

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: **85400504.8**

⑸ Int. Cl.⁴: **F 22 B 1/02**
F 22 B 37/22, F 28 F 9/02

⑱ Date de dépôt: **15.03.85**

⑳ Priorité: **23.03.84 FR 8404563**

㉓ Date de publication de la demande:
23.10.85 Bulletin 85/43

㉔ Etats contractants désignés:
DE GB

⑴ Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et
Industriel
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris(FR)

⑵ Inventeur: **Badoux, Jean-Paul**
La Bourgade
F-13610 Le Puy Sainte Reparade(FR)

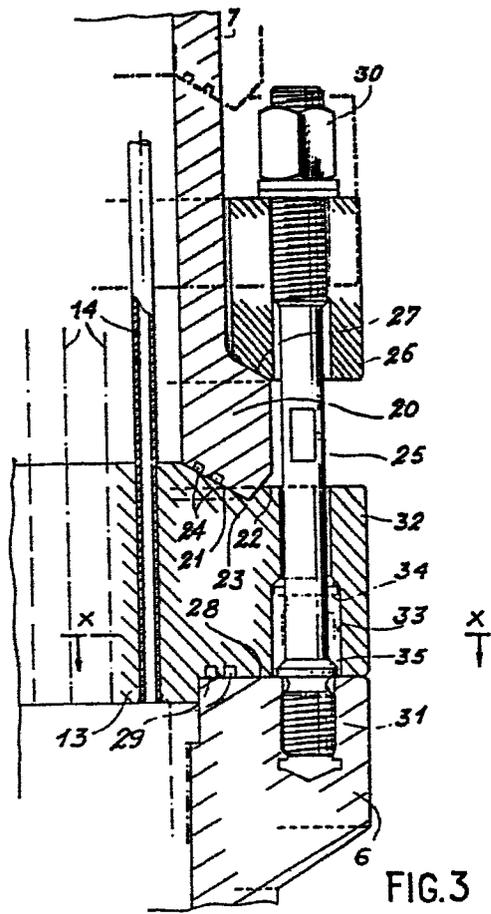
⑷ Inventeur: **Chaix, Jean Edmond**
La Pinède
F-04860 Pierrevet(FR)

⑸ Inventeur: **Metteey, Michel**
5, Résidence Le Surville
F-13510 Eguilles(FR)

⑹ Mandataire: **Mongrédién, André et al,**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

⑸ **Générateur de vapeur, notamment pour réacteur nucléaire à eau pressurisée.**

⑸ **Générateur de vapeur, notamment pour réacteur nucléaire à eau pressurisée, comportant de façon connue une boîte à eau (6) où circule l'eau chaude sortant du coeur du réacteur pour pénétrer ensuite dans une série de tubes échangeurs de chaleur (14), implantés dans une plaque à tubes (13) et s'étendant à l'intérieur d'une virole secondaire (7), parcourue par l'eau secondaire, caractérisé en ce que la boîte à eau, la virole secondaire et la plaque à tubes sont trois ensembles indépendants, et démontables.**



GENERATEUR DE VAPEUR, NOTAMMENT POUR REACTEUR
NUCLEAIRE A EAU PRESSURISEE

L'invention a pour objet un générateur de
vapeur, notamment pour réacteur nucléaire à eau pres-
surisée.
5

On connaît dans l'industrie nucléaire les
générateurs de vapeur utilisés en liaison avec des
réacteurs à eau sous pression et dont un exemple sché-
matique d'un type en soi connu est décrit en référence
à la figure 1.
10

Sur cette figure 1, on a représenté l'en-
ceinte 1 du réacteur dans lequel se trouve le coeur 2
et où circule d'une part en 3 l'eau chaude ascendante
sortant du coeur en direction des flèches F et d'autre
part, l'eau froide descendante circulant entre l'enve-
loppe 1 et le panier 4 du réacteur.
15

Le générateur de vapeur 5 comporte, de façon
connue, une boîte à eau 6, dans laquelle circule l'eau
en provenance du réacteur 1, et, au-dessus de cette
boîte à eau 6, une virole 7 parcourue par l'eau secon-
daire qui entre en 8 et sort en 9 de cette virole
secondaire 7. Un conduit 10 relie le réacteur 1 avec
la boîte à eau 6 et comporte en fait deux passages
annulaires concentriques à savoir un passage central
11 par lequel pénètre l'eau chaude dans la boîte à eau
6 et un passage périphérique 12 par lequel ressort
l'eau froide provenant de cette même boîte à eau 6 et
retournant dans le réacteur 1 entre le panier 4 et
l'enceinte 1 pour être réinjectée à la base du coeur.
20
25

De façon également connue, la boîte à eau 6
est séparée de la virole secondaire 7 par une plaque à
tubes 13 dans laquelle sont implantés verticalement un
certain nombre de tubes échangeurs de chaleur 14 en
forme de U renversé et parcourus par le fluide primai-
re ; cette boîte à eau 6 est divisée en deux parties,
30
35

à savoir un compartiment chaud 15 et un compartiment
froid 16. L'eau secondaire, qui parcourt de façon as-
cendante l'intérieur de la virole secondaire 7,
s'échauffe et se vaporise progressivement en montant
5 le long des tubes en U 14 précédents (Figures 1 et 2).

Dans toutes les réalisations actuelles de
générateurs de vapeur de réacteurs à boucles telles
que décrites précédemment, ou de réacteurs intégrés du
type CAP pour lesquels la cuve primaire fait office de
10 boîte à eau, la virole secondaire 7 est soudée direc-
tement à la plaque à tubes 13 laquelle est fixée par
serrage sur la boîte à eau 6. Par suite de la diffé-
rence de pression importante (de l'ordre de 100 bars)
à laquelle est soumise la plaque à tube 13, des con-
15 traintes s'accumulent dans la zone angulaire de rac-
cordement de cette plaque 13 avec la virole secondaire
7. Pour ne pas trop fragiliser cette zone, il n'est
donc pas possible de percer la plaque trop près de sa
jonction avec la virole secondaire 7 pour y implanter
20 des tubes, ce qui augmente l'encombrement du généra-
teur de vapeur comme permet de le comprendre la figure
2 où l'on voit qu'un espace minimal est nécessaire
entre la paroi latérale 7 de la virole secondaire et
le premier tube 14 implanté dans la plaque à tubes 13.

25 Par ailleurs, la partie secondaire d'un tel
générateur de vapeur n'est pas démontable et il est
par conséquent très difficile de le réparer ou même
plus simplement de le nettoyer lorsque cela est rendu
nécessaire après un certain temps de fonctionnement et
30 son inspection en service est toujours une opération
compliquée et dangereuse.

La présente invention a précisément pour
objet un générateur de vapeur pour réacteur nucléaire
à eau pressurisée qui permet, à l'aide de moyens sim-
35 ples à mettre en oeuvre, de réaliser une liaison entre

la virole secondaire et la plaque à tubes sans accumulation de contraintes latérales et qui de plus, rend le générateur de vapeur intégralement démontable.

5 Ce générateur de vapeur comportant de façon connue une boîte à eau où circule l'eau chaude sortant du coeur du réacteur pour pénétrer ensuite dans une série de tubes échangeurs de chaleur, implantés dans une plaque à tubes et s'étendant à l'intérieur d'une virole secondaire, parcourue par l'eau secondaire,
10 la boîte à eau, la virole secondaire et la plaque à tubes étant trois ensembles indépendants et démontables, caractérisé en ce que :

- la virole secondaire se termine à sa partie inférieure, par un pédoncule annulaire comportant
15 d'une part une double portée conique coopérant par deux joints toriques avec une rainure femelle à deux portées coniques creusée dans la surface supérieure de la plaque à tubes et d'autre part, à sa périphérie externe, une portée conique associée à un anneau de serrage ;
20

- la boîte à eau se termine, à sa partie supérieure, par une bride munie d'une portée plane de raccordement, avec deux joints toriques interposés, à la surface inférieure de la plaque à tubes ;

25 - un système de tirants, dont certains traversant des oreilles de manutention en périphérie de la plaque à tubes, de goujons implantés dans la bride de la boîte à eau et d'écrous, assure, par l'intermédiaire de l'anneau de serrage, l'assemblage et le serrage étanche des trois ensembles indépendants précédents.
30

Selon une caractéristique importante de la présente invention, les oreilles de manutention implantées en périphérie de la plaque à tubes comportent des logements dont le profil conique permet de rece-
35

voir les collets coniques qui équipent les goujons, permettant ainsi lors d'une manoeuvre de démontage de la seule boîte à eau, la manutention de l'ensemble plaque à tubes-virole secondaire sans rompre leur étanchéité.

5
10
15
20
25
30
35

Dans le générateur de vapeur, objet de l'invention, la virole secondaire, la plaque à tubes et la boîte à eau sont donc des ensembles indépendants les uns des autres et parfaitement démontables. Par ailleurs, la fermeture de la boîte à eau et celle de l'enceinte secondaire du générateur de vapeur sont réalisées de façon globale et par des moyens également indépendants. On parvient donc ainsi, dans le générateur objet de l'invention, à la suppression totale des contraintes dans la zone angulaire de raccordement de la plaque à tubes avec la virole secondaire, ce qui permet d'augmenter le nombre de tubes d'échange de chaleur contenus dans cette virole et, par ailleurs, la démontabilité intégrale du générateur de vapeur rend son utilisation beaucoup plus facile que celle des générateurs soudés de l'art antérieur.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise en se référant à la description qui suit d'un exemple de réalisation, donné à titre illustratif et non limitatif, d'un tel générateur de vapeur. Cette description sera faite en se référant aux figures 3 et 4 ci-jointes, sur lesquelles :

- la figure 3 est une vue en coupe élévation qui montre en détail le maintien en contact étanche sur la plaque à tubes d'une part de la virole secondaire et d'autre part de la boîte à eau ;

- la figure 4 est une vue de dessus en coupe horizontale selon le plan XX de la figure 3 qui montre la disposition périphérique de la plaque à tubes et la position des différents tirants de maintien de la structure.

Sur la figure 3, on voit représentée la virole secondaire 7, la plaque à tubes 13 et la boîte à eau 6. La virole secondaire 7 se termine conformément à l'invention à sa partie inférieure par un pédoncule annulaire 20 comportant une double portée conique 21 et 22 à sa partie inférieure de liaison avec la plaque à tubes 13. Cette dernière comporte à cet effet une rainure femelle 23 correspondante comportant également deux portées coniques destinées à coopérer avec les portées coniques 21 et 22 du pédoncule 20. Deux joints d'étanchéité toriques métalliques 24 assurent l'étanchéité entre la plaque à tubes 13 et la virole secondaire 7 lorsque l'ensemble, comme on le verra plus loin, est serré par le tirant 25 et l'anneau de serrage 26. A cet effet, la partie supérieure du pédoncule 20 comporte également une portée conique 27 coopérant avec une portée correspondante de cet anneau de serrage 26. A la partie inférieure du dispositif, la boîte à eau 6 est munie d'une portée plane de raccordement 28 avec deux joints toriques métalliques interposés 29 entre la boîte à eau 6 et la plaque à tube 13.

Le serrage dans le sens vertical des trois éléments indépendants précédents est réalisé à l'aide des tirants 25, des écrous 30 et des goujons 31 implantés, conformément à l'invention, dans la boîte à eau 6.

Sur la périphérie de la plaque à tubes 13 se trouvent, comme on le voit sur la figure 4, un certain nombre d'oreilles de manutention telles que 32 qui comportent des logements 33 à portée conique 34 pour les goujons 31, lesquels comportent à cet effet, un collet conique 35 destiné à venir en butée contre la partie conique correspondante 34. Ceci permet, lorsque l'on désire pour une raison quelconque, par exemple

une manoeuvre d'entretien, démonter la boîte à eau 6 sans rompre l'étanchéité de la plaque à tubes 13 et de la virole secondaire 7, de manutentionner cette plaque à tubes 13, à l'aide des tirants 25 traversant les oreilles 32, en maintenant un contact étanche avec la virole secondaire 7. La séquence des manoeuvres est dans ce cas la suivante. On commence par desserrer les écrous 30 quatre par quatre en plusieurs passes à l'aide de vérins extenseurs, sans les desserrer en deça du couple minimal imposé par le maintien de l'étanchéité secondaire. A la dernière passe, les goujons 31 correspondant aux oreilles 32 sont desserrés complètement puis dévissés et remontés dans les logements 33 correspondants de façon à ce que le collet conique 35 de chacun d'entre eux vienne au contact de la portée conique 34 du fond de logement des oreilles de manutention 32. Les goujons 31, correspondant aux oreilles 32, sont ensuite resserrés de façon à solidariser à nouveau la plaque à tubes 13 et la virole secondaire 7 sans permettre le desserrage des joints toriques 24. Les autres goujons 31 sont alors desserrés complètement.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les oreilles de manutention 32 sont au nombre de trois sur la périphérie et comportent chacune deux logements 33a et 33b pour les goujons 31. Ces logements 33a et 33b permettent de protéger les filetages des goujons 31 lors des opérations de manutention. Le nombre de ces goujons servant à la reprise du serrage est déterminé de façon à ce que l'on puisse parer l'éventualité du grippage de l'un d'entre eux en cours de manoeuvre.

Sur la figure 4, on voit les tirants 36, 37, 38, 39, 40 et 41 qui tous, par l'intermédiaire des écrous 30 et des goujons 31 correspondants assurent le

serrage de la virole secondaire 7 et de la boîte à eau 6 sur la plaque à tubes 13 et dont deux d'entre eux, les tirants 39 et 40 servent en outre à la manutention sous serrage de l'ensemble plaque à tubes 13, virole
5 secondaire 7 lors d'une opération de démontage de la boîte à eau 6.

Le générateur de vapeur objet de l'invention qui vient d'être décrit précédemment, présente un certain nombre d'avantages dont les principaux sont évidemment l'accès possible au faisceau de tubes secondaires 14 et aux structures internes du générateur lui-même ; mais il possède en même temps un certain nombre d'avantages complémentaires non négligeables parmi lesquels on peut citer :

15 - du point de vue de l'aménagement du faisceau la suppression de la zone de raccordement dans le bas de la virole, qui permet de gagner de la place disponible pour l'implantation des tubes du faisceau ;

20 - le fait que le pédoncule de la virole secondaire travaille en compression, et donc de façon plus favorable qu'une bride classique ;

- le système qui permet de précontraindre la plaque à tubes en lui donnant une flèche vers le bas au moment du serrage ;

25 - la double portée conique qui assure des contacts surfaciques permettant de conserver des niveaux de pression de contact faibles ainsi que des conditions de glissement très satisfaisantes (le glissement est bloqué dès le rattrapage des jeux par la portée conique externe),

30 - le système à double pente qui permet d'abaisser le niveau des contraintes et donc, de diminuer l'épaisseur de la plaque à tubes, toutes choses égales par ailleurs ;

35 - au niveau de la fabrication, le fait de séparer complètement les problèmes de réalisation de

l'ensemble plaque+faisceau, de ceux de l'ensemble vi-
role secondaire.

REVENDICATIONS

1. Générateur de vapeur, notamment pour réacteurs nucléaires à eau pressurisée, comportant de façon connue une boîte à eau (6) où circule l'eau chaude sortant du coeur du réacteur pour pénétrer ensuite dans une série de tubes échangeurs de chaleur (14), implantés dans une plaque à tubes (13) et s'étendant à l'intérieur d'une virole secondaire (7), parcourue par l'eau secondaire, la boîte à eau, la virole secondaire et la plaque à tubes étant trois ensembles indépendants et démontables, caractérisé en ce que :

- la virole secondaire (7) se termine, à sa partie inférieure, par un pédoncule annulaire (20) comportant d'une part une double portée conique (21, 22) coopérant par deux joints toriques (24) avec une rainure femelle (23) à deux portées coniques creusée dans la surface supérieure de la plaque à tubes (13) et d'autre part, à sa périphérie externe, une portée conique (27) associée à un anneau de serrage (26) ;

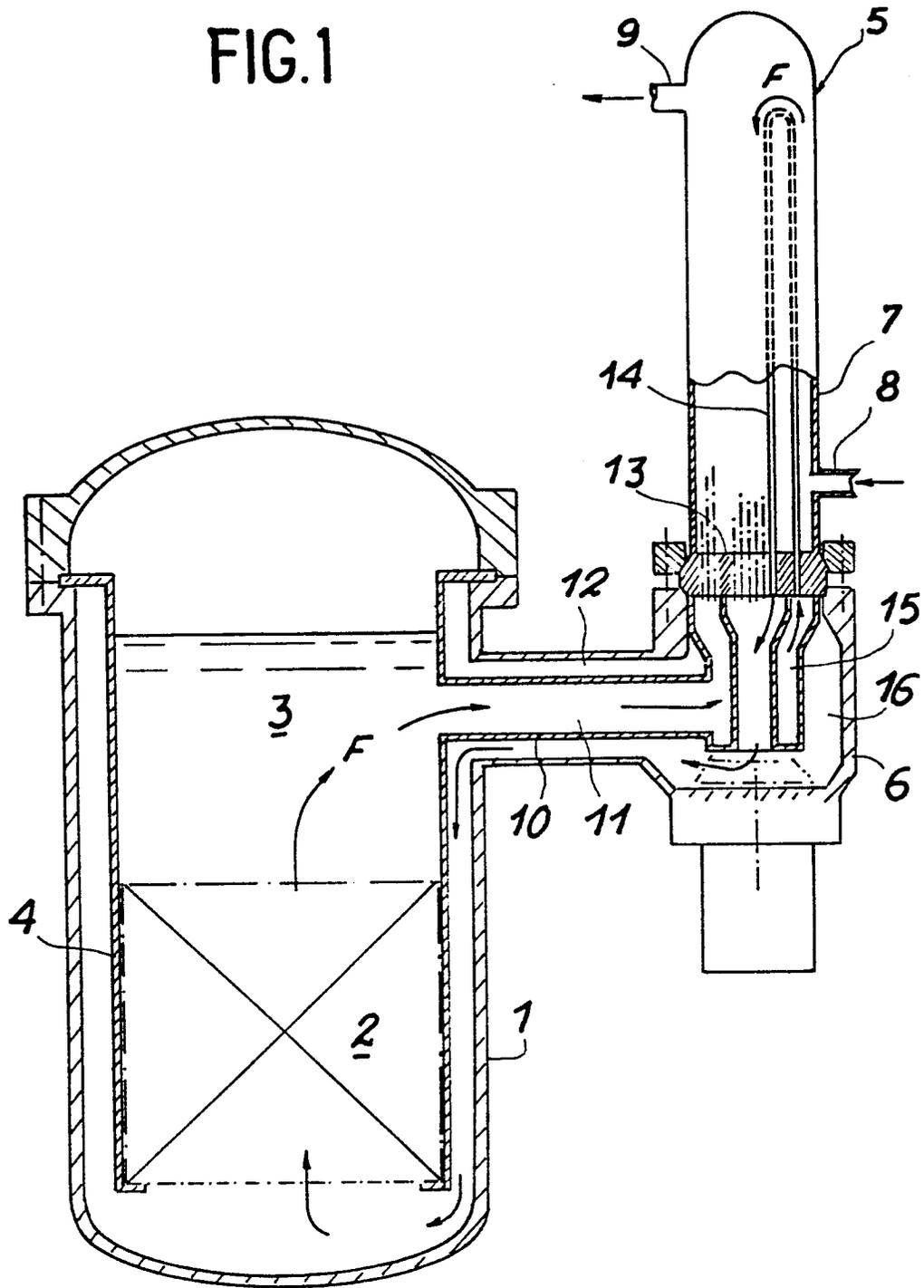
- la boîte à eau (6) se termine, à sa partie supérieure, par une bride munie d'une portée plane (28) de raccordement, avec deux joints toriques (28, 29) interposés, à la surface inférieure de la plaque à tubes (13) ;

- un système de tirants (25), dont certains (39, 40) traversent des oreilles de manutention (32) en périphérie de la plaque à tubes (13), de goujons (31) implantés dans la bride de la boîte à eau (6) et d'écrous (30), assure, par l'intermédiaire de l'anneau de serrage (26), l'assemblage et le serrage étanche des trois ensembles indépendants précédents.

2. Générateur de vapeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les oreilles de manuten-

tion (32), implantées en périphérie de la plaque à tubes, comportent des logements (33) dont le profil conique (34) permet de recevoir les collets coniques (35) qui équipent les goujons (31), permettant ainsi
5 lors d'une manoeuvre de démontage de la seule boîte à eau, la manutention de l'ensemble plaque à tubes-virole secondaire sans rompre leur étanchéité.

FIG.1



2,3

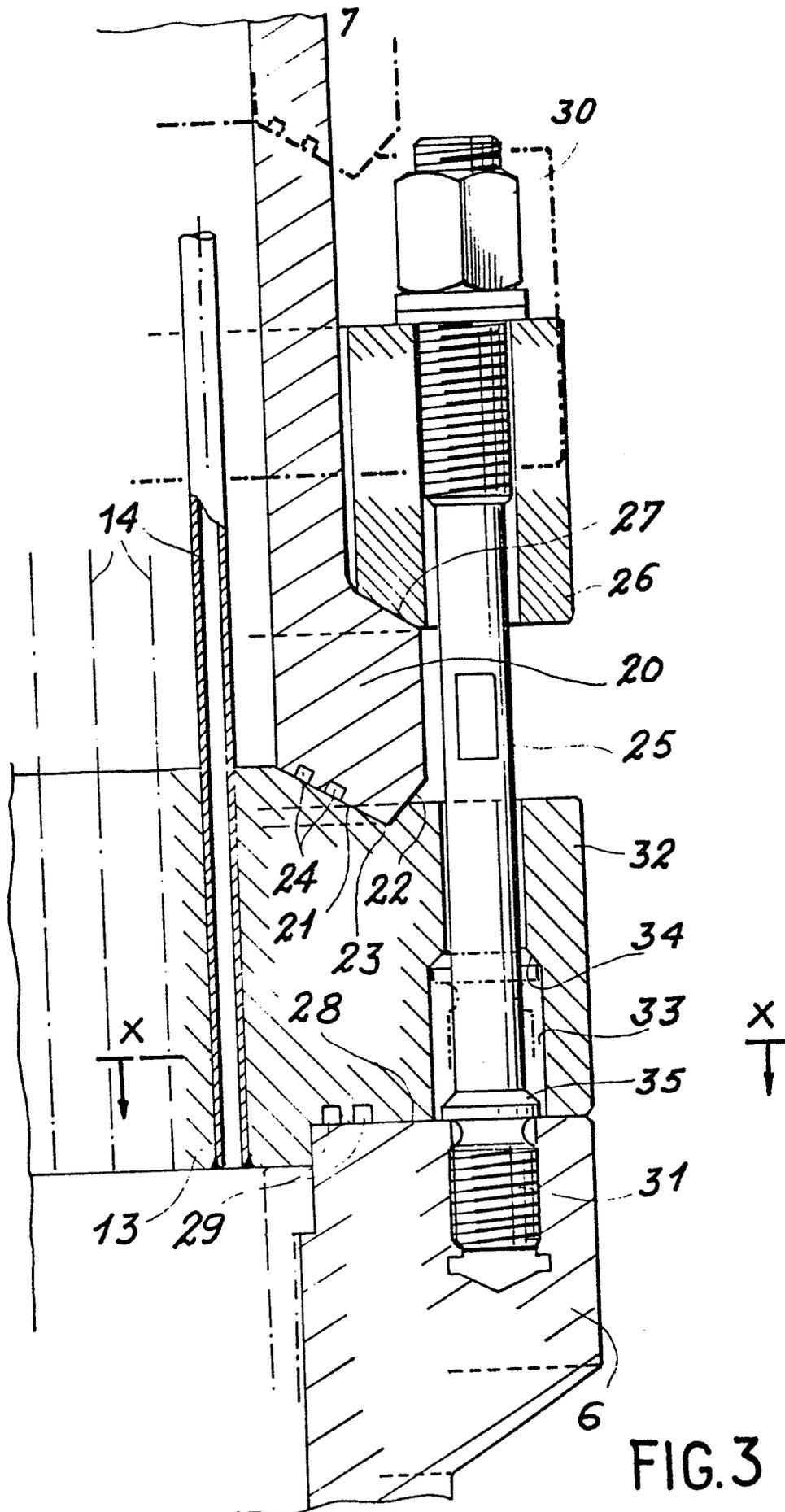
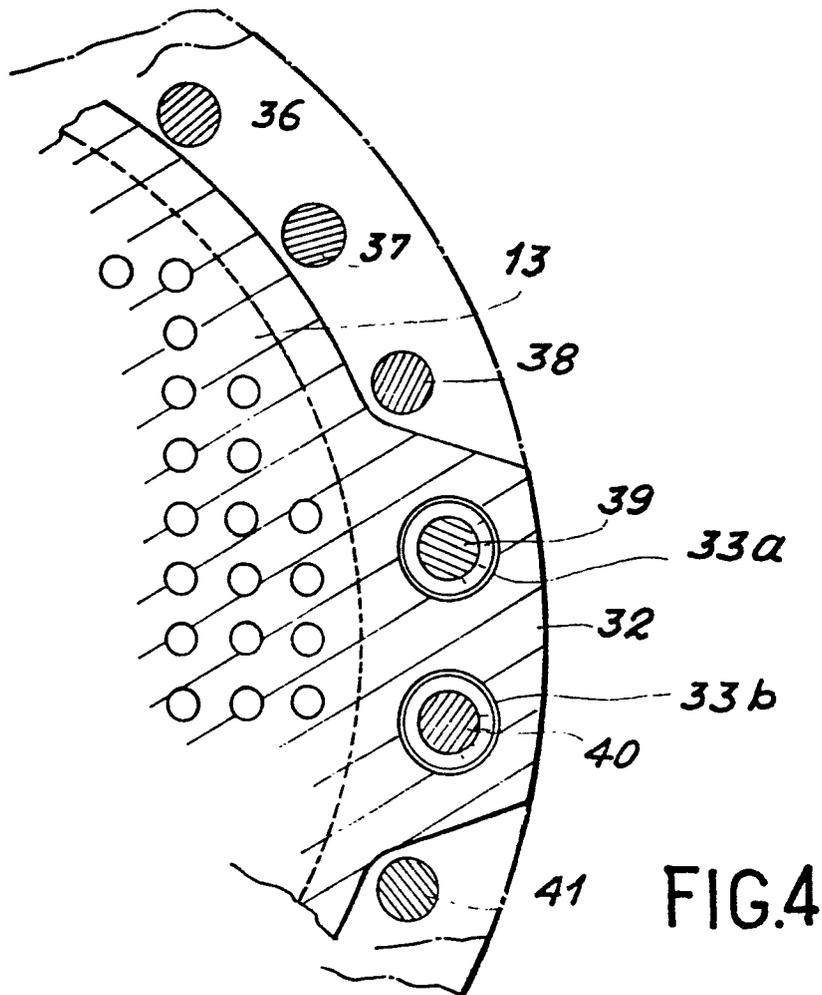
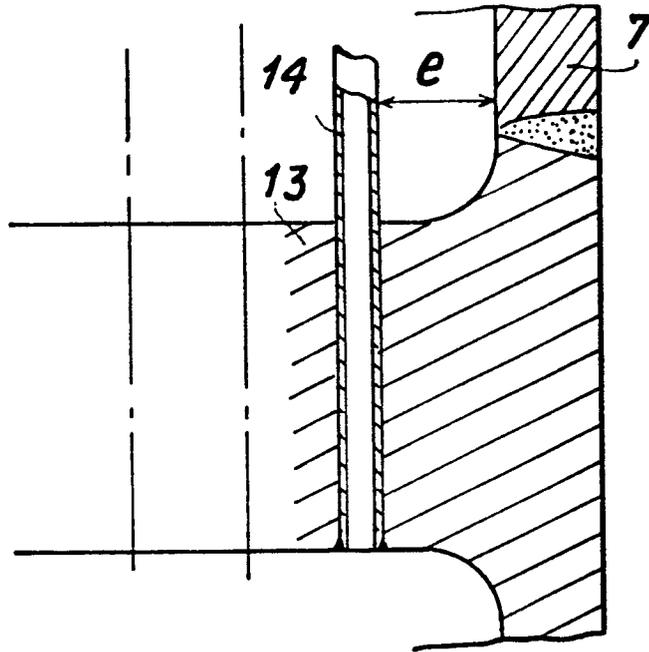


FIG. 3

FIG.2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0159232

Numero de la demande

EP 85 40 0504

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication en cas de besoin des parties pertinentes	Revendication concernee	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	DE-U-7 312 164 (SIEMENS) * Page 5, revendication 1; page 3, dernier paragraphe; page 4, premier paragraphe; figures *	1	F 22 B 1/02 F 22 B 37/22 F 28 F 9/02
A	DE-B-1 119 884 (LICENTIA)		
A	US-A-2 343 502 (FIELDS)		
A	FR-A-1 228 182 (SUPERHEATER)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			F 22 B F 28 D F 28 F
Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-06-1985	Examinateur VAN GHEEL J.U.M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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		& membre de la même famille, document correspondant	