

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **79401003.3**

51 Int. Cl.³: **F 28 D 7/00**

22 Date de dépôt: **11.12.79**

30 Priorité: **12.12.78 FR 7834945**

71 Demandeur: **NOVATOME, 20 Avenue Edouard Herriot, F-92350 Le Plessis Robinson (FR)**

43 Date de publication de la demande: **25.06.80**
Bulletin 80/13

72 Inventeur: **Jullien, Georges, Parc Lormoy-Jura, rue du Haras, F-91240 Saint Michel sur Orge (FR)**
Inventeur: **Doublet, Philippe, 56 avenue des Perdrix, F-94210 La Varenne (FR)**

84 Etats contractants désignés: **BE DE GB IT NL**

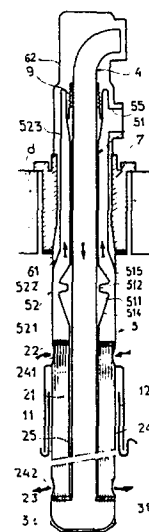
74 Mandataire: **Saint-Martin, René et al, CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier, F-75383 Paris Cedex 08 (FR)**

54 **Perfectionnements à un échangeur de chaleur.**

57 L'invention est relative à des perfectionnements à un échangeur de réacteur nucléaire assurant le transfert de chaleur entre deux courants de sodium réfrigérant.

L'échangeur selon l'invention comporte un collecteur de sortie 5 canalisant du sodium réfrigérant en sortie d'un faisceau de tubes d'échange 21 parcourus intérieurement par ledit sodium et baignée extérieurement par du sodium réfrigérant et comprenant une chemise tubulaire intérieure 51 constituant une surface de révolution autour d'un axe vertical et une chemise tubulaire extérieure 52 et il est essentiellement caractérisé par le fait que la paroi de la chemise intérieure 51 présente une partie plissée 511-512 marquée par au moins un flanc 511, en forme de couronne.

L'échangeur selon l'invention est destiné à être utilisé comme échangeur intermédiaire sodium-sodium dans un réacteur à neutrons rapides.



EP 0 012 691 A1

Perfectionnements à un échangeur de chaleur

La présente invention est relative à des perfectionnements à un échangeur de réacteur nucléaire assurant le transfert de chaleur entre deux courants de sodium liquide réfrigérant.

5 L'échangeur selon l'invention est destiné à être utilisé comme échangeur intermédiaire sodium-sodium dans un réacteur à neutrons rapides.

Un échangeur intermédiaire de réacteur à neutrons rapides transfère la chaleur d'un courant de sodium liquide primaire radio-actif, en assurant une séparation physique entre eux. Le sodium liquide primaire est réchauffé par le coeur du réacteur et circule dans la cuve jusqu'aux
10 échangeurs intermédiaires. L'échange de chaleur entre le sodium primaire et le sodium secondaire est réalisé par l'intermédiaire d'un faisceau tubulaire. Généralement le sodium secondaire circule à l'intérieur des tubes tandis que le sodium primaire circule à l'extérieur de ces tubes. Le sodium primaire et le sodium secondaire circulent à contre-courant. La
15 circulation du sodium primaire radio-actif à l'extérieur des tubes facilite la vidange. Par ailleurs, le sodium secondaire opère à une pression supérieure à celle du sodium primaire et il est plus économique de faire circuler le sodium à haute pression dans les tubes. Les tubes constituant le faisceau tubulaire sont généralement verticaux.

20 On connaît différentes conceptions d'échangeurs intermédiaires sodium-sodium pour réacteurs à neutrons rapides. Selon une de ces conceptions, le sodium secondaire arrive au-dessus du faisceau tubulaire dont les tubes d'échange sont rectilignes. Cet échangeur comprend un tube d'arrivée vertical qui est connecté par son extrémité supérieure à l'arrivée
25 de sodium secondaire. Il canalise un courant descendant de sodium secondaire relativement froid. Ce sodium se trouve sous une pression relativement élevée (normalement de l'ordre de 6 bars et exceptionnellement de 18 bars dans des cas de fonctionnement accidentel). Ce tube d'arrivée est entouré à sa partie inférieure par le faisceau tubulaire et il débouche au-dessous
30 de la plaque tubulaire inférieure de ce faisceau. Le sodium secondaire sortant du tube d'arrivée est confiné dans un collecteur d'entrée et remonte dans les tubes d'échange du faisceau tubulaire. Le sodium secondaire sortant du tube d'arrivée est confiné dans un collecteur d'entrée et remonte dans les tubes d'échange du faisceau tubulaire.

Le sodium secondaire est échauffé progressivement par le sodium primaire au fur et à mesure qu'il progresse dans les tubes du faisceau tubulaire. Le courant ascendant de sodium secondaire réchauffé est canalisé à la sortie du faisceau tubulaire par un collecteur de sortie
5 s'étendant verticalement. Ce collecteur de sortie est constitué d'une chemise tubulaire intérieure et d'une chemise tubulaire extérieure qui sont coaxiales et raccordées entre elles à la partie supérieure de l'échangeur. Ces deux chemises enveloppent le tube d'arrivée du sodium secondaire. La chemise extérieure est pourvue d'une sortie pour l'évacua-
10 tion du sodium secondaire relativement chaud.

L'ensemble formé par le faisceau tubulaire, les plaques tubulaires et le collecteur de sortie est soumis aux sollicitations d'ensemble dues à des effets de pression et à des effets de dissymétries thermiques dans le faisceau tubulaire et dans le collecteur de sortie. Les effets ther-
15 miques sont relativement importants et sont inhérents à la conception de l'échangeur.

On a remarqué que les tubes d'échange du faisceau tubulaire ont des températures moyennes différentes suivant leurs positions par rapport à l'axe de symétrie du faisceau. Ce phénomène tend à faire fléchir les
20 plaques tubulaires.

Par ailleurs, on a remarqué qu'il existe un gradient de température important dans le sodium secondaire s'écoulant en aval de la plaque tubulaire supérieure du faisceau tubulaire. La température augmente en allant horizontalement de la chemise intérieure vers la chemise extérieure. Ce
25 gradient engendre des contraintes et des déformations importantes de cet ensemble.

La présente invention a pour objet un collecteur de sortie canalisant le sodium sortant du faisceau tubulaire d'un échangeur et dont la chemise intérieure est capable d'encaisser les déplacements relatifs
30 d'origine thermique, sans contrainte notable et sans transmettre d'effort important au faisceau tubulaire. Les écarts de température sur les chemises du collecteur de sortie ne modifient pas de façon importante l'équilibre mécanique d'ensemble de l'échangeur. Les déplacements différentiels d'origine thermique sont absorbés sans que les effets de
35 pression sur le collecteur de sortie ne se répercutent de façon néfaste sur le faisceau.

L'échangeur selon l'invention comporte un collecteur de sortie canalisant du sodium réfrigérant en sortie d'un faisceau de tubes d'échange parcourus intérieurement par ledit sodium et baignés extérieurement par du sodium réfrigérant et comprenant une chemise tubulaire intérieure constituant une surface de révolution autour d'un axe vertical et une chemise tubulaire extérieure et il est essentiellement caractérisé par le fait que la paroi de la chemise intérieure présente une partie plissée marquée par au moins un flanc en forme de couronne.

Selon une caractéristique de l'invention, la partie plissée forme au moins deux flancs réunis par une collerette.

L'invention va maintenant être décrite avec plus de détails en se référant à des modes de réalisation donnés à titre d'exemples et représentés par les dessins annexés.

La figure 1 est une coupe verticale axiale d'un premier mode de réalisation de l'échangeur conforme à l'invention.

La figure 2 représente un détail du collecteur de sortie de l'échangeur illustré sur la figure 1.

La figure 3 est une coupe verticale axiale d'un second mode de réalisation de l'échangeur conforme à l'invention.

La figure 4 représente un détail du collecteur de sortie de l'échangeur illustré sur la figure 3.

La figure 5 représente une variante de la figure 4.

L'échangeur intermédiaire représenté sur les figures 1 à 5 est disposé verticalement dans la cuve du réacteur. La cuve contient une masse de sodium liquide réfrigérant servant à transporter la chaleur. Il est radio-actif et est appelé sodium primaire.

L'échangeur comporte des tubes d'échange 21 qui sont soit totalement rectilignes soit partiellement rectilignes. Dans ce dernier cas, chacun des tubes d'échange est muni d'une courbe d'expansion. Ces tubes sont groupés en faisceau et sont fixés à leurs extrémités dans les plaques tubulaires 22 et 23. Chacune de ces plaques tubulaires a la forme d'une couronne. Le faisceau de tubes 21 est logé entre une virole cylindrique extérieure 24 et une virole cylindrique 25 intérieure et coaxiale à ladite virole extérieure. La virole extérieure 24 comprend des fenêtres d'entrée 241 qui sont situées en dessous et à proximité de la couronne tubulaire supérieure 22. Elle comprend par ailleurs des fenêtres de sortie 242 qui sont situées au-dessus et à proximité de la couronne tubulaire intérieure 23.

Le sodium primaire circule de haut en bas, autour des tubes d'échange 21. Le sodium primaire qui entre par les fenêtres d'entrée 241 est à une température comprise approximativement entre 540 et 580° C. Le sodium primaire qui sort des fenêtres de sortie 242 est à une température comprise approximativement entre 380 et 400° C. La séparation physique entre le sodium primaire relativement chaud et le sodium primaire relativement froid est assurée par une cloche d'étanchéité 11 et une cheminée 12 faisant partie d'un ensemble non représenté.

Le courant de sodium primaire chauffe un courant de sodium non radio-actif appelé sodium secondaire. L'arrivée de sodium secondaire s'effectue par le haut de l'échangeur. Le sodium secondaire est conduit jusqu'au faisceau de tubes 21 par un tube d'arrivée 4 dont la plus grande longueur a la forme d'un cylindre dont l'axe vertical est confondu avec l'axe des viroles 24 et 25 du faisceau de tubes 21. Ces tubes d'échange 21 sont disposés parallèlement à l'axe vertical du tube d'arrivée et ils l'entourent à sa partie inférieure. Le tube d'arrivée 4 canalise un courant descendant de sodium secondaire relativement froid. Un collecteur d'entrée 31 qui forme une chambre 32 confine le sodium secondaire de la sortie du tube d'arrivée 4 jusqu'aux entrées des tubes 21 qui affleurent la couronne tubulaire inférieure 23.

Le sodium secondaire circule à l'intérieur des tubes d'échange 21. Le courant ascendant du sodium secondaire est opposé au courant descendant du sodium primaire. A l'entrée des tubes d'échange 21, c'est-à-dire au niveau de la couronne tubulaire 23, le sodium secondaire est relativement froid. A la sortie des tubes d'échange 21, c'est-à-dire au niveau de la couronne tubulaire supérieure 22, le sodium secondaire est relativement chaud.

Le sodium secondaire est canalisé, à la sortie des tubes d'échange 21, par un collecteur de sortie 5 ayant une forme générale annulaire. Dans ce collecteur de sortie, le sodium secondaire a un mouvement ascendant jusqu'à un branchement 55 du tube de sortie. Ce collecteur de sortie est constitué par une chemise tubulaire intérieure solidaire de la virole 25 et par une chemise tubulaire extérieure 52 solidaire de la virole 24. Ces deux chemises sont coaxiales. Chacune des chemises du collecteur de sortie a une forme générale de révolution autour de l'axe vertical du tube d'arrivée 4.

La chemise intérieure 51 ceinture le tube d'arrivée 4 et son diamètre est très légèrement supérieur à celui de ce tube d'arrivée. La chemise extérieure comprend une virole cylindrique inférieure 521 et une virole cylindrique supérieure 523 dont le diamètre est inférieur à celui de ladite virole inférieure. Une virole tronconique 522 qui converge dans le sens d'écoulement du sodium secondaire raccorde les deux viroles coaxiales 521 et 523. Les deux chemises 51 et 52 sont raccordées l'une à l'autre, à l'extrémité supérieure, par un fond torique de manière à former une chambre annulaire.

Une enveloppe extérieure 61 est soudée à la virole inférieure de la chemise extérieure du collecteur de sortie. Cette enveloppe s'étend vers le haut en enveloppant la virole supérieure de la chemise extérieure. Elle est solidaire d'un bouchon 7 qui est supporté par la dalle 8.

Un soufflet d'étanchéité 9 isole l'espace annulaire compris entre la chemise intérieure 51 et le tube d'arrivée 4 de la chambre supérieure délimitée par la chemise extérieure 51 et l'enveloppe 62. Cette chambre contient un gaz.

La paroi de la chemise intérieure 51 présente une partie plissée dont au moins un pli est marqué par un flanc 511 qui a une forme de couronne inscrite entre deux cylindres fictifs C1 et C2 centrés sur l'axe de symétrie et dont les diamètres sont différents. Cette partie plissée forme une surface de révolution autour de l'axe vertical des viroles du faisceau tubulaire et du tube d'arrivée 4 et d'une partie cylindrique attenante 516. Les flancs 511 sont sensiblement plans ou légèrement tronconiques. Dans ce dernier cas, les angles au sommet des cônes qui les enveloppent sont sensiblement égaux et proches de 180°. Deux flancs 511 adjacents peuvent être raccordés entre eux par une collerette intermédiaire 512 de petit diamètre en formant alors, en creux, une gorge annulaire 53 ouverte vers la chemise extérieure. Deux flancs adjacents 511 peuvent être raccordés entre eux par une collerette extérieure à deux autres flancs l'encadrant.

Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, la paroi est profilée de manière à former deux flancs 511 opposés qui forment une gorge annulaire extérieure 53. Ces flancs sont raccordés à une virole de raccordement inférieure 514 et une virole de raccordement supérieure 515. La gorge annulaire 53 est encaissée entre ces deux viroles et elle est baignée par le sodium secondaire. La collerette de petit diamètre 512 forme le fond de cette gorge. La partie plissée formée par les deux flancs opposés 511 est située à l'intérieur de la virole 521, dans la partie de la chambre du collecteur ayant la section droite la plus grande.

Ainsi elle est située d'une part au-dessus et à proximité du faisceau tubulaire et plus spécialement de la couronne tubulaire supérieure 22 et d'autre part en dessous de l'embouchure de la virole supérieure 523. La virole de raccordement 514 a une forme générale tronconique s'évasant vers le haut. Le petit diamètre de cette virole de raccordement 514 est solidaire de la partie cylindrique 516 de la chemise. La virole de raccordement supérieure 515 a une forme générale tronconique s'évasant vers le bas. Le petit diamètre de cette virole supérieure est solidaire de la partie cylindrique 517 de la chemise.

5 Dans le mode de réalisation des figures 3 et 4, la partie plissée de la paroi de la chemise intérieure forme une dent annulaire marquée par deux flancs 511 et par la collerette extérieure 513. Cette partie plissée de la chemise est raccordée vers le bas à une virole tronconique 514 s'évasant vers le haut qui prolonge la virole cylindrique inférieure 15 516. La collerette extérieure 513 qui raccorde extérieurement les flancs 511 forme la crête du pli. Cette partie plissée est disposée en partie haute, à proximité du fond torique raccordant les parties supérieures des deux chemises. Elle est donc située autour du soufflet 9 et au-dessus du branchement 55 par lequel sort le sodium secondaire et à l'intérieur 20 de la virole 523. Elle est raccordée vers le haut, par la virole 517, à ce fond torique.

Dans le mode de réalisation des figures 3 et 5, la partie plissée de la paroi de la chemise intérieure présente plusieurs flancs 511 formant au moins deux gorges et/ou au moins deux dents centrées sur l'axe vertical 25 des viroles du faisceau tubulaire. Les bords extérieurs des flancs sont réunis par les collerettes extérieures 513 de grand diamètre. Les bords intérieurs sont réunis par des collerettes intérieures 512 de petit diamètre et disposées en alternance avec les collerettes 513. Cette partie plissée est ménagée à proximité du fond torique raccordant la partie 30 supérieure de la chemise intérieure et la partie supérieure de la chemise extérieure, autour du soufflet 9 et au-dessus du branchement 55. Elle est raccordée vers le bas à la virole tronconique 514 qui s'évase vers le haut en prolongeant la virole 516 et elle est raccordée vers le haut par la virole 517 au fond torique.

Dans un autre mode de réalisation, la partie plissée constitue un soufflet à ondes demi-toriques.

La paroi de la chemise métallique intérieure 51, dans la zone plissée, a une épaisseur peu différente ou égale à l'épaisseur des parties cylindriques de cette chemise. L'épaisseur de la paroi formant la partie plissée est comprise entre 5 et 30 mm. La partie plissée est soumise sur sa surface extérieure à la pression du sodium.

Il est bien entendu que l'on peut, sans sortir du cadre de l'invention, imaginer des variantes et perfectionnements de détails ou envisager l'emploi de moyens équivalents.-

REVENDICATIONS

1. Echangeur de chaleur comportant un collecteur annulaire de sortie 5 qui canalise du sodium réfrigérant en sortie d'un faisceau de tubes d'échange 21, parcourus intérieurement par ledit sodium et baignés extérieurement par du sodium réfrigérant et qui comprend une chemise tubulaire intérieure 51 ayant une surface de révolution autour d'un axe vertical et une chemise tubulaire extérieure 52, raccordées l'une à l'autre, caractérisé par le fait que la paroi de la chemise intérieure 51 présente une partie plissée 511-512.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la partie plissée 511-512, forme au moins deux flancs 511 réunis entre eux par une collerette 512.

3. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la partie plissée 511-512 est raccordée vers le bas à une virole 514 sensiblement tronçonnée s'évasant vers le haut et raccordée à une partie cylindrique 516.

4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la partie plissée 511-512 est située à proximité du faisceau tubulaire 21.

5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la partie plissée 511-512 est située à proximité de la partie supérieure de la chemise 51.

6. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'épaisseur de la paroi formant la partie plissée 511-512 est comprise entre 5 et 30 mm.

1/2

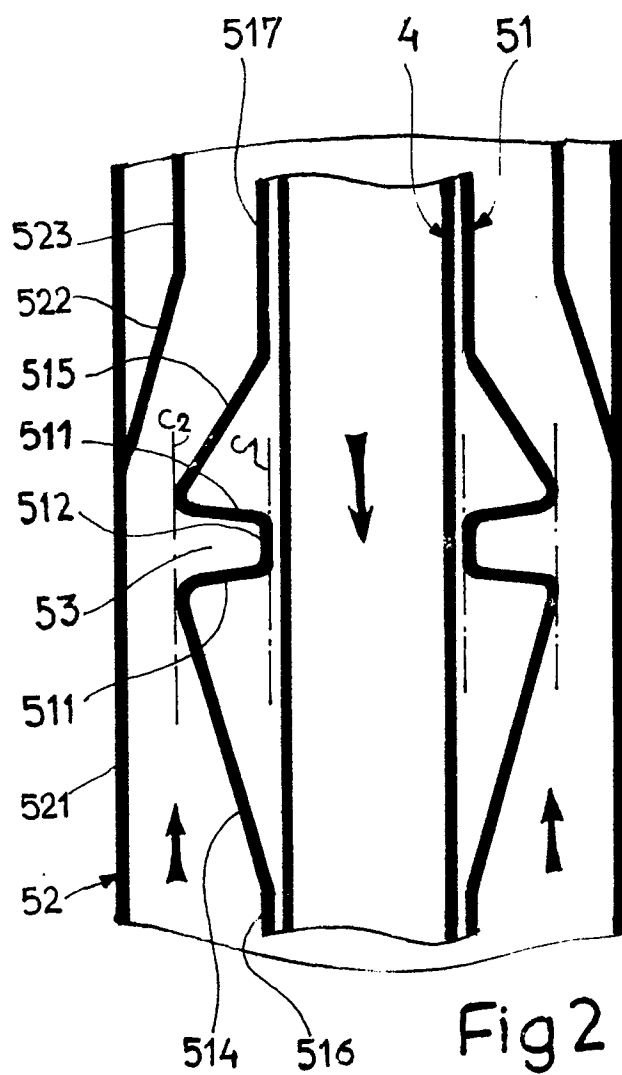
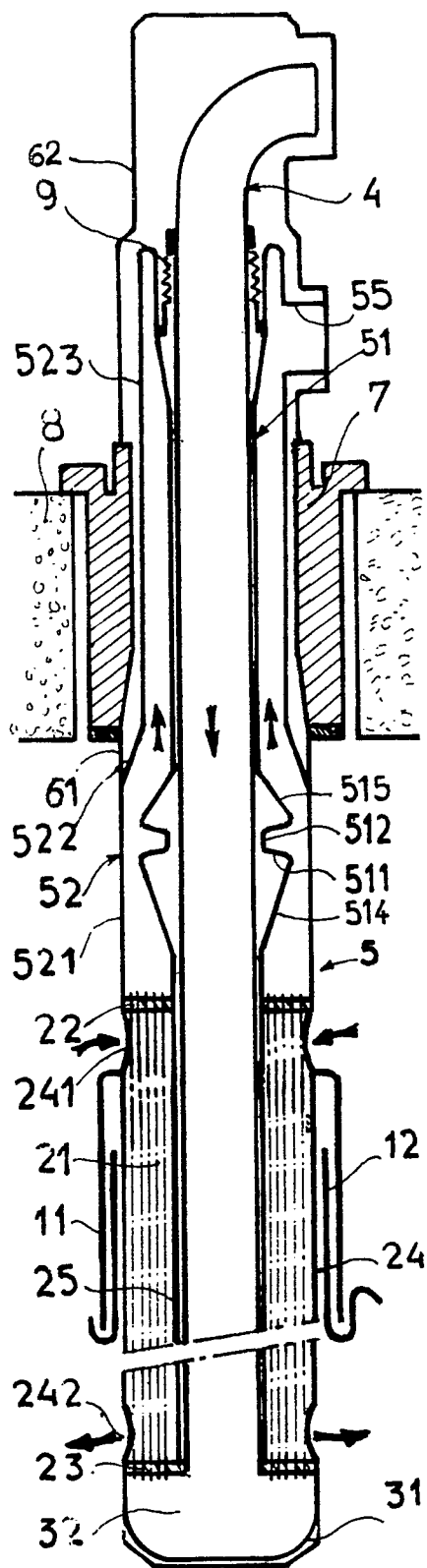


Fig 1

Fig 2

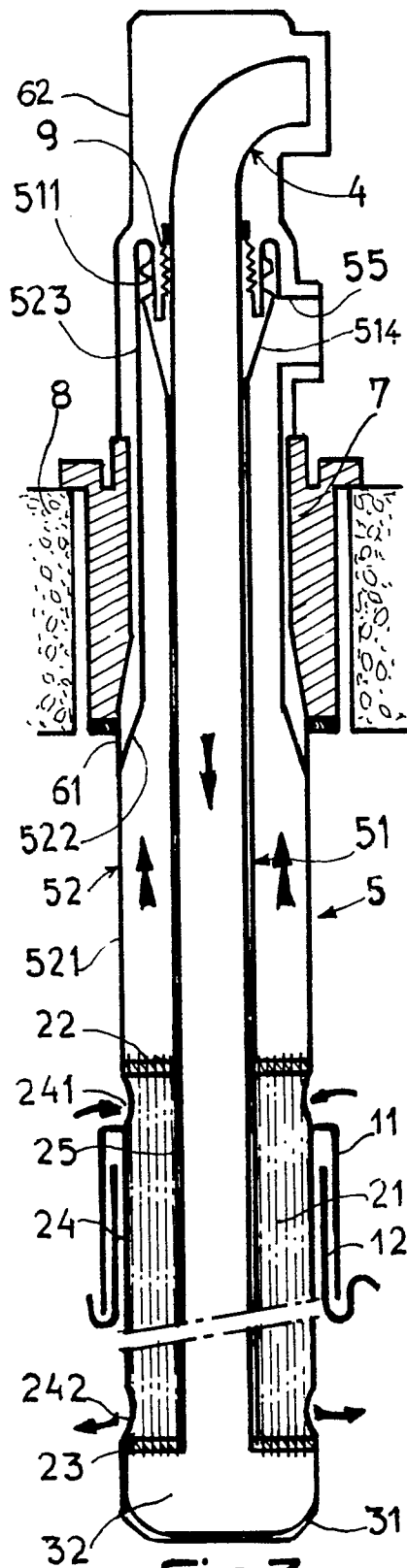


Fig 3

2/2

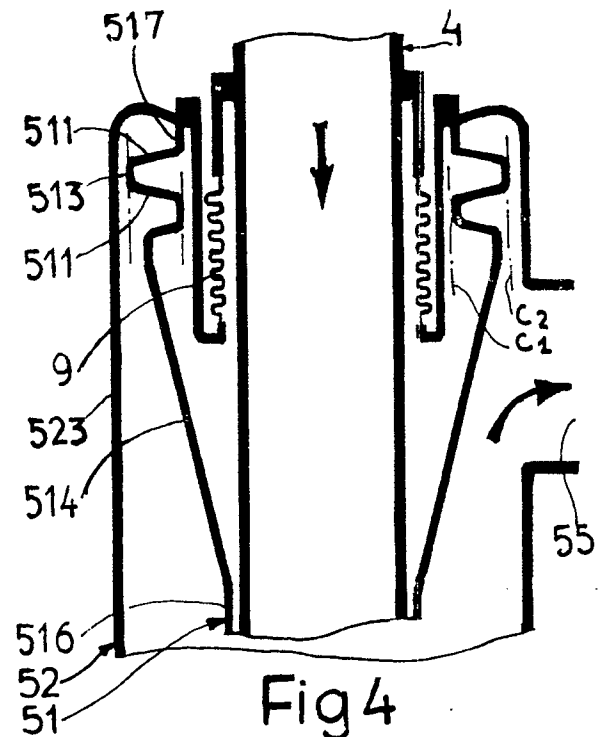


Fig 4

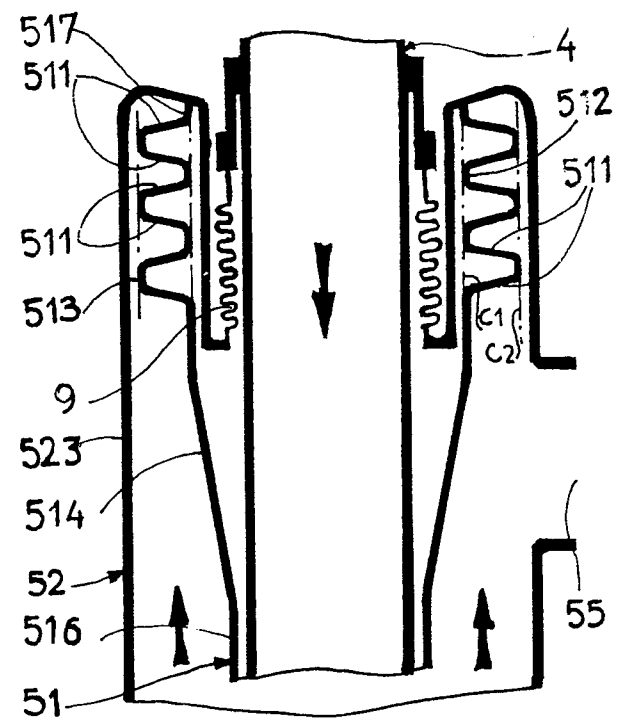


Fig 5

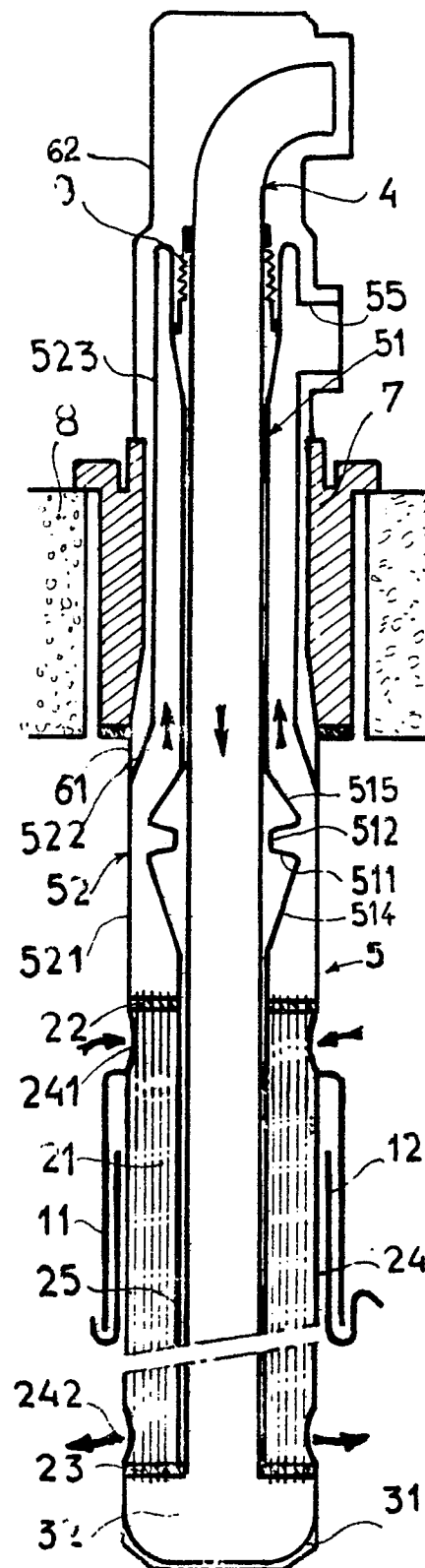


Fig 1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

EP 79 40 1003

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int Cl)
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Reven- dica- tion concernee	
	<u>FR - A - 2 225 710</u> (U.K.A.E.A.) * Page 2, paragraphe 3 à page 4, paragraphe 1; figures 1,2 *	1,2,4	F 28 D 7/0G
	--		
	<u>GB - A - 1 532 757</u> (WEBER) * Page 2, ligne 111 à page 3, ligne 116; figures 2,3 *	2,5	
	--		
	<u>DE - A - 2 701 148</u> (STEAG) * Page 8, paragraphe 4 à page 11, paragraphe 1; figure 2 *	1,2,4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int Cl)
	--		
	<u>DE - A - 1 451 198</u> (KROME) * Page 5, paragraphe 4 à page 6, paragraphe 1; figure 3 *	1,2,4	F 28 D F 22 B
	--		
	<u>FR - A - 2 099 504</u> (IDEMITSU) * Page 4, paragraphe 6 à page 5, paragraphe 2; figures *	3,4	
	--		
A	<u>GB - A - 1 187 366</u> (WESTINGHOUSE)	1	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
A	<u>GB - A - 1 328 440</u> (BABCOCK)	1	X. particulièrement pertinent A arriere-plan technologique O divulgation non-ecrite P document intercalaire T theorie ou principe a la base de l'invention E demande faisant interference D document cite dans la demande L document cite pour d'autres raisons

☒ Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications			& membre de la même famille. document correspondant
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
La Haye	17-03-1980	JOHANSSON	