(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 441 697 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91400270.4**

(51) Int. Cl.[5] : **F22B 37/22**, F22B 1/02

(22) Date de dépôt : **05.02.91**

(30) Priorité : **08.02.90 FR 9001472**

(43) Date de publication de la demande :
14.08.91 Bulletin 91/33

(84) Etats contractants désignés :
BE CH DE ES GB LI SE

(71) Demandeur : **FRAMATOME**
Tour Fiat, 1 Place de la Coupole
F-92084 Courbevoie (FR)

(72) Inventeur : **Sundheimer, Patrick**
20, avenue de Bourgogne
F-94100 Saint Maur des Fossés (FR)

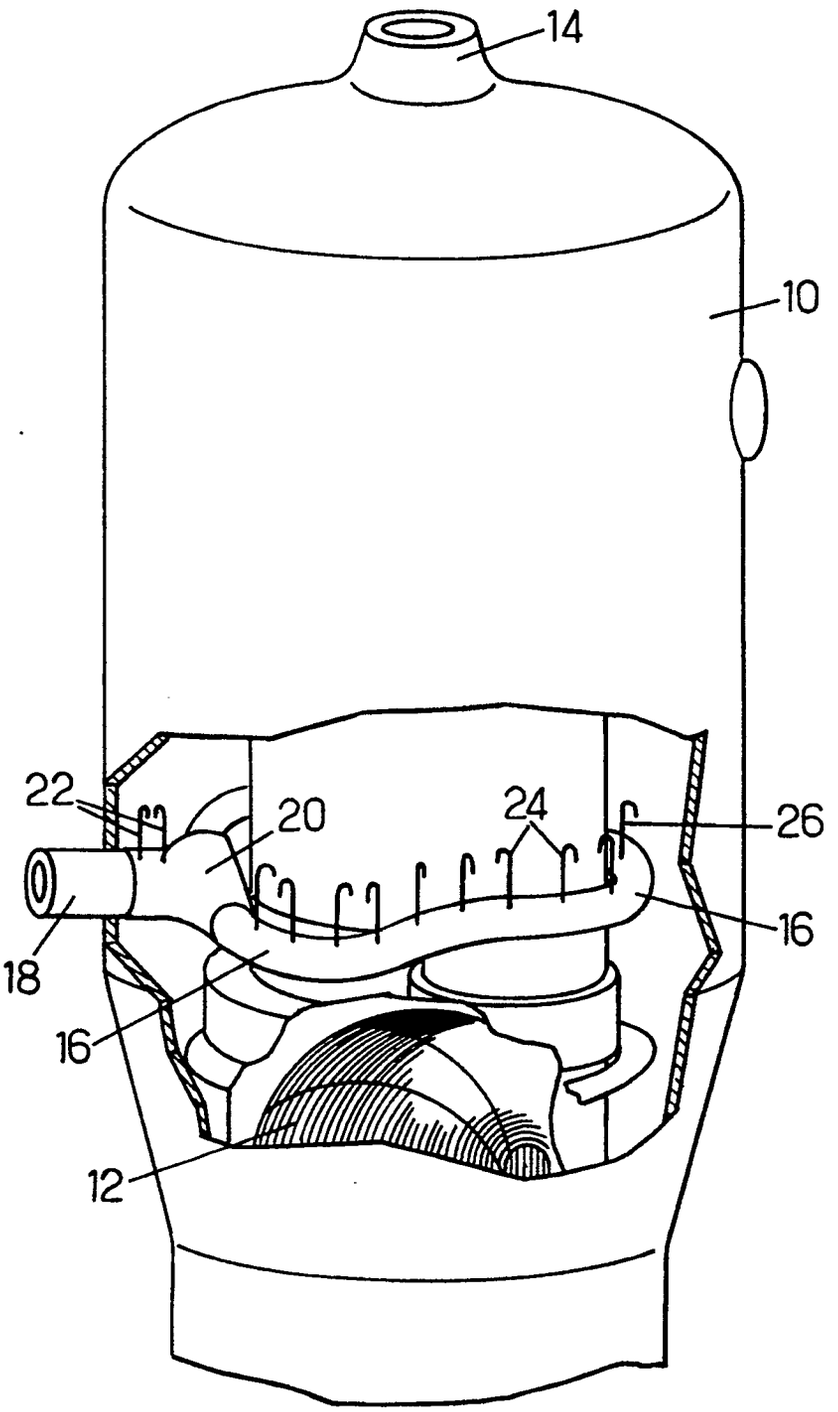
(74) Mandataire : **Fort, Jacques et al**
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam
F-75009 Paris (FR)

(54) Générateur de vapeur à distributeur, en particulier pour centrale nucléaire.

(57) Le générateur de vapeur, utilisable dans une centrale nucléaire à eau sous pression, comprend une enceinte (10) de résistance à la pression contenant un faisceau de tubes d'échange (12) et dont la partie supérieure constitue un ballon de vapeur, enceinte dans laquelle est placé un distributeur (16) de forme au moins approximativement torique, relié à une conduite (18) d'amenée d'eau alimentaire traversant la paroi de l'enceinte et muni de moyens de répartition destinés à déverser l'eau alimentaire dans l'enceinte, constitués par des tubulures en crosse raccordées à la génératrice supérieure du distributeur. Les tubulures en crosse (24, 26) sont réparties à intervalles angulaires égaux et présentent, au moins localement, une section intérieure différente selon leur emplacement sur le distributeur (16).

EP 0 441 697 A1

FIG.1.



GENERATEUR DE VAPEUR A DISTRIBUTEUR, EN PARTICULIER POUR CENTRALE NUCLEAIRE

L'invention concerne les générateurs de vapeur du type comprenant une enceinte de résistance à la pression contenant un faisceau de tubes d'échange et dont la partie supérieure constitue un ballon de vapeur, enceinte dans laquelle est placé un distributeur de forme au moins approximativement torique, relié à une conduite d'amenée d'eau alimentaire traversant la paroi de l'enceinte et muni de moyens de répartition destinés à déverser l'eau alimentaire dans l'enceinte, constitués par des tubulures en crosse raccordées à la génératrice supérieure du distributeur.

L'invention trouve une application particulièrement importante dans les centrales nucléaires qui comportent un générateur de vapeur dont le faisceau de tubes d'échange est parcouru par le fluide primaire du réacteur.

Lors du fonctionnement normal du réacteur, la surface libre de l'eau alimentaire dans l'enceinte est au-dessus de la conduite et du distributeur et la vitesse de l'eau dans la conduite est relativement élevée. Le fonctionnement est alors satisfaisant. Il peut au contraire être perturbé dans diverses conditions temporaires exceptionnelles

On a déjà proposé des générateurs de vapeur aménagés pour atténuer les perturbations. Le document FR-A-2 333 200 (Westinghouse Electric Corporation) décrit un générateur dans lequel, parmi les tubulures d'écoulement en forme de crosse ou de J renversé qui permettent au distributeur de rester rempli d'eau alimentaire, l'une au moins, proche de la conduite d'amenée d'eau, est plus courte que les autres et évite que de la vapeur ne soit emprisonnée dans le distributeur. Les tubes d'échange du faisceau étant en forme d'épingle à cheveux verticale avec une branche d'entrée "chaude" et une branche de sortie "froide", les tubulures sont réparties avec un intervalle plus faible sur la portion du distributeur qui surmonte la branche chaude que sur la portion du distributeur qui surmonte la branche froide. La grande dissymétrie de répartition des ouvertures rend cette disposition défavorable à la résistance à la fatigue du distributeur torique. La fabrication est par ailleurs compliquée par la disposition très rapprochée des tubulures au-dessus de la branche chaude.

On connaît également (demande de brevet FR n° 87 13296 de la demanderesse) un générateur de vapeur qui se différencie notamment du précédent en ce que les tubulures ont une paroi entaillée hors du distributeur torique, ce qui permet d'éviter les coups de bélier dans la conduite d'amenée d'eau alimentaire. Ce document ne traite pas du problème posé par la présence de branches chaudes et de branches froides des tubes d'échange.

L'invention vise à fournir un générateur de vapeur du type ci-dessus défini, dont les tubes d'échange présentent une branche froide et une branche chaude qui doit être soumise à un refroidissement plus intense que l'autre, répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il ne présente pas de dissymétrie de répartition des tubulures et a en conséquence une meilleure résistance à la fatigue et une fabrication plus simple.

Dans ce but, l'invention propose notamment un générateur caractérisé en ce que les tubulures en crosse sont réparties à intervalles angulaires égaux et présentent, au moins localement, une section intérieure différente selon leur emplacement sur le distributeur.

Dans la pratique, les tubulures auront généralement l'un ou l'autre de deux diamètres intérieurs, au moins sur une fraction de leur longueur, les tubulures placées au-dessus des branches chaudes ayant le diamètre le plus important, tandis que les tubulures placées au-dessus des branches froides ont un diamètre plus faible. Lorsque, ce qui est fréquemment le cas, le rapport des débits à fournir au-dessus des branches chaudes et froides est de 80/20 environ, le rapport entre les diamètres peut être de 2/1.

Les tubulures sont en règle générale orientées radialement, dans des sens alternés. Cette disposition permet de donner au distributeur approximativement torique un diamètre hors tout plus faible que lorsque les tubulures sont toutes dirigées vers l'intérieur. La diminution possible de diamètre peut encore être accrue en dirigeant le débouché des tubulures en crosse non pas verticalement, mais obliquement, avec une pente par rapport à la verticale généralement comprise entre 5° et 30°.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la Figure 1 est une vue en perspective d'une fraction d'un générateur de vapeur conforme à l'invention ;
- la Figure 2 est une vue en plan du distributeur d'eau alimentaire et de la conduite d'alimentation équipant le générateur de la Figure 1 ;
- les Figures 3, 4 et 5 sont des vues schématiques en coupe suivant les lignes III-III, IV-IV et V-V de la Figure 2 ;
- la Figure 3A, similaire à la Figure 3, montre une variante de réalisation ;
- les Figures 6 et 7, similaires à la Figure 3A, montre d'autres variantes.

Le générateur de vapeur montré en Figure 1 a une constitution générale bien connue, utilisée à l'heure actuelle dans les centrales nucléaires compor-

tant un réacteur à eau sous pression. Cette constitution générale apparaît par exemple dans le document FR-A-2 333 200 déjà mentionné L'échangeur comprend une enceinte 10 de résistance à la pression, contenant un faisceau de tubes d'échange 12 en épingle à cheveux et dont la partie supérieure constitue un ballon de vapeur muni d'une tubulure 14 de sortie de vapeur. Dans l'enceinte est placée un distributeur 16 de forme générale torique, pouvant ou non présenter des lobes. Une conduite 18 d'amenée d'eau alimentaire au distributeur 16 présente une partie droite et horizontale fixée à un manchon (non représenté) de traversée de l'enceinte 10. Elle se prolonge par un tronçon 20 de liaison avec le distributeur 16, formant un té de raccordement. La conduite 18 est munie d'une alimentation principale qui reçoit de l'eau, préchauffée ou non, et une conduite d'amenée d'eau de secours, fermée en fonctionnement normal (non représentées).

Le té de raccordement 20 est fixé, par exemple par soudage, d'une part, à la conduite d'amenée 18, d'autre part, aux extrémités du distributeur 16. La conduite d'amenée 18 ou la portion du té placé en amont des bras de raccordement avec le distributeur 16 contient avantageusement un déflecteur à aubes hélicoïdales du genre décrit dans le document EP-A-0 210 895, qui évite ou au moins diminue le risque de coup de bélier. Deux tubes en crosse sont avantageusement prévus sur le té de raccordement 20. Ils ont une forme en J renversé dont le jambage s'ouvre dans le té de raccordement, au niveau de la génératrice supérieure de ce dernier. Les deux tubes en crosse 22 sont identiques, mais dirigés dans des sens opposés transversalement au plan médian du distributeur 16, avec un décalage longitudinal. Ces tubes peuvent, classiquement, avoir une boucle en demi-cercle, comme indiqué sur la Figure 3. Mais, comme indiqué en Figure 3A, la boucle du J peut n'être pas complète, pour que la direction de sortie de l'eau alimentaire présente une pente sur la verticale qui sera alors généralement comprise entre 5 et 30° et permette notamment de diriger les filets d'eau dans une direction telle qu'ils ne viennent pas frapper la paroi du té de raccordement 20.

Les tubes en crosse 22 sont placés en aval du déflecteur, lorsqu'un déflecteur est prévu.

Le distributeur 16 se présente, dans le mode de réalisation représenté, sous forme d'un anneau à section constante, ayant une symétrie de révolution autour d'un axe confondu avec celui de l'enceinte 10. Le plan horizontal médian du distributeur 16 est au même niveau que celui de la conduite d'amenée 18 mais son diamètre est plus faible, étant donné que le débit amené par la conduite se répartit entre les deux sorties du té de raccordement 20.

Les tubulures en crosse sont réparties à intervalles angulaires égaux sur le distributeur. Ces tubulures, au nombre de seize dans le mode de réalisation illustré, ont toutes une forme en J renversé et sont dirigées radialement. Mais elles ont des sens alternés. Du fait de la protection assurée par le déflecteur (ou les déflecteurs) placés dans le té de raccordement 20 ou dans la conduite 18, il sera souvent possible de donner au distributeur la forme exactement torique montrée en Figure 2. Les tubulures 24 placées au-dessus des branches froides des tubes d'échange ont un diamètre interne $\underline{d}$ inférieur au diamètre interne D des tubulures 26 qui débouchent au-dessus des branches chaudes. Souvent, un diamètre D approximativement égal à 2d donnera de bons résultats. Souvent également, il sera possible d'adopter pour le diamètre interne d0 des tubulures 22 une valeur égale à celle de $\underline{d}$.

Comme les tubulures 22, les tubulures 24 et 26 peuvent avoir soit une crosse en demi-cercle, soit - comme indiqué sur les Figures 4 et 5 - une crosse incomplète, en ce sens que le débouché est orienté de façon que les filets d'eau qui sortent des tubulures aient une inclinaison $\underline{a}$ sur la verticale comprise entre 5° et 30°. Cette disposition permet, du fait de la divergence de l'écoulement à partir de l'ensemble distributeur-tubulure, de donner au distributeur un diamètre nettement inférieur à celui de l'enceinte 10. Les tubulures 22 se substituent aux tubulures réparties circonférentiellement, sur le té de raccordement 20.

Comme le montrent les Figures 3, 3A, 4 et 5, le point haut de chacune des tubulures 22, 24 et 26 est au même niveau, quelle que soit la section droite du composant auquel elle est fixée.

Pour standardiser davantage les tubulures et réduire le nombre de modèles, la différence de section entre tubulures peut n'affecter qu'une partie de la longueur des tubulures ; toutes les tubulures ont alors le même diamètre interne, réduit localement par un diaphragme. Dans le cas illustré sur les Figures 6 et 7, un tronçon terminal de réglage de section est rapporté. Le tronçon terminal 28 de la Figure 6 constitue un anneau à surface externe cylindrique et surface interne convergente fixé, par exemple par soudage ou brasage, sur la face terminale de la tubulure. Le tronçon terminal de la Figure 7 se différencie du précédent en ce qu'il comporte une lèvre annulaire 30 de soudage à une lèvre similaire prévue sur la tubulure.

Revendications

1. Générateur de vapeur comprenant une enceinte (10) de résistance à la pression contenant un faisceau de tubes d'échange (12) et dont la partie supérieure constitue un ballon de vapeur, enceinte dans laquelle est placé un distributeur (16) de forme au moins approximativement torique, relié à une conduite (18) d'amenée d'eau alimentaire traversant la paroi de l'enceinte et muni de moyens de répartition destinés à déverser

l'eau alimentaire dans l'enceinte, constitués par des tubulures en crosse raccordées à la génératrice supérieure du distributeur, caractérisé en ce que les tubulures en crosse (24, 26) sont réparties à intervalles angulaires égaux et présentent, au moins localement, une section intérieure différente selon leur emplacement sur le distributeur (16).

2. Générateur de vapeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubulures (26) placées au-dessus des branches chaudes ont un diamètre interne à peu près double de celui des autres tubulures (24).

3. Générateur de vapeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que toutes les tubulures ont le même diamètre interne, sauf dans un embout terminal rapporté (28).

4. Générateur de vapeur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'embout terminal a une surface interne convergeant vers la sortie.

5. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tubulures sont orientées radialement, dans des sens alternés.

6. Générateur de vapeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le débouché des tubulures en crosse est oblique avec une pente par rapport à la verticale généralement comprise entre 5° et 30°.

FIG.1.

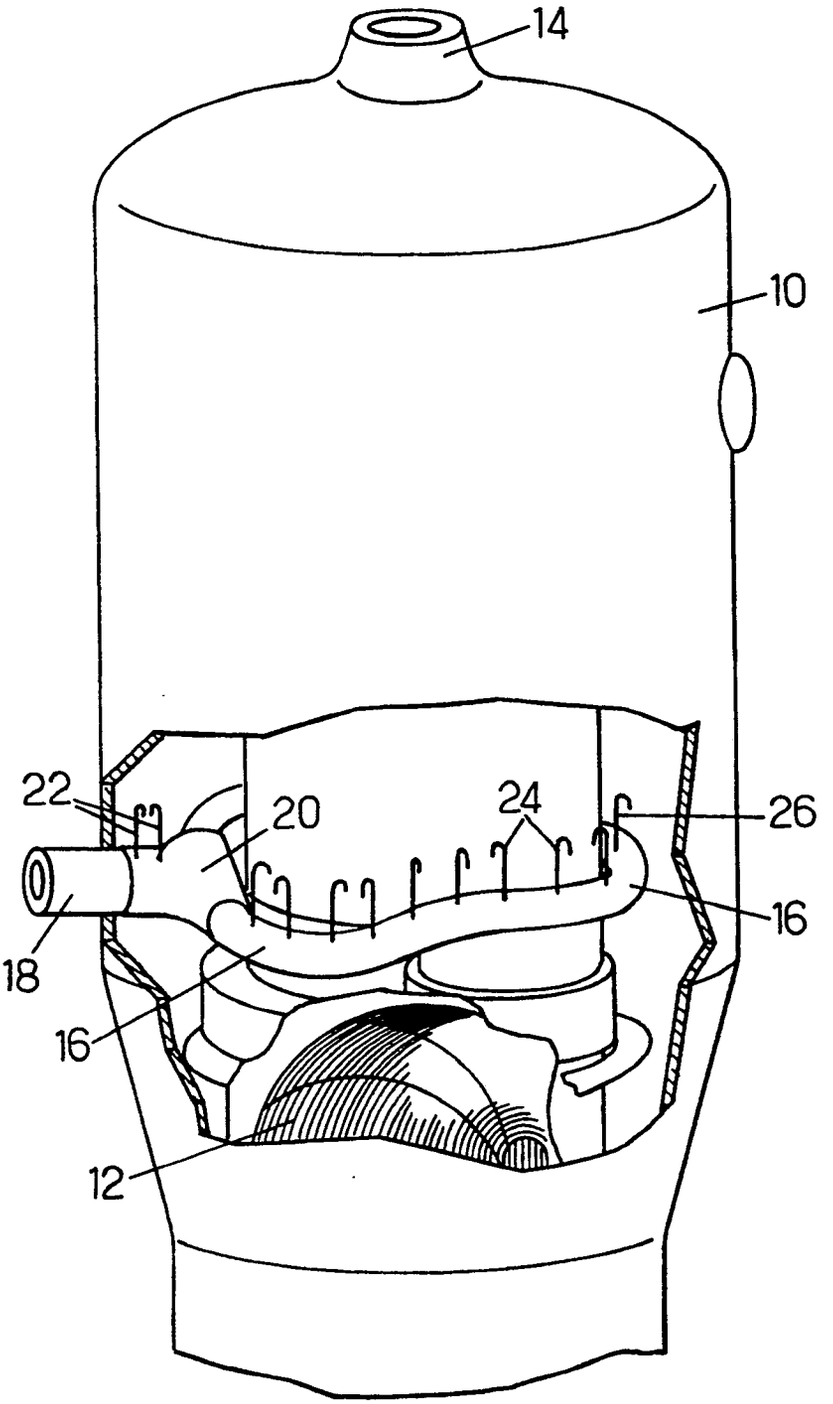


FIG. 2

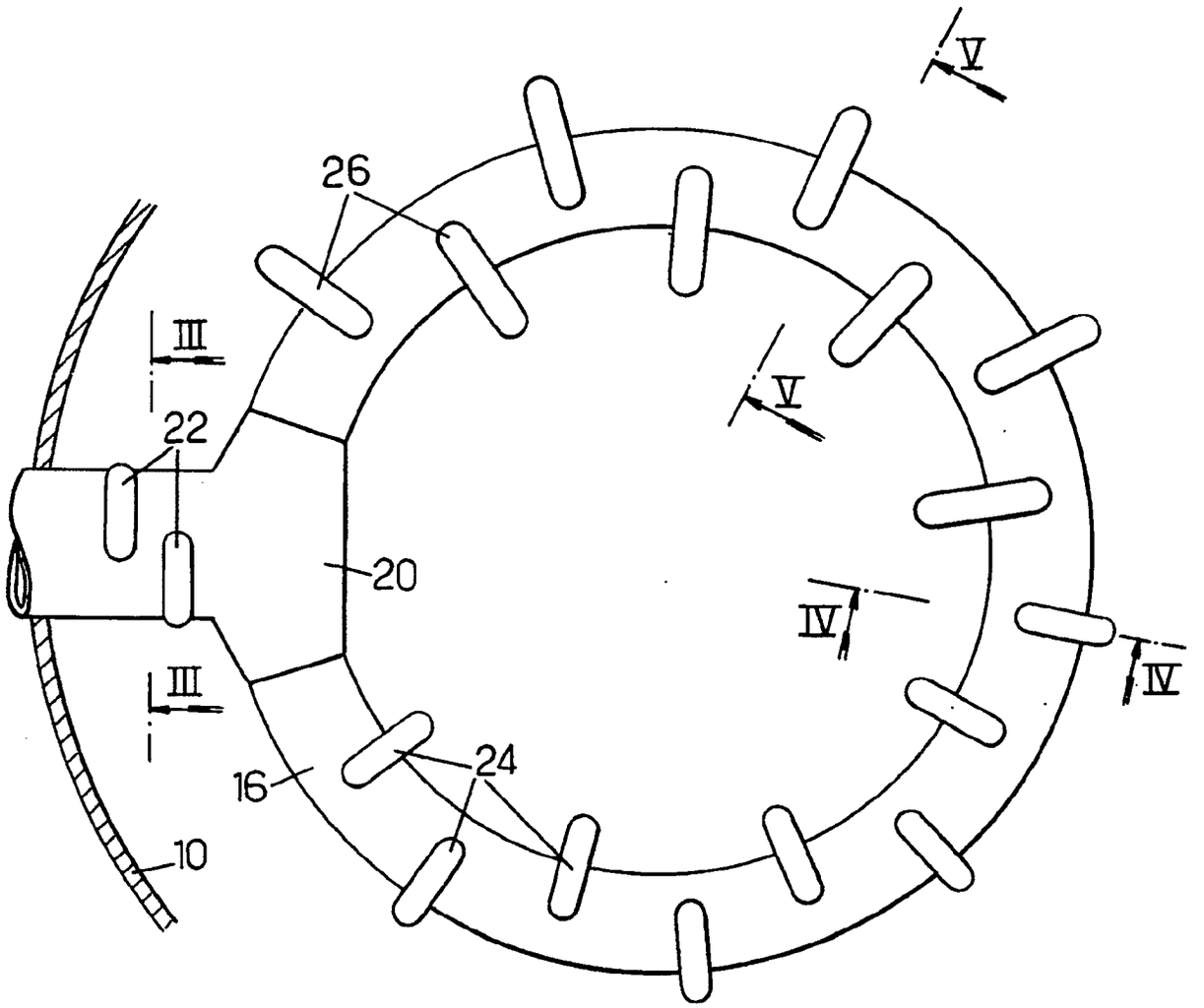


FIG. 3A.

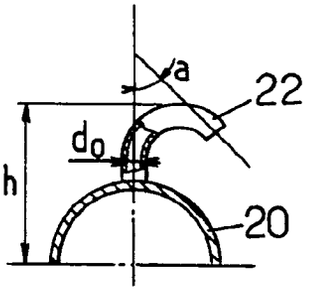


FIG. 4.

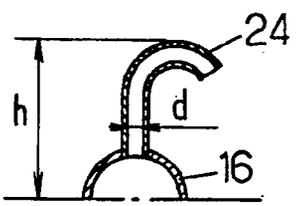


FIG. 5.

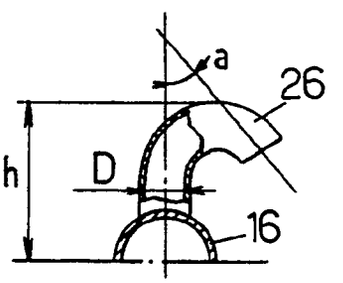


FIG. 3.

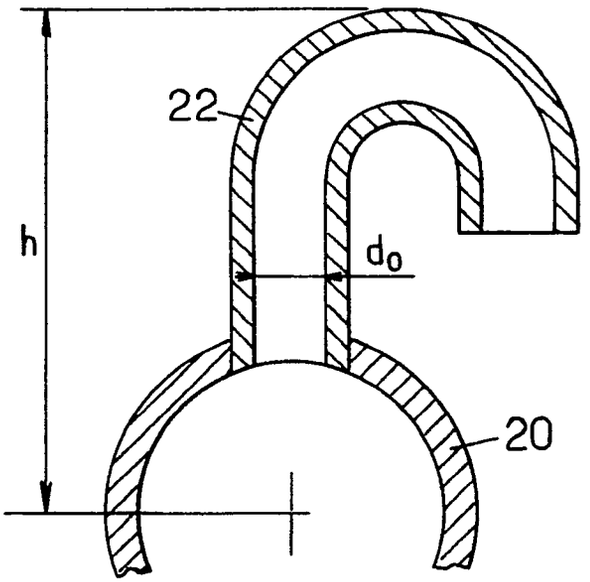


FIG. 6.

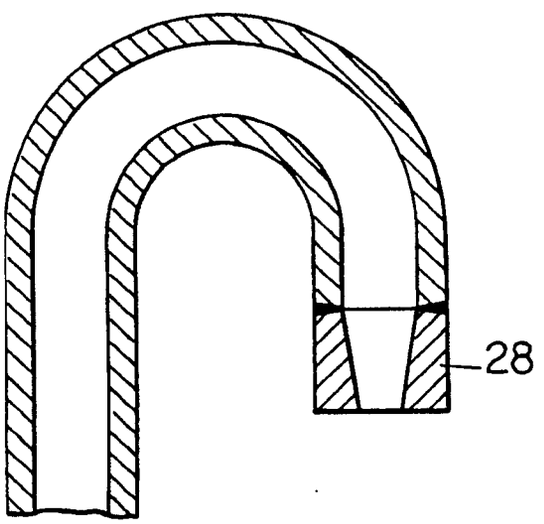
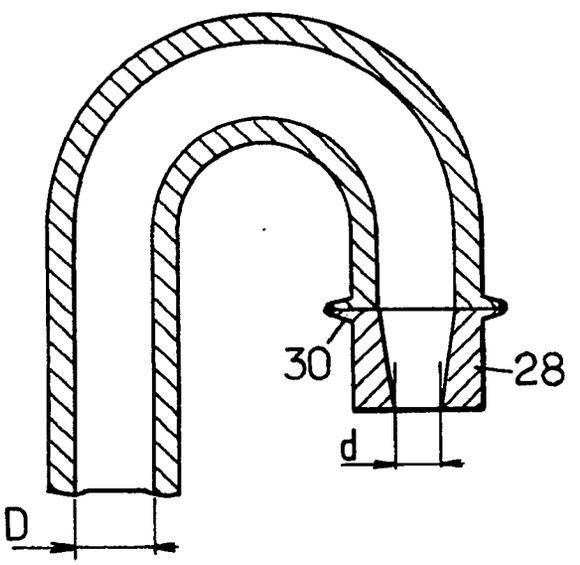


FIG. 7.



Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0270

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.5)
A	EP-A-161894 (WESTINGHOUSE) * abrégé; figures * ---	1	F22B37/22 F22B1/02
A	US-A-4037569 (WESTINGHOUSE) * colonne 2, lignes 48 - 67; figures * ---	1	
A	EP-A-35450 (FRAMATOME) -----		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

F22B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	15 AVRIL 1991	VAN GHEEL J.U.M.

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

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)