux 15 sont séparés les uns des autres, en étant à la fois, superposés par groupes de deux, et décalés angulairement par rapport à l'axe du rotor, par exemple selon un angle de 90° ou 60°, d'un groupe à l'autre, et ceci d'une extrémité à l'autre du conduit 3 de circulation. Et deux organes filamenteux 15 d'un même groupe sont disposés de manière opposée dans un seul et même plan diamétral.

Le moyen d'entraînement 40 du rotor consiste en

un moteur 17 monté à l'extérieur du conduit de circulation 3, et couplé au rotor 12 par tout moyen approprié, par exemple un moto-réducteur.

Avec l'échangeur précédemment décrit par référence à la figure 1, on échange de la chaleur entre, d'une part le fluide frigorigène 1 en cours de vaporisation, dans l'enceinte ménagée entre l'enveloppe 7 et le conduit 3, et d'autre part le fluide à refroidir, circulant sous pression dans le conduit 3, en cours de congélation partielle, à l'exclusion de toute prise en masse dudit fluide, notamment par dépôt d'une couche solide sur la face chaude 6a de la paroi métallique 6. A cette fin :

- on fait circuler, sous pression, un courant du fluide 2 à refroidir, dans le conduit 3, en échange de chaleur indirect avec le fluide frigorigène 1, lesdits fluides étant respectivement de part et d'autre de la paroi 6 d'échange thermique. La face chaude 6a de la paroi 6 est au contact du fluide à refroidir, tandis que l'autre face froide 6b de la même paroi 6 est au contact du fluide frigorigène 1 ;
- grâce au moyen mécanique 11, constitué comme décrit précédemment par le rotor 12 et sa pluralité d'organes filamenteux 15, et au moyen 40 d'entraînement, on crée dans le courant du fluide 2 à refroidir, et au contact de la face chaude 6a de la paroi 6 du conduit 3, une couche limite turbulente, sous-refroidie en phase liquide, et en échange de chaleur direct avec le reste du courant du fluide à refroidir.

Ainsi, non seulement on s'oppose au dépôt sur la face chaude 6a de la paroi 6, de toute couche solide du fluide à refroidir, mais aussi on favorise le mélange direct et homogène de ladite couche avec le reste du courant du fluide à refroidir, en formant des micro-cristaux de phase solide, qui sont entraînés et évacués dans le courant, sans possibilité d'adhésion ou dépôt sur la face chaude 6a de la paroi 6 précitée.

Le mode d'exécution représenté à la figure 2 diffère de celui précédemment décrit, par le mode d'entraînement du rotor 12.

Selon la figure 2, on entraîne le rotor, avec un moyen 18 agissant sous l'effet moteur du fluide 2 à refroidir, passant dans le conduit de circulation 3.

Conformément à la figure 2, ce moyen 18 est obtenu par la combinaison des dispositions suivantes :

- le rotor 12 est creux, et aménagé pour une circulation axiale du fluide 2 à refroidir, préalable à sa circulation dans le conduit 3, d'une entrée axiale 21, du côté de l'entrée 4 dans le conduit de circulation, à une sortie opposée 22 d'introduction du fluide, par retour dans le conduit 3 proprement dit, entre ce dernier et le rotor 12 ;
- un moyen moteur 23, sous l'effet du fluide 2 circulant à l'intérieur du rotor 12, est monté dans ce dernier et calé en rotation sur ledit rotor ; selon ce mode d'exécution, ce moyen moteur 23

consiste en une hélice 24 coaxiale au rotor 12, comportant un noyau axial 25 et une aile 26 hélicoïdale reliant ce dernier et la paroi 27 du rotor, en ménageant un canal 28 hélicoïdal de circulation du fluide 2 à refroidir.

Le mode d'exécution de la figure 3 diffère de ceux décrits par référence aux figures 1 et 2, par les caractéristiques techniques suivantes :

- les éléments antagonistes 13, ou multiplicité de filaments 14 radiaux et souples, constituent ensemble une hélice 16 continue, autour de l'axe 12, ce qui permet au surplus de transporter le fluide 2 à refroidir, à la manière d'une vis d'Archimède ;
- l'entraînement du rotor 12, sous l'effet moteur du fluide 2 à refroidir passant dans le conduit de circulation 3, est obtenu d'une autre manière ; plus précisément, une pluralité de pales 19 sont montées sur le rotor 12, chacune s'étendant avec au moins une direction radiale, et présentant par rapport au fluide 2 en circulation, une surface antérieure opposant localement une résistance audit fluide ; comme le montre la figure 3, les pales sont distribuées et disposées dans l'interstice 20, délimité par l'hélice radiale 16.

Le mode d'exécution décrit par référence aux figures 4 à 6 diffère de ceux décrits précédemment, par le fait que les conduits 3 de circulation du fluide à refroidir sont disposés en batterie. A cette fin, il existe donc une pluralité de conduits 3, disposés en parallèle, et une seule et même enveloppe 7 commune, cylindrique par exemple, ménageant avec les conduits 3, une seule et même enceinte 8 de passage du fluide frigorigène. En haut et en bas du dispositif, se situent respectivement un distributeur 29 du fluide 2 dans les différents conduits 3, et un collecteur 30 du fluide 2 refroidi évacué des différents conduits 3, ce distributeur et ce collecteur étant séparés et étanches par rapport à l'enceinte 8 de passage du fluide frigorigène.

Par ailleurs, un seul et même moteur 17 est couplé par un moyen de transmission 31 aux différents rotors 12 des différents conduits 3 de circulation.

Le mode d'exécution représenté à la figure 7 comporte une batterie de conduits 3, comme précédemment décrit par référence aux figures 4 à 6. Mais dans ce cas, et comme déjà décrit par référence à la figure 2, le moteur 17 a été supprimé au profit de moyens moteur 23 intégrés dans les rotors 12, et agissant sous le seul effet de la circulation du fluide 2. A cette fin, le distributeur 29 du fluide à refroidir communique uniquement avec les différentes entrées 21 axiales des rotors creux 12 des différents conduits 3 de circulation respectivement.

Le dispositif d'échange représenté selon figure 8 diffère de ceux décrits précédemment, par les caractéristiques techniques suivantes :

1) Une pluralité de capacités 41 de passage du fluide frigorigène sont disposées en parallèle, coaxialement à l'axe du rotor 12 et de manière étagée dans le conduit 3 de circulation du fluide à refroidir ; chaque capacité 41 comprend deux cloisons 42 et 43 d'extension radiale, formant chacune un élément de la paroi 6 d'échange thermique entre le fluide à refroidir et le fluide frigorigène ; en pratique, et comme représenté à la figure 8, chaque capacité 41 consiste en un élément circulaire, creux et aplati, évidé en son centre, ayant généralement la forme d'un disque, et dont les deux faces planes 42 et 43 constituent respectivement les deux cloisons d'échange thermique précitées.

2) Un distributeur 44 du fluide frigorigène, en relation avec l'entrée 9 pour ledit fluide, et un collecteur 45 du même fluide, en relation avec la sortie 10 pour ce dernier, sont disposés à l'extérieur du conduit 3 de circulation, et communiquent avec la pluralité des capacités 41 de passage identifiées précédemment.

3) Une pluralité de bras 46 et 47, chacun d'extension radiale, sont solidaires du rotor 12, et disposés chacun entre deux capacités 41 de passage du fluide frigorigène, ou entre une dite capacité et une extrémité du conduit 3 de circulation.

4) Une pluralité d'organes filamenteux 15, tels que définis précédemment, sont montés sur la pluralité des bras 46 et 47, en étant orientés chacun radialement ; en conséquence, les différents filaments souples 14 des organes 15 sont dirigés individuellement selon une direction axiale, avec leurs extrémités libres adjacentes à la face chaude 6a des différentes cloisons radiales 42 et 43 d'échange thermique, identifiées précédemment.

S'agissant des organes filamenteux 15, ceux-ci sont superposés par paires, en étant éventuellement décalés angulairement d'une paire à l'autre, comme représenté plus particulièrement aux figures 10 à 14.

S'agissant des deux organes filamenteux 15 appartenant à une même paire, ceux-ci sont disposés dans un même plan diamétral. Et, entre deux capacités 41, un même bras 46 ou 47 d'extension radiale porte deux organes filamenteux 15 opposés l'un par rapport à l'autre, en relation avec les deux faces chaudes 6a de deux cloisons 42 et 43 d'échange thermique, appartenant respectivement aux deux capacités 41 précitées, c'est-à-dire en vis-à-vis.

Toujours selon la figure 8, le fluide à refroidir 2 est introduit dans le dispositif d'échange, grâce aux dispositions suivantes :

- le rotor 12 est creux, avec des passages 48 vers l'intérieur du conduit 3, ménagés au travers de sa paroi, et étagés entre les différentes capacités 41 de passage du fluide frigorigène, ceci pour permettre la circulation du fluide à re-

froidir, d'une extrémité ouverte 49 à une extrémité fermée 50 du rotor 12 ;

- et une boîte 51 d'introduction du fluide à refroidir est seulement en relation avec l'extrémité ouverte 49 du rotor creux 12, et l'entrée 4 pour le fluide à refroidir 2.

Par ailleurs, l'évacuation du fluide refroidi est obtenue par les dispositions suivantes :

- une pluralité d'orifices 52 sont ménagés dans la paroi 3, en étant étagés respectivement en relation avec les différents interstices entre les capacités 41 de passage du fluide frigorigène ;
- et un carter 53 d'évacuation du fluide refroidi est en relation, d'une part avec tous les orifices 52 du conduit 3, et d'autre part avec la sortie 5 du fluide refroidi.

Le mode d'exécution selon figure 9 diffère de celui décrit selon figure 8, essentiellement par la présence d'aubes 54 d'entraînement du rotor 12, sous l'effet moteur du fluide 2 à refroidir en circulation, distribuées radialement dans la boîte 51 d'introduction dudit fluide.

Pour terminer, le dernier mode d'exécution de l'invention, selon figures 10 à 14 diffère de ceux décrits par référence aux figures 8 et 9, par les différentes caractéristiques suivantes.

Tout d'abord, des moyens auto-moteur d'entraînement du rotor 12 sont obtenus par la combinaison des dispositions suivantes :

- la disposition sur le conduit 3 d'un tube fixe 55, coaxial au rotor creux 12, comportant une extrémité 56 ouverte pour l'entrée 4 du fluide à refroidir, des passages 55a et 55b (cf figures 12 à 14) d'évacuation du fluide à refroidir vers le rotor 12, et une autre extrémité fermée 57 ; par construction, le rotor 12 est susceptible de tourner de manière relativement étanche par rapport au tube fixe 55 ;
- les différents bras 46 et 47 radiaux creux, communiquent avec l'intérieur du rotor 12 et les passages précités 55a et 55b d'évacuation du tube fixe 55, et comportent à leur extrémité libre un moyen 58, tel qu'une buse d'éjection du fluide à refroidir dans le conduit 3. Ensuite, les bras 46 et 47 radiaux, sont alignés diamétralement par paires disposées de manière étagée selon l'axe du conduit 3 (cf les paires A, B, C représentées aux figures 11 à 14). Pour les deux bras 46 et 47 d'une même paire, par exemple A, les moyens 58 d'éjection sont opposés, de manière à permettre une rotation du rotor 12, sous l'effet des jets éjectés par les moyens 58 d'une même paire de bras.

Finalement, comme mieux représenté aux figures 12 à 14, les paires de bras radiaux 46 et 47, par exemple A à C, sont décalées angulairement les unes par rapport aux autres, selon un angle prédéterminé, par exemple 60°, et ceci selon le même sens de rota-

tion, horaire ou anti-horaire. En correspondance, le tube fixe 55 présente deux perforations 55a et 55b, allongées axialement, et opposées. La dimension angulaire de chaque perforation 55a ou 55b est identique à l'angle prédéterminé de décalage d'une paire à l'autre, par exemple 60°. Une telle disposition permet de ne pas éjecter le fluide à refroidir par tous les bras radiaux 46 et 47 du rotor 12, mais successivement par groupes de paires A, B et C respectivement. Autrement dit, les paires A, B et C éjectent successivement à leur tour le fluide à refroidir ; et pendant l'éjection dudit fluide par une paire B par exemple, les paires C et A sont inactives.

Revendications

1) Procédé d'échange de chaleur entre, d'une part un fluide frigorigène (1), par exemple en cours de vaporisation, et d'autre part un fluide à refroidir (2), en cours de congélation partielle, à l'exclusion de toute prise en masse dudit fluide, selon lequel :

- on fait circuler au moins un courant du fluide (2) à refroidir, sous pression, en échange de chaleur indirect avec le fluide frigorigène, respectivement de part et d'autre d'une paroi (6) d'échange thermique, dont l'une des faces, dite chaude (6a) est au contact du fluide (2) à refroidir, et dont l'autre face, dite froide (6b) est au contact du fluide frigorigène,
- par un moyen mécanique (11), on s'oppose au dépôt sur la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique, de toute couche solide du fluide à refroidir,

caractérisé en ce que, pour s'opposer au dépôt de toute couche solide sur la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique, on crée dans le courant du fluide (2) à refroidir, et au contact de ladite face chaude (6a), une couche limite turbulente, sous-refroidie en phase liquide, et en échange de chaleur direct avec le reste du courant du fluide à refroidir.

2) Procédé d'échange de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on fait circuler une pluralité de courants du fluide (2) à refroidir, en échange de chaleur indirect avec le fluide frigorigène (1).

3) Dispositif d'échange de chaleur entre, d'une part un fluide frigorigène (1), par exemple en cours de vaporisation, et d'autre part un fluide à refroidir (2), en cours de congélation partielle, ledit dispositif comprenant :

- au moins un conduit (3) de circulation sous pression du fluide (2) à refroidir, d'une entrée (4) à une sortie (5) opposée pour ledit fluide, comprenant une paroi (6) d'échange thermique, dont l'une des faces, dite chaude (6a), est au contact du fluide (2) à refroidir ;
- un moyen (8) de passage du fluide frigorigène,

- au contact de l'autre face, dite froide (6b), de la paroi (6) d'échange thermique,
- un moyen mécanique (11) antagoniste du dépôt sur la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique, de toute couche solide du fluide à refroidir, comportant un rotor (12) monté au sein du conduit (3), des éléments antagonistes dudit dépôt, chacun au contact ou au voisinage de la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique, distribués selon l'axe et autour du rotor (12), ainsi qu'un moyen (40) d'entraînement de ce dernier

caractérisé en ce que lesdits éléments antagonistes (13) comprennent une multiplicité de filaments (14) souples, dont une extrémité est solidaire du rotor (12), dont l'autre extrémité libre est adjacente à la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique, et agencés en relation avec la rotation du rotor, essentiellement pour agiter en phase liquide la couche limite du courant du fluide (2) à refroidir, au contact de la face chaude (6a) de la paroi (6) d'échange thermique

4) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le conduit de circulation (3) constitue la paroi (6) d'échange thermique, une enveloppe (7) ménage avec et autour du conduit (3) une enceinte (8) de passage du fluide frigorigène, notamment à contre-courant du fluide à refroidir, et les filaments (14) souples présentent individuellement au moins une extension radiale.

5) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les filaments (14) sont séparés les uns des autres, en formant une pluralité d'organes filamenteux (15).

6) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, d'une extrémité à l'autre du conduit (3) de circulation, les organes filamenteux (15) sont superposés par groupes de deux, en étant décalés angulairement par rapport à l'axe du rotor, d'un groupe à l'autre.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que, pour chaque groupe, les deux organes filamenteux (15) sont disposés dans un même plan diamétral.

8) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un groupe d'organes filamenteux (15) est décalé angulairement de 90° ou 60°, par rapport au suivant.

9) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les filaments (14) constituent ensemble une hélice (16), continue ou discontinue, autour de l'axe du rotor (12).

10) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (18) d'entraînement du rotor (12), agissant sous l'effet moteur du fluide (2) à refroidir passant dans le conduit de circulation (3).

11) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de conduits (3)

de circulation du fluide à refroidir, disposés en parallèle, et une enveloppe (7) commune ménageant avec lesdits conduits une seule et même enceinte (8) de passage du fluide frigorigène, un distributeur (29) du fluide à refroidir dans les différents conduits (3) de circulation, et un collecteur (30) du fluide refroidi évacué des différents conduits de circulation.

12) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, premièrement une pluralité de capacités (41) de passage du fluide frigorigène sont disposées en parallèle, coaxialement à l'axe du rotor (12) et de manière étagée dans le conduit (3) de circulation du fluide à refroidir, chaque capacité comprenant au moins une cloison (42,43) d'extension radiale, formant un élément de la paroi (6) d'échange thermique, deuxièmement, un distributeur (44) du fluide frigorigène, en relation avec l'entrée (9) pour ledit fluide, et un collecteur (45) dudit fluide frigorigène, en relation avec la sortie (10) pour ledit fluide, disposés notamment à l'extérieur du conduit (3) de circulation, communiquent avec la pluralité des capacités (41) de passage du fluide frigorigène, et troisièmement les filaments souples (14) présentent individuellement au moins une extension axiale, avec leur extrémité libre adjacente à la face chaude (6a) d'une cloison radiale d'une capacité (41).

13) Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque capacité (41) de passage du fluide frigorigène consiste en un élément circulaire, creux et aplati, évidé en son centre, ayant généralement la forme d'un disque, dont les deux faces planes (42,43) constituent respectivement deux cloisons d'échange thermique.

14) Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen d'introduction du fluide à refroidir, comprenant les dispositions suivantes :

- un rotor creux (12), avec des passages (48) vers l'intérieur du conduit (3), ménagés au travers de sa paroi, et étagés entre les capacités (41) de passage du fluide frigorigène, pour la circulation du fluide à refroidir, d'une extrémité ouverte (49) à une extrémité fermée (50) dudit rotor ;
- une boîte (51) d'introduction du fluide à refroidir, en relation avec l'extrémité ouverte (49) du rotor creux (12).

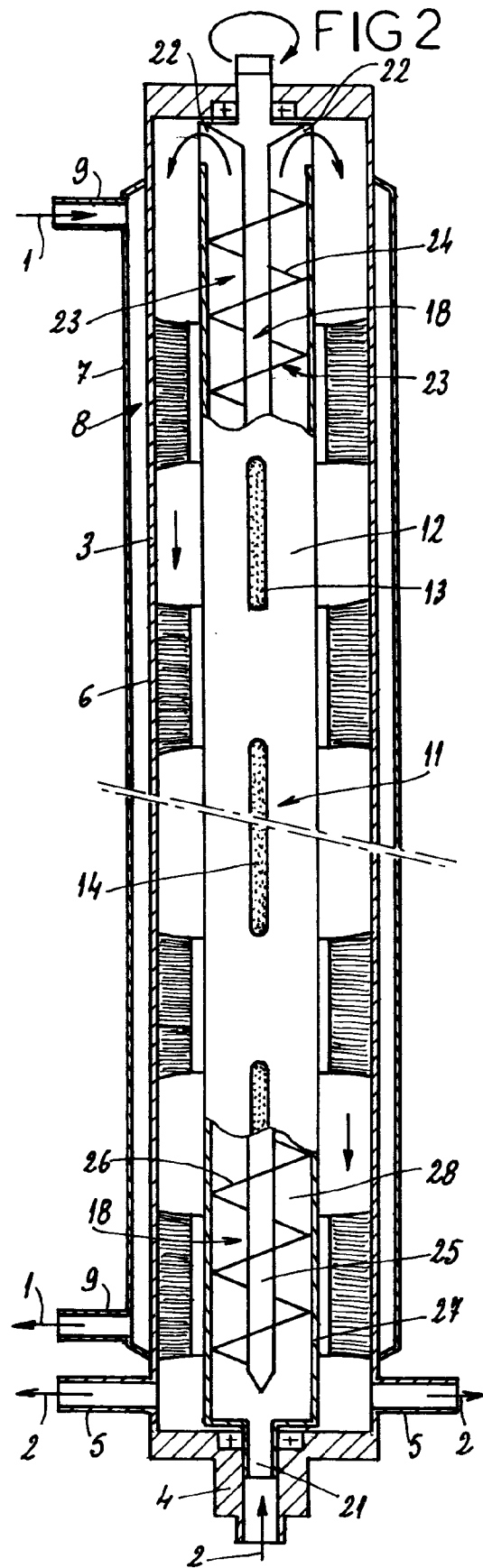
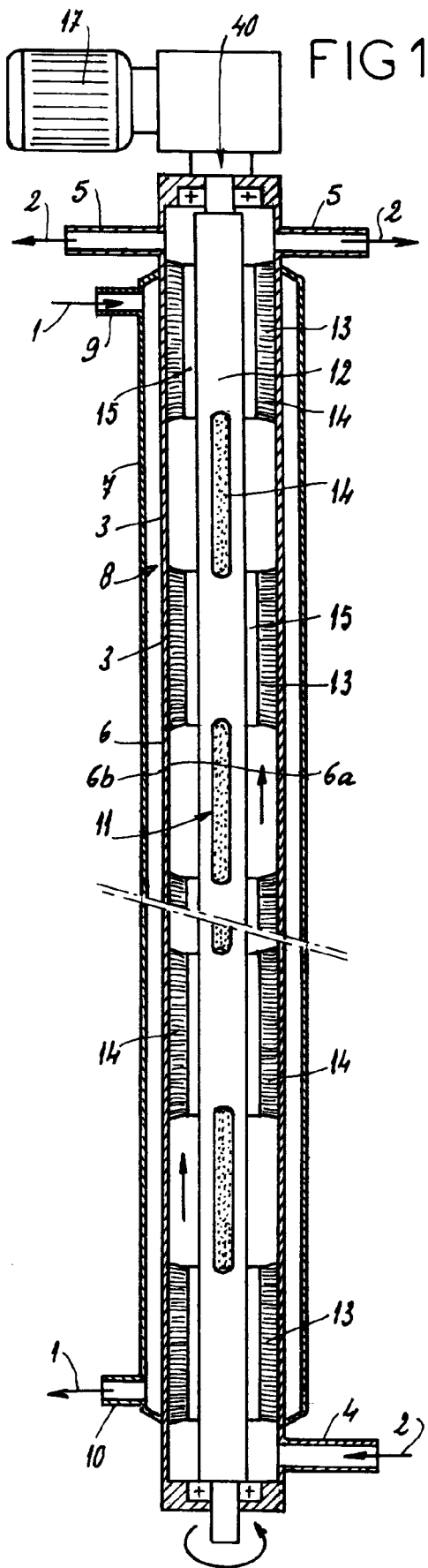


FIG 5

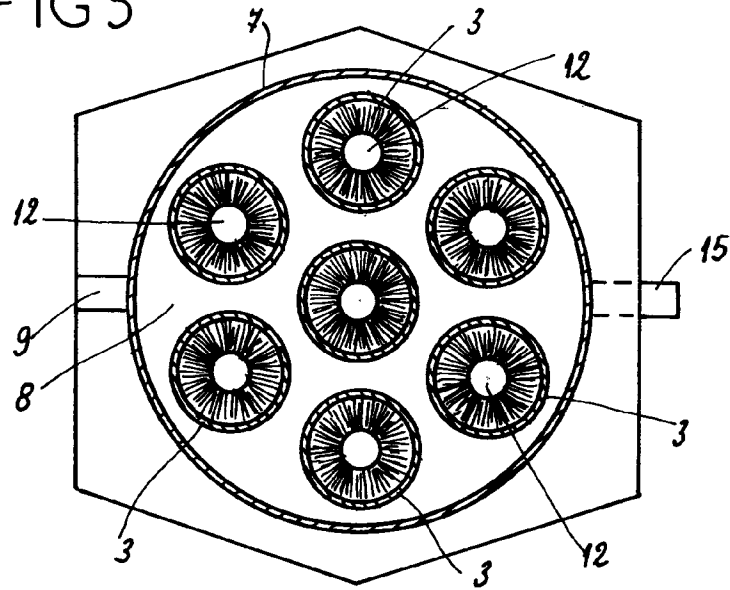
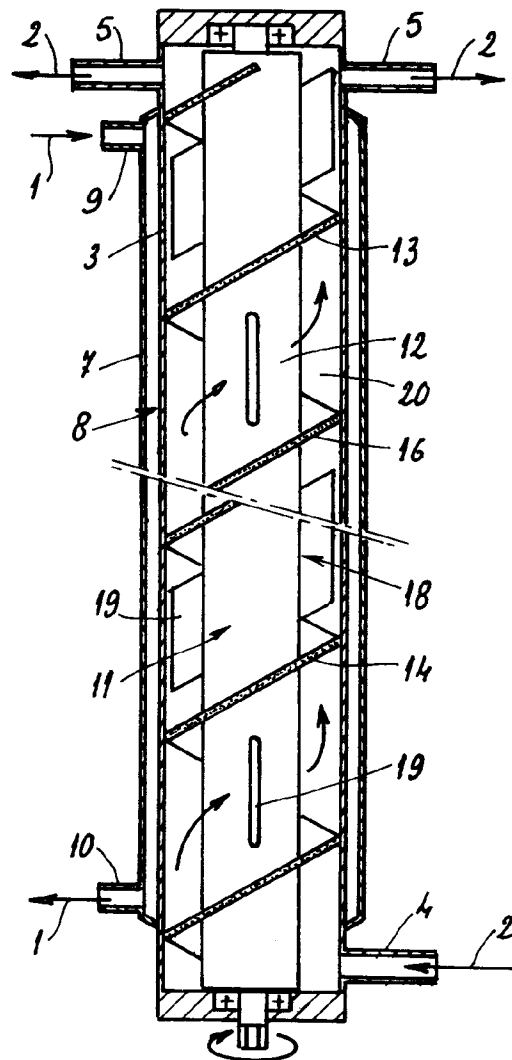


FIG 3



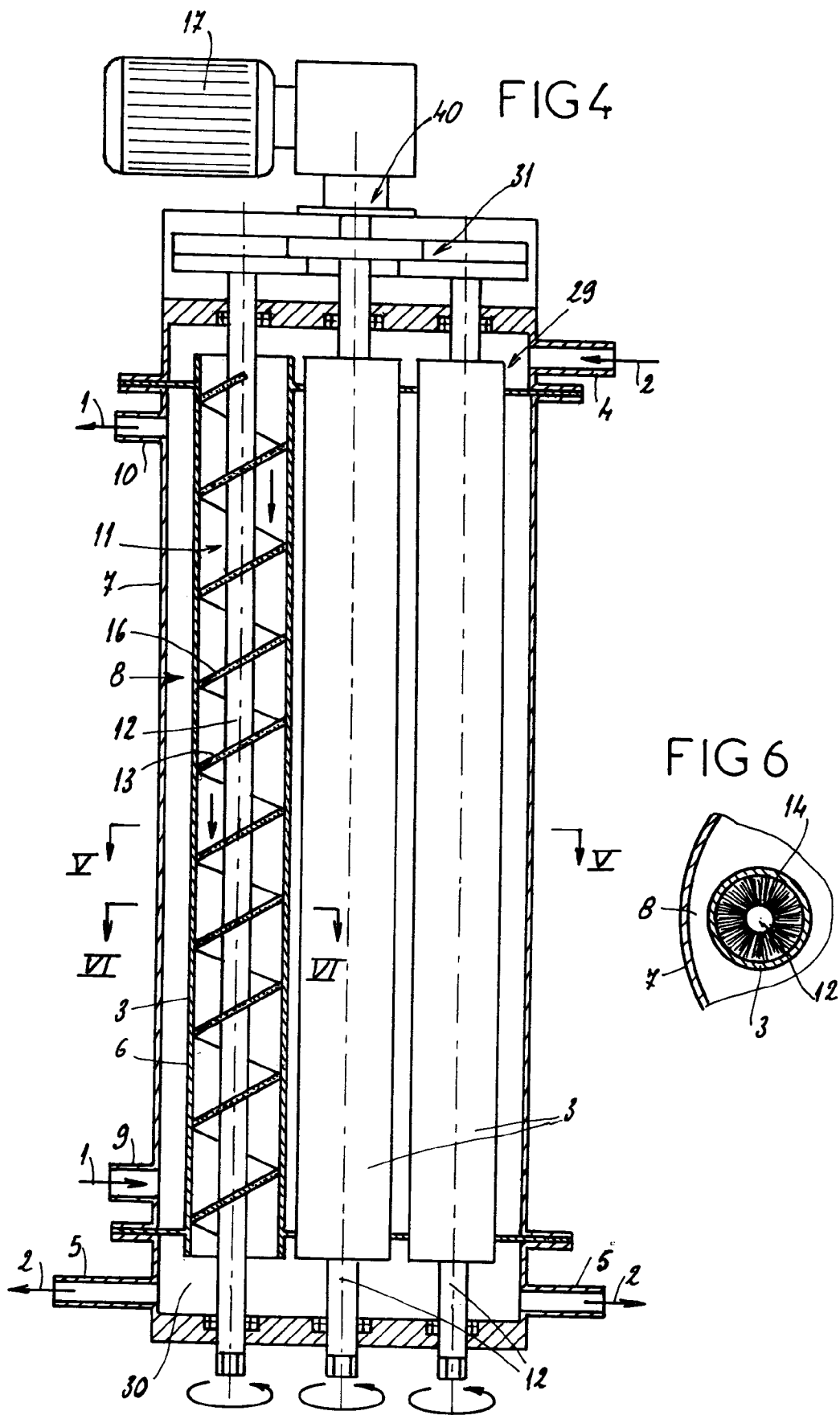
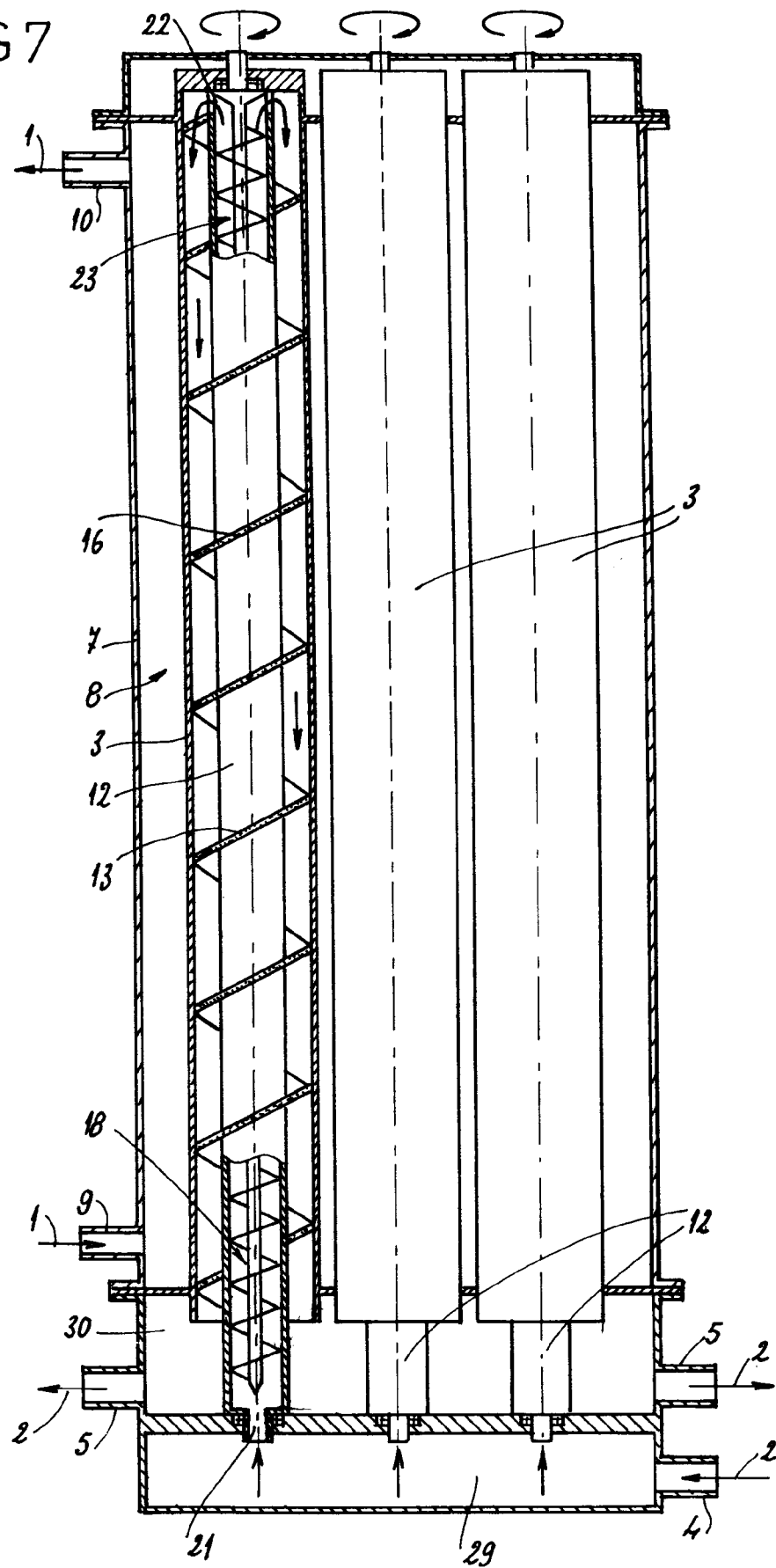
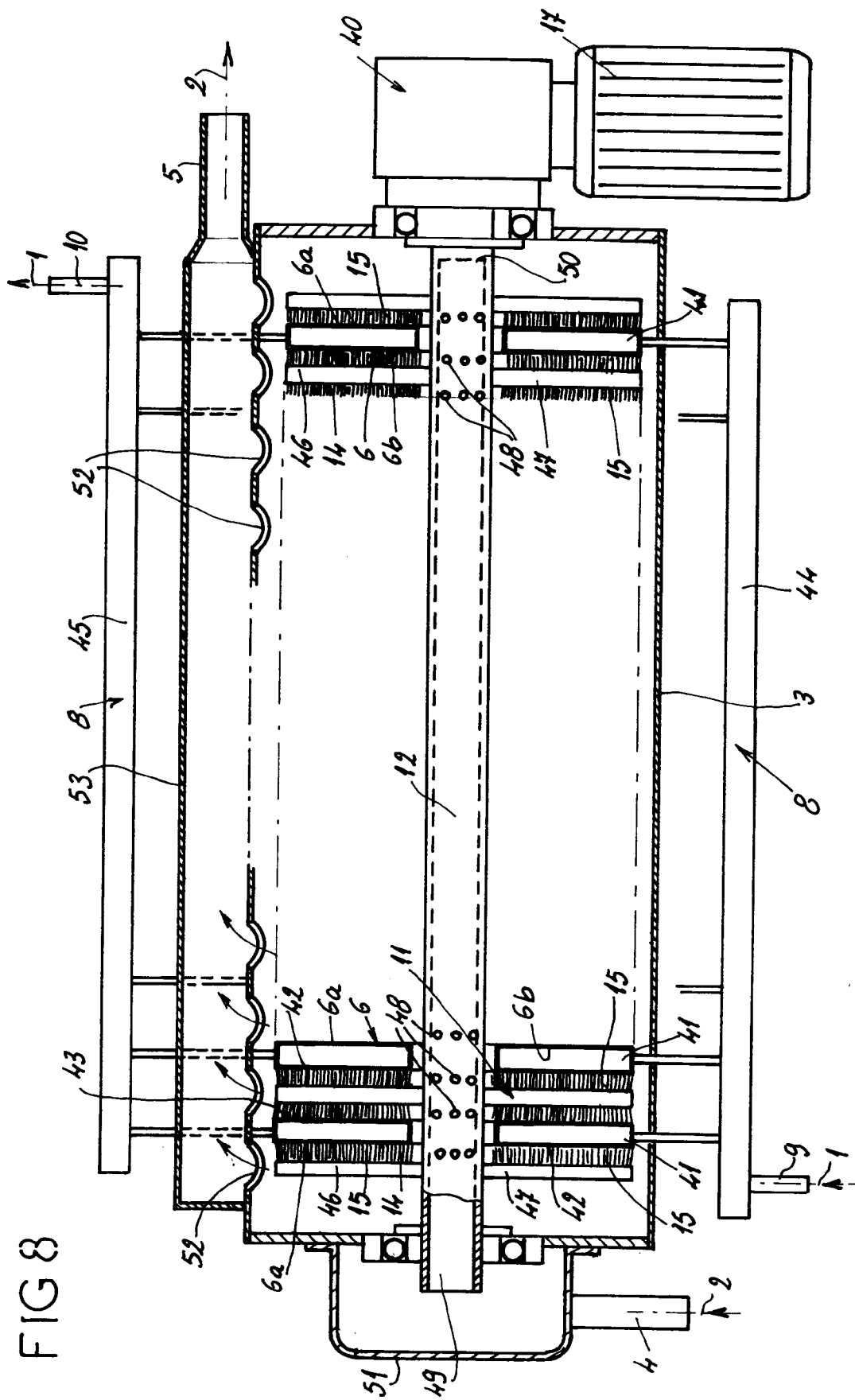


FIG 7





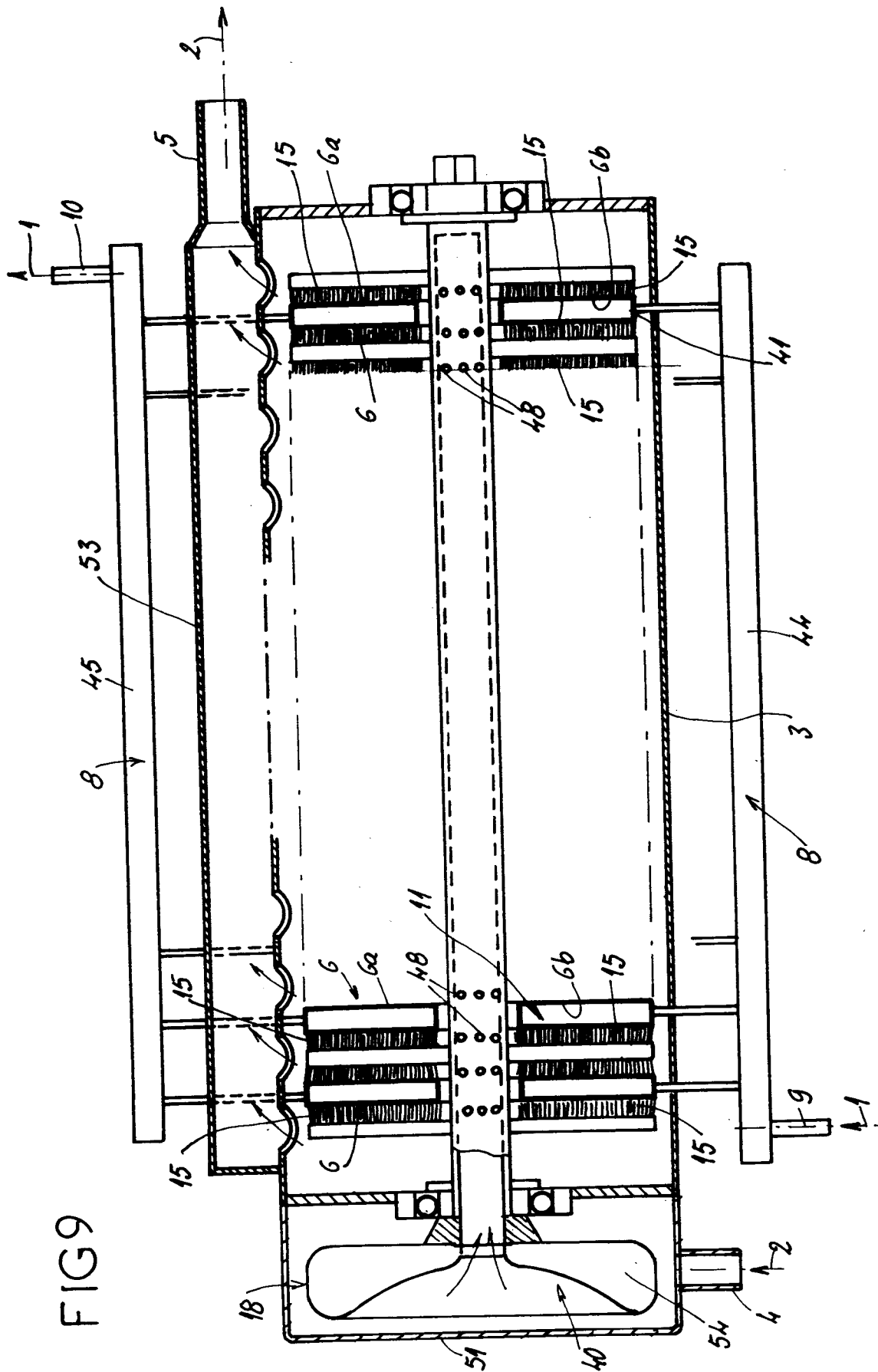


FIG 9

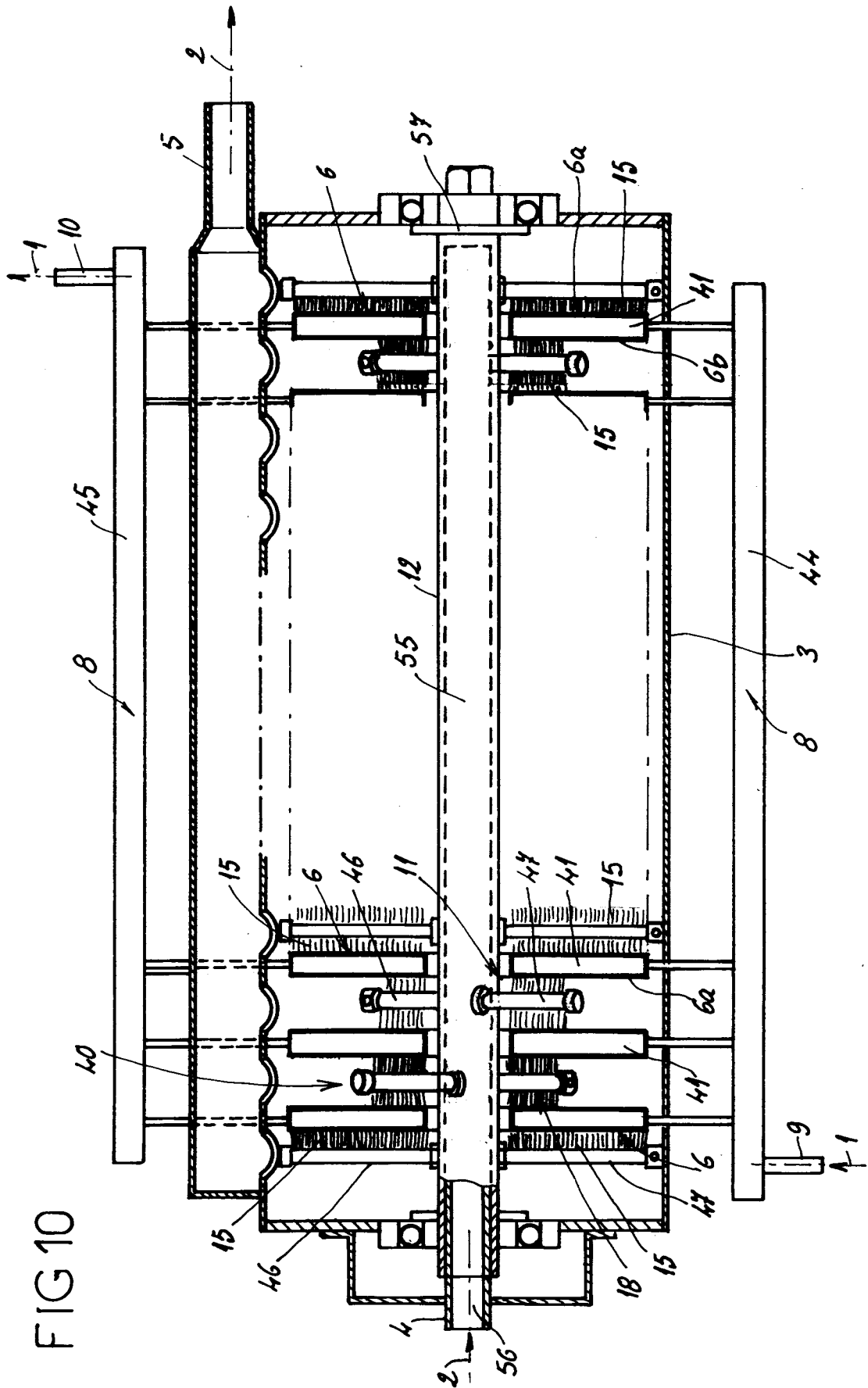


FIG 11

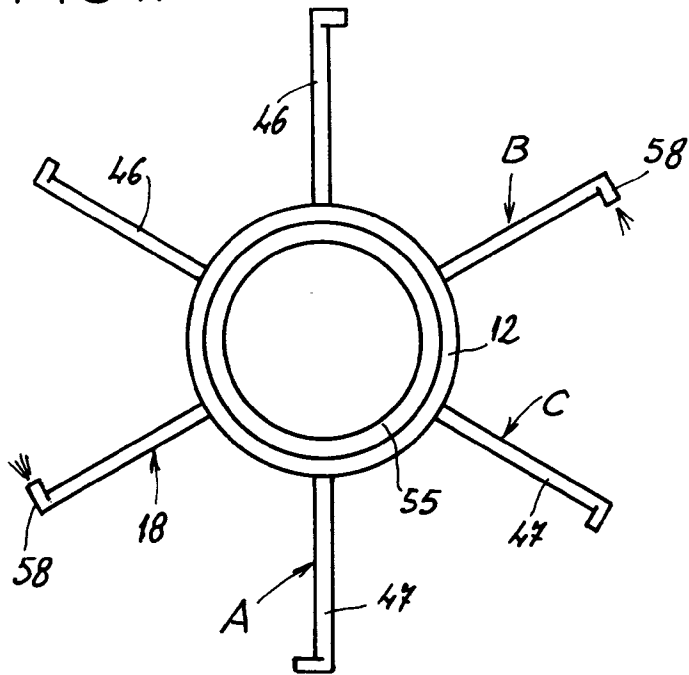


FIG 12

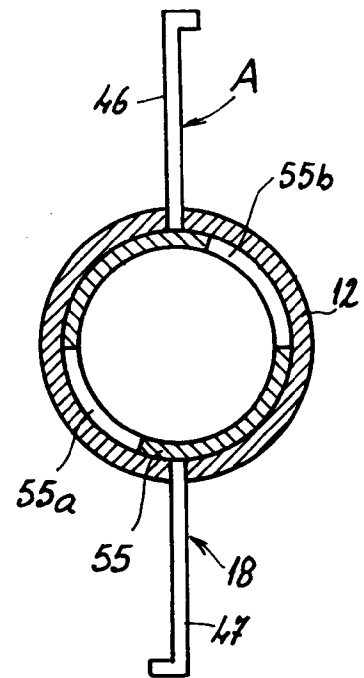


FIG 13

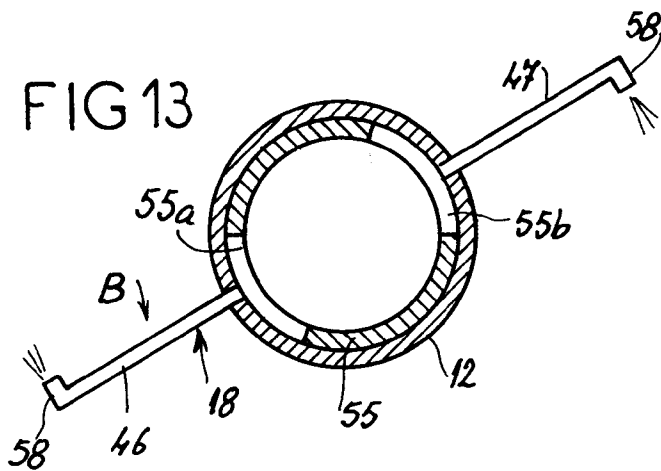
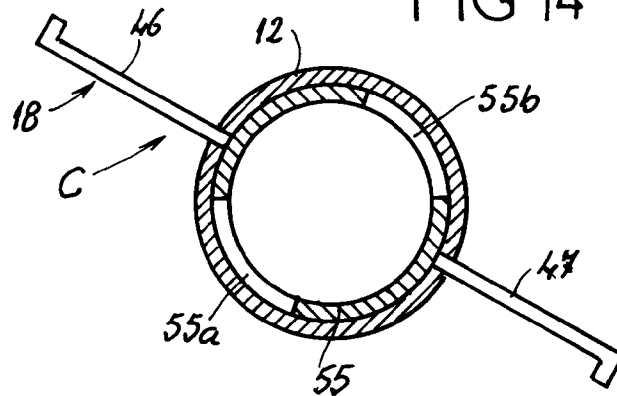


FIG 14





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 42 0241

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.6)
X Y	EP-A-0 257 936 (SUNWELL ENGINEERING) * colonne 3, ligne 22 - colonne 4, ligne 29; figure 3 *	1,2 3-7,10, 12-14	F25C1/14
Y	GB-A-Z2706 & GB-A-2706 A.D. 1880 * page 3, ligne 48 - page 4, ligne 13; figure 4 *	3-7,10, 12-14	
A	US-A-4 201 558 (SCHWITTERS ET AL.) * colonne 3, ligne 59 - ligne 68; figure 1 *	1,3,4,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F25C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 Novembre 1994	Examineur Bäcklund, O
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 01.92 (P04C02)