



(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **92402156.1**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **H05G 1/04, H05G 1/54**

(22) Date de dépôt : **24.07.92**

(30) Priorité : **31.07.91 FR 9109764**

(43) Date de publication de la demande :  
**03.02.93 Bulletin 93/05**

(84) Etats contractants désignés :  
**DE GB IT NL**

(71) Demandeur : **GENERAL ELECTRIC CGR S.A.**  
**100, rue Camille-Desmoulins**  
**F-92130 Issy les Moulineaux (FR)**

(72) Inventeur : **Janouin, Serge**  
**Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**  
Inventeur : **Le Guen, Jacques**  
**Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**  
Inventeur : **Pouzergues, Bernard**  
**Cabinet Ballot-Schmit, 7 rue Le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**

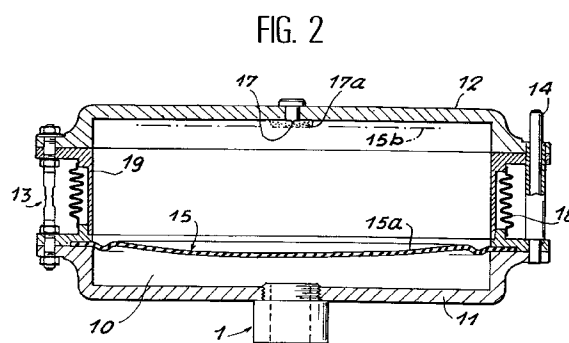
(74) Mandataire : **Ballot, Paul Denis Jacques et al**  
**Cabinet Ballot-Schmit, 7, rue le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**

(54) **Dispositif de sécurité dans un appareil de radiologie.**

(57) La présente invention se rapporte à un dispositif de sécurité pour un ensemble radiogène comprenant un tube à rayons X protégé par une gaine et refroidi par un fluide circulant entre le tube et la gaine. Ce dispositif a pour but d'éviter toute surpression du fluide de refroidissement dans la gaine de protection.

Il comporte une cavité (10) rigide, hermétique et étanche au vide, reliée au circuit du fluide par un raccord hydraulique de grand débit (1), destinée à s'ouvrir mécaniquement et automatiquement sous l'effet du fluide, par une pression supérieure à un seuil fixé ( $P_S$ ).

L'invention s'applique aux appareils de radiologie.



L'invention concerne un dispositif de sécurité dans un appareil de radiologie et, plus particulièrement, un dispositif de régulation de la pression du fluide de refroidissement du tube à rayons X dans un ensemble radiogène.

Un tube à rayons X est constitué d'une cathode et d'une anode, enfermées dans une enveloppe étanche au vide permettant de réaliser l'isolement électrique entre ces deux électrodes. La cathode est alimentée sous haute tension pour produire un faisceau d'électrons bombardant l'anode sur une petite surface, qui constitue le foyer d'émission des rayons X.

Lors de son fonctionnement, le tube à rayons X produit une forte chaleur, car seule une faible proportion de l'énergie servant à produire le faisceau d'électrons entre la cathode et l'anode est transformée en rayons X, le reste se transformant en chaleur. Dans un ensemble radiogène, pour dissiper cette chaleur, le tube à rayons X est enfermé dans une enceinte de protection, ou gaine. Entre le tube et la paroi interne de la gaine circule un fluide de refroidissement qui s'échauffe au contact du tube, avant de repasser dans un circuit pour être lui-même refroidi dans un échangeur, du type à air ou à eau par exemple.

Ce fluide contenu dans l'enceinte est soumis à de fortes élévations de température entraînant une dilatation de son volume, donc une possibilité de surpression à l'intérieur de l'enceinte lorsque le tube travaille hors de sa plage normale d'utilisation. Or la pression du fluide ne peut pas dépasser un seuil limite, de l'ordre de 4 bars sous peine de détérioration de l'ensemble radiogène.

Deux types de solution pour résoudre les problèmes de surpression intervenant accidentellement sont envisagés actuellement. D'une part, autoriser un plus grand volume de dilatation du fluide de refroidissement et, d'autre part, contrôler la pression ou la température de ce fluide.

Selon le premier type de solution, l'enceinte qui protège le tube à rayons X est dotée d'une membrane élastique, autorisant des variations du volume de dilatation du fluide de refroidissement, lors du fonctionnement normal du tube. Cependant, lors de fortes augmentations de température entraînant des augmentations du volume de dilatation du fluide dépassant la limite autorisée par la membrane, apparaissent soit des risques de déchirure de cette membrane libérant alors tout le volume du fluide chaud, soit environ 10 litres, à proximité du patient et du radiologue, soit des risques d'éclatement du tube endommageant l'ensemble radiogène, qui peut aussi devenir dangereux.

De plus, la tendance actuelle vise à réduire au maximum les dimensions de l'ensemble radiogène, empêchant l'augmentation du volume de dilatation. Quant au choix d'une enceinte rigide et fermée pour limiter au maximum les projections du fluide, il s'avère plus dangereux en cas de forte surpression du fluide

dans l'enceinte.

Afin d'éviter de tels risques, le second type de solution prévoit des dispositifs de sécurité comportant des capteurs de pression ou de température du fluide de refroidissement. Mais, en raison de l'évolution continue des tubes à rayons X vers des puissances de plus en plus grandes et surtout vers des capacités calorifiques d'anode de plus en plus importantes, associée à une limitation de l'encombrement de l'ensemble radiogène, le risque de surpression du fluide dans la gaine a considérablement augmenté. Ainsi, dans le cas d'un examen de radiologie relativement long au cours duquel la température du fluide de refroidissement est proche de sa valeur limite supérieure et la chaleur emmagasinée dans l'anode est à son maximum, tout arrêt du processus de refroidissement de à une panne de courant par exemple, provoquera une augmentation importante de la température du fluide, pouvant être préjudiciable, même si les dispositifs de sécurité précédemment cités ont parfaitement fonctionné. En effet, l'anode étant à son maximum de température, elle va libérer la chaleur emmagasinée par rayonnement vers le fluide qui n'est plus refroidi. Si de plus, le tube à rayons X casse à cet instant précis, la chaleur de l'anode est instantanément cédée au fluide. On constate alors que les systèmes de sécurité n'ont fait que couper la puissance d'alimentation du tube à rayons X, mais n'ont pas évité les risques de surpression du fluide dans l'enceinte de protection.

Le but de la présente invention est de réaliser un dispositif de sécurité évitant toute surpression dangereuse du fluide de refroidissement d'un tube à rayons X dans sa gaine de protection, fonctionnant automatiquement dès que le seuil de pression fixé est dépassé et ne libérant qu'un faible volume de fluide nécessaire à faire retomber la pression en-dessous du seuil maximum choisi.

Pour cela, le dispositif de sécurité pour un appareil de radiologie, comprenant un tube à rayons X enfermé dans une gaine de protection dans laquelle circule un fluide de refroidissement, est constitué par une cavité rigide hermétique et étanche au vide, reliée à la gaine par un raccord hydraulique de grand débit, destinée à s'ouvrir mécaniquement et automatiquement sous l'effet du fluide, pour une pression de celui-ci supérieure à un seuil de pression fixé.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, illustrés par les dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un premier exemple de réalisation d'un dispositif de sécurité selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'un second exemple de réalisation d'un dispositif de sécurité selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe transversale du

second exemple de réalisation, après déclenchement de la sécurité ;

- la figure 4 est une vue de dessus du second exemple de réalisation du dispositif ;
- les figures 5 et 6 sont des vues en coupe transversale de deux autres variantes du second exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

Les éléments portant les mêmes références sur les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

Le premier exemple de réalisation du dispositif de sécurité selon l'invention, représenté par la vue en coupe transversale de la figure 1, comprend une cavité 10, de forme cylindrique par exemple, rigide et hermétique, parfaitement étanche au vide, pour assurer, d'une part, un remplissage sous vide de l'ensemble radiogène avec le fluide de refroidissement et, d'autre part, un bon fonctionnement de la gaine de protection.

Cette cavité 10 est reliée au circuit du fluide de refroidissement, c'est-à-dire à la gaine ou bien aux tuyaux du circuit, par un raccord hydraulique de grand débit 1. A l'intérieur de la cavité 10, face à ce raccord 1, est disposée une feuille de carbone 2 d'épaisseur calibrée, assurant l'étanchéité en fonctionnement normal du tube à rayons X mais se rompant pour une valeur de surpression du fluide de refroidissement déterminée - entre 2 et 4 bars par exemple - permettant ainsi au fluide de remplir presque instantanément la cavité 10. Cette cavité peut être sous basse pression initialement. On dispose de plus un contact électrique 3 entre un indicateur extérieur à l'appareil et la feuille de carbone 2, fermé électriquement par ladite feuille de carbone 2, indiquant ainsi le fonctionnement du dispositif de sécurité.

Pour obtenir un volume de dilatation important en cas de surpression du fluide de refroidissement, sans utiliser une cavité 10 trop volumineuse, on peut prévoir une cavité élastique 60, extérieure à la cavité rigide 10 et reliée à elle par une valve 5, tarée pour s'ouvrir lors d'une faible surpression - 0,5 bar par exemple - autorisant un volume supplémentaire 6 au volume de la cavité 10 qui reçoit l'onde de choc. Cette cavité élastique 60 complémentaire peut être une vessie gonflable en caoutchouc.

Dans un exemple de réalisation pratique, la Demanderesse a construit un dispositif de sécurité avec une plaque de carbone 2 de 100 mm de diamètre, ce qui autorise une précision de  $\pm 15\%$  sur la pression de rupture de la feuille.

Cette solution comportant la cavité élastique 60 présente l'avantage, d'abord d'offrir un volume de dilatation supplémentaire sans occuper de place, lors du fonctionnement normal du tube à rayons X et sans accroître le poids de l'appareil de radiologie et ensuite de visualiser le fonctionnement du dispositif de sécurité.

Le deuxième exemple de réalisation du dispositif de sécurité, représenté selon une coupe transversale sur la figure 2, résout deux problèmes propres à l'ensemble radiogène : le premier étant la dilatation normale du volume du fluide dans la gaine de protection du tube à rayons X sans accroissement des dimensions de celle-ci et le second étant la sécurité en cas de surpression du fluide au-delà des limites prévues.

Le dispositif comporte une cavité rigide 10, de forme cylindrique par exemple, composée de deux parties 11 et 12 reliées hermétiquement par un soufflet métallique étanche 18 et par une entretoise de protection 19 parallèle au soufflet, placée vers l'intérieur de la cavité. Les deux parties 11 et 12 sont de plus maintenues solidaires par des tiges 13, dites de rupture, et des tiges 14 dites de guidage, placées à l'extérieur du soufflet 18, alternativement.

Les tiges de rupture 13 sont calibrées pour une pression de rupture donnée - 2 à 4 bars - s'exerçant sur la face interne de la cavité, intérieure au seuil de pression  $P_s$  fixé.

La partie 11 est reliée au circuit du fluide de refroidissement, - à la gaine par exemple -, par un raccord hydraulique 1 à grand débit. A l'intérieur de la cavité 10 est fixée par son pourtour, une membrane 15 étanche et élastique, - en caoutchouc par exemple -, pouvant se déplacer entre deux positions extrêmes 15a et 15b.

Lors du fonctionnement normal du tube à rayons X, le fluide de refroidissement se dilate dans la cavité 10 entre ces deux positions extrêmes de la membrane 15. Lorsque la pression du fluide dépasse le seuil de pression  $P_s$  fixé et autorisé par la position extrême 15b de la membrane 15, la membrane se déchire et simultanément les tiges de rupture 13 sont rompues et le soufflet 18 s'allonge pour agrandir instantanément le volume de la cavité 10, rempli par le fluide. Cependant les tiges de guidage 14 ont maintenu les parties 11 et 12 parallèles entre elles.

La figure 3 est une vue analogue à celle de la figure 2 mais après déclenchement du dispositif de sécurité sous l'effet d'une surpression du fluide de refroidissement au-dessus du seuil de pression  $P_s$  autorisé. Le volume initial de la cavité 10 s'est agrandi d'un volume supplémentaire 100, ce qui rend visible le déclenchement de cette sécurité pour l'utilisateur de l'appareil de radiologie.

Pour faciliter le déchirement de la membrane 15 en cas de surpression, on peut ajouter une pointe coupante 17 sur la face interne de la partie 12 de la cavité 10, comme le montrent les figures 2 et 3.

Cette pointe 17 peut être protégée par de la mousse 17a, afin d'éviter une déchirure accidentelle de la membrane 15 lors d'une dilatation normale du fluide de refroidissement amenant cette membrane en position extrême 15b. Ce n'est qu'en cas de surpression du fluide, lorsque la membrane 15 s'écrase contre la paroi interne de la cavité 10, que la mousse

17a s'écrase, laissant apparaître la pointe 17.

La figure 4 est une vue de dessus du dispositif de sécurité, selon le second exemple de réalisation, montrant la disposition alternée des tiges de guidage 14 et des tiges de rupture 13.

Une variante de ce second exemple de réalisation du dispositif de sécurité selon l'invention est représentée sur la figure 5 qui est une vue selon une coupe transversale. La membrane 15 est équipée d'un clapet de surpression de grand débit 40, en remplacement de la solution de son déchirement par la pointe 17.

Selon une autre variante de ce second exemple de réalisation représentée en figure 6, le dispositif de fixation des deux parties 11 et 12 de la cavité 10 entre elles est constitué par au moins trois systèmes à bille 20 placés sur la face externe de la partie 12. La bille 130 de chaque système est maintenue dans une gorge 140 pratiquée dans la partie 11 par un ressort 150 dont le tarage est tel que, pour une surpression du fluide dans la cavité 10, la bille sort de sa gorge et libère l'expansion du soufflet métallique 18.

Un exemple pratique a été réalisé par la Demanderesse, pour un ensemble radiogène fonctionnant avec 10 litres de fluide de refroidissement, avec une cavité cylindrique de diamètre intérieur 160 mm, de diamètre extérieur 200 mm et de hauteur totale 70 mm : il autorise un volume de dilatation normal pour le fluide de 1,3 litre et, en cas de surpression, il offre un volume supplémentaire de 4,5 litres pour une hauteur du soufflet de 300 mm. De telles valeurs sont très bien adaptées à une utilisation sur un appareil de radiologie.

Un contact électrique 110 (figure 4) peut être ajouté, reliant les deux parties 11 et 12 de la cavité 10 quelle que soit la variante de réalisation et destiné à signaler le fonctionnement du dispositif de sécurité à un indicateur extérieur, en cas de surpression du fluide.

Le dispositif de sécurité pour un ensemble radiogène qui vient d'être décrit présente l'avantage de se déclencher automatiquement dès que le seuil de pression  $P_s$ , fixé pour éviter tout endommagement du tube, est dépassé, sans qu'il soit possible de le neutraliser extérieurement ni que son fonctionnement soit bloqué par une panne de courant par exemple. Pou-  
vant être soit placé sur la gaine de protection du tube, soit relié aux tuyaux du circuit du fluide de refroidissement, ce dispositif est aisément adaptable à tout appareil de radiologie, sans en accroître ni les dimensions ni le poids total.

## Revendications

1. Dispositif de sécurité pour un ensemble radiogène comprenant un tube à rayons X enfermé dans une gaine de protection et refroidi par un fluide

provenant d'un circuit de refroidissement et circulant entre le tube et la paroi interne de la gaine, caractérisé en ce qu'il est constitué par une cavité (10) rigide, hermétique et étanche au vide, reliée au circuit du fluide de refroidissement par un raccord hydraulique (1) de grand débit, ladite cavité étant destinée à s'ouvrir mécaniquement et automatiquement sous l'effet du fluide, pour une pression de celui-ci supérieure à un seuil de pression fixé ( $P_s$ ).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'intérieur de la cavité (10) en face du raccord hydraulique (1), est placée une feuille de carbone (2) destinée à assurer l'étanchéité de la cavité (10) pendant le fonctionnement normal de l'ensemble radiogène, et dont l'épaisseur est calibrée pour être rompue lorsque la pression du fluide de refroidissement est supérieure audit seuil de pression ( $P_s$ ).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'une cavité complémentaire (60), élastique et étanche, est reliée à la cavité rigide (10) par une valve (5) tarée pour s'ouvrir lors d'une faible surpression du fluide.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cavité rigide, hermétique et étanche (10) est composée de :

- deux parties (11 et 12) reliées hermétiquement par un soufflet métallique étanche (18) et par une entretoise de protection (19) placée parallèlement au soufflet (18) vers l'intérieur de la cavité (10), les deux parties (11 et 12) étant maintenues solidaires par un dispositif de fixation placé à l'extérieur du soufflet,
- une membrane (15) étanche et élastique fixée à l'intérieur de ladite cavité (10) par son pourtour et pouvant s'y déplacer entre deux positions extrêmes (15a et 15b),

et en ce que, lorsque la pression du fluide de refroidissement dépasse ledit seuil de pression ( $P_s$ ) dans la gaine, la membrane (15) se déchire et le dispositif de fixation se rompt, libérant l'allongement du soufflet (18) pour accroître le volume de la cavité (10).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif de fixation des deux parties (11 et 12) de la cavité (10) comprend des tiges de guidage (14) et des tiges de rupture (13) disposées alternativement autour de la cavité (10).

6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif de fixation des deux parties (11 et 12) de la cavité (10) comprend au moins trois systèmes à bille (20), dont chaque bille (130)

est maintenue dans une gorge (140), pratiquée dans la partie (11), par un ressort (150) dont le tarage est tel que la bille sort de sa gorge et libère l'expansion du soufflet métallique (18) par une pression du fluide supérieure audit seuil ( $P_S$ ).

5

7. Dispositif selon l'une des revendications 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que la face interne de la partie (12) de la cavité (10) est dotée d'une pointe coupante (17), servant à déchirer ladite membrane (15), protégée par de la mousse. 10
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la pointe coupante (17) est protégée par une couche de mousse. 15
9. Dispositif selon l'une des revendications 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que la membrane (15) est équipée d'un clapet de surpression de grand débit (40). 20
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 4 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte de plus un contact électrique (110) reliant les deux parties (11 et 12) de la cavité (10) et connecté à un indicateur extérieur à l'ensemble radiogène, destiné à signaler le fonctionnement du dispositif de sécurité quand la pression du fluide dépasse le seuil de pression ( $P_S$ ). 25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

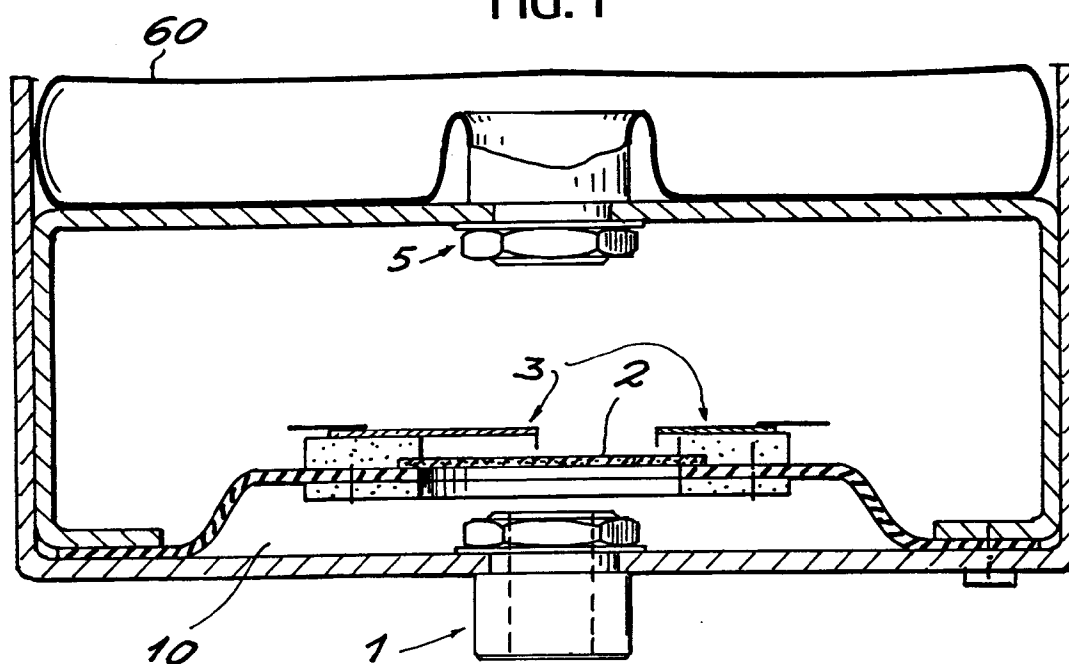


FIG. 2

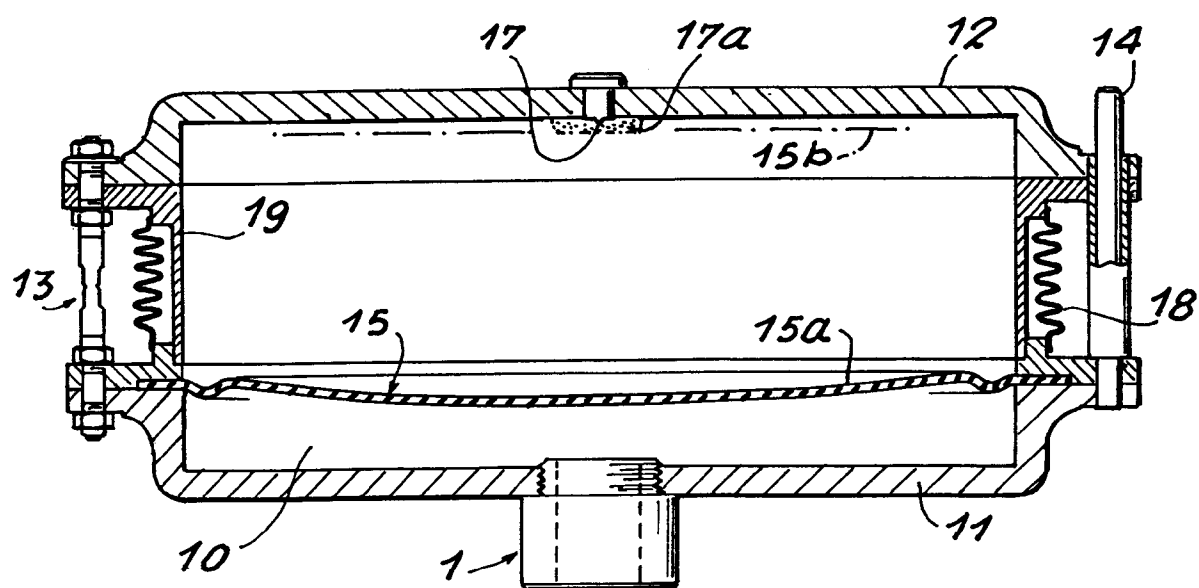


FIG. 3

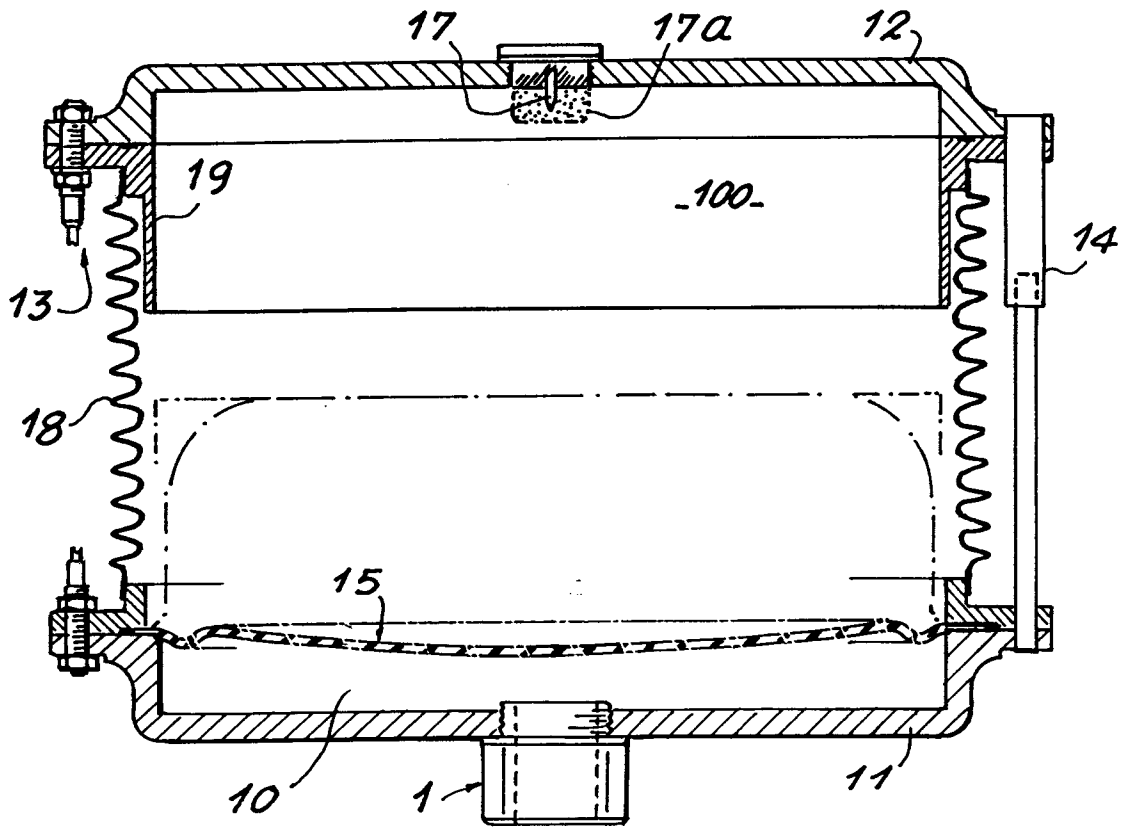


FIG. 4

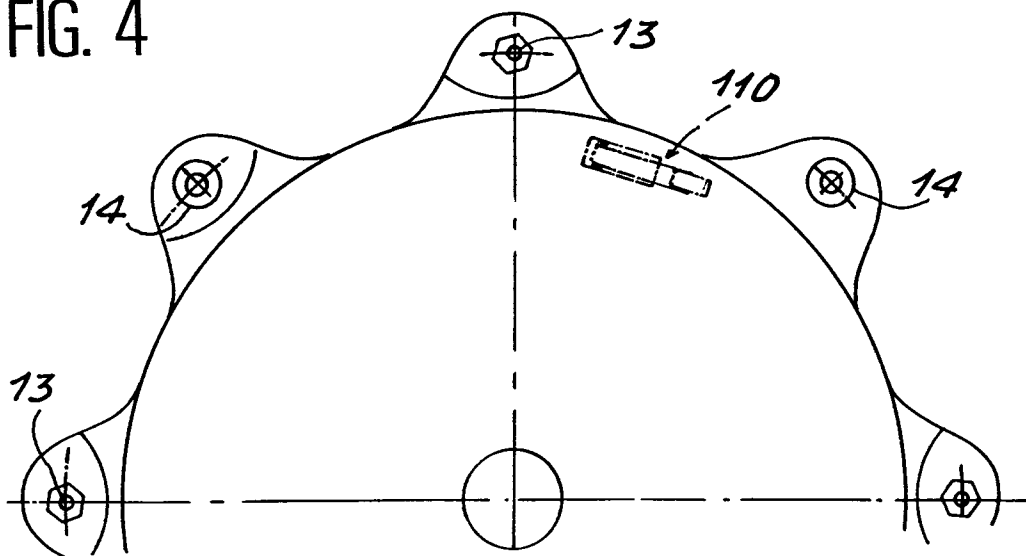


FIG. 5

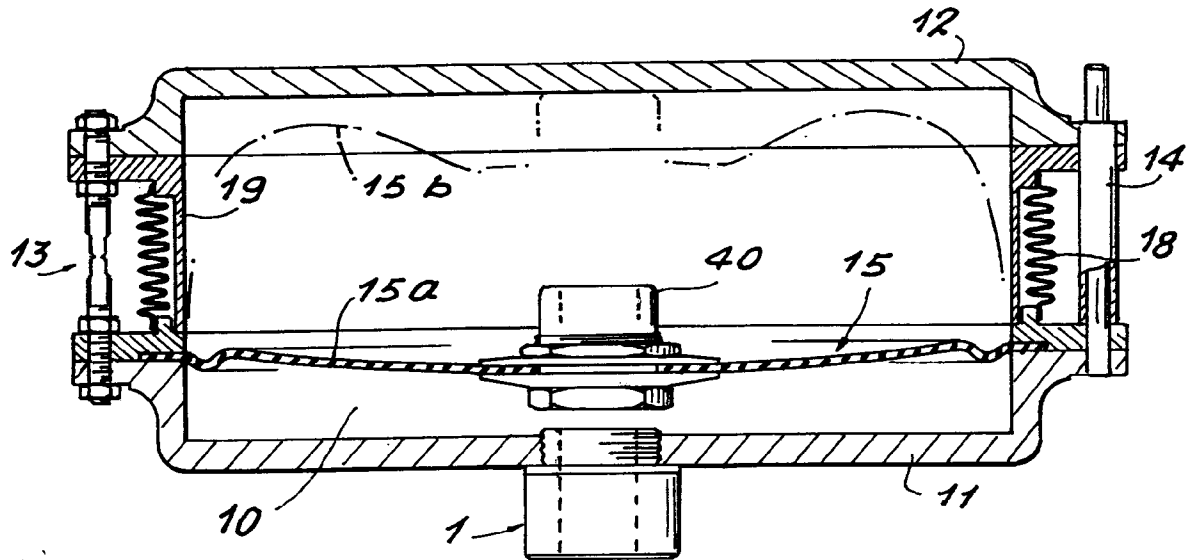
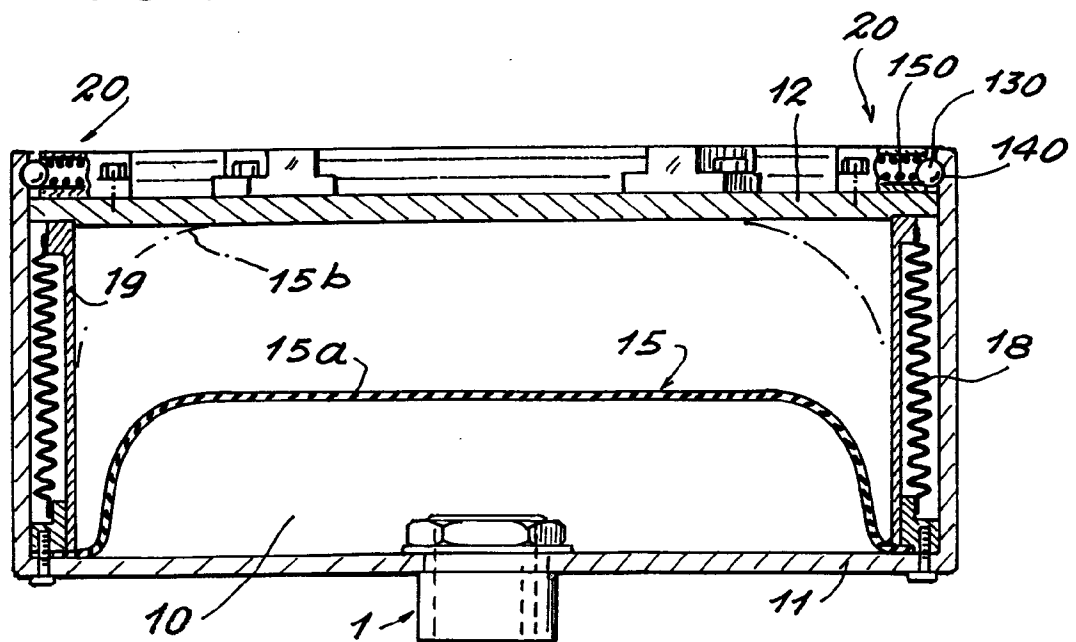


FIG. 6







Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2156

| 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-0 397 562 (GENERAL ELECTRIC CGR S.A.)<br>* colonne 2, ligne 12 - colonne 3, ligne 31; figure 1 * | 1, 4, 7, 9, 10                                       | H05G1/04<br>H05G1/54                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP-A-0 283 688 (SIEMENS AG)<br>* colonne 4, ligne 7 - colonne 8, ligne 11; figures 3-5 *              | 1, 4, 10                                             |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-2 290 322 (E.R. GOLDFIELD)<br>* colonne 1, ligne 7 - colonne 2, ligne 31; figures 1, 2 *         | 1, 4                                                 |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GB-A-834 719 (MARKS & CLERK CO.)<br>* page 1, ligne 16 - ligne 66 *                                   | 1                                                    |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                       |                                                      | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                       |                                                      | H01J<br>H05G                               |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       |                                                      |                                            |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                       | Date d'achèvement de la recherche<br>30 OCTOBRE 1992 | Examineur<br>HORAK G.I.                    |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                       |                                                      |                                            |

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)