

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 159 232
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:
06.06.88

(21) Numéro de dépôt: **85400504.8**

(22) Date de dépôt: **15.03.85**

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

(54) **Générateur de vapeur, notamment pour réacteur nucléaire à eau pressurisée.**

(30) Priorité: **23.03.84 FR 8404563**

(43) Date de publication de la demande:
23.10.85 Bulletin 85/43

(45) Mention de la délivrance du brevet:
06.06.88 Bulletin 88/23

(84) Etats contractants désignés:
DE GB

(56) Documents cités:
DE-B-1 119 884
DE-U-7 312 164
FR-A-1 228 182
US-A-2 343 502

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**
ATOMIQUE, 31/33, rue de la Fédération, F-75015
Paris (FR)

(72) Inventeur: **Badoux, Jean- Paul, La Bourgade,**
F-13610 Le Puy Sainte Reparade (FR)
Inventeur: **Chaix, Jean Edmond, La Pinède, F-04860**
Pierrevet (FR)
Inventeur: **Metteey, Michel, 5, Résidence Le**
Survillie, F-13510 Eguilles (FR)

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

EP 0 159 232 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention a pour objet un générateur de vapeur, notamment pour réacteur nucléaire à eau pressurisée.

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

Sur cette figure 1, on a représenté l'enceinte 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'enveloppe 1 et le panier 4 du réacteur.

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 secondaire qui entre en 6 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.

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 primaire; cette boîte à eau 6 est divisée en deux parties, à savoir un compartiment chaud 15 et un compartiment froid 16. L'eau secondaire, qui parcourt de façon ascendante l'intérieur de la virole secondaire 7, s'échauffe et se vaporise progressivement en montant le long des tubes en U 14 précédents (figs. 1 et 2).

Dans la plupart des 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 boîte à eau, la virole secondaire 7 est soudée directement à la plaque à tubes 13 laquelle est fixée par serrage sur la boîte à eau 6. C'est le cas, notamment, de l'exemple de mise en oeuvre décrit dans le document DE-U-7 312 164 et correspondant à la moitié gauche de la figure unique. Par suite de la différence de pression importante (de l'ordre de 100 bars) à laquelle est soumise la plaque à tube 13, des contraintes s'accumulent dans la zone angulaire de raccordement 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 des tubes, ce qui augmente l'encombrement du générateur 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.

5 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 son inspection en service est toujours une opération compliquée et dangereuse.

10 Dans la réalisation décrite sur la moitié droite de la figure unique du document DE-U-7 312 164, la plaque à tubes est serrée, par un système de vis et boulons, entre la virole secondaire et la boîte à eau, et tout démontage de cette partie inférieure de l'installation conduit à la séparation totale des trois composants précédents.

15 La présente invention a précisément pour objet un générateur de vapeur, notamment pour réacteurs nucléaires à eau pressurisée qui permet, à l'aide de moyens simples 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, sans le dissocier de la virole secondaire.

20 Ce générateur de vapeur, notamment pour réacteurs nucléaires à eau pressurisée, comportant 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, la boîte à eau, la virole secondaire et la plaque à tubes étant trois ensembles indépendants et démontables, la virole secondaire se terminant à sa partie inférieure, par un pédoncule annulaire, la boîte à eau se terminant à sa partie supérieure par une bride munie d'une portée plane de raccordement et un système de tirants assurant l'assemblage et le serrage étanche des trois ensembles indépendants précédents, se caractérise en ce que:

35 - le pédoncule annulaire comporte 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;

40 - la portée plane de raccordement comporte deux joints toriques interposés, à la surface inférieure de la plaque à tubes;

45 - le système de tirants, dont certains traversent 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 d'un anneau de serrage, l'assemblage et le serrage étanche des trois ensembles indépendants précédents.

Selon un mode de réalisation préféré 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 recevoir 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.

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'enveloppe 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 de 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 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:

- 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;

- 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;

- 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),

- 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;

- au niveau de la fabrication, le fait de séparer complètement les problèmes de réalisation de l'ensemble plaque-faisceau, de ceux de l'ensemble virole secondaire.

Revendications

1. Générateur de vapeur, notamment pour réacteurs nucléaires à eau pressurisée, comportant 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, la virole secondaire se terminant à sa partie inférieure, par un pédoncule annulaire (20), la boîte à eau se terminant à sa partie supérieure par une bride munie d'une portée plane de raccordement (28) et un système de tirants (25) assurant l'assemblage et le serrage étanche des trois ensembles indépendants précédents, caractérisé en ce que:

- le pédoncule annulaire (20) comporte 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 portée plane (28) de raccordement comporte deux joints toriques (29) interposés, à

la surface inférieure de la plaque à tubes (13);

- le 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 d'un 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 manutention (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 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.

Patentansprüche

1. Dampferzeuger, insbesondere für Druckwasser-Kernreaktoren, mit einem Wasserkasten (6), wo das den Reaktorkern verlassende, heiße Wasser strömt, um folgend in eine Reihe von Wärmetauscherrohren (14) einzudringen, die in einer Rohrplatte (13) montiert sind und sich im Inneren eines von Sekundärwasser durchströmten Sekundärmantels (7) befinden, wobei der Wasserkasten, der Sekundärmantel und die Rohrplatte drei unabhängige und ausbaubare Einheiten bilden, der Sekundärmantel an seinem unteren Abschnitt mit einer ringförmigen Spindel (20) endet, der Wasserkasten an seinem oberen Abschnitt mit einem Flansch endet, der mit einer ebenen Verbindungsfläche (28) ausgerüstet ist, und ein System von Zugstangen (25) den Zusammenbau und die dichte Klemmung der drei vorhergehenden, unabhängigen Einheiten sicherstellt, dadurch gekennzeichnet, daß

- die ringförmige Spindel (20) einerseits eine doppelte Konusfläche (21, 22), die mit zwei Ringdichtungen (24) mit einer weiblichen Rille (23) mit zwei Konusflächen zusammenarbeitet, die in der oberen Oberfläche der Rohrplatte (13) vertieft ist und andererseits auf ihrem Außenumfang eine Konusfläche (27) aufweist, die einem Klemmring (26) zugeordnet ist;

- die ebene Verbindungsfläche (28) zwei Ringdichtungen (29) umfaßt, die an der unteren Oberfläche der Rohrplatte (13) eingefügt sind;

- das System von Zugstangen (25), von denen gewisse (39, 40) Transportösen (32) am Umfang der Rohrplatte (13) durchqueren, von in dem Flansch des Wasserkastens (6) montierten Bolzen (31) und von Muttern (30) mittels eines Klemmrings (26) den Zusammenbau und die dichte Klemmung der drei vorhergehenden, unabhängigen Einheiten sicherstellt.

2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportösen (32), die

am Umfang der Rohrplatte angebracht sind, Aufnahmen (33) aufweisen, deren konisches Profil (34) erlaubt, die konischen Ränder (35), mit denen die Bolzen (31) ausgerüstet sind, aufzunehmen, wodurch somit bei einer Ausbautätigkeit des einzigen Wasserkastens der Transport der Gesamtheit aus Rohrplatte und Sekundärmantel ohne Unterbrechung ihrer Dichtheit möglich ist.

5

10

Claims

1. Steam generator, particularly for pressurized water nuclear reactors, has a water box (6) in which circulates the hot water leaving the reactor core and which then penetrates a series of heat exchange tubes (14) located in a tube plate (13) and extending within a secondary ferrule (7), traversed by the secondary water, the water box, the secondary ferrule and the tube plate being three independent, dismantlable assemblies, the secondary ferrule terminating in its lower part by an annular neck (20), the water box terminating in its upper part by a flange provided with a planar connecting bearing surface (28) and a system of tie bolts (25) ensuring the assembly and tight fixing of the three aforementioned independent assemblies, characterized in that the annular neck (20) has on the one hand a double conical bearing surface (21, 22), cooperating by two O-rings (24) with a female groove (23) with two conical bearing surfaces hollowed into the upper surface of the tube plate (13) and on the other hand, on its outer periphery, a conical bearing surface (27) associated with a locking ring (26); the planar connecting bearing surface (28) has two interposed O-rings (29) on the lower surface of the tube plate (13); the tie bolt system (25), whereof some (39, 40) traverse handling brackets (32) on the periphery of the tube plate (13), studs (31) installed in the flange of the water box (6) and nuts (30) ensures, via a locking ring (26), the assembly and tight fixing of the aforementioned three independent assemblies.

15

20

25

30

35

40

45

2. Steam generator according to claim 1, characterized in that the handling brackets (32), located on the periphery of the tube plate, have recesses (33), whereof the conical profile (34) makes it possible to receive conical collars (35) equipping the studs (31), so that during the disassembly manipulation of the water box alone, it is possible to handle the tube plate - secondary ferrule assembly without breaking the seal thereof.

50

55

60

65

5

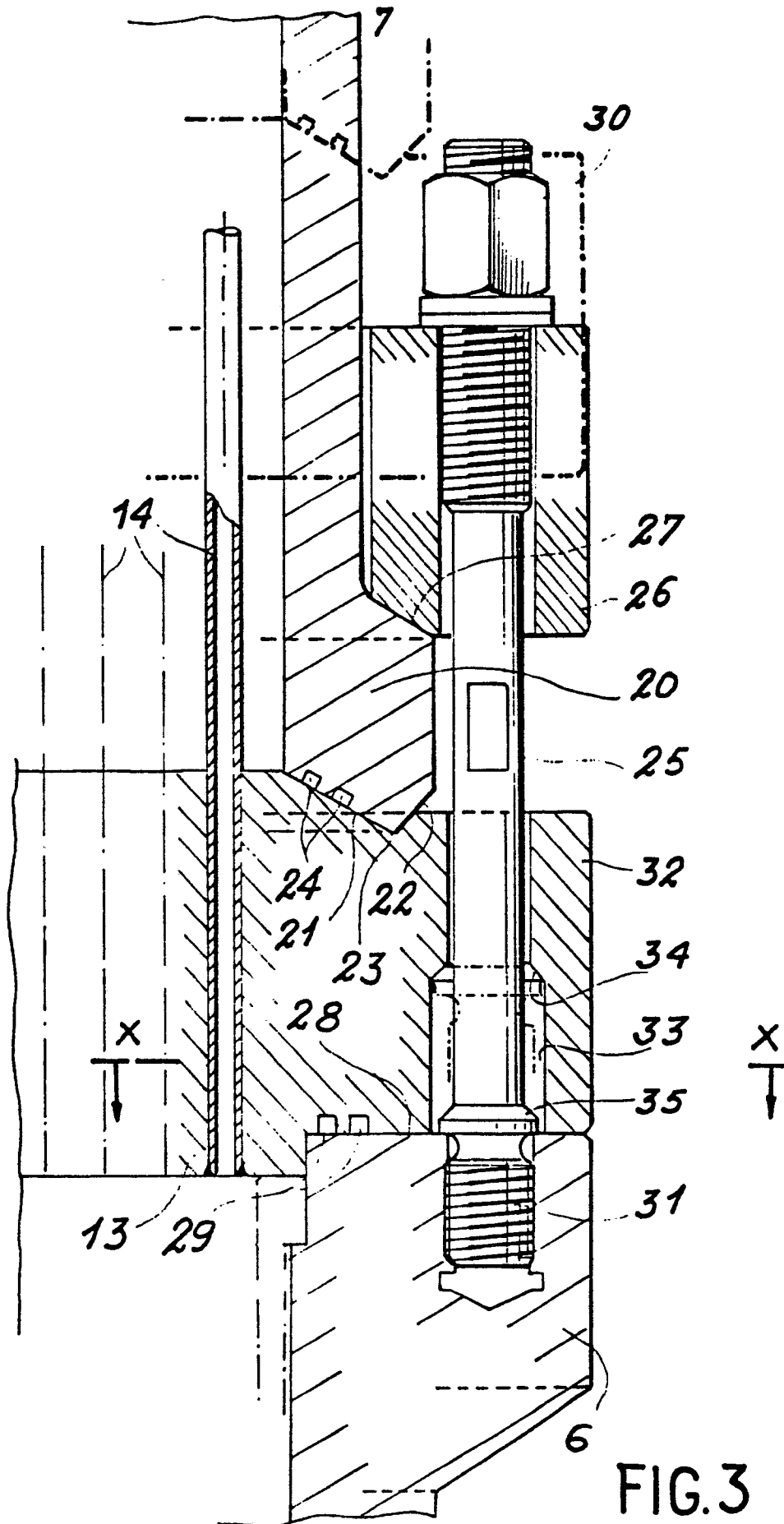


FIG. 2

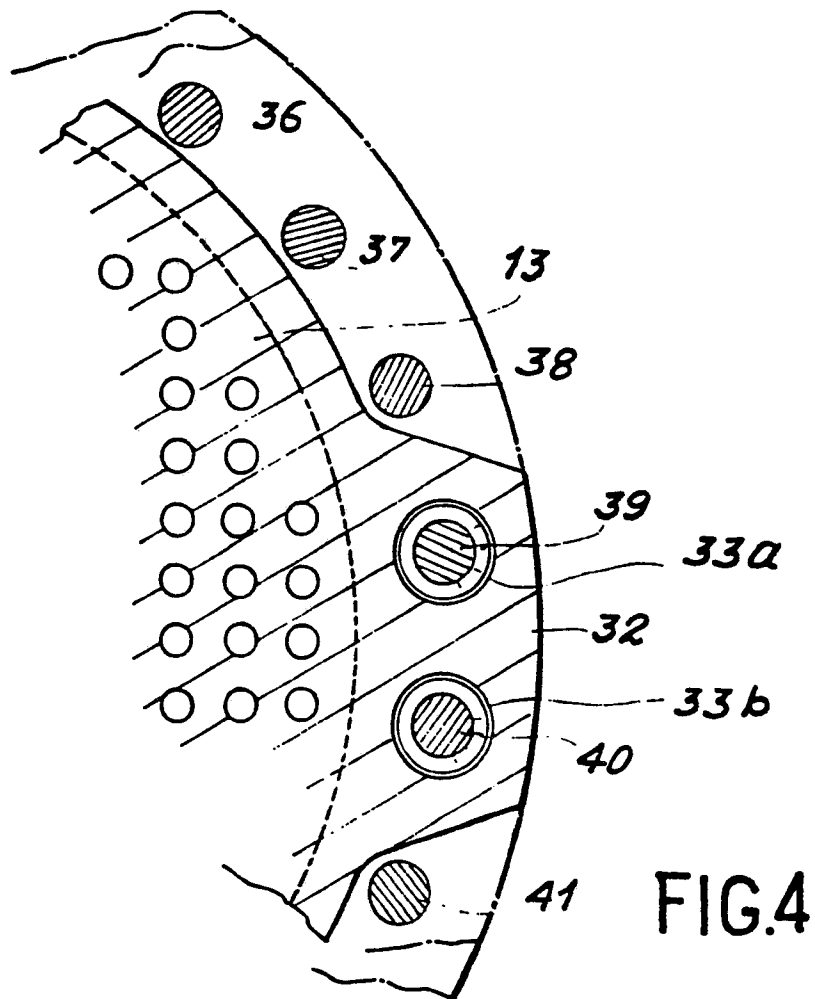
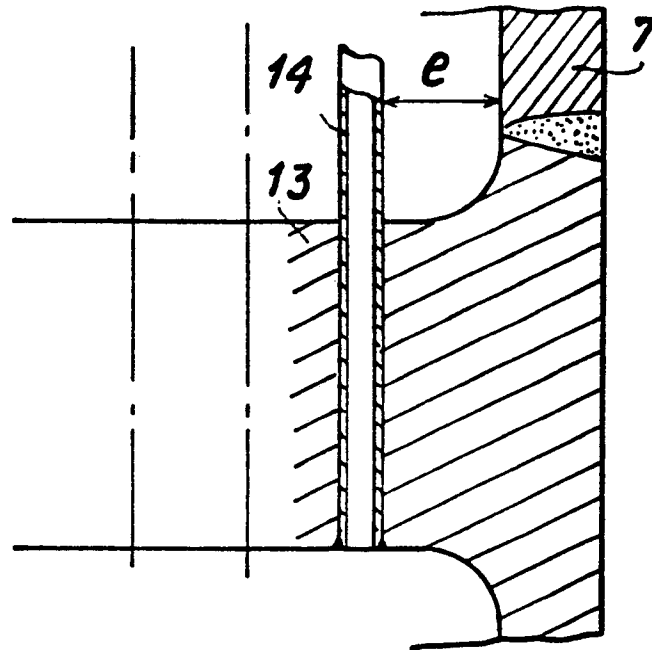


FIG. 4