



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94402296.1**

(51) Int. Cl.⁶ : **F22B 1/02, F22B 37/20**

(22) Date de dépôt : **12.10.94**

(30) Priorité : **14.10.93 FR 9312217**

(43) Date de publication de la demande :
19.04.95 Bulletin 95/16

(84) Etats contractants désignés :
BE DE GB SE

(71) Demandeur : **FRAMATOME**
Tour Fiat
1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeur : **Cornic, Gil**
37, Boulevard de Bruxelles
F-78410 Aubergenville (FR)

(74) Mandataire : **Dubois-Chabert, Guy et al**
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

(54) **Dispositif de maintien radial de l'enveloppe de faisceau et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur par des butées à positionnement élastique.**

(57) L'invention concerne un dispositif de maintien radial de l'enveloppe du faisceau de tubes et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur, constitué de butées traversant la paroi de l'enveloppe de faisceau et fixées à cette paroi au niveau des plaques-entretoises, les butées étant réparties à la périphérie de chaque plaque-entretoise pour séparer radialement l'enveloppe de faisceau de l'enveloppe de pression du générateur de vapeur. Chaque butée comprend une première pièce (31) fixée sur l'enveloppe de faisceau (6), mise en contact avec la face interne de l'enveloppe de pression (1), et une deuxième pièce (32) exerçant une contrainte de maintien rigide sur la plaque-entretoise par l'intermédiaire de moyens élastiques.

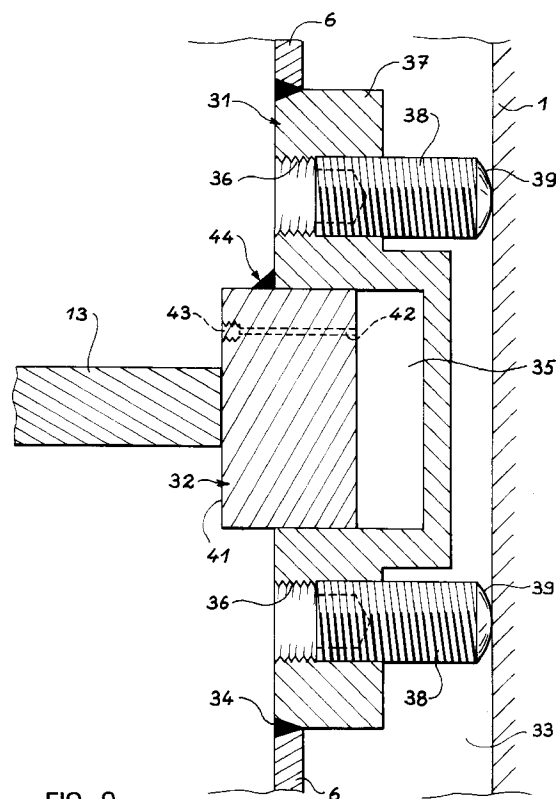


FIG. 3

La présente invention concerne un dispositif de maintien radial de l'enveloppe de faisceau et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur.

Les échangeurs de chaleur tels que les générateurs de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression comportent un faisceau tubulaire constitué par un très grand nombre de tubes de petit diamètre disposé verticalement à l'intérieur d'une enveloppe de faisceau de forme générale cylindrique elle-même disposée à l'intérieur de l'enveloppe en pression rigide externe de grande épaisseur du générateur de vapeur.

L'eau sous pression du réacteur nucléaire circule à l'intérieur des tubes de petit diamètre et l'eau à vaporiser est introduite à l'intérieur de l'enveloppe du faisceau où elle entre en contact avec la surface externe des tubes. La vapeur est récupérée à la partie supérieure de l'enveloppe du faisceau puis elle est généralement asséchée dans des séparateurs vapeur-eau disposés dans l'enveloppe externe du générateur de vapeur au-dessus de l'enveloppe du faisceau.

Les générateurs de vapeur constituent des unités de très grande hauteur dans lesquelles les différentes enveloppes coaxiales sont disposées avec un espacement radial généralement faible.

Il est connu d'utiliser des plaques-entretoises dans lesquelles passent les tubes du faisceau, réparties suivant la hauteur du faisceau, pour maintenir les tubes dans des positions radiales fixes les uns par rapport aux autres. Ces plaques-entretoises sont reliées entre elles par des tirants verticaux, l'ensemble étant placé à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau.

Il importe donc de maintenir les différentes enveloppes coaxiales des générateurs de vapeur, et l'ensemble du faisceau par les plaques-entretoises dans les directions radiales, de façon à éviter des déplacements relatifs et des chocs entre ces enveloppes et le faisceau en cas de sollicitations extérieures telles que celles qui accompagnent un séisme.

Ce maintien radial est obtenu par des butées fixées sur l'enveloppe du faisceau au niveau des plaques-entretoises et à raison de plusieurs butées par plaque-entretoise. Ces butées sont alors régulièrement réparties à la périphérie des plaques-entretoises.

On connaît par le document FR-A-2 511 491 un tel dispositif de maintien. Il est constitué par des pièces ayant une épaisseur supérieure à l'épaisseur de l'enveloppe de faisceau et percées de trous taraudés à l'intérieur desquels on peut visser des goudjons filetés dont l'extrémité saillante dans l'espace existant entre l'enveloppe de faisceau et l'enveloppe externe rigide vient en appui contre la surface intérieure de cette enveloppe externe. La mise en appui de ces butées est réalisée après réglage des goudjons, par introduction de pièces de calage en forme de coin entre le bord externe des plaques-entretoises et la surface

intérieure du dispositif d'appui dirigée vers le faisceau.

De telles butées ont l'inconvénient d'occuper une grande partie de la largeur de l'espace réservé entre l'enveloppe de faisceau et l'enveloppe externe et de limiter ainsi, de façon appréciable, la section de passage pour l'eau à vaporiser circulant dans cet espace sans assurer une parfaite étanchéité. Ces butées ont également l'inconvénient de nécessiter l'introduction de pièces de calage dans des échancrures usinées à la partie périphérique des plaques-entretoises. Ces échancrures diminuent d'autant la distance entre les tubes périphériques du faisceau et le bord des plaques-entretoises. Si l'on veut conserver une distance suffisante entre les tubes périphériques et la plaque, il faut alors diminuer le nombre de tubes du faisceau. D'autre part, les butées doivent présenter des formes qui ne facilitent pas leur fixation par soudage dans la paroi de l'enveloppe de faisceau.

D'autres dispositifs de maintien radial de l'enveloppe de faisceau et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur ont été divulgués par le brevet FR-A-2 562 996 de FRAMATOME et par des brevets américains US-A-4 503 903, US-A-4 583 584, US-A-4 690 206 et US-A-4 768 582. Tous ces dispositifs ne donnent pas entière satisfaction. Leur montage est en général compliqué, par l'utilisation de cales pour certains. Quelques uns de ces dispositifs n'offrent pas de portée suffisante pour un maintien satisfaisant des plaques-entretoises.

Pour remédier à ces inconvénients, on propose, selon la présente invention, un dispositif permettant le maintien radial de l'enveloppe de faisceau et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur et qui assure un montage plus simple et plus rapide que ceux connus jusqu'à présent. Ce nouveau dispositif de maintien assure également un meilleur calage des plaques-entretoises, grâce à une portée plus importante avec ceux-ci. Ces avantages sont notamment obtenus par l'utilisation de butées à positionnement élastique.

L'invention a donc pour objet un dispositif de maintien radial de l'enveloppe du faisceau de tubes et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur, le générateur de vapeur comprenant une enveloppe de pression de forme allongée selon un axe donné, l'enveloppe de faisceau étant également de forme allongée selon le même axe et contenue dans l'enveloppe de pression de façon à laisser un espace annulaire entre les deux enveloppes, les plaques-entretoises étant disposées à des intervalles donnés et transversalement audit axe dans l'enveloppe de faisceau pour supporter lesdits tubes, le dispositif de maintien étant constitué de butées traversant la paroi de l'enveloppe de faisceau et fixées à cette paroi au niveau des plaques-entretoises, les butées étant réparties à la périphérie de chaque plaque-entretoise pour séparer radialement l'enveloppe de faisceau de

l'enveloppe de pression et pour exercer des contraintes de maintien rigide entre les plaques-entretoises et l'enveloppe de faisceau, chaque butée comportant une première pièce fixée sur l'enveloppe de faisceau et comprenant des moyens permettant leur glissement éventuel sur la face interne de l'enveloppe de pression selon ledit axe et des moyens pour faire varier leur dimension radiale par rapport audit axe, chaque butée comportant également une deuxième pièce possédant des moyens pour exercer ladite contrainte de maintien rigide sur la plaque entretoise, des moyens de fixation étant prévus pour immobiliser la deuxième pièce par rapport à l'enveloppe de faisceau après mise en contact de la deuxième pièce et de la plaque-entretoise, caractérisé en ce que la deuxième pièce est reliée à la première pièce par des moyens élastiques permettant de la rendre mobile par rapport à cette première pièce selon une direction radiale par rapport audit axe entre une première position correspondant à une dimension radiale minimale de la butée et une seconde position correspondant au contact avec la plaque-entretoise.

Avantageusement, la première pièce comporte une cavité dans laquelle se loge la deuxième pièce formant piston dans cette cavité. Ceci facilite les opérations de montage du générateur de vapeur.

Les moyens élastiques peuvent comprendre un fluide insufflé dans la cavité, dans l'espace situé entre la première pièce et la deuxième pièce.

Ce fluide peut être insufflé par un conduit traversant la deuxième pièce.

Les moyens élastiques peuvent comprendre un ressort disposé entre la première pièce et la deuxième pièce.

De préférence, les moyens permettant le glissement éventuel d'une butée sur la face interne de l'enveloppe de pression et les moyens pour faire varier leur dimension radiale sont constitués par au moins une vis vissée dans la première pièce, le contact entre ladite vis et la face interne de l'enveloppe de pression se faisant selon une extrémité bombée de la vis.

L'invention a aussi pour objet un générateur de vapeur dont le dispositif de maintien radial de l'enveloppe du faisceau de tubes et des plaques-entretoises est réalisé de la manière définie ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe verticale d'un générateur de vapeur utilisé dans les réacteurs nucléaires à eau pressurisée ;
- la figure 2 représente une butée connue de maintien radial de l'enveloppe de faisceau et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur ;
- la figure 3 représente, selon la coupe III-III de

la figure 4, une butée de maintien radial selon l'invention dans une vue correspondant à celle de la figure 2 ;

- la figure 4 est une vue de la butée de maintien radial selon la flèche IV de la figure 3 ;
- la figure 5 représente une variante de butée de maintien radial selon l'invention.

Sur la figure 1, qui est une vue en coupe axiale, on voit un générateur de vapeur dont l'enveloppe externe 1, résistant à la pression, renferme dans sa partie inférieure de plus faible diamètre un faisceau tubulaire 2 comportant un ensemble de tubes coudés en forme de U renversé. Ces tubes sont parcourus par de l'eau sous pression faisant partie du circuit primaire et introduite dans le générateur de vapeur sous la plaque tubulaire 3 par un orifice d'entrée 4. L'eau sous pression parcourt les tubes du faisceau tubulaire 2 puis revient sous la plaque tubulaire 3 pour sortir par l'orifice 5.

Le faisceau tubulaire 2 est entouré, jusqu'au voisinage de sa partie inférieure, par une enveloppe de faisceau 6 constituant l'enceinte de vaporisation à l'intérieur de laquelle l'eau alimentaire en contact avec le faisceau tubulaire 2, parcouru par de l'eau à haute température venant du coeur du réacteur, se vaporise progressivement en s'élevant à l'intérieur de l'enceinte 6. La partie la plus haute du dôme de vapeur est pourvue d'un orifice 7 de sortie de la vapeur vers la turbine.

Un dispositif d'amenée d'eau alimentaire non représenté permet de maintenir le niveau 8 de l'eau alimentaire dans le générateur de vapeur à une certaine distance au-dessus du faisceau tubulaire 2 et en dessous des cyclones 10 constituant le premier étage du séparateur de vapeur et communiquant avec le haut de l'enceinte de vaporisation 6 par l'intermédiaire des colonnes tubulaires 11. Ces colonnes tubulaires sont soudées sur le toit 9 de l'enceinte de vaporisation 6 et permettent la communication avec l'intérieur de cette enceinte. Cette eau alimentaire passe d'abord dans l'espace existant entre l'enveloppe externe 1 et l'enceinte 6 pour atteindre l'extrémité inférieure de cette enceinte.

A la sortie des cyclones 10, la vapeur, qui a abandonné la plus grande partie de l'eau entraînée, passe dans les séparateurs secondaires 12 constitués par des chicanes permettant un séchage plus complet de la vapeur avant sa sortie par l'orifice 7.

Les tubes du faisceau sont maintenus latéralement par des plaques-entretoises 13 disposées transversalement à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 6. Des tirants 14 fixés à leur partie inférieure sur la plaque tubulaire 1 permettent de maintenir l'espacement axial des plaques-entretoises 13.

La figure 2 est un agrandissement de la zone repérée II sur la figure 1. Elle permet de voir l'une des butées de maintien d'une plaque-entretoise 13. La butée 15 est fixée à l'enveloppe de faisceau 6. Pour

réaliser cette fixation, l'enveloppe 6 est percée d'une ouverture radiale 16 permettant le passage et la fixation d'une structure comprenant un fourreau radial 17 soudé sur l'enveloppe 6 par l'une de ses extrémités et légèrement saillant dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe de pression 1 et l'enveloppe de faisceau 6. La structure comprend encore une plaque annulaire 18 soudée sur l'extrémité du fourreau 17 qui se trouve dans l'espace annulaire et obturant partiellement le fourreau 17. La structure comprend enfin un second fourreau 19 placé dans l'alignement du premier fourreau 17 et soudé sur le bord du trou de la plaque annulaire 18.

La butée comprend une pièce 20 de forme générale cylindrique qui est engagée dans la structure décrite ci-dessus jusqu'au contact avec la paroi interne de l'enveloppe de pression 1. La pièce 20 comprend une partie 21 de grand diamètre, ce diamètre étant très légèrement inférieur au diamètre intérieur du fourreau 17, et une partie 22 de petit diamètre, ce diamètre étant très légèrement inférieur au diamètre intérieur du fourreau 19. La face de la pièce 20 dirigée vers l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 6 est usinée pour constituer une surface d'appui 23 inclinée par rapport à la verticale d'un angle voisin de 5°. L'angle d'inclinaison de cette surface d'appui correspond à l'angle d'usinage des cales 24 interposées entre la plaque-entretoise 13 et la pièce 20.

L'extrémité de la partie 22 de la pièce 20 dirigée vers l'enveloppe de pression est usinée pour constituer une surface d'appui sphérique sur l'enveloppe de pression.

Pour la mise en place des butées de maintien, on place les pièces 20 dans leurs logements et en contact avec l'enveloppe de pression 1. Chaque pièce 20 est alors soudée par un cordon de soudure circulaire 25 sur la face interne du fourreau 17. On vient ensuite placer et souder un jeu de cales 24 entre la surface d'appui 23 et le chant de la plaque-entretoise 13 pour réaliser un maintien rigide entre les plaques-entretoises et l'enveloppe de faisceau.

On va décrire maintenant deux variantes du dispositif de maintien selon l'invention qui n'emploient pas de cales comme le dispositif de l'art antérieur, en relation avec les figures 3 à 5.

Sur ces figures, on reconnaît l'enveloppe de pression 1, l'enveloppe de faisceau 6 et une plaque-entretoise 13.

Les figures 3 et 4 illustrent une première variante de réalisation. Une première pièce circulaire 31 est fixée par un cordon de soudure 34 sur une ouverture axiale et circulaire effectuée sur l'enveloppe de faisceau 6 au niveau d'une plaque-entretoise 13. Cette pièce occupe une partie de l'espace annulaire 33 séparant les deux enveloppes. La soudure de la première pièce 31 de chaque butée sur l'enveloppe de faisceau se fait préalablement aux opérations de montage du générateur de vapeur.

La première pièce 31 comporte en son centre une cavité circulaire 35 du côté intérieur du générateur de vapeur. La partie périphérique de la pièce 31, en forme de couronne 37, possède quatre trous filetés 36 régulièrement disposés sur cette couronne. Dans ces trous filetés 36, on visse quatre vis 38 pour le réglage de la position de l'enveloppe de faisceau 6 par rapport à l'enveloppe de pression 1. Le contact entre l'enveloppe de pression et chaque extrémité des vis 38 se fait selon une face bombée 39.

La deuxième pièce 32, de forme cylindrique, fait office de piston dans la cavité 35 de la première pièce 31. Elle est destinée à venir en appui sur la plaque-entretoise 13 par sa face arrière 41.

Un conduit 42 traverse de part en part la pièce 32, reliant la face arrière 41 de cette pièce à la cavité 35. Le conduit 42 communique avec la face arrière 41 par un orifice 43 apte à recevoir une buse d'alimentation en air comprimé.

Au montage, l'enveloppe de faisceau 6 est mise en position dans l'enveloppe de pression 1 en respectant l'espacement requis entre les deux enveloppes au moyen de piges à travers un trou prévu à cet effet dans l'enveloppe de faisceau. Les vis 38, par exemple du type à six pans creux, sont alors ajustées au moyen d'une clé Allen pour obtenir le contact avec la paroi interne de l'enveloppe de pression. Elles peuvent alors être arrêtées par un point de soudure réalisé entre chacune des vis 38 et la première pièce 31.

Ensuite le piston 32 est introduit dans la cavité 35, puis amené au contact de la plaque-entretoise 13, dûment positionnée, par gonflage. Le gonflage peut se faire par de l'air comprimé sous une pression de 7 bars. La position obtenue est alors arrêtée à l'aide d'un cordon de soudure 44 reliant les pièces 31 et 32.

La figure 5 illustre une deuxième variante de réalisation. La pression élastique destinée à mettre la pièce 32 en contact avec la plaque-entretoise 13 est dans ce cas assurée par un ressort à boudin 45 logé dans la cavité 35.

Il est possible dans l'une et l'autre variante de l'invention d'assurer un contact de grande portée entre le chant de la plaque-entretoise 13 et la face arrière 41 de la pièce 32.

Revendications

1. Dispositif de maintien radial de l'enveloppe du faisceau de tubes et des plaques-entretoises d'un générateur de vapeur, le générateur de vapeur comprenant une enveloppe de pression (1) de forme allongée selon un axe donné, l'enveloppe de faisceau (6) étant également de forme allongée selon le même axe et contenue dans l'enveloppe de pression de façon à laisser un espace annulaire entre les deux enveloppes, les plaques-entretoises (13) étant disposées à des in-

- tervalles donnés et transversalement audit axe dans l'enveloppe de faisceau pour supporter lesdits tubes, le dispositif de maintien étant constitué de butées traversant la paroi de l'enveloppe de faisceau et fixées à cette paroi au niveau des plaques-entretoises, les butées étant réparties à la périphérie de chaque plaque-entretoise pour séparer radialement l'enveloppe de faisceau de l'enveloppe de pression et pour exercer des contraintes de maintien rigide entre les plaques-entretoises et l'enveloppe de faisceau, chaque butée comportant une première pièce (31) fixée sur l'enveloppe de faisceau (6) et comprenant des moyens permettant leur glissement éventuel sur la face interne de l'enveloppe de pression selon ledit axe et des moyens pour faire varier leur dimension radiale par rapport audit axe, chaque butée comportant également une deuxième pièce (32) possédant des moyens pour exercer ladite contrainte de maintien rigide sur la plaque entretoise, des moyens de fixation étant prévus pour immobiliser la deuxième pièce (32) par rapport à l'enveloppe de faisceau après mise en contact de la deuxième pièce (32) et de la plaque-entretoise (13), caractérisé en ce que la deuxième pièce (32) est reliée à la première pièce (31) par des moyens élastiques permettant de la rendre mobile par rapport à cette première pièce selon une direction radiale par rapport audit axe entre une première position correspondant à une dimension radiale minimale de la butée et une seconde position correspondant au contact avec la plaque-entretoise.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première pièce (31) comporte une cavité (35) dans laquelle se loge la deuxième pièce (32) formant piston dans cette cavité.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens élastiques comprennent un fluide insufflé dans la cavité, dans l'espace situé entre la première pièce (31) et la deuxième pièce (32).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit fluide est insufflé par un conduit (42) traversant la deuxième pièce (32).
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens élastiques comprennent un ressort (45) disposé entre la première pièce (31) et la deuxième pièce (32).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens permettant le glissement éventuel d'une butée sur la face interne de l'enveloppe de pression et les moyens pour faire varier leur dimension radiale sont constitués par au moins une vis (38) vissée dans la première pièce (31), le contact entre ladite vis (38) et la face interne de l'enveloppe de pression (1) se faisant selon une extrémité bombée (39) de la vis.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de fixation sont constitués par une soudure effectuée entre la première pièce (31) et la deuxième pièce (32).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le contact entre la deuxième pièce (32) et la plaque-entretoise (13) se fait selon une face de grande portée de la deuxième pièce exerçant une pression sur le chant de la plaque-entretoise.
9. Générateur de vapeur dont le dispositif de maintien radial de l'enveloppe du faisceau de tubes et des plaques-entretoises est réalisé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

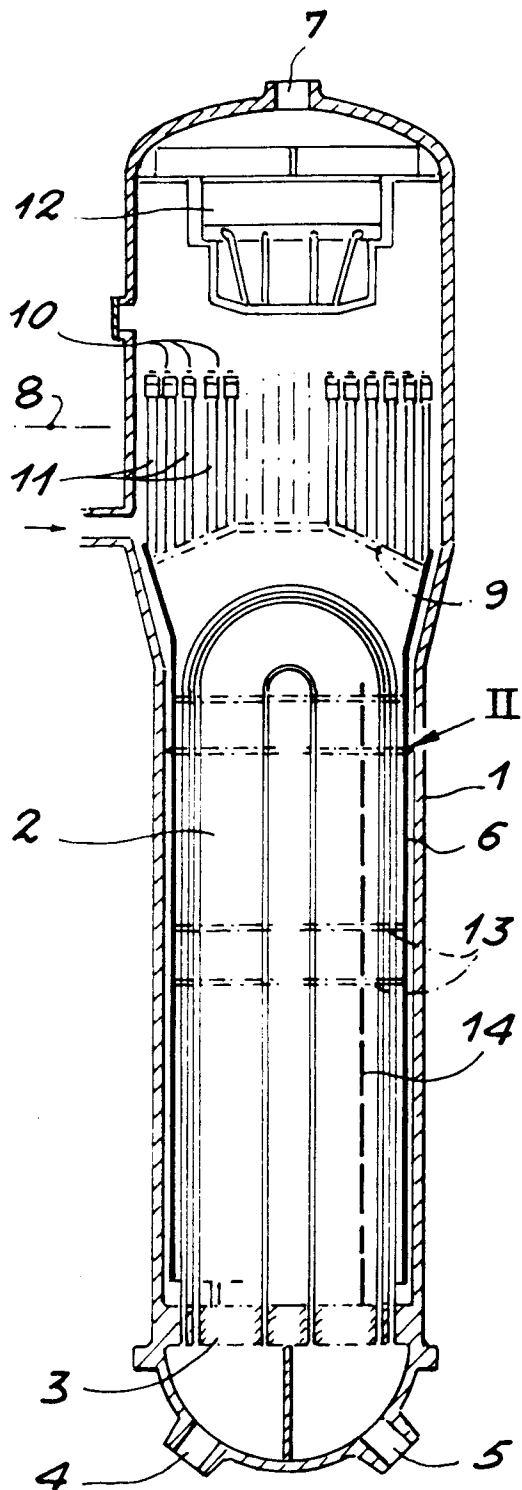


FIG. 1

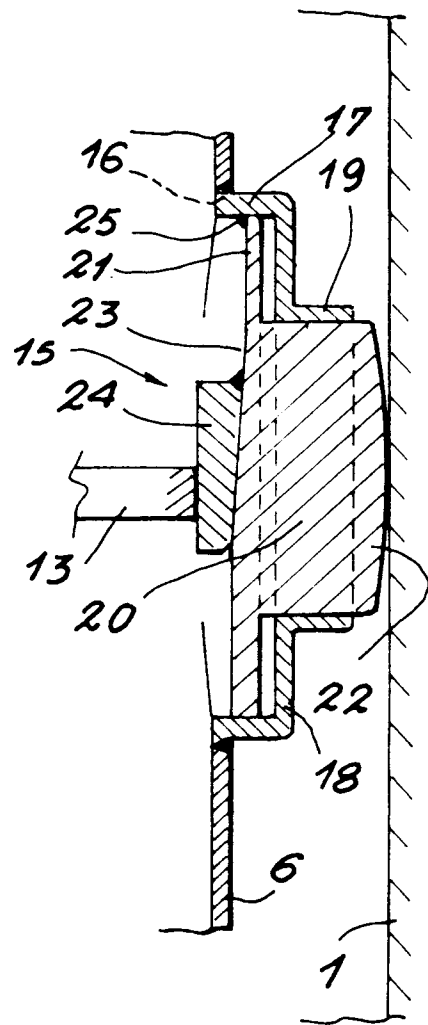
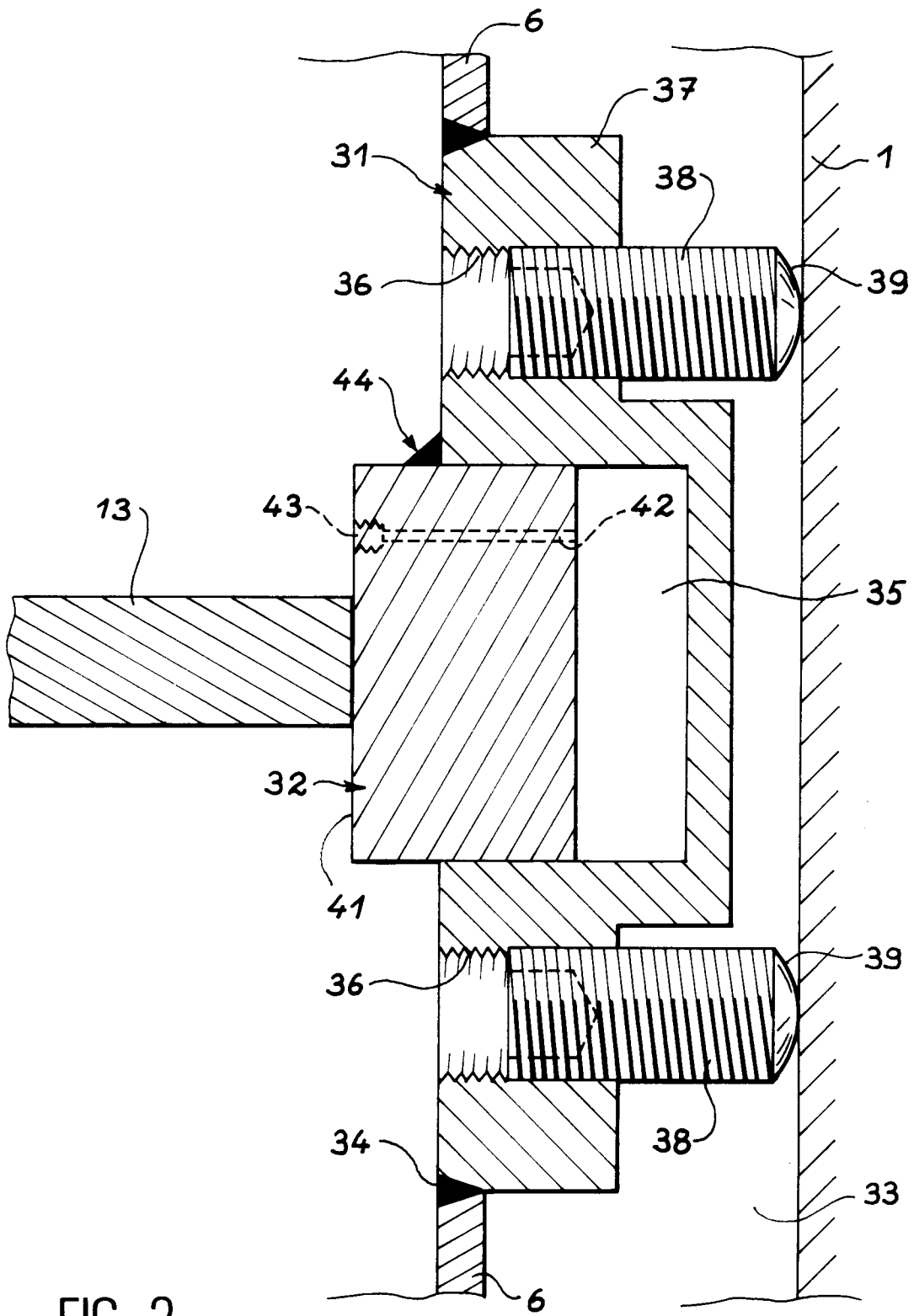


FIG. 2



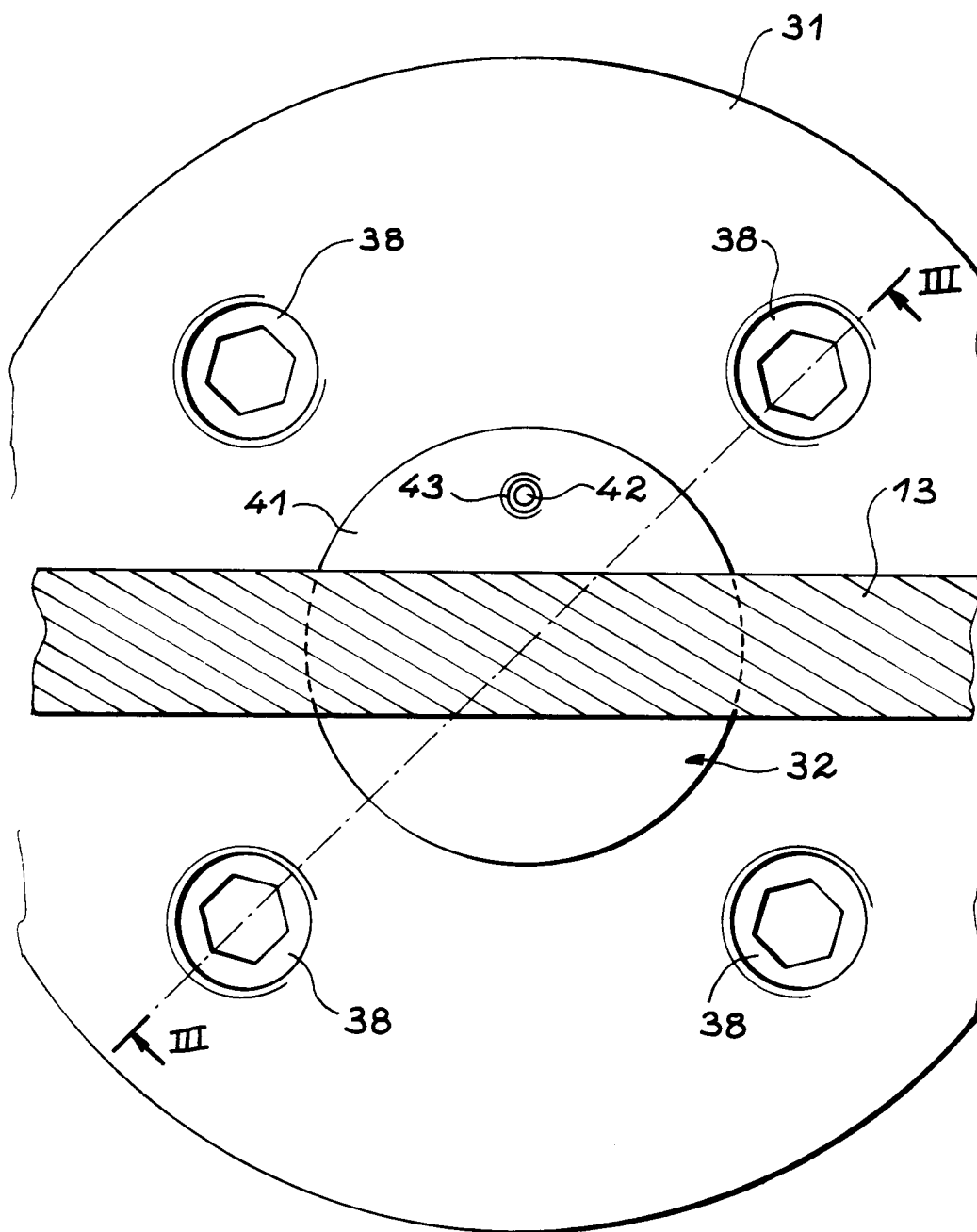


FIG. 4

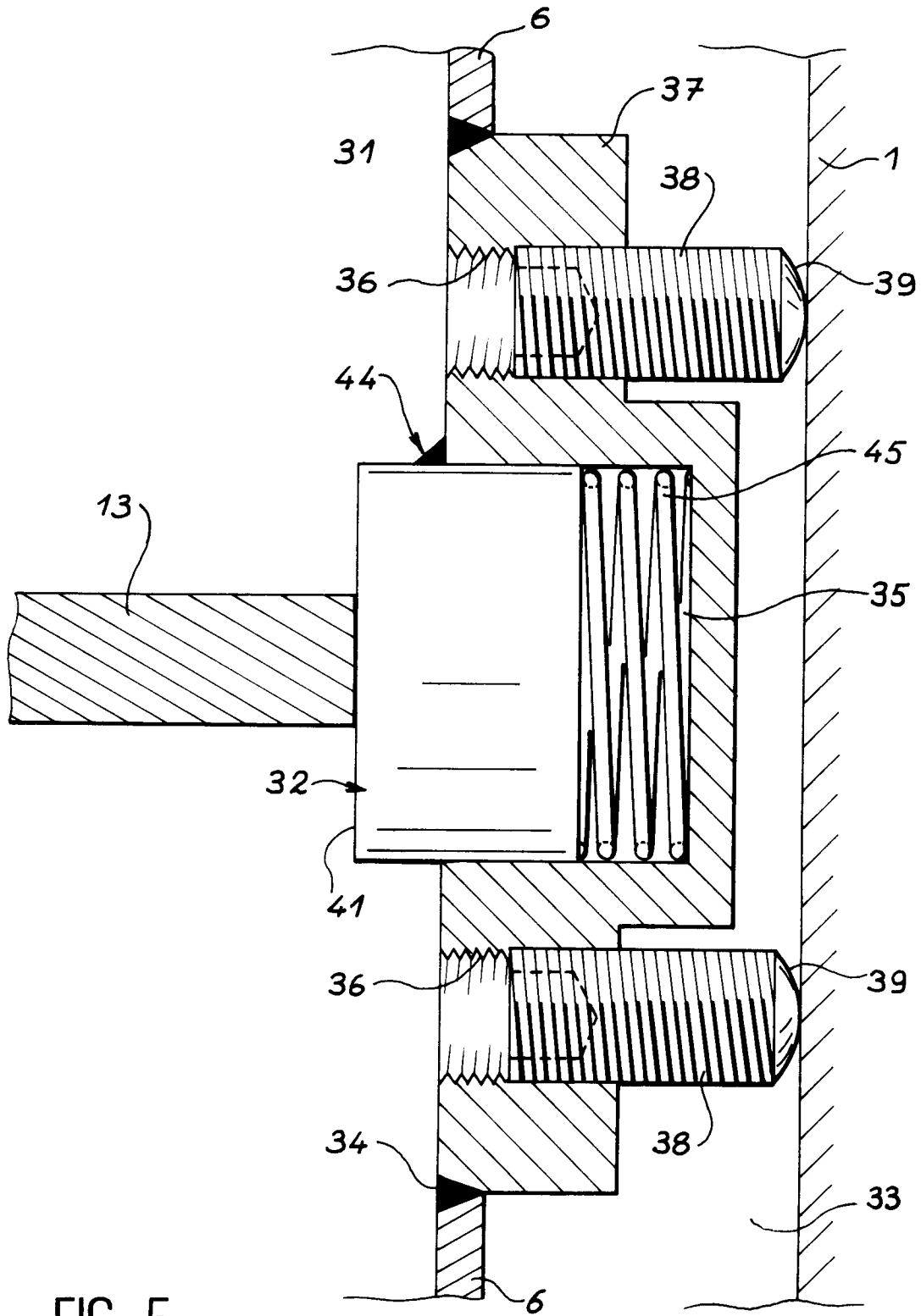


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2296

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,A	US-A-4 690 206 (BEIN) * colonne 4, ligne 31 - ligne 40 * * colonne 12, ligne 37 - ligne 61; figures 9,10 *	1,5,6,8	F22B1/02 F22B37/20
D,A	US-A-4 583 584 (WEPFER) * colonne 2, ligne 53 - colonne 5, ligne 24; figures *	1	
D,A	US-A-4 768 582 (WEPFER) * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F02B F22B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 Décembre 1994	Examineur Mouton, J
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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.92 (P04/C02)