

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 82400017.8

(51) Int. Cl.³: **F 28 D 7/00**

(22) Date de dépôt: 07.01.82

(30) Priorité: 13.01.81 FR 8100455

(43) Date de publication de la demande:
28.07.82 Bulletin 82/30

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE GB IT LI NL

(71) Demandeur: **STEIN INDUSTRIE** Société anonyme dite:
19-21, Avenue Morane Saulnier B.P. 74
F-78141 Velizy-Villacoublay(FR)

(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: **Nguyen-Thanh, Thong**
23, Allée des Chardonnerets
F-78270 Cernay-La-Ville(FR)

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

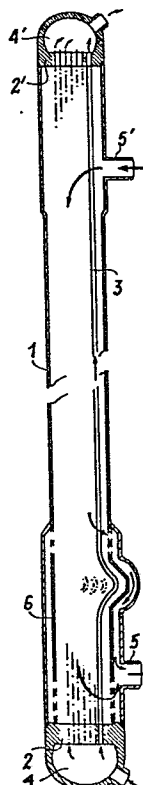
(54) Dispositif d'échange de chaleur à faisceau de tubes avec lyres de dilatation soustraites aux vibrations.

(57) Dispositif à faisceaux de tubes (3, 4) disposés entre deux plaques tubulaires et munis de lyres de dilatation, pour échange de chaleur entre un fluide circulant à l'intérieur des tubes et un liquide circulant autour des tubes.

Les lyres de dilatation (11) sont disposées au contact du liquide dans la zone la plus froide de l'échangeur, et le dispositif comporte des moyens pour assurer que le liquide ne puisse entraîner en vibration les lyres de dilatation.

Application aux échangeurs de chaleur pour générateurs de vapeur à fluide primaire constitué par du sodium liquide.

FIG.1



La présente invention concerne un dispositif à faisceau de tubes disposés entre deux plaques à tubes et munis de lyres de dilatation, pour échange de chaleur entre un fluide circulant à l'intérieur des tubes et un
5 liquide circulant autour des tubes.

Les lyres de dilatation de tels dispositifs peuvent être entraînées en vibration pour certaines vitesses d'écoulement du fluide circulant autour des tubes, notamment lorsque celui-ci est un métal alcalin
10 liquide. Si la fréquence d'excitation due à l'écoulement du fluide se rapproche de la fréquence de résonance des lyres de dilatation, il peut se produire des vibrations suffisantes pour endommager gravement les tubes.

On a déjà proposé pour éviter ces phénomènes
15 de disposer les lyres de dilatation dans une zone où elles ne sont pas au contact du fluide en écoulement, par exemple, lorsque ce dernier est un métal alcalin liquide, dans une zone remplie d'un gaz rare surmontant le bain de ce métal, au voisinage de la plaque tubulaire
20 de l'extrémité chaude de l'échangeur.

Ceci nécessite toutefois un allongement du faisceau des tubes, souvent déjà très long, la longueur des lyres de dilatation n'intervenant pas dans l'échange de chaleur. Par ailleurs, les lyres de dilatation sont
25 dans la partie la plus chaude de l'échangeur, où le taux de travail admissible est le plus faible.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients ci-dessus, et de procurer un dispositif ne comportant pas de zone spéciale réservée aux lyres de
30 dilatation et ne participant pas à l'échange de chaleur. Elle a encore pour but d'assurer le fonctionnement des lyres de dilatation avec un taux de travail plus favorable, hors de la partie la plus chaude de l'échangeur, et par suite d'employer des tubes d'épaisseur plus faible.

35 A cet effet et conformément à l'invention, il est proposé un dispositif d'échange de chaleur comprenant une virole externe fermée à ses extrémités par deux

plaques à tubes, un faisceau de tubes munis de lyres de dilatation, ces tubes étant raccordés aux plaques à tubes pour déboucher dans des collecteurs d'entrée et de sortie d'un fluide circulant à l'intérieur des tubes et des tubulures d'entrée et de sortie d'un liquide circulant dans ladite virole et autour des tubes, caracté-
5 risé en ce que les lyres de dilatation sont disposées au contact du liquide dans la zone la plus froide de l'échangeur et en ce que des moyens sont prévus pour
10 dévier au moins une partie du débit de liquide au niveau des lyres de dilatation afin que le liquide ne puisse entraîner ces dernières en vibration.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens pour dévier au moins une partie du
15 débit de liquide comprennent une chemise interne à la virole externe et dans laquelle sont placées les lyres de dilatation et au moins un orifice ménagé dans ladite virole en amont des lyres de dilatation pour dévier au moins une partie du débit de liquide entre la chemise
20 interne et la virole externe.

Il répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- les lyres de dilatation sont au contact du liquide en écoulement, lesdits moyens comprenant en
25 outre au moins un second orifice ménagé dans ladite virole en aval des lyres de dilatation, l'un au moins des orifices comprenant des moyens de répartition du débit entre l'intérieur et l'extérieur de la chemise, tels que le métal passe au contact des lyres de dilata-
30 tion à une vitesse suffisamment faible pour ne pouvoir les entraîner en vibration.

- Les lyres de dilatation sont au contact d'un bain de liquide statique, ladite chemise étant obturée en aval des lyres de dilatation de telle sorte
35 que tout le métal est dévié entre la chemise interne et la virole externe.

- Les lyres de dilatation sont équilibrées par rapport à l'axe général des tubes de façon à n'exer-

cer aucune contrainte de flexion sur leur liaison avec les plaques à tubes.

- Les lyres de dilatation sont symétriques par rapport à l'axe des tubes.

- 5 - Des barres de stabilisation sont disposées entre les lyres dans des plans parallèles aux plans de celles-ci.

On décrira maintenant, à titre d'exemples non limitatifs, deux variantes de réalisation du dispositif selon l'invention, en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

10

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un générateur de vapeur réalisé conformément à l'invention ;

- 15 - la figure 2 est une vue en coupe à plus grande échelle montrant la partie inférieure du générateur de vapeur de la figure 1 et illustrant une première variante de réalisation selon laquelle les lignes de dilatation des tubes sont au contact du liquide en écoulement ;
- 20

- la figure 3 est une vue schématique comparable à la figure 2 montrant une variante de réalisation dans laquelle les lyres de dilatation des tubes sont symétriques ;

- 25 - la figure 4 est une vue en coupe selon la ligne IV-IV de la figure 2 ;

- la figure 5 est une vue à plus grande échelle du détail V de la figure 4 ; et

- la figure 6 est une vue de la partie inférieure du générateur de vapeur comparable à la figure 2, montrant une variante de réalisation de l'invention selon laquelle les lyres de dilatation des tubes sont au contact d'un bain de liquide statique.
- 30

On voit sur la figure 1 que le générateur de vapeur comporte une virole externe 1, à axe vertical, fermée à ses extrémités inférieure et supérieure par des plaques à tubes 2,2' auxquelles se raccordent les tubes tels que 3 d'un faisceau de tubes disposé à l'intérieur

35

B. 7.157-3-77 GP

de la virole 1. Ces tubes débouchent respectivement, à la partie inférieure du générateur de vapeur, dans un collecteur d'entrée 4 de l'eau du circuit secondaire du générateur et à sa partie supérieure, dans un collecteur de sortie 4' de l'eau vaporisée. L'eau à vaporiser circule donc de bas en haut à l'intérieur des tubes 3 entre les collecteurs 4 et 4'.

Le métal liquide (généralement du sodium) circulant dans le circuit primaire du générateur se déplace à contre-courant par rapport à l'eau du circuit primaire, c'est-à-dire de haut en bas, à l'intérieur de la virole 1 et autour des tubes 3 entre une tubulure d'entrée 5' et une tubulure de sortie 5.

Comme l'illustre en particulier la figure 2, les tubes 3 sont généralement rectilignes et définissent chacun un axe vertical X. Toutefois, ils présentent chacun à proximité de leur extrémité inférieure raccordée à la plaque à tubes 2 une lyre de dilatation représentée en 11 dans sa position à froid et en 12 dans sa position à chaud. Les lyres de dilatation se trouvent ainsi dans la zone la plus froide de l'échangeur, c'est-à-dire au contact du sodium liquide, refroidi au contact de l'eau à vaporiser. De plus, les lyres de dilatation sont équilibrées, c'est-à-dire que la longueur de leurs branches et leur position par rapport aux axes X des tubes sont telles que les lyres n'exercent en fonctionnement aucune réaction de flexion sur les têtes 13A de jonction des tubes avec la plaque à tubes 2.

Conformément à l'invention, les lyres de dilatation 11 sont disposées à l'intérieur d'une chemise mince 6 qui définit avec la virole externe 1 un passage annulaire par lequel est déviée au moins une partie du débit du sodium liquide circulant entre les viroles d'entrée 5' et de sortie 5. A cet effet, la chemise mince 6 comporte au-dessus des lyres de dilatation 11 un orifice annulaire 8 par lequel au moins une partie du sodium liquide descendant dans la virole

externe 1 est déviée dans le passage annulaire formé entre cette virole et la chemise 6.

Dans la variante de réalisation de la figure 2, la virole 6 se prolonge en dessous des lyres de dilatation par une virole perforée 7 soudée à la virole et par laquelle la partie du sodium liquide descendant à l'intérieur de la virole 6 ressort dans le passage annulaire pour être évacuée par la tubulure 5 avec la partie du sodium qui a été déviée dans ce passage par l'orifice 8. Cette virole perforée 7 assure la répartition voulue du débit de sodium liquide entre les zones interne et externe à la chemise 6. De façon plus précise, la section de passage des trous de la virole perforée 7 définit une perte de charge suffisamment grande, par rapport à la section de passage autour de la chemise 6, pour que le débit de sodium liquide chaud à l'intérieur de la chemise soit suffisamment faible pour ne pas risquer d'entraîner des vibrations des lyres de dilatation.

Comme le montre la figure 2, la virole perforée 7 est fixée à une couronne circulaire 9, elle-même reliée à la plaque à tubes 2 par des boulons 10.

La figure 3 représente une variante du générateur de vapeur de la figure 2 dans laquelle les lyres de dilatation telles que 13 sont symétriques par rapport à l'axe général X du tube correspondant (la position de la lyre à chaud est représentée en 14). Ceci présente l'avantage d'une réduction de l'encombrement transversal des lyres et par suite du diamètre de la virole 6. En revanche, la longueur des lyres est augmentée et elles exercent en fonctionnement un certain effort de flexion sur les tétines correspondantes de la jonction du tube avec la plaque tubulaire (non représentée).

La figure 4 est une vue en coupe selon l'axe

IV-IV de la figure 2 et la figure 5 une vue de détail V de la figure 4. Ces figures permettent de voir la répartition en quinconce des tubes tels que 13, 14, 15, 16, et les barres telles que 17, 18, 19 glissées entre les rangées de tubes pour augmenter la sécurité vis-à-vis des vibrations de ceux-ci.

Enfin, on a représenté sur la figure 6 une variante de la figure 2 selon laquelle la zone interne à la virole 6 contenant les lyres de dilatation 11 contient du sodium liquide à l'état statique et non en circulation. A cet effet, la virole perforée 7 est supprimée et la virole 6 est raccordée directement à la plaque à tubes 2. Il en résulte, comme l'illustrent les flèches sur la figure 6, que l'ensemble du débit de sodium liquide s'effectue par l'extérieur de la virole 6, au travers des orifices 8.

Dans cette configuration, les lyres de dilatation participent toujours à l'échange thermique, mais elles sont au contact de sodium liquide pratiquement statique, de sorte que tout risque de vibration de ces lyres est éliminé.

Bien que les dispositifs qui ont été décrits en référence aux figures paraissent les formes de réalisation préférables de l'invention, on comprendra que diverses modifications peuvent leur être apportées sans sortir du cadre de l'invention, certains de leur organes pouvant être remplacés par d'autres qui joueraient un rôle technique analogue. En particulier, dans la variante de réalisation de la figure 2, les organes de répartition du débit entre les zones interne et externe par rapport à l'enveloppe peuvent être autres qu'une grille à trous calibrés. Ils peuvent aussi être disposés en amont de l'enveloppe interne, et non plus en aval de celle-ci.

L'invention s'applique aux échangeurs de chaleur à faisceaux de tubes avec lyres de dilatation, notamment pour générateur de vapeur à fluide primaire constitué par un métal alcalin liquide.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'échange de chaleur comprenant une virole externe (1) fermée à ses extrémités par deux plaques à tubes (2,2'), un faisceau de tubes (3) munis de lyres de dilatation (11), ces tubes étant raccordés
5 aux plaques à tubes (2,2') pour déboucher dans des collecteurs d'entrée et de sortie (4,4') d'un fluide circulant à l'intérieur des tubes et des tubulures d'entrée et de sortie (5'5) d'un liquide circulant dans ladite virole et autour des tubes, caractérisé en ce que
10 les lyres de dilatation (11) sont disposées au contact du liquide dans la zone la plus froide de l'échangeur et en ce que des moyens (6, 7, 8) sont prévus pour dévier au moins une partie du débit de liquide au niveau des lyres de dilatation afin que le liquide ne puisse
15 entraîner ces dernières en vibration.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent une chemise (6) interne à la virole externe (1) et dans laquelle sont placées les lyres de dilatation (11) et
20 au moins un orifice (8) ménagé dans ladite virole en amont des lyres de dilatation pour dévier au moins une partie du débit de liquide entre la chemise interne et la virole externe.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lyres de dilatation sont au
25 contact du liquide en écoulement, lesdits moyens comprenant en outre au moins un second orifice (7) ménagé dans ladite virole en aval des lyres de dilatation, l'un au moins des orifices (7, 8) comprenant des moyens
30 de répartition de débit entre l'intérieur et l'extérieur de la chemise, tels que le métal passe au contact des lyres de dilatation à une vitesse suffisamment faible pour ne pouvoir les entraîner en vibration.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lyres de dilatation sont au
35

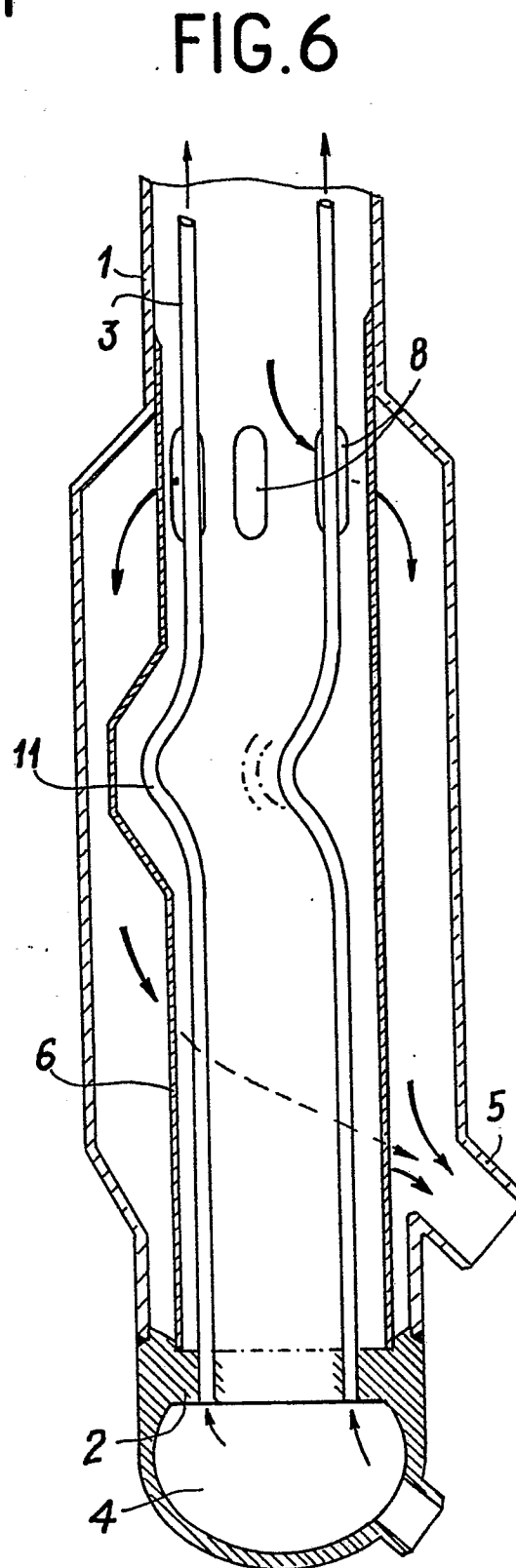
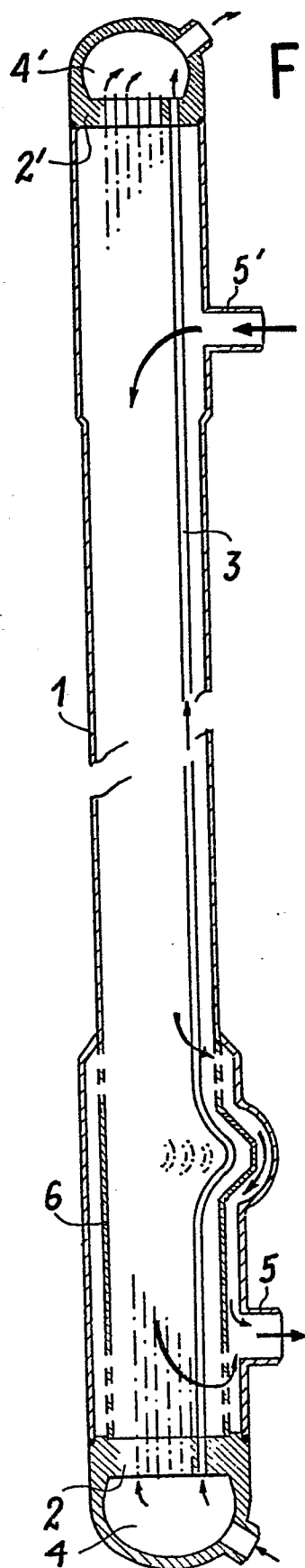
contact du liquide statique, ladite chemise (6) étant obturée en aval des lyres de dilatation, de telle sorte que tout le métal est dévié entre la chemise interne et la virole externe.

5 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les lyres de dilatation (11) sont équilibrées par rapport à l'axe général des tubes de façon à n'exercer aucune contrainte de flexion sur leur liaison avec les plaques à tubes.

10 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les lyres de dilatation (13) sont symétriques par rapport à l'axe (X) des tubes.

15 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les barres de stabilisation (18, 19 figure 5) sont disposées entre les lyres dans des plans parallèles aux plans de celles-ci.

1,4



3,4

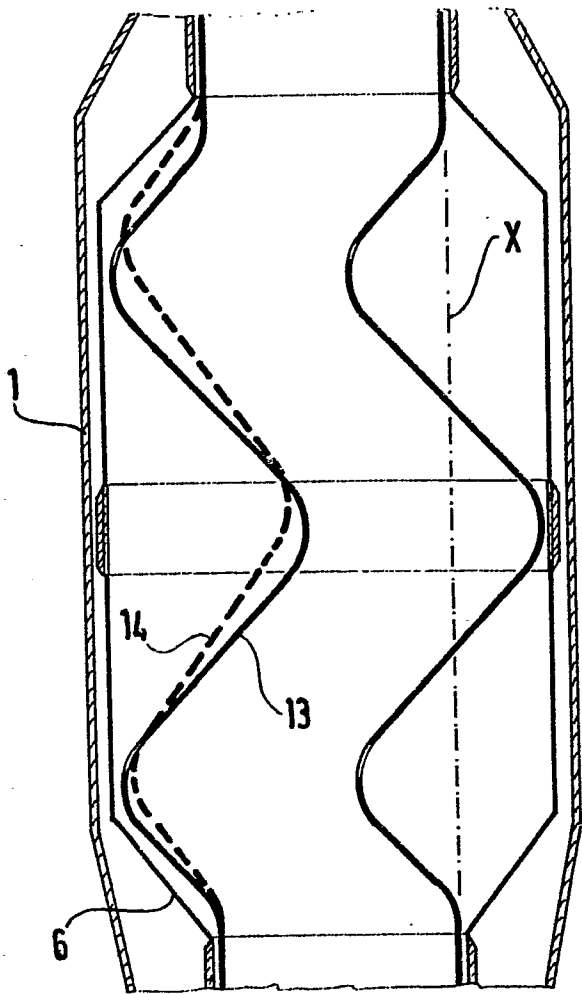


FIG. 3

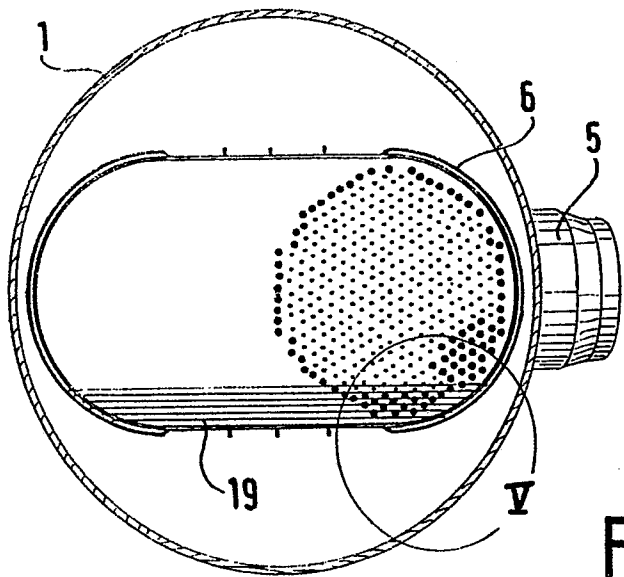
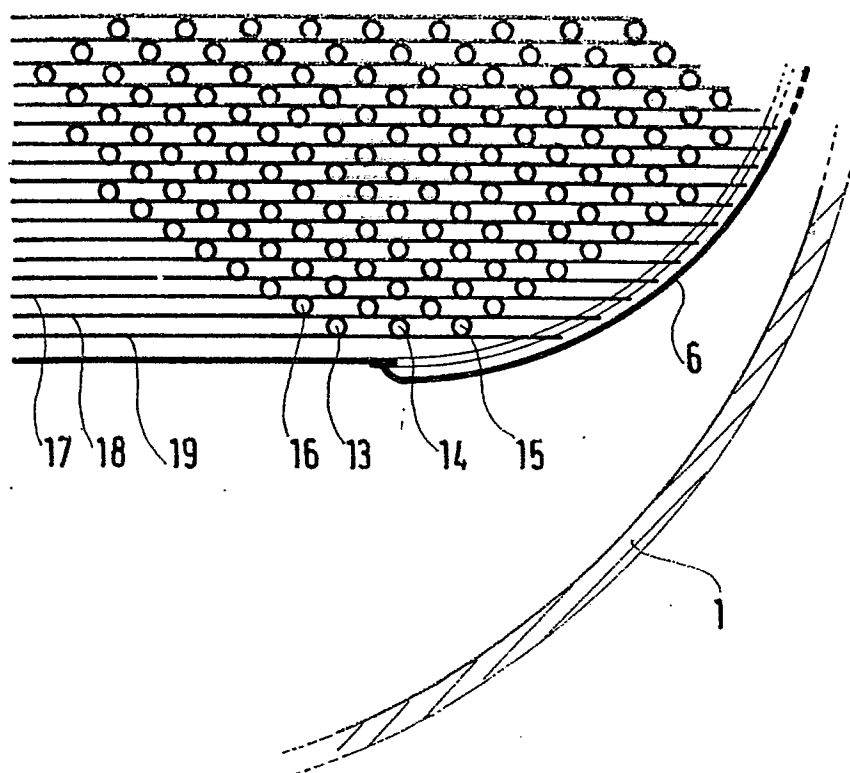


FIG. 4

4,4

FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0056746

Numéro de la demande

EP 82 40 0017

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
Y	<u>FR - A - 2 415 262 (C.E.A.)</u> * Page 4, ligne 7 - page 5, ligne 13; page 7, lignes 22-25; figure 2 *	1	F 28 D 7/00
	--		
Y	<u>FR - A - 2 303 257 (BABCOCK-WILCOX)</u> * Page 1, lignes 30-37; page 4, lignes 11-40; figure 1 *	1,2,3	
	--		
A	<u>DE - A - 2 644 303 (NERATOOM)</u> * Page 7, premier paragraphe; figure 1 *	2,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) F 28 D F 22 B
	--		
A	<u>EP - A - 0 004 218 (C.E.A.)</u> * Page 5, ligne 14 - page 6, ligne 13; figures 1,3 *	4	
	--		
A	<u>FR - A - 2 293 684 (TREPAUD)</u> * Page 6, lignes 2-40; figures 4,5 *	1,5	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
	--		
A	<u>FR - A - 2 218 528 (STEIN IND.)</u> * En entier *	5,6	
	--		
A	<u>FR - A - 1 006 491 (AIR LIQUIDE)</u> * Page 2, colonne de droite; page 3; figure 1 *	1,7	
	--		
X	Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		20-04-1982	SCHOUFOUR



0056746

Numéro de la demande

EP 82 40 0017

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	<u>FR - A - 2 134 067</u> (STEIN IND.)		
A	<u>FR - A - 2 171 869</u> (STEIN IND.)		
A	<u>FR - A - 2 172 799</u> (TREPAUD)		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)