



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication:

**0 087 350
A1**

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 83400285.9

Int. Cl.³: **G 21 F 5/00**

Date de dépôt: 10.02.83

Priorité: 12.02.82 FR 8202300

Date de publication de la demande:
31.08.83 Bulletin 83/35

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

Demandeur: **CREUSOT-LOIRE**
42 rue d'Anjou
F-75008 Paris(FR)

Inventeur: **Solignat, Fernand**
7 rue du Clos Solomon
F-71640 Givry(FR)

Inventeur: **Merle, Gabriel**
4 Quartier Canot Fontaines
F-71150 Chagny(FR)

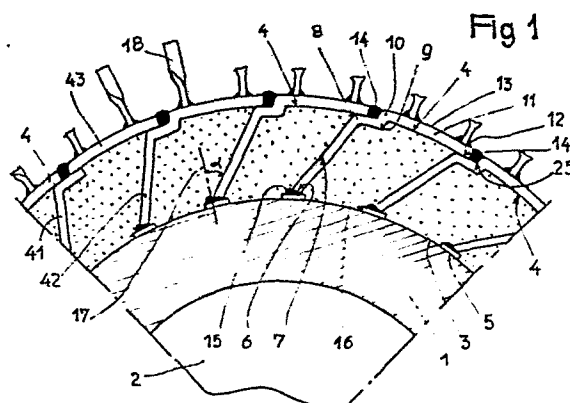
Mandataire: **Dupuy, Louis et al.**
CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier
F-75383 Paris Cedex 8(FR)

Dispositif de protection neutronique pour produit radio-actif.

Ce dispositif de protection neutronique est destiné à recouvrir la paroi externe d'une enveloppe d'un récipient enfermant un produit radio-actif, ce dispositif comprend essentiellement une matière absorbant les neutrons disposée autour de l'enveloppe 1 du récipient.

Selon l'invention, ce dispositif comprend en outre une pluralité d'éléments identiques (4) présentant chacun la forme générale d'une bande de tôle incurvée, de profil constant sur toute sa longueur, ces éléments (4) étant disposés régulièrement tout autour de l'enveloppe (1) et reliés à elle de façon à ménager des cavités (16) fermées, juxtaposées, tout autour de l'enveloppe (1), la matière absorbant les neutrons étant enfermée dans lesdites cavités (16) ainsi constituées.

Application, notamment, aux conteneurs pour le stockage ou le transport de combustibles nucléaires.



"Dispositif de protection neutronique pour produit radio-actif"

La présente invention concerne un dispositif de protection neutronique pour un produit radio-actif, tel qu'un combustible nucléaire, permettant une bonne évacuation de la chaleur produite par ce produit. L'invention s'applique notamment aux conteneurs pour produits radio-actifs.

5 Les produits fortement radio-actifs, tels que les combustibles nucléaires sont délicats à stocker ou à transporter parce qu'ils émettent des rayonnements dont il faut empêcher la propagation et parce qu'ils produisent en même temps une quantité de chaleur qu'il faut évacuer en permanence.

10 De tels conteneurs sont généralement constitués d'une enveloppe cylindrique étanche de forte épaisseur. Une telle enceinte doit être étudiée pour résister mécaniquement à des chocs accidentels, pour constituer en même temps un écran de protection contre les rayonnements radio-actifs, et enfin pour permettre l'évacuation de la chaleur produite par la matière
15 radio-active.

En ce qui concerne la protection contre les rayonnements radio-actifs, l'enveloppe ne suffit généralement pas, et il est souvent prévu d'entourer cette enveloppe d'une couche relativement épaisse constituée d'une matière absorbant les neutrons, telle qu'une résine spéciale.

20 En ce qui concerne l'évacuation de la chaleur produite en permanence par la matière radio-active enfermée dans le conteneur, il est prévu généralement une multitude d'ailettes ou de plaques réparties tout autour de l'enveloppe cylindrique et destinées à évacuer dans l'air ambiant les calories par convection naturelle. Or comme la matière destinée à absorber les
25 neutrons est généralement un mauvais conducteur thermique, et qu'elle se trouve en général interposée entre l'enveloppe cylindrique et les ailettes de refroidissement, l'évacuation de la chaleur se fait relativement mal.

Par ailleurs, lorsque de tels conteneurs sont utilisés pour le transport de combustibles nucléaires, ces conteneurs peuvent être exposés à
30 l'humidité ambiante ou aux intempéries. Dans ces conditions, la résine absorbant les neutrons qui entoure l'enveloppe cylindrique se trouve en contact avec l'humidité, et il a été fréquemment observé des infiltrations d'eau dans des fissures qui se forment dans la résine, lorsque celle-ci accuse un certain vieillissement. Un tel conteneur devient alors relativement dangereux
35 parce que, même après un lavage et un séchage de sa face externe, l'eau qui s'est infiltrée dans la résine et qui est devenue radio-active resue pendant

un temps assez long, présentant ainsi un danger de contamination.

Par ailleurs, l'opération consistant à appliquer une forte épaisseur de résine autour de l'enveloppe cylindrique est une opération difficile à réaliser, pouvant entraîner des décollements à cause du retrait lors de son séchage. Un conteneur ainsi réalisé présente aussi le grave inconvénient que la résine est exposée à un vieillissement accéléré ainsi qu'à des chocs accidentels pouvant entraîner des fissures.

La présente invention vise à pallier tous ces inconvénients.

La présente invention concerne donc un dispositif de protection neutronique recouvrant la paroi externe d'une enveloppe d'un réceptacle enfermant un produit radio-actif, ce dispositif comprenant essentiellement une matière absorbant les neutrons disposée autour de l'enveloppe du réceptacle.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, ce dispositif comprend en outre une pluralité d'éléments identiques présentant la forme générale de bandes de tôle incurvées, de profil constant sur toute leur longueur, ces bandes étant disposées régulièrement tout autour de l'enveloppe et reliées à elle de façon à ménager des cavités fermées juxtaposées tout autour de l'enveloppe, la matière absorbant les neutrons étant introduite dans lesdites cavités ainsi constituées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, chacune de ces bandes de tôle s'étend parallèlement à son enveloppe, a une forme rectangulaire allongée et présente chacune un pliage d'un certain angle selon une ligne parallèle à ses bords latéraux. Ces bandes sont d'autre part disposées les unes à côté des autres autour de l'enveloppe cylindrique, un bord latéral de chaque bande étant relié, sur toute sa longueur, à l'enveloppe cylindrique, et l'autre bord latéral de chaque bande étant relié, sur toute sa longueur, à la bande suivante.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description détaillée de l'exemple de réalisation qui va suivre, illustré par les dessins annexés.

La figure 1 est une vue partielle en coupe radiale d'un conteneur muni d'un dispositif de protection conforme à l'invention.

La figure 2 est une vue partielle en coupe longitudinale du même conteneur.

La figure 3 est une vue partielle en coupe longitudinale d'une variante du conteneur.

En se reportant à la figure 1, on distingue une enveloppe cylindrique 1 en acier, de forte épaisseur, et qui définit un volume interne cylin-

drique 2 dans lequel peuvent être disposés des éléments radio-actifs tels que des éléments de combustible nucléaire. L'enveloppe cylindrique 1 est suffisamment épaisse pour éviter la propagation de la plupart des rayonnements radio-actifs ainsi que pour résister mécaniquement à tout choc accidentel envisageable. Sur la face externe 3 de cette enveloppe, sont disposées une série de bandes de soudure par feuillard 5 régulièrement espacées et suivant des génératrices de cette enveloppe cylindrique 1. Tout autour de cette enveloppe cylindrique, sont ensuite disposés des éléments 4, tous identiques, réalisés à partir de tôles en matériau bon conducteur thermique, par exemple en cuivre. Chacun de ces éléments 4 est constitué d'une bande rectangulaire, de longueur sensiblement égale à la longueur de l'enveloppe cylindrique 1. L'un (6) des bords latéraux de chaque bande métallique 4 est soudé en 15 le long d'une bande de soudure par feuillard 5 correspondante ; à partir de ce bord 6, l'élément 4 s'étend vers l'extérieur selon une première partie plane 7 pliée une première fois, longitudinalement, selon une ligne 8, pour être ramené dans un plan circonférentiel, pliée dans l'autre sens selon une seconde ligne 9 parallèle à la ligne 8, puis pliée selon une troisième ligne parallèle 10 de la même manière que le premier pliage 8, de manière que la partie 11 de l'élément soit située circonférentiellement. Du fait des trois pliages rapprochés parallèles 8, 9, 10, on donne à l'élément 4 une forme générale de dièdre dont les deux côtés sont constitués par les parties 7 et 11, et, plus précisément, dans la zone commune aux parties 7 et 11, on réalise une rainure 25 de faible dimension en forme, elle aussi, de dièdre. L'élément 4 comporte, d'autre part, un bord latéral 12 soudé à l'élément 4 suivant, ce bord 12 venant s'ajuster dans la rainure 25 réalisée à l'aide du pliage inverse 9. Dans cet exemple particulier de réalisation, la dimension de cette rainure 25, dans la direction radiale, est égale à l'épaisseur de la partie 11 de l'élément de façon que les faces externes 13 des parties périphériques 11 des éléments 4 soient dans le prolongement l'une de l'autre pour constituer une paroi cylindrique parfaite, dépourvue de décrochements. On réalise alors une soudure 14 qui relie le bord 12 d'un élément 4 avec l'élément 4 suivant, en remplissant l'espace restant de la rainure 25, ce qui constitue ainsi une paroi cylindrique externe étanche. Dans cet exemple, les éléments 4 sont réalisés à partir de tôles découpées et pliées, mais on peut aussi les concevoir à partir de matériaux forgés, moulés ou usinés.

Pour monter l'ensemble des éléments 4, on commence à souder un premier élément 4 sur l'enveloppe cylindrique 1, ou plus exactement sur

la soudure par feuillard 5, puis on soude un élément 4 suivant situé, en faisant référence à la figure 1, à gauche du premier élément 4. On monte ainsi tous les éléments 4 en progressant donc dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Ce montage ressemble en fait à la mise en place successive des tuiles sur une toiture, la dernière tuile posée comprenant un bord reposant sur la charpente de la toiture et son autre bord sur la tuile précédemment posée.

On peut remarquer que les deux soudures 14 et 15 sont faciles à réaliser parce que l'accès n'est pas gêné par d'autres éléments 4.

10 On peut remarquer aussi que, lorsque l'on a soudé à ses deux extrémités 6 et 12 un élément 4, il constitue un espace étanche 16 délimité par la paroi externe 3 de l'enveloppe cylindrique 1, par les faces internes des parties 7 et 11 d'un élément 4, ainsi que par la face externe de la partie 7 de l'élément 4 précédent.

15 On peut remarquer d'autre part, que l'exécution des soudures 15 et 14 de chaque élément 4 est facile à réaliser parce qu'il n'y a aucun élément 4 qui gêne cette exécution. Un problème se pose toutefois pour le dernier élément 4 que l'on doit souder, parce qu'il rejoint le premier élément 4 soudé en début. Pour résoudre ce problème, on dispose un premier élément 41, soudé avant tout autre, qui ressemble aux éléments 4 normaux

20 mais qui est toutefois dépourvu de la partie 11 de ces éléments 4. Lorsque le dernier élément 42, identique à tous les autres éléments 4, est soudé sur l'enveloppe cylindrique 1, cette soudure est possible puisque l'élément 41 laisse un espace libre entre lui et l'élément 42. On peut alors achever

25 la construction de l'ensemble en mettant un élément 43 qui a une forme identique à celle des parties 11 des éléments normaux 4, et qui achève la construction de la paroi cylindrique externe étanche constituée par l'ensemble des parties 11 des éléments 4.

A ce stade de la construction, on peut remplir les espaces étanches 16 dont l'accès d'une des deux extrémités est laissé libre, avec une matière absorbant les neutrons, connue en soi.

30

On remarque qu'un conteneur comme décrit précédemment est tout particulièrement efficace parce que, tout autour de son enveloppe cylindrique 1, est disposée une matière absorbant les neutrons qui remplit tous les espaces 16 qui sont juxtaposés. La matière absorbant les neutrons constitue donc une couche pratiquement continue tout autour de l'enveloppe cylindrique 1, cette couche est toutefois interrompue par les parties métalliques 7 des éléments 4. Pour cette raison, il est d'ailleurs préconisé, comme représenté

35

en figure 1, de ne pas disposer ces parties 7 exactement radialement, mais de les incliner légèrement d'un certain angle α par rapport à une direction radiale 17.

Outre ses bonnes qualités de protection contre les radiations, un conteneur conforme à la présente invention est aussi capable d'évacuer efficacement la chaleur produite par les éléments radio-actifs stockés dans la chambre 2. En effet l'enveloppe cylindrique 1 est mise en communication avec la paroi cylindrique externe formée des parties 11 des éléments 4, à l'aide de toutes les parties 7 des éléments 4. On voit par conséquent que la chaleur de l'enveloppe cylindrique 1 peut se transmettre facilement aux parties 7 des éléments 4, puis aux parties 11 de ces éléments 4 qui sont directement en contact avec l'air ambiant. Si l'on évacue par exemple par convection naturelle la chaleur de la paroi externe formée par les parties 11, on est en mesure d'extraire une grande puissance calorifique de l'enveloppe cylindrique 1. Pour refroidir efficacement cette paroi externe, on peut disposer, sur chaque élément 11, une multitude d'ailettes 18 radiales soudées aux éléments 11. Il est préférable bien sûr, de souder ces ailettes 18 sur les parties 11 avant de procéder au remplissage des cavités 16 avec la matière absorbant les neutrons.

Comme on peut le voir en figure 2 les cavités longitudinales 16 remplies de matière absorbant les neutrons débouchent aux extrémités dans des cavités annulaires 19, 20 qui sont elles-mêmes remplies de matière absorbant les neutrons, des tôles annulaires 21, 22 reliant de façon étanche les extrémités de la paroi cylindrique 11 et les extrémités 23, 24 de l'enveloppe cylindrique 1. De cette manière, la matière absorbant les neutrons est entièrement enfermée dans une enveloppe étanche, on peut ainsi immerger dans une piscine un tel conteneur en évitant tout risque d'infiltration de l'eau à l'intérieur de la matière absorbant les neutrons. D'autre part, cette matière résiste beaucoup plus longtemps au vieillissement que si elle était exposée à l'air libre.

Les profilés 7 peuvent aussi s'étendre sur toute la longueur du conteneur (comme représenté en figure 3). Dans ce cas, les éléments 21 et 22 n'existent pas, les extrémités 23, 24 de l'enveloppe obturent directement les extrémités des cavités 16.

Il est possible aussi de concevoir les ailettes de refroidissement 18 comme faisant partie intégrante des éléments 4. Pour réaliser cela, il suffit de prévoir pour chaque élément 4 un prolongement radial vers l'extérieur à l'extrémité 12 de ces éléments 4.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple, mais elle en comporte au contraire toutes les variantes de réalisation.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif de protection neutronique recouvrant la paroi externe de l'enveloppe d'un récipient enfermant un produit radio-actif, ce dispositif comprenant essentiellement une matière absorbant les neutrons, disposée autour de l'enveloppe du récipient, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre une pluralité d'éléments identiques (4) présentant chacun la forme générale d'une bande de tôle unique incurvée, de profil constant sur toute sa longueur, ces éléments identiques (4) étant disposés régulièrement tout autour de l'enveloppe (1) et reliés à elle de façon à ménager, tout autour de l'enveloppe (1), des cavités (16) fermées, juxtaposées, dont trois des parois sont constituées par les éléments (4), et que la matière absorbant les neutrons est enfermée dans lesdites cavités ainsi constituées.

2.- Dispositif de protection neutronique selon la revendication

1,

caractérisé par le fait que chacune de ces bandes (4) s'étend parallèlement à l'axe de l'enveloppe cylindrique (1), a une forme rectangulaire allongée et présente un pliage d'un certain angle selon une ligne (8) parallèle à ses bords latéraux (6, 12), que ces bandes sont disposées les unes à côté des autres autour de l'enveloppe, qu'un bord latéral (6) de chaque bande (4) est relié, sur toute sa longueur, à l'enveloppe (1), et que l'autre bord latéral (12) de chaque bande (4) est relié, sur toute sa longueur, à la bande (4) suivante, au voisinage de la ligne (8) de pliage de cette bande suivante.

3.- Dispositif de protection neutronique selon l'une des revendications 1 et 2,

caractérisé par le fait que les liaisons (15) des bandes (4) avec l'enveloppe cylindrique (1) et les liaisons (14) de ces bandes entre elles sont réalisées par soudage.

4.- Dispositif de protection neutronique selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé par le fait que la matière absorbant les neutrons remplit entièrement les cavités (16) formées à l'aide des bandes (4), et qu'il est prévu en outre des éléments (21, 22) venant s'adapter aux extrémités des bandes (4) et soudés à ces extrémités, pour enfermer de façon étanche la matière absorbant les neutrons à l'intérieur des cavités (16).

5.- Dispositif de protection neutronique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4,

caractérisé par le fait que la partie plane (7) de chaque bande (4) s'étendant entre l'enveloppe cylindrique (1) et la ligne de pliage (8) est inclinée d'un certain angle par rapport à la direction radiale (17), de façon que tout rayonnement radio-actif dirigé vers l'extérieur de l'enveloppe (1) rencontre une zone de matière absorbant les neutrons, et que d'autre part, la partie (11) de chaque bande (4) s'étendant entre la ligne de pliage (8) et le bord (12) relié à la bande suivante présente une forme de portion de cylindre, de façon que l'ensemble de toutes ces parties (11) des bandes constitue une paroi cylindrique complète disposée concentriquement autour de l'enveloppe (1), cette paroi constituant un espace annulaire rempli de matière absorbant les neutrons.

6.- Dispositif de protection neutronique selon la revendication 5,

caractérisé par le fait que la face convexe de chaque bande comporte une rainure (25) en forme de dièdre située le long de la ligne de pliage (8) et destinée à recevoir le bord (12) de la bande suivante, de façon que les faces externes (13) des parties (11) des bandes soient dans le prolongement l'une de l'autre afin de constituer une paroi cylindrique étanche, parfaite, dépourvue de décrochements.

7.- Dispositif de protection neutronique selon l'une des revendications 5 ou 6,

caractérisé par le fait qu'il est prévu une pluralité de pièces (18) formant ailettes de refroidissement disposées radialement tout autour de la paroi cylindrique externe (11) et fixée ou soudée à elle.

8.- Dispositif de protection neutronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisé par le fait que lesdits éléments (4), ainsi que les ailettes de refroidissement (18) sont réalisées à partir de tôles en matière bon conducteur thermique, par exemple en cuivre, découpées et pliées.

9.- Dispositif de protection neutronique selon la revendication 8,

caractérisé par le fait que sur la face externe cylindrique (3) de l'enveloppe (1), il est disposé une série de bandes de soudure par feuillard (5) soudées à l'enveloppe (1) par des moyens électriques, ces bandes de soudure (5) étant disposées régulièrement et parallèlement tout autour de l'enveloppe cylindrique (1), en suivant des génératrices de cette enveloppe, et que les éléments (4) sont soudés en (15) sur ces bandes de soudure (5).

1/1

Fig 1

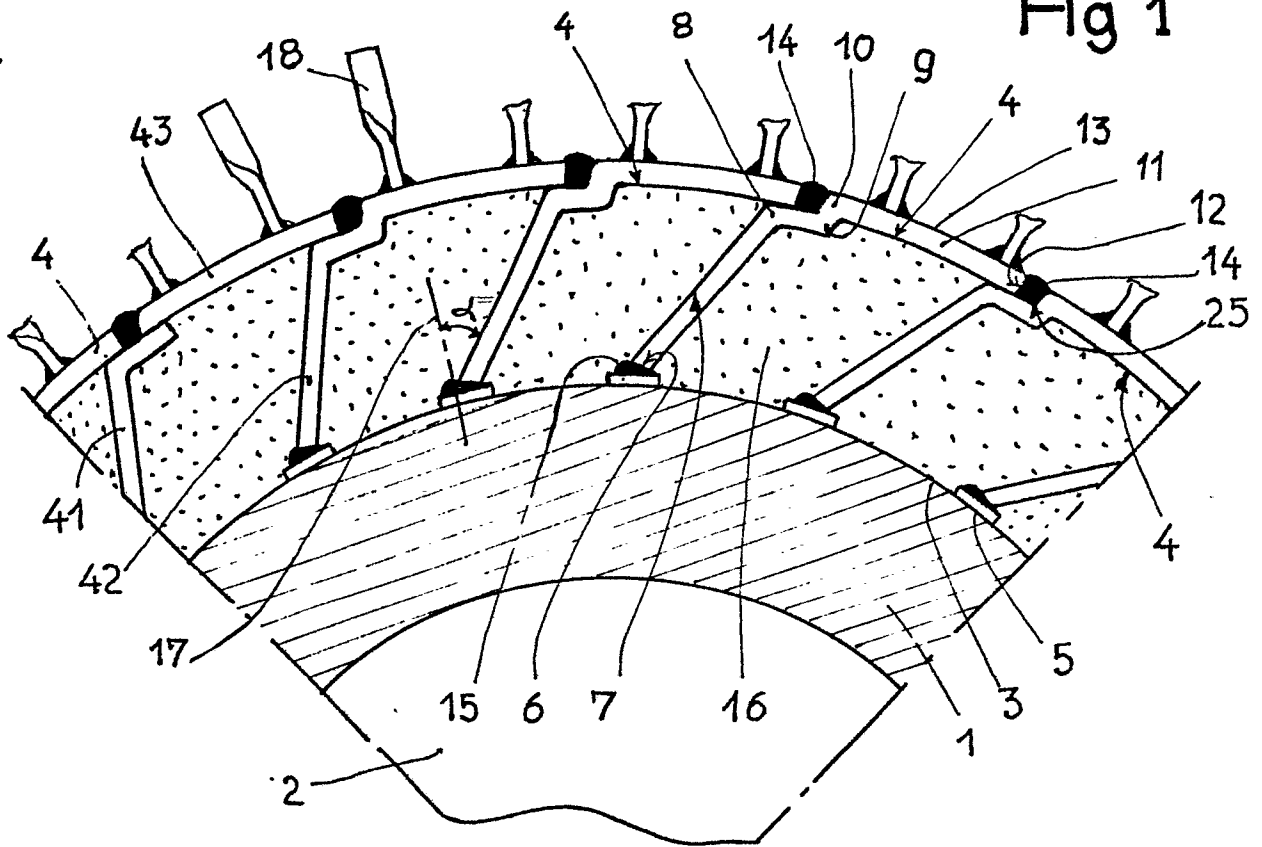


Fig 2

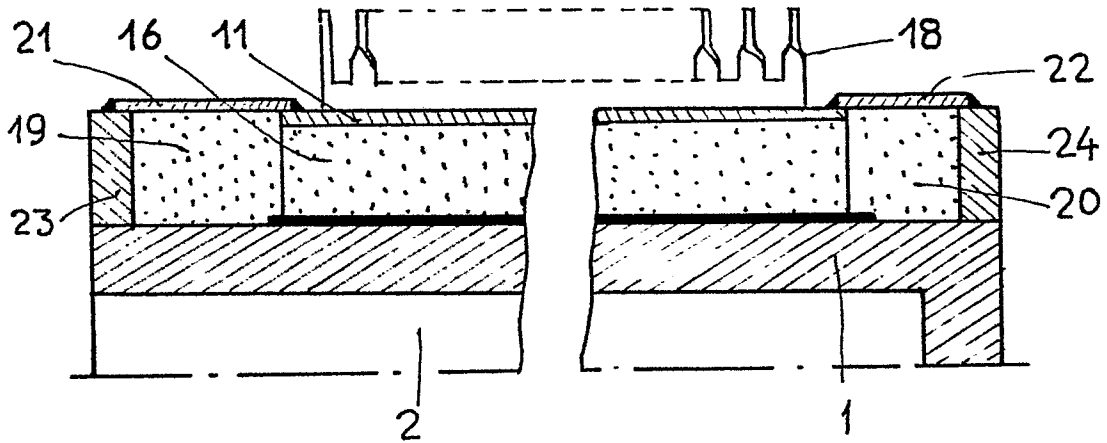
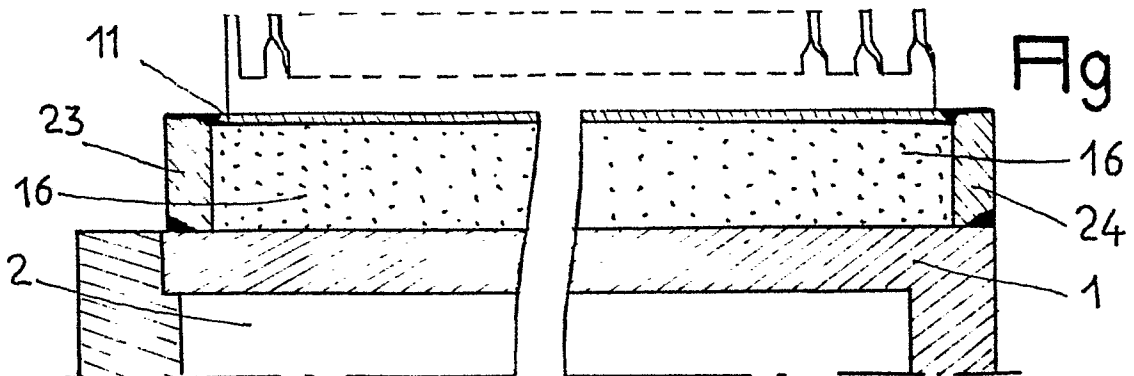


Fig 3





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. 3)												
X	FR-E-2 179 672 (ETS. LEMER) * Page 3, lignes 5-40; page 4, lignes 1-19; figure 3 *	1, 3, 5, 7, 8	G 21 F 5/00												
X	DE-A-2 817 193 (TRANSNUKLEAR) * Page 4, alinéa 2 et suivants; figure 2 *	1, 5, 7, 8													
A	FR-A-2 454 157 (TRANSNUKLEAR) * Page 3, lignes 29-40; page 4, lignes 1-25; figures 1, 3 *	1, 4, 5, 7													
A	GB-A-2 033 287 (TRANSNUKLEAR) * Page 1, lignes 73-117; figures 1, 2 *	2, 6, 7													
A	US-A-3 780 306 (C.J. ANDERSON et al.) * Colonne 3, lignes 17-26; colonne 3, lignes 46-63; colonne 4, lignes 55-67; figures 3, 6 *	1, 3, 7, 8	G 21 F 5/00												
A	FR-A-2 471 027 (TRANSNUKLEAR) * Page 2, lignes 35-40; page 3, lignes 1-10; figures 1, 2 *	1, 7													
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications															
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-05-1983	Examineur GIANNI G.L.G.												
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>T : théorie ou principe à la base de l'invention</td></tr><tr><td>X : particulièrement pertinent à lui seul</td><td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</td></tr><tr><td>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</td><td>D : cité dans la demande</td></tr><tr><td>A : arrière-plan technologique</td><td>L : cité pour d'autres raisons</td></tr><tr><td>O : divulgation non-écrite</td><td></td></tr><tr><td>P : document intercalaire</td><td>& : membre de la même famille, document correspondant</td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention	X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande	A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons	O : divulgation non-écrite		P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention														
X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date														
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande														
A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons														
O : divulgation non-écrite															
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant														