

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 867 680 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

30.09.1998 Bulletin 1998/40(51) Int Cl.⁶: **F28D 13/00, F22B 31/00**(21) Numéro de dépôt: **98400667.6**(22) Date de dépôt: **23.03.1998**

(84) Etats contractants désignés:

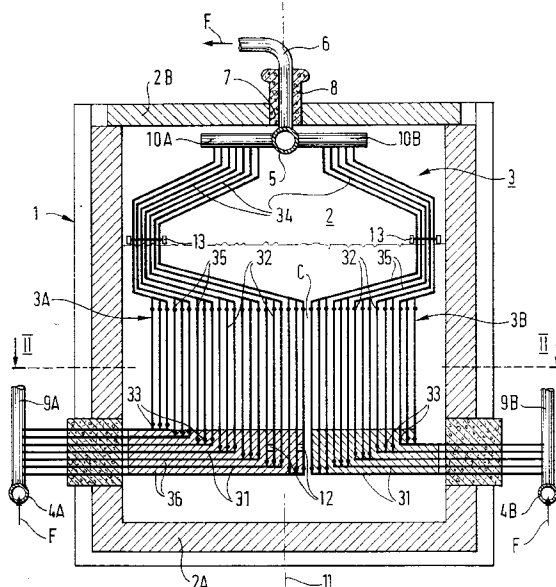
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **24.03.1997 FR 9703540**(71) Demandeur: **GEC ALSTHOM Stein Industrie**
78140 Velizy-Villacoublay (FR)(72) Inventeur: **Aubry, Jean****92350 Le Plessis Robinson (FR)**(74) Mandataire: **Fournier, Michel****c/o ALCATEL ALSTHOM,**
Département de Propriété Industrielle,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)(54) **Echangeur de chaleur à encombrement réduit**

(57) L'échangeur de chaleur comporte au moins un premier (3A) et un second (3B) panneau de tubes montés suspendus dans un caisson. Ces deux panneaux sont juxtaposés dans un plan vertical, le premier panneau de tubes raccordant un premier collecteur d'entrée (4A) d'un fluide disposé en partie basse latérale du caisson (1) à un collecteur de sortie (5) disposé en partie haute centrale du caisson, le second panneau de tubes (3B) raccordant un second collecteur d'entrée (4B) du fluide disposé en partie basse latérale du caisson au collecteur de sortie (5). Chaque panneau comporte des

premiers tubes (31) qui s'étendent horizontalement dans la partie basse du caisson, des seconds tubes (32) raccordés aux premiers tubes (31) et qui s'étendent verticalement entre la partie basse du caisson et la partie médiane du caisson, et des troisièmes tubes coudés (34) raccordés aux seconds tubes (32) et qui s'étendent entre la partie médiane du caisson et la partie haute du caisson. Cette disposition permet d'obtenir une grande surface d'échange thermique pour un encombrement réduit de l'échangeur. Cet échangeur de chaleur est destiné à être installé dans un lit dense externe équipant un foyer à lit fluidisé circulant.

FIG. 1**EP 0 867 680 A1**

Description

L'invention concerne un échangeur de chaleur destiné notamment à être installé dans un lit dense fluidisé externe équipant un foyer à lit fluidisé circulant.

Un tel échangeur de chaleur comporte classiquement un collecteur d'entrée d'un fluide et un collecteur de sortie du fluide raccordés entre eux par au moins un groupe de tubes s'étendant en zigzag dans un plan vertical entre le collecteur d'entrée et le collecteur de sortie. Les zigzags définissent des épingles à cheveux ayant des branches adjacentes qui sont inclinées l'une par rapport à l'autre (de l'ordre de 8 à 15°) en laissant un certain espace libre entre elles. Cette inclinaison est nécessaire pour obtenir une circulation naturelle des bulles de vapeur du fluide dans les tubes.

Les installations de grande puissance nécessitent des surfaces d'échange thermique relativement grandes. Ceci conduit à multiplier les échangeurs de chaleur ou à prévoir un échangeur de chaleur de grandes dimensions dont la conception est gouvernée par l'écoulement transversal des solides.

Le but de l'invention est de proposer un échangeur de chaleur à encombrement réduit, c'est à dire un échangeur de chaleur de dimensions analogues aux échangeurs du type à tubes en zigzag mais présentant une surface d'échange thermique plus importante.

A cet effet, l'invention a pour objet un échangeur de chaleur, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier groupe de tubes s'étendant dans un plan vertical et formant un premier panneau de tubes pour raccorder un premier collecteur d'entrée d'un fluide disposé en partie basse latérale d'un caisson à un collecteur de sortie disposé en partie haute centrale d'un caisson, au moins un second groupe de tubes s'étendant dans ledit plan vertical et formant un second panneau de tubes pour raccorder un second collecteur d'entrée du fluide disposé en partie basse latérale du caisson au collecteur de sortie, en ce que le premier panneau de tubes et le second panneau de tubes comportent chacun des premiers tubes qui s'étendent sensiblement horizontalement et parallèlement les uns aux autres dans la partie basse du caisson, des seconds tubes qui sont raccordés par des bifurcations multiples aux premiers tubes et qui s'étendent sensiblement verticalement et parallèlement les uns aux autres entre la partie basse du caisson et la partie médiane du caisson, et des troisièmes tubes coudés qui sont raccordés par des bifurcations multiples aux seconds tubes et qui s'étendent parallèlement les uns aux autres entre la partie médiane du caisson et la partie haute du caisson où ils sont raccordés au collecteur de sortie, les troisièmes tubes du premier panneau de tubes et les troisièmes tubes du second panneau de tubes étant disposés de manière à former un canal d'écoulement des solides ayant une section transversale en forme de O, et en ce que lesdits premier et second panneaux de tubes sont rigidifiés dans leur partie basse par des ailettes continues dispo-

sées entre les tubes adjacents.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le premier et le second panneau de tubes comportent un nombre différent de tubes de telle sorte que ces deux panneaux se juxtaposent dans ledit plan vertical suivant une ligne verticale décalée par rapport à une médiane verticale du caisson.

Selon encore un mode de réalisation particulier de l'invention, l'échangeur comprend un premier ensemble de premiers et de seconds panneaux de tubes disposés en alternance dans des plans verticaux parallèles et raccordant le premier collecteur d'entrée au collecteur de sortie et un second ensemble de premiers et de seconds panneaux de tubes disposés en alternance dans des plans verticaux parallèles et raccordant le second collecteur d'entrée au collecteur de sortie, les panneaux de tubes du premier ensemble de panneaux de tubes étant en outre disposés en quinconce avec les panneaux de tubes du second ensemble de panneaux de tubes de telle sorte qu'un panneau de tubes du premier ensemble de panneaux de tubes ayant un petit nombre de tube est juxtaposé à un panneau de tubes du second ensemble de panneaux de tubes ayant un plus grand nombre de tubes, et il est prévu en outre un système d'accrochage pour solidariser dans leur partie basse les panneaux de tubes des deux ensembles de panneaux de tubes ayant un plus grand nombre de tubes.

Un exemple de réalisation de l'invention est décrit ci-après plus en détail en relation avec les dessins.

La figure 1 montre schématiquement l'échangeur selon l'invention monté dans un lit fluidisé.

La figure 2 est une vue très schématique en coupe selon II-II de l'échangeur de la figure 1 équipé de plusieurs panneaux de tubes.

Figure 1, on a représenté très schématiquement en coupe transversale, une partie d'un lit fluidisé dense et plus précisément un caisson 1 constitué d'une tôle métallique renforcée de raidisseurs et d'une couche de béton interne, ce caisson définissant une chambre 2 dans laquelle se déversent et s'écoulent les solides après leur passage au-dessus d'un muret en aval d'une chambre de réception de ces solides.

La chambre 2 est normalement équipée d'une boîte inférieure d'alimentation en air de fluidisation (non représentée), de buses d'injection d'air de fluidisation (non représentées) qui sont disposées dans la paroi inférieure 2A de la chambre 2. Un échangeur de chaleur 3 selon l'invention est montré installé à l'intérieur de la chambre 2.

L'échangeur de chaleur 3 comprend un ensemble de tubes destinés à véhiculer un fluide caloporteur, par exemple de la vapeur, entre deux collecteurs d'entrée 4A, 4B du fluide F disposés en partie basse latérale du caisson et un collecteur de sortie 5 du fluide chauffé disposé en partie haute centrale du caisson. C'est dans la chambre 2 qu'à lieu la fluidisation dense des solides permettant le réchauffement du fluide dans les tubes de l'échangeur de chaleur.

Les collecteurs d'entrée 4A et 4B sont constitués chacun d'un tube s'étendant horizontalement le long du côté latéral extérieur du caisson 1, respectivement à gauche pour le collecteur 4A et à droite pour le collecteur 4B sur la figure 1.

Le collecteur de sortie 5 est constitué d'un tube s'étendant horizontalement au niveau de la partie haute centrale de la chambre 2 et plus précisément sous la paroi supérieure 2B de la chambre 2. Ce collecteur de sortie 5 est raccordé à une tubulure 6 qui traverse la paroi supérieure 2B par une fente 7. La tubulure 6 est enrobée de béton 8 garnissant la fente 7 de sorte que le collecteur de sortie 5 est suspendu à la paroi supérieure 2B de la chambre 2.

L'échangeur de chaleur 3, proprement dit, comporte un premier groupe de tubes s'étendant dans un plan vertical et formant un premier panneau 3A de tubes qui raccordent le premier collecteur d'entrée 4A au collecteur de sortie 5 et un second groupe de tubes s'étendant dans le même plan vertical et formant un second panneau 3B de tubes qui raccordent le second collecteur d'entrée 4B au collecteur de sortie 5.

Comme visible sur la figure 1, chaque panneau 3A ou 3B de tubes comportent des premiers tubes tels que 31 qui s'étendent sensiblement horizontalement et parallèlement les uns aux autres dans la partie basse du caisson. Ces tubes 31 traversent une paroi latérale du caisson par une fente garnie de béton, respectivement la paroi de gauche sur la figure 1 pour les tubes 31 du panneau 3A et la paroi de droite sur la figure 1 pour les tubes 31 du panneau 3B.

Chaque panneau de tubes 3A,3B comporte également des seconds tubes tels que 32 qui sont raccordés par des bifurcations multiples telles que 33 aux premiers tubes du panneau considéré et qui s'étendent sensiblement verticalement et parallèlement les uns aux autres entre la partie basse du caisson et la partie médiane du caisson.

Chaque panneau de tubes 3A,3B comporte encore des troisièmes tubes coudés en forme de C tels que 34 qui sont raccordés par des bifurcations multiples telles que 35 aux seconds tubes du panneau considéré et qui s'étendent parallèlement les uns aux autres entre la partie médiane du caisson et la partie haute du caisson où ils sont raccordés au collecteur de sortie 5. Le cintrage des tubes 34 définit le profil du lit dense fluidisé et plus particulièrement les tubes 34 du premier panneau 3A et du second panneau 3B forment un canal d'écoulement des solides dont la section transversale est en forme de O ce qui facilite le transit de ces solides en flux transversal du fait que ceux-ci ne rencontrent presque pas d'obstacles.

On voit sur la figure 1 que les tubes 31 et 32 sont relativement proches les uns des autres et forment une surface d'échange thermique dans le bas du caisson qui est relativement continue dans le plan vertical tout en permettant une certaine mobilité des solides entre les tubes adjacents. Cette disposition permet donc d'obte-

nir une surface d'échange thermique assez importante pour un encombrement relativement réduit. Bien que l'échangeur comporte des tubes horizontaux comme les tubes 31, on obtient néanmoins une bonne circulation du fluide caloporteur dans l'échangeur grâce aux tubes verticaux 32 qui contribuent au bon fonctionnement de l'alimentation en circulation naturelle.

Chaque panneau de tubes est rigidifié dans sa partie basse au niveau des tubes 31 et dans le bas des tubes 32 à l'aide d'ailettes continues 36 disposées entre tubes adjacents, ces ailettes 36 étant représentées par des hachures sur la figure 1.

Dans le bas de l'échangeur 3, les tubes 31 du panneau 3A sont raccordés au collecteur d'entrée 4A par l'intermédiaire d'une tubulure 9A en forme de collecteur qui s'étend verticalement et les tubes 31 du panneau 3B sont raccordés au collecteur d'entrée 4B par l'intermédiaire d'une autre tubulure 9B en forme de collecteur qui s'étend verticalement.

Par ailleurs, dans le haut de l'échangeur 3, les tubes 34 du panneau 3A sont raccordés au collecteur de sortie 5 par l'intermédiaire d'une autre tubulure 10A en forme de bouteille qui s'étend horizontalement et les tubes 34 du panneau 3B sont raccordés aussi au collecteur de sortie 5 par l'intermédiaire d'une autre tubulure 10B en forme de bouteille qui s'étend horizontalement.

La disposition des tubes de l'échangeur comme indiquée ci-dessus permet de concevoir une configuration d'échangeur avec plusieurs premiers et seconds panneaux de tubes de sorte à multiplier la surface d'échange thermique sans augmenter considérablement l'encombrement de l'échangeur.

Sur la figure 1, on a représenté des panneaux 3A et 3B qui comportent un nombre différent de tubes 31 (ou 32,34), dans l'exemple, 7 tubes 31 pour le panneau 3A et 5 tubes 31 pour le panneau 3B. Suivant cette réalisation, les deux panneaux 3A et 3B se juxtaposent dans le plan vertical suivant une ligne verticale en C décalée par rapport à une médiane verticale 11 du caisson. Une telle disposition facilite le montage de plusieurs panneaux 3A et 3B dans le caisson.

La figure 2 montre très schématiquement suivant une coupe II-II du caisson sur la figure 1, une configuration d'un échangeur de chaleur selon l'invention comportant plusieurs panneaux 3A et 3B. On voit que plusieurs panneaux 3A et 3B sont intercalés dans la direction longitudinale du caisson.

Plus particulièrement, cette configuration comprend un premier ensemble de panneaux de tubes 3A et 3B disposés, à gauche sur la figure 2, en alternance (c'est-à-dire alternativement un panneau 3A et un panneau 3B) dans des plans verticaux parallèles. Ce premier ensemble de panneaux de tubes 3A,3B raccorde le collecteur d'entrée 4A au collecteur de sortie 5. La configuration comprend un second ensemble de panneaux de tubes 3A et 3B disposés, à droite sur la figure 2, en alternance dans des plans verticaux parallèles. Ce second ensemble de panneaux de tubes 3A,3B raccor-

de le second collecteur d'entrée 4B au collecteur de sortie 5.

Comme visible sur la figure 2, les panneaux 3A, 3B du premier ensemble de panneaux sont disposés en quinconce avec les panneaux 3A, 3B du second ensemble de panneaux de telle sorte qu'un panneau de tubes du premier ensemble ayant un petit nombre de tubes, c'est-à-dire un panneau 3B, est juxtaposé dans un même plan vertical à un panneau de tubes du second ensemble ayant un plus grand nombre de tubes, c'est-à-dire un panneau 3A. Les panneaux 3A et 3B des deux ensembles de panneaux de tubes sont ainsi imbriqués les uns dans les autres.

Cette disposition en quinconce des panneaux 3A et 3B facilite leur montage dans le caisson. Par ailleurs un système d'accrochage est prévu pour solidariser dans leur partie basse les panneaux de tubes des deux ensembles de panneaux de tubes ayant un plus grand nombre de tubes, c'est-à-dire les panneaux 3A, de sorte à obtenir une rigidité de la structure de l'échangeur thermique dans le sens vertical tout en laissant la possibilité d'un déplacement des panneaux entre eux dans le sens horizontal. Ce système d'accrochage est représenté à titre d'exemple sur la figure 2 par deux tiges 12 qui traversent des ailettes 36 disposées en partie basse de ces panneaux. Ces deux tiges 12 sont représentées aussi sur la figure 1.

Sur la figure 2, on a représenté à titre d'exemple non limitatif une structure d'échangeur thermique selon l'invention dans laquelle 3 panneaux 3A ou 3B d'un ensemble de panneaux tel que défini plus haut sont raccordés à une tubulure 9 soudée à un collecteur d'entrée, respectivement 4A ou 4B, cette tubulure 9 rendant solidaires ces panneaux 3A ou 3B dans leur partie basse.

La figure 2 montre par ailleurs une configuration d'échangeur thermique selon l'invention comportant plusieurs tubulures telles que 9 et donc plusieurs triplés de panneaux 3A ou 3B d'un ensemble disposés dans des plans verticaux adjacents. De la sorte, on comprend qu'il est facile d'augmenter la surface d'échange thermique en multipliant le nombre de tubulures 9 et donc de panneaux de tubes.

Pour rigidifier les panneaux raccordés à une même tubulure telle que 9 dans leur partie haute, on prévoit une bride supplémentaire telle que 13 (montrée sur la figure 1) au niveau des tubes 34.

Les tubulures telles que 10A et 10B étant aussi soudées au collecteur de sortie 5, l'échangeur conforme à l'invention est auto porteur.

Revendications

1. Echangeur de chaleur pour lit dense fluidisé, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier groupe de tubes s'étendant dans un plan vertical et formant un premier panneau de tubes (3A) pour raccorder un premier collecteur d'entrée (4A) d'un

fluide disposé en partie basse latérale d'un caisson (1) à un collecteur de sortie (5) disposé en partie haute centrale du caisson, au moins un second groupe de tubes s'étendant dans ledit plan vertical et formant un second panneau de tubes (3B) pour raccorder un second collecteur d'entrée (4B) du fluide disposé en partie basse latérale du caisson au collecteur de sortie (5), en ce que le premier panneau de tubes (3A) et le second panneau de tubes (3B) comportent chacun des premiers tubes (31) qui s'étendent sensiblement horizontalement et parallèlement les uns aux autres dans la partie basse du caisson, des seconds tubes (32) qui sont raccordés par des bifurcations multiples (33) aux premiers tubes (31) et qui s'étendent sensiblement verticalement et parallèlement les uns aux autres entre la partie basse du caisson et la partie médiane du caisson, et des troisièmes tubes coudés (34) qui sont raccordés par des bifurcations multiples (35) aux seconds tubes (32) et qui s'étendent parallèlement les uns aux autres entre la partie médiane du caisson et la partie haute du caisson où ils sont raccordés au collecteur de sortie (5), les troisièmes tubes (34) du premier panneau de tubes (3A) et les troisièmes tubes du second panneau de tubes (3B) étant disposés de manière à former un canal d'écoulement des solides ayant une section transversale en forme de O, et en ce que lesdits premier et second panneaux de tubes (3A, 3B) sont rigidifiés dans leur partie basse par des ailettes continues (36) disposées entre les tubes adjacents.

2. Echangeur selon la revendication 1, dans lequel le premier et le second panneau de tubes (3A, 3B) comportent un nombre différent de tubes (31, 32, 34) de telle sorte que ces deux panneaux de tubes se juxtaposent dans ledit plan vertical suivant une ligne verticale décalée par rapport à une médiane verticale (11) du caisson.
3. Echangeur selon la revendication 2, comprenant un premier ensemble de premiers et de seconds panneaux de tubes (3A, 3B) disposés en alternance dans des plans verticaux parallèles et raccordant le premier collecteur d'entrée (4A) au des plans verticaux parallèles et raccordant le premier collecteur d'entrée (4A) au collecteur de sortie (5) et un second ensemble de premiers et de seconds panneaux de tubes (3A, 3B) disposés en alternance dans des plans verticaux parallèles et raccordant le second collecteur d'entrée (4B) au collecteur de sortie (5), les panneaux de tubes du premier ensemble de panneaux de tubes étant en outre disposés en quinconce avec les panneaux de tubes du second ensemble de panneaux de tubes de telle sorte qu'un panneau de tubes du premier ensemble de panneaux de tubes ayant un petit nombre de tubes est juxtaposé dans un même plan vertical à un

panneau de tubes du second ensemble de panneaux de tubes ayant un plus grand nombre de tubes, et dans lequel il est prévu un système d'accrochage (12) pour solidariser dans leur partie basse les panneaux de tubes des deux ensembles de panneaux de tubes ayant un plus grand nombre de tubes.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

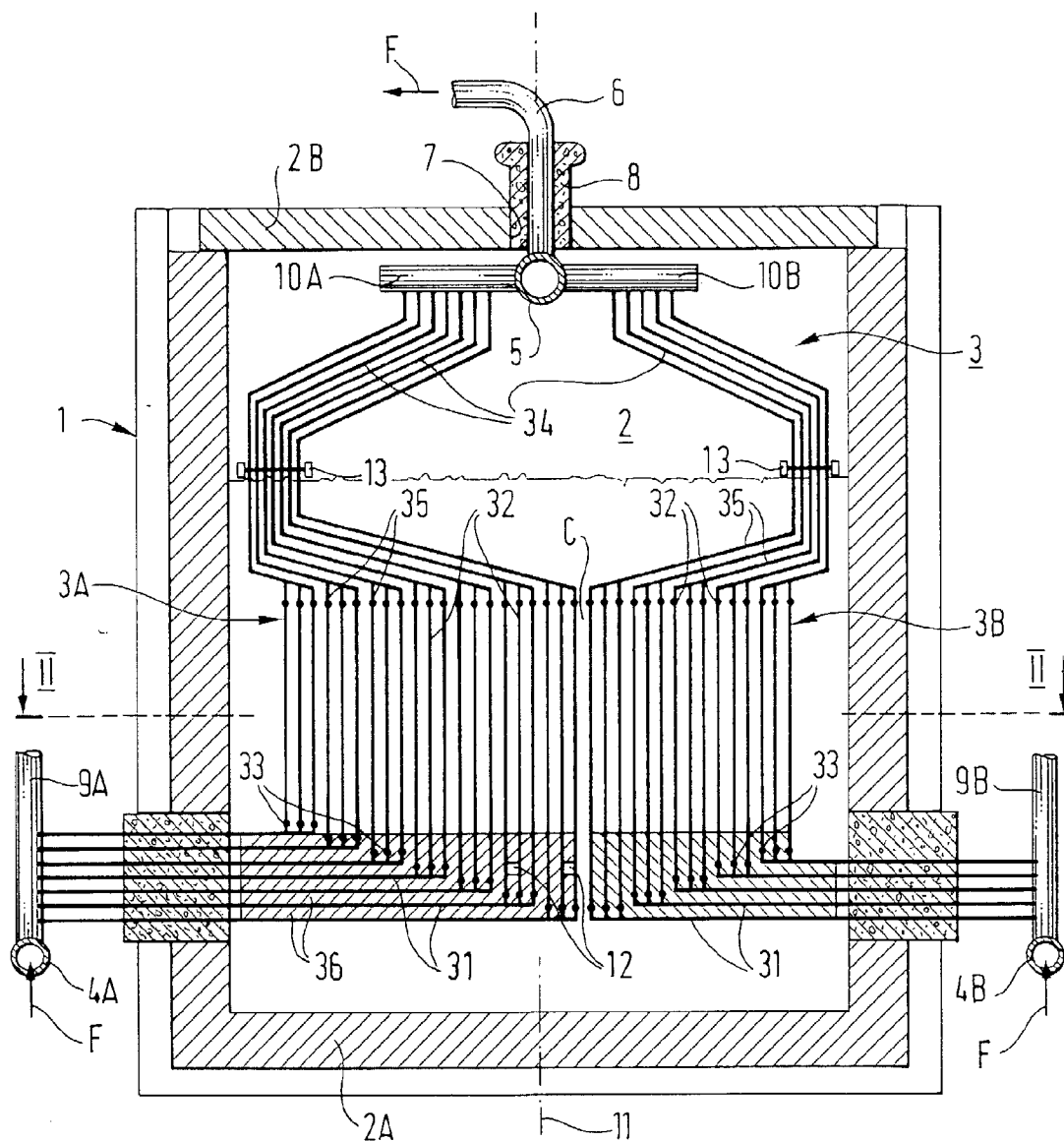
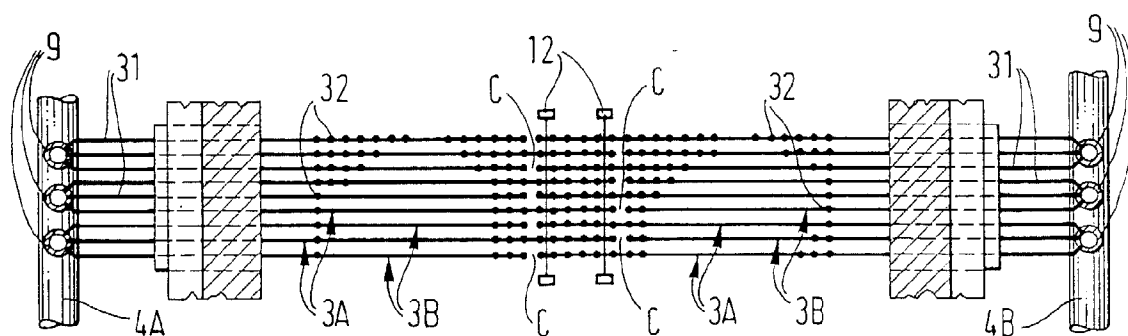


FIG. 2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 0667

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
A	WO 91 17388 A (ABB CARBON AB) 14 novembre 1991 * page 5, ligne 4 - page 7, ligne 4; figures 1-8 *	1	F28D13/00 F22B31/00
A	EP 0 064 092 A (GEBR. SÜLZER A.G.) 10 novembre 1982 * page 4, ligne 23 - page 11, ligne 36; figures 1-5 *	1	
A	EP 0 153 214 A (FRAMATOME & CIE) 28 août 1985 * page 2, ligne 13 - page 4, ligne 32; figures 1-6 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
			F28D F22B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 juin 1998	Examineur Beltzung, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)