



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt : **92403343.4**

⑮ Int. Cl.⁵ : **F22B 37/00, F22B 37/26,
G21F 7/06**

⑭ Date de dépôt : **09.12.92**

⑯ Priorité : **10.12.91 FR 9115264**

⑰ Inventeur : **Dohlen, Gérard
6, rue du Château d'eau
F-77250 Ecuelles (FR)**
Inventeur : **Chapuzy, Jean-Jacques
19, Les Cotages
F-77250 Veneux Les Sablons (FR)**

⑯ Date de publication de la demande :
16.06.93 Bulletin 93/24

⑰ Mandataire : **Martin, Jean-Jacques et al
Cabinet REGIMBEAU 26, Avenue Kléber
F-75116 Paris (FR)**

⑯ Etats contractants désignés :
BE CH DE ES GB IT LI NL SE

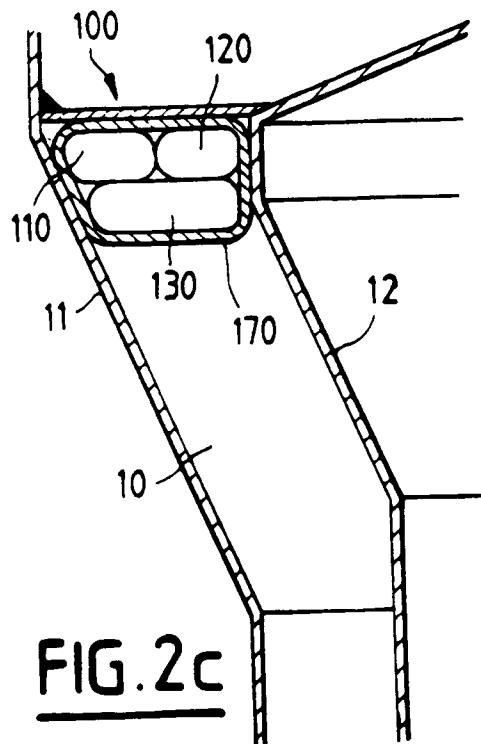
⑰ Demandeur : **ELECTRICITE DE FRANCE
Service National
2, rue Louis Murat
F-75008 Paris (FR)**

⑲ **Plancher de travail, notamment pour générateur de vapeur de centrales nucléaires.**

⑳ Plancher de travail, destiné notamment à obturer un espace vide (10) dans un générateur de vapeur d'une centrale nucléaire.

Selon l'invention, ledit plancher de travail comporte au moins un élément gonflable (100) d'obturation comprenant au moins une vessie gonflable (110, 120, 130) enfermée dans une enveloppe (170) de protection.

Application à la surveillance et à la maintenance des générateurs de vapeur de centrales nucléaires.



La présente invention concerne un plancher de travail, destiné notamment à obturer un espace vide dans un générateur de vapeur d'une centrale nucléaire.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de la surveillance et de la maintenance des générateurs de vapeur de centrales nucléaires.

Actuellement, les générateurs de vapeur précités présentent des espaces vides tels que l'espace annulaire situé à proximité du tore d'alimentation en eau, dans la partie haute du faisceau de tubes, ou encore tels que les orifices de la zone de sortie des séparateurs cyclones des sécheurs, également situés dans la partie haute des générateurs de vapeur.

Il arrive très fréquemment que, lors de travaux de maintenance ou de simples inspections, des objets ou des outils comme des burins, tournevis, baguettes de soudure, grains de soudure ou de la limaille, etc., tombent à travers lesdits espaces vides, notamment l'espace annulaire de la partie haute du faisceau de tubes, pour atteindre la plaque à tubes dans la partie basse du générateur de vapeur. Outre qu'ils ne peuvent être récupérés compte tenu de la hauteur de l'installation, ces objets migrants risquent de détériorer la plaque à tubes.

Pour limiter ces inconvénients, on a généralement recours à un plancher de travail constitué par une plateforme en bois maintenue dans l'espace annulaire par exemple, grâce à des coins également en bois. Toutefois, l'expérience a montré que ce matériel laisse des passages importants sur toute la périphérie du plancher et, de ce fait, n'est pas efficace contre la chute des objets vers la plaque à tubes. De plus, ce type de plancher demande un temps de mise en place excessif, environ 1h30, sous un débit de dose élevé.

Le brevet US-A-4 703 936 décrit un dispositif de contrôle du niveau de l'eau dans un espace annulaire délimité entre une enveloppe interne et une enceinte externe d'un générateur de vapeur d'une centrale nucléaire. De façon plus précise, ce dispositif vise à dégager l'espace annulaire de la présence de l'eau qui s'y trouve en conditions normales (cette eau fait écran de protection contre les radiations nucléaires provenant des contaminants radioactifs se déposant sur les parois internes des tubes échangeurs et contenus dans l'eau primaire chauffée dans le cœur du réacteur nucléaire). A cet effet, le dispositif de contrôle du niveau d'eau comporte un tube élastomère, plein ou creux (dans ce dernier cas, le tube est gonflable par de l'air comprimé). Ce tube est destiné à obturer une ouverture mettant en conditions normales l'espace annulaire évoqué plus haut en communication avec l'enveloppe interne du générateur, c'est-à-dire qu'il est destiné à maintenir dans l'espace annulaire le niveau de l'eau au-dessous du niveau existant dans cette enveloppe interne, de manière à per-

mettre l'accès des personnes chargées de la maintenance dans l'espace annulaire. Ce tube éventuellement gonflable est essentiellement un joint d'étanchéité et non pas un plancher de travail. Au demeurant, ce tube ne constitue pas non plus une barrière efficace contre la chute d'outils de travail, une telle barrière étant définie par un tube métallique toroïdal disposé au-dessus du tube faisant joint d'étanchéité. Or, dans le brevet américain, le plancher de travail constituant une barrière contre la chute d'outils de travail est essentiellement constitué par ce tube métallique toroïdal.

Le fait que ce joint d'étanchéité toroïdal ne peut pas être considéré efficace ni en tant que barrière contre la chute d'outils de travail, ni en tant que plancher de travail, - notamment en rapport avec l'espace annulaire de la partie haute du faisceau de tubes situé à proximité du tore alimentaire du générateur de vapeur -, revient à dire que le problème technique visant à réaliser un plancher de travail conforme au préambule, qui présenterait, notamment, une efficacité absolue contre la chute d'objets, ainsi qu'une mise en place rapide et aisée, n'a pas reçu de solution efficace dans l'art antérieur. La présente invention s'est donc donné pour but d'apporter une solution efficace à ce problème technique.

La solution au problème technique posé consiste, selon la présente invention, en ce que ledit plancher de travail comporte au moins un élément gonflable d'obturation comprenant au moins une vessie gonflable enfermée dans une enveloppe de protection.

Ainsi, sous l'effet de la pression, l'élément gonflable d'obturation occupe totalement l'espace où il est installé, ce qui assure une étanchéité totale aux objets migrants. D'autre part, la mise en place du plancher de travail selon l'invention est particulièrement rapide et facile puisqu'aucun outillage particulier ni procédure complexe n'est exigé. La Demanderesse a effectué des essais qui ont montré qu'une dizaine de minutes suffisait pour l'installation du plancher de travail de l'invention.

Il faut également remarquer que, contrairement à la plateforme de bois classiquement utilisée, le plancher de travail conforme à l'invention peut être très facilement décontaminé et réutilisé autant de fois que nécessaire. De plus, une fois vidé et plié, il est peu encombrant et aisément transportable.

Dans un premier mode de mise en oeuvre du plancher de travail selon l'invention, il est prévu que, ledit espace vide étant un espace annulaire limité par deux parois, ledit plancher de travail comporte au moins un élément gonflable d'obturation torique destiné à être placé dans ledit espace annulaire entre lesdites parois. Des essais réalisés par la Demanderesse ont permis de conclure qu'après avoir été gonflé sous une pression suffisante, 300 mb par exemple, l'élément gonflable ne subissait aucun glissement même sous des charges importantes, que les parois

de l'espace annulaire soient sèches ou humides.

Cette résistance au déplacement de l'élément gonflable d'obturation peut être mise à profit, lors de l'application de l'invention à la maintenance du tore alimentaire par exemple, pour amener le niveau d'eau à une hauteur maximale de façon à assurer la protection naturelle la plus élevée possible contre les radiations. Cet avantage ne pourrait être atteint avec le traditionnel plancher de bois qui exige au contraire une garde d'eau importante de manière à éviter qu'il ne puisse flotter.

Selon une variante du premier mode de mise en oeuvre précité permettant une mise en place encore plus rapide, l'édit plancher de travail comporte une pluralité d'éléments gonflables d'obturation en forme d'arcs de tore, les extrémités desdits éléments gonflables étant munies de moyens de raccordement destinés à mettre en communication les vessies gonflables homologues des éléments gonflables d'obturation.

Du fait de la discontinuité existant entre les éléments gonflables, cette variante de réalisation présente l'avantage de pouvoir amener le niveau d'eau au-dessus du plancher de travail lui-même et donc d'augmenter la protection des personnels qui devraient alors seulement être équipés de bottes ou tout autre vêtement imperméable.

Dans le but de contrôler la hauteur d'eau, au moins un élément gonflable d'obturation comporte en partie inférieure un détecteur de niveau d'eau.

De façon à garantir une plus grande sécurité, notamment en cas de crevaison, il y a avantage, selon la présente invention, à ce que chaque élément gonflable d'obturation comporte une pluralité de vessies gonflables indépendantes formant au moins une configuration superposée. De cette manière, si par exemple un objet venait à percer une vessie supérieure de la configuration superposée, la stabilité du plancher de travail conforme à l'invention resterait parfaitement maintenue par les vessies gonflables en position inférieure dans ladite configuration superposée.

Toujours au titre d'une sécurité maximale, l'invention prévoit que lesdites vessies gonflables sont reliées à des moyens d'asservissement de la pression. Ainsi, il est assuré que, même en cas de pertes, lesdites vessies restent toujours gonflées à la pression de consigne. Cette disposition présente également l'avantage, lorsque les pertes sur une vessie sont très importantes (crevaison par exemple), de permettre aux autres vessies de combler immédiatement l'espace laissé libre par la vessie endommagée.

Dans un deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention, l'édit espace vide étant formé par au moins un orifice, l'édit plancher de travail comporte un élément gonflable d'obturation comprenant, d'une part, une pluralité de vessies gonflables, et, d'autre part, en partie inférieure, une vessie gonflable de centrage

sur l'édit orifice.

Ce dernier mode de mise en oeuvre est particulièrement bien adapté aux visites d'inspection de la zone située à la sortie des séparateurs cyclones des générateurs de vapeur.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

La figure 1a est une vue générale en coupe d'un générateur de vapeur d'une centrale nucléaire.

La figure 1b est une vue détaillée en coupe d'un espace annulaire destiné à être obturé par le plancher de travail conforme à l'invention.

La figure 2a est une vue partielle en perspective d'un plancher de travail selon l'invention destiné à obturer l'espace annulaire de la figure 1b.

La figure 2b est une vue en coupe du plancher de travail de l'invention installé dans l'espace annulaire de la figure 1b.

La figure 2c est une vue en coupe d'une variante de réalisation du plancher de travail de la figure 2b.

La figure 3 est un schéma d'un système d'asservissement de la pression pour le plancher de travail de la figure 2a.

La figure 4a est une vue de dessus de la zone de sortie d'un séparateur cyclone d'un générateur de vapeur conforme à la figure 1a.

La figure 4b est une vue de dessus d'un plancher de travail pour obturer les orifices de la zone de sortie montrée sur la figure 4a.

La figure 4c est une vue de face du plancher de travail de la figure 4b.

La figure 1a montre, en coupe, un générateur de vapeur de centrale nucléaire. Ce générateur de vapeur présente un certain nombre d'espaces vides à travers lesquels peuvent tomber des objets ou outils de toutes sortes portés par le personnel d'inspection ou de maintenance dudit générateur. C'est le cas notamment de l'espace annulaire 10 situé à proximité du tore alimentaire 30 et du chignon 40 de tubes, et représenté de façon agrandie sur la figure 1b. Lors d'une intervention sur le tore alimentaire 30, des objets migrants traversant l'espace annulaire 10 peuvent atteindre et détériorer la plaque 50 à tubes à la partie inférieure du générateur de vapeur.

Comme l'illustrent les figures 2a, 2b et 2c, le trou annulaire 10 est obturé à l'aide d'un plancher de travail formé d'une pluralité d'éléments gonflables 100 d'obturation qui peuvent être au nombre de 3 par exemple formant des arcs de tore de 120°. Bien entendu, on peut également envisager que le plancher de travail soit constitué d'un élément gonflable d'obturation unique occupant le trou annulaire 10 sur toute sa périphérie.

Les éléments gonflables 100 sont destinés à être placés dans l'espace annulaire 10 entre les parois 11 et 12 qui le limitent. Ainsi qu'on peut le voir plus par-

ticulièremment sur les figures 2b et 2c, ces éléments gonflables 100 comprennent une pluralité de vessies gonflables 110, 120, 130 indépendantes enfermées dans une enveloppe 170 de protection.

De façon pratique, ladite enveloppe 170 de protection est réalisée en polyuréthane sans soufre, sans chlore ou autre halogène, de façon à éviter le problème de corrosion sous tension. Par contre, les vessies gonflables peuvent être en vynile souple. Les figures 2a et 2b montrent que l'enveloppe 170 se prolonge par des bavettes latérales 141, 142 destinées à s'appliquer contre les parois 11, 12 délimitant l'espace annulaires 10. Ces bavettes garantissent une parfaite étanchéité sur les bords du trou annulaire et facilitent, par simple rabattement, le nettoyage du plancher de travail.

Comme l'indique la figure 2a en relation avec la figure 2b, dans le cas d'une pluralité d'éléments gonflables d'obturation, les extrémités desdits éléments gonflables 100 sont munies de moyens 151, 152, 153 de raccordement destinés à mettre en communication les vessies gonflables 110, 120, 130 homologues des éléments gonflables d'obturation.

On peut observer sur les figures 2b et 2c que, pour chaque élément gonflable 100, les vessies gonflables indépendantes 110, 120, 130 forment au moins une configuration superposée. Cette disposition présente l'avantage d'assurer le maintien du plancher de travail même lorsque la (les) vessie(s) gonflable(s) de la partie supérieure de la configuration superposée viendrait(en)t à être crevée(s) à la suite d'un incident quelconque.

De façon à éviter ce type d'incident, et comme on peut le voir sur la figure 2b, il est avantageusement prévu que le plancher de travail selon l'invention comporte un élément rigide 160 de protection superposé à chaque élément gonflable 100 d'obturation, par l'intermédiaire par exemple de joncs souples 161, 162 de centrage. Cet élément 160 de protection, qui peut être en Kevlar (Marque déposée), assure la planéité du plancher de travail et permet de résister non seulement aux chocs et aux objets coupants, mais également aux projections incandescentes provenant des opérations de meulage ou de soudure.

La Demanderesse a effectué un essai de faisabilité avec un élément gonflable de 2 m de longueur et de 300 mm de diamètre, placé dans une maquette à l'échelle 1 représentative de l'espace annulaire situé à 1 m sous le tore d'alimentation d'un générateur de vapeur 900 MW. Les parois de la maquette ont été peintes pour leur donner un état de surface lisse.

L'élément gonflable a d'abord été légèrement gonflé sous une pression inférieure à 50 mb afin de lui donner sa forme géométrique, puis placé entre les parois de la maquette. Cette opération est simple et très rapide, quelques secondes pour un élément de 2 m. Ensuite, l'élément gonflable a été mis sous pression à 300 mb.

5 Trois personnes sont montées sur l'élément gonflable. Celui-ci est très dur sous l'effet du gonflage, ce qui permet une excellente stabilité pour une marche normale. Plusieurs sauts ont été effectués par les trois personnes, d'un poids total de 200 kg. Aucun déplacement de l'élément gonflable n'a été constaté.

10 Les parois ont été ensuite mouillées avec de l'eau. les mêmes opérations ont été recommandées comme pour l'essai précédent. Aucun déplacement n'a été davantage constaté.

15 En fonctionnement, la pression de chaque vessie gonflable 110, 120, 130 est constamment contrôlée et asservie à une pression de consigne à l'aide de moyens d'asservissement montrés sur la figure 3. Des boîtiers 181, 182, 183 de commande détectent toute fluctuation de la pression P autour de la pression de consigne et commandent les détendeurs 191, 192, 193 de réservoirs d'air comprimé, non représentés, jusqu'à ce que la pression soit revenue à la pression de consigne.

20 Si une vessie supérieure, telle que la vessie 110 de la figure 2b, venait à être crevée, les vessies gonflables en position inférieure subiraient une augmentation de volume du fait de leur élasticité, ce qui provoquerait une diminution de pression qui serait immédiatement compensée à l'aide des moyens d'asservissement par un gonflage supplémentaire des vessies, lesquelles viendraient alors combler l'espace qu'occupait la vessie crevée.

25 La figure 4a montre en vue de dessus la zone de sortie d'un séparateur cyclone du générateur de vapeur de la figure 1a. Comme on peut le voir, cette zone présente des espaces vides 20, répartis en trois secteurs, constitués par des orifices circulaires ou latéraux à travers lesquels des objets migrants peuvent passer lors de l'inspection annuelle effectuée dans cette zone.

30 Pour obturer ce type d'orifices, il est prévu, ainsi que l'illustrent les figures 4b et 4c, un plancher de travail comportant un élément gonflable 200 d'obturation comprenant pour chaque section, d'une part, une pluralité de vessies gonflables 210, enfermées dans une enveloppe 270, et, d'autre part, en partie inférieure, une vessie 220 de centrage sur ledit orifice 20.

35 Dans l'exemple montré aux figures 4b et 4c, l'élément gonflable 200 a la forme d'un éventail qui, sous l'effet du gonflage, s'adapte à la géométrie du lieu où il est installé, ici un tiers de la zone à protéger. On notera également que, dans ce cas particulier, une seule couche de vessies est nécessaire et donc un seul dispositif d'asservissement de la pression.

Revendications

- 55 1. Plancher de travail, destiné notamment à obturer un espace vide (10 ; 20) dans un générateur de vapeur d'une centrale nucléaire, caractérisé en

- | | |
|--|----|
| ce que ledit plancher de travail comporte au moins un élément gonflable (100 ; 200) d'obturation comprenant au moins une vessie gonflable (110, 120, 130; 210) enfermée dans une enveloppe (170; 270) de protection. | 5 |
| 2. Plancher de travail selon la revendication 1, caractérisé en ce que, ledit espace vide étant un espace annulaire (10) limité par deux parois (11, 12), ledit plancher de travail comporte au moins un élément gonflable (100) d'obturation torique destiné à être placé dans ledit espace annulaire (10) entre lesdites parois. | 10 |
| 3. Plancher de travail selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit plancher de travail comporte une pluralité d'éléments gonflables (100) d'obturation en forme d'arcs de tore, les extrémités desdits éléments gonflables étant munies de moyens (151, 152, 153) de raccordement destinés à mettre en communication les vessies gonflables (110, 120, 130) homologues des éléments gonflables d'obturation. | 15 |
| 4. Plancher de travail selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que chaque élément gonflable (100) d'obturation comporte une pluralité de vessies gonflables indépendantes (110, 120, 130) formant au moins une configuration superposée. | 20 |
| 5. Plancher de travail selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites vessies gonflables (110, 120, 130) sont reliées à des moyens (181, 182, 183, 191, 192, 193) d'asservissement de la pression. | 25 |
| 6. Plancher de travail selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que chaque élément gonflable (100) d'obturation comporte des bavettes latérales (141, 142) destinées à s'appliquer contre lesdites parois (11, 12) délimitant ledit espace annulaire (10). | 30 |
| 7. Plancher de travail selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'au moins un élément gonflable d'obturation comporte en partie inférieure un détecteur de niveau d'eau. | 35 |
| 8. Plancher de travail selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit espace vide étant formé par au moins un orifice (20), ledit plancher de travail comporte un élément gonflable (200) d'obturation comprenant, d'une part, une pluralité de vessies gonflables (210), et, d'autre part, en partie inférieure, une vessie gonflable (220) de centrage sur ledit orifice (20). | 40 |
| | 45 |
| | 50 |
| | 55 |

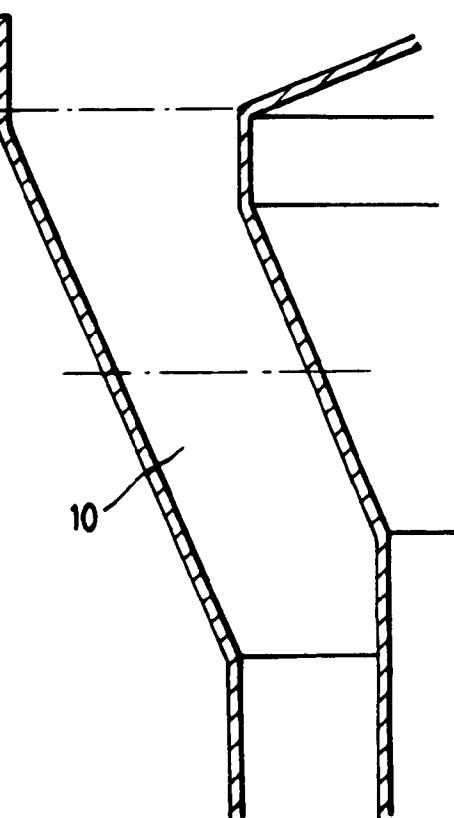
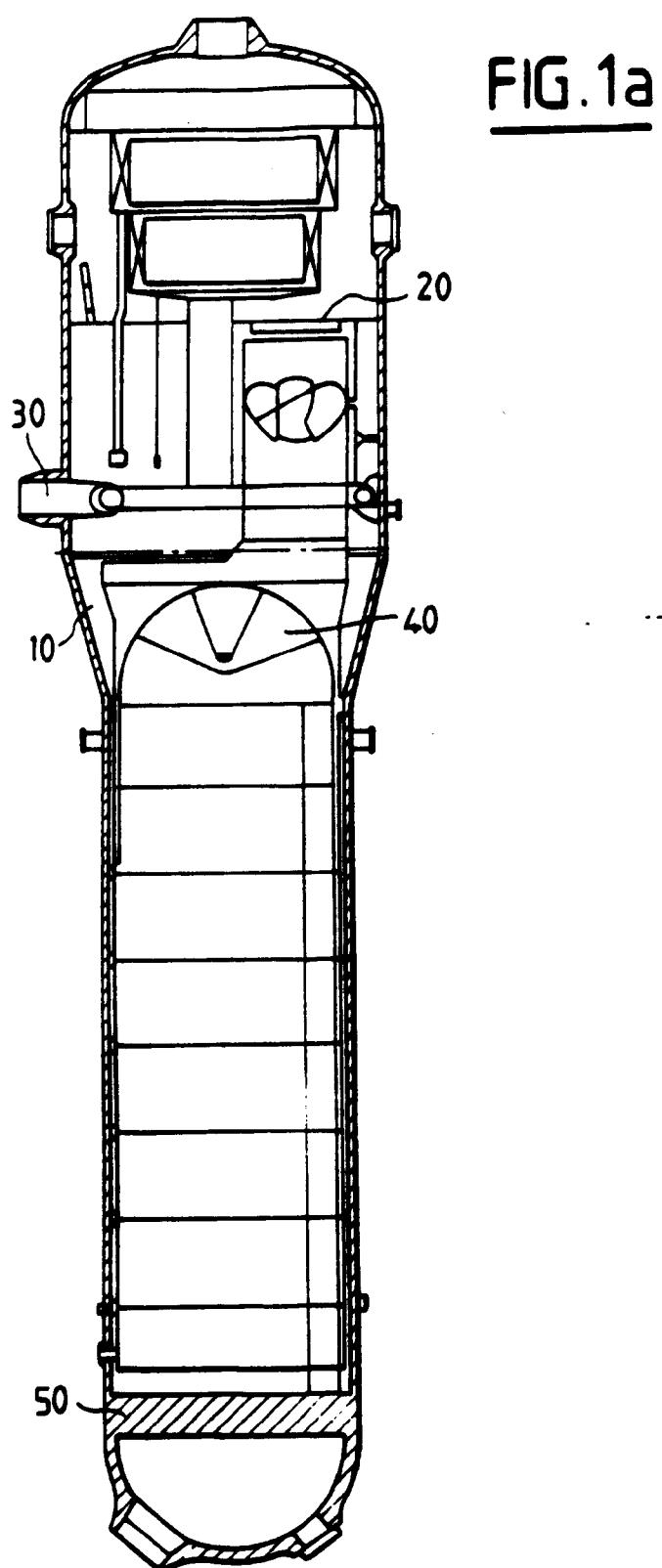


FIG. 1b

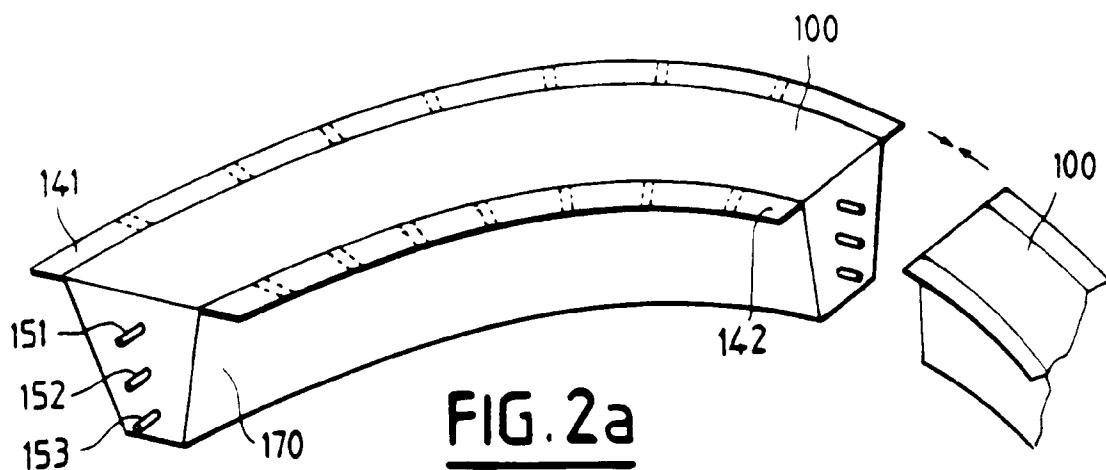


FIG. 2a

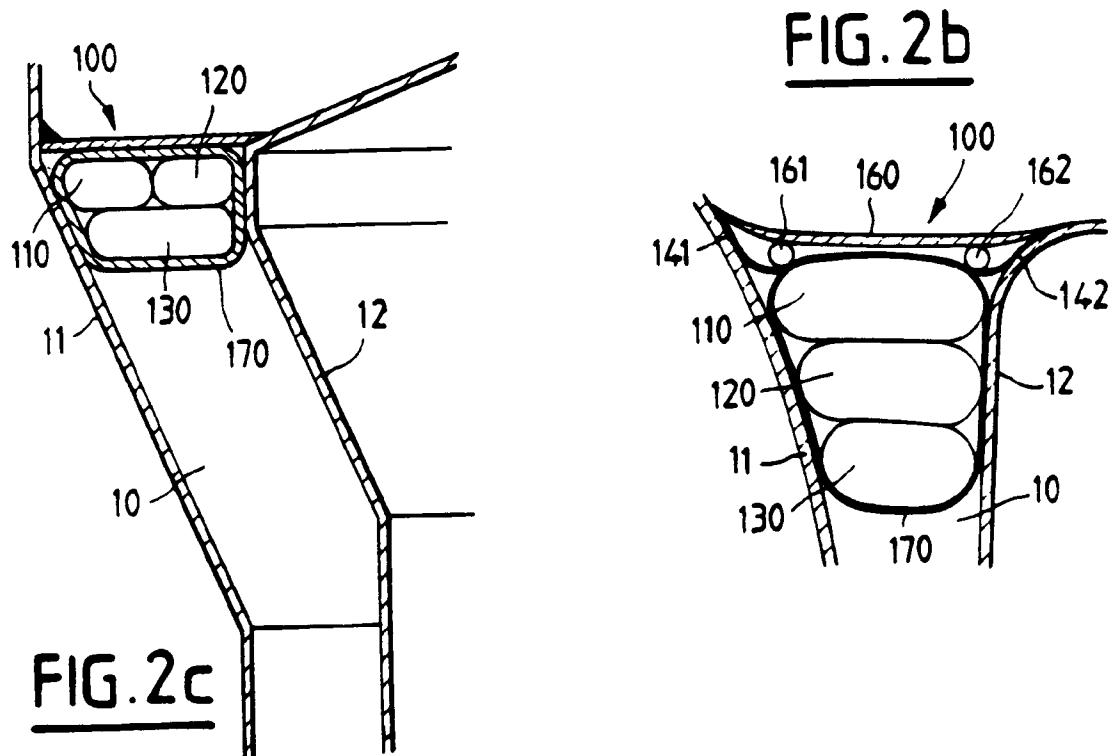


FIG. 2c

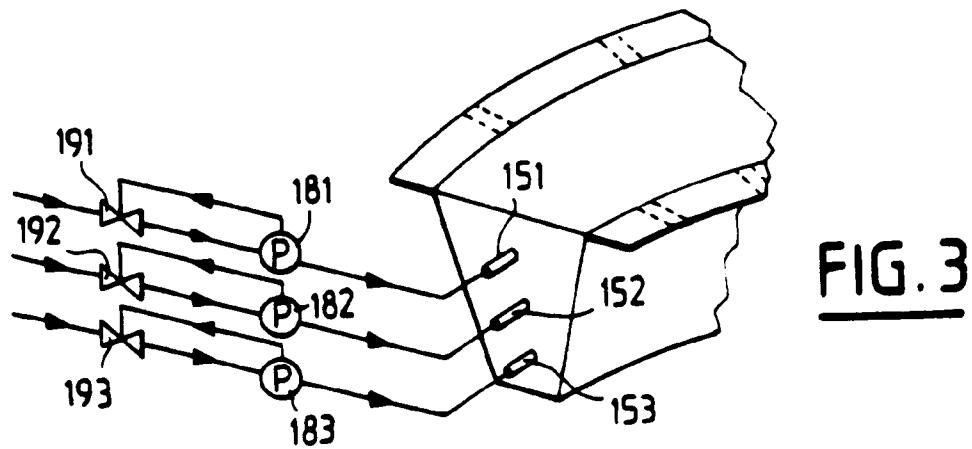


FIG. 3

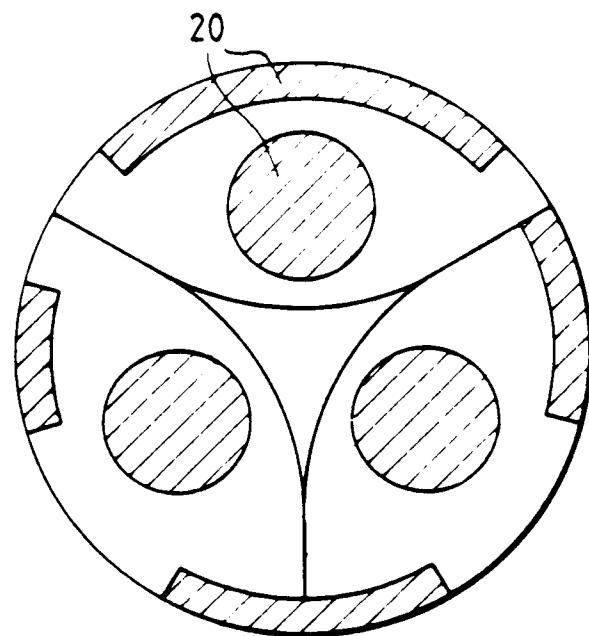


FIG. 4a

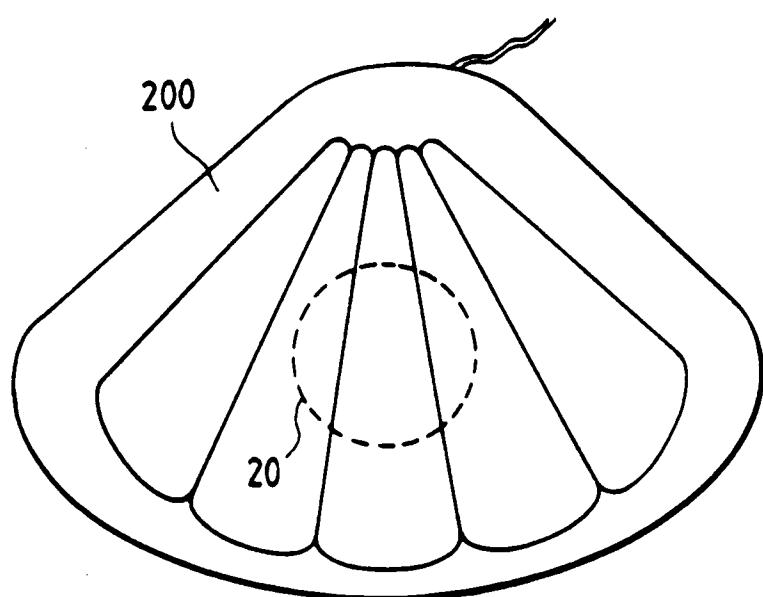


FIG. 4b

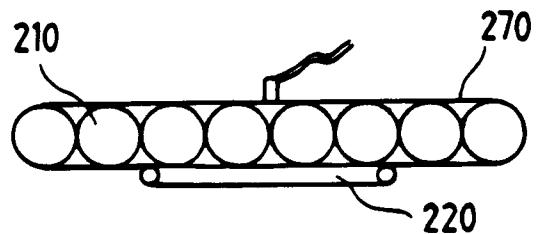


FIG. 4c



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	US-A-4 703 936 (CLARK, JR. ET AL.) * colonne 3, ligne 41 - ligne 63 * * colonne 4, ligne 28 - colonne 5, ligne 48 * * figure *	1-2,7,9	F22B37/00 F22B37/26 G21F7/06
Y	---	5	
A	---	3-4	
Y	EP-A-0 242 615 (COMBUSTION ENGINEERING) * page 4 - page 7; figures 1-6 *	5	
A	---	8-9	
A	EP-A-0 014 878 (COMBUSTION ENGINEERING) * abrégé; figures 2-4,7-11 *	1-4,8-9	
A	US-A-4 932 441 (COREY ET AL.) * abrégé; figures 2-4 *	1-2,9	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G21F F22B G21C
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	22 MARS 1993	DEROUBAIX P.G	
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 & : membre de la même famille, document correspondant	
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			