

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: 88402662.6

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 05 G 1/04**  
**H 01 J 35/16, G 21 F 1/12**

⑳ Date de dépôt: 21.10.88

③① Priorité: 30.10.87 FR 8715055

④③ Date de publication de la demande:  
03.05.89 Bulletin 89/18

④④ Etats contractants désignés: DE GB NL

⑦① Demandeur: **GENERAL ELECTRIC CGR SA.**  
**13, Square Max-Hymans**  
**F-75015 Paris (FR)**

⑦② Inventeur: **Gabbay, Emile Cabinet Ballot-Schmit**  
**84 avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

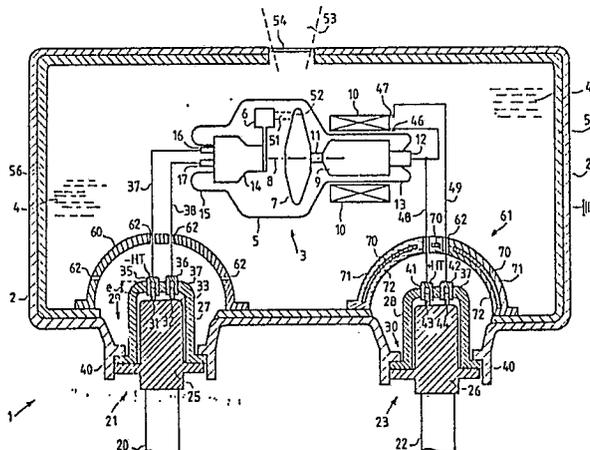
**Leguen, Jacques Cabinet Ballot-Schmit**  
**84 avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

⑦④ Mandataire: **Ballot, Paul Denis Jacques et al**  
**Cabinet Ballot-Schmit 84, avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

⑤④ **Ensemble radiogène à protection intégrale contre les rayonnements de fuite.**

⑤⑦ L'invention concerne un ensemble émetteur de rayons X (1), du type comportant un tube radiogène (3) contenu dans une gaine (2) et alimenté en haute tension par l'intermédiaire d'un dispositif de connexion (21) électrique monté sur la gaine (2).

Selon une caractéristique de l'invention, au moins une partie (27) du dispositif de connexion (21) est réalisée en un matériau électriquement isolant et absorbant les rayons X, afin d'éviter des rayonnements X de fuite.



## Description

### ENSEMBLE RADIOGENE A PROTECTION INTEGRALE CONTRE LES RAYONNEMENTS DE FUITE

L'invention concerne un dispositif émetteur de rayons X du type dans lequel un tube radiogène contenu dans une gaine est alimenté en haute tension par l'intermédiaire d'au moins un dispositif de connexion électrique monté sur la gaine. L'invention concerne particulièrement des moyens pour réaliser un blindage de protection contre des rayonnements X de fuite.

Dans les installations de radiodiagnostic, le rayonnement X est généralement produit à l'aide d'un tube radiogène. Selon une disposition courante, d'une part, le tube radiogène est contenu dans une gaine métallique remplie d'une huile électriquement isolante, la gaine étant destinée notamment à assurer la protection des utilisateurs contre les chocs électriques et les rayonnements X ; la gaine équipée d'un tube radiogène étant appelée ensemble radiogène. D'autre part, les éléments d'alimentation du tube radiogène, et en particulier les éléments d'un générateur haute tension produisant la haute tension d'alimentation du tube radiogène, sont regroupés dans une autre enceinte située à distance de l'ensemble radiogène. Selon le type de l'alimentation en haute tension, monopolaire ou symétrique, un ou plusieurs câbles à haute isolation électrique transportent les polarités positive et négative de la haute tension jusque dans la gaine contenant le tube radiogène, par l'intermédiaire de dispositifs de connexions électriques. Un tel dispositif de connexion électrique est formé en deux parties dont l'une, appelée réceptacle, constitue une pièce femelle fixée à demeure à la gaine ; l'autre partie constitue une pièce mâle ou embout destinée à être emboîtée dans le réceptacle et qui est solidaire du câble.

Etant donné les valeurs très élevées que peut atteindre la haute tension d'alimentation d'un tube radiogène, 150 KV par exemple, le réceptacle et l'embout sont réalisés dans des matériaux électriquement isolants, et ont des formes et des dimensions imposées par des normes internationales. Dans un but de protection des utilisateurs, la gaine est portée au potentiel de la masse ou terre, de même d'une enveloppe extérieure du ou des câbles ; un des soucis constants des constructeurs étant que toutes les surfaces extérieures de la gaine, du dispositif de connexion, et des câbles soient métalliques, et qu'il y ait continuité électrique entre tous ces organes.

Le ou les contacts électriques qui sont réalisés par un dispositif de connexion électrique, s'effectuent dans le fond du réceptacle entre des organes de contact solidaires de l'embout et, des seconds organes de contact solidaires du réceptacle et qui traversent la paroi de fond de ce dernier et débouchent ainsi à l'intérieur de la gaine. Le réceptacle plonge assez profondément à l'intérieur de la gaine, de manière que l'extrémité du second élément de contact débouche à l'intérieur de la gaine à une distance suffisante de la paroi interne de cette dernière, pour éviter un claquage électrique

entre la gaine métallique qui est à la masse, et ces éléments de contact qui est au potentiel de la haute tension. En supposant que la polarité transportée soit la polarité négative, ce contact est relié par un fil de liaison à la cathode du tube radiogène, et l'anode de ce dernier est portée à la polarité positive par une autre liaison, à l'intérieur de la gaine, entre l'anode et un autre organe de contact d'un autre dispositif de connexion électrique.

Cependant, ces précautions à elles seules ne suffisent pas pour éviter les risques de claquages électriques à l'intérieur de la gaine, et l'isolation électrique correcte dans cette dernière n'est parfaitement réalisée que si la gaine est remplie d'un fluide ou huile électriquement isolante. Dans ces conditions, il est pratiquement impossible, malgré la présence de l'huile isolante, de placer à l'intérieur de la gaine un élément métallique à proximité du réceptacle, et particulièrement si cet élément métallique tend à diminuer la longueur des lignes de fuite, c'est-à-dire à diminuer la longueur d'isolant électrique entre l'organe de contact et la paroi intérieure de la gaine. Il résulte de ceci un problème important qui se rapporte à la protection des utilisateurs vis à vis des rayonnements X de fuite.

En effet, dans un tube radiogène, le rayonnement X est produit sous l'effet du bombardement d'une anode par un faisceau d'électrons. Au point d'impact du faisceau d'électrons est formé un foyer, qui constitue la source du rayonnement X. Le rayonnement X est émis dans toutes les directions, et seule une fraction de ce rayonnement X, appelée faisceau utile, est utilisée pour réaliser des images d'un objet. Le faisceau utile sort de la gaine par une fenêtre de sortie absorbant très peu le rayonnement X. Pour absorber les rayons X qui sont émis dans la gaine dans des directions différentes de celles du rayonnement X utile, les parois intérieures de la gaine sont revêtues d'une couche de plomb qui constitue un blindage vis à vis du rayonnement X. Généralement, la couche de plomb a une épaisseur d'environ 3mm, ce qui permet d'absorber l'essentiel du rayonnement X produit par le tube radiogène quand il fonctionne sous la tension d'alimentation haute tension maximum prévu, c'est-à-dire habituellement de l'ordre de 150 KV.

Compte tenu du problème d'isolation électrique mentionné plus haut, la couche de plomb est arrêtée autour des orifices dans lesquels sont introduits les réceptacles de connexion électrique, de sorte que ces orifices ne sont pas blindés et laissent sortir de la gaine des rayons X émis dans leur direction. Ces rayons X parasites ou rayonnement X de fuite qui sortent de la gaine en dehors de la fenêtre de sortie, peuvent atteindre des énergies voisines de celles du faisceau utile, et représentent un danger important pour les utilisateurs.

Une solution connue à ce problème consiste à disposer les orifices, destinés à recevoir les réceptacles de connecteurs électriques, en dehors de zones accessibles à des rayons X émis directement

par le foyer. Cette solution est intéressante, mais elle permet seulement de limiter la quantité de rayonnement X de fuite, du fait notamment que par des effets de rayonnement secondaire, des rayons X peuvent avoir dans la gaine toutes les directions.

L'invention concerne un ensemble radiogène du type ci-dessus décrit, dont l'agencement permet de supprimer tous les rayonnements de fuite, notamment au niveau du ou des dispositifs de connexion électriques, sans exiger de positions particulières de ces dispositifs de connexion électrique, et tout en conservant les qualités d'isolation électriques requises.

Selon l'invention, un ensemble radiogène comportant un tube radiogène contenu dans une gaine, un blindage de protection vis à vis d'un rayonnement X, la gaine comportant au moins un orifice dans lequel est monté un dispositif de connexion électrique servant à alimenter en haute tension le tube radiogène, est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un second blindage électriquement isolant situé au niveau de l'orifice et absorbant le rayonnement X émis dans la gaine en direction de cet orifice.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif, et à l'aide de la figure annexée qui montre, de manière schématique, par une vue en coupe, un ensemble radiogène conforme à l'invention.

La figure montre un ensemble radiogène 1 dont la représentation est limitée aux moyens utiles à comprendre l'invention. L'ensemble radiogène 1 comporte une gaine 2 métallique, en aluminium par exemple. La gaine 2 contient un tube radiogène 3 et une huile isolante 4 dans laquelle est immergé le tube radiogène 3. Le tube radiogène 3 est d'un type classique comportant notamment une enveloppe 5 dans laquelle sont contenues une cathode 6 et une anode 7. Dans l'exemple non limitatif décrit, l'anode 7 est une anode tournante dont la rotation, autour d'un axe de rotation 8, est obtenue à l'aide d'un rotor 9 et d'un stator 10 qui est extérieur à l'enveloppe 5 ; l'anode 7 est solidaire du rotor 9 par un axe support 11 métallique, et le rotor 9 est porté par un arbre support 12 métallique également qui est fixé à une première extrémité 13 de l'enveloppe 5. La cathode 6 est portée en vis à vis de l'anode 7 par un support 14, qui est fixé à une seconde extrémité 15 de l'enveloppe 5. La cathode 6 est électriquement reliée de manière classique (non représentée) à des traversées électriques étanches 16,17 dont est munie la seconde extrémité 15 de l'enveloppe 7. La cathode 6 est d'un type traditionnel comportant un ou plusieurs filaments (non représentés) dont une extrémité est reliée à la cathode 6 elle-même, de sorte que pour à la fois relier la cathode 6 à la haute tension et alimenter en tension de chauffage le ou les filaments de la cathode, il suffit de relier la cathode 6 à la polarité négative de la haute tension et d'ajouter une liaison par filament à alimenter. Aussi, en supposant que la cathode comporte un unique filament, il suffit de deux traversées électriques étanches 16,17, la première traversée 16 étant reliée à la fois à la cathode 6 elle-même et à une extrémité du filament et la seconde traversée 17 étant reliée à l'autre extrémité du filament.

La haute tension d'alimentation du tube radiogène 3 est produite par un générateur haute tension (non représenté) qui est situé à l'extérieur de la gaine 2. Généralement, le générateur haute tension est disposé à l'intérieur d'une enceinte (non représentée) contenant également des moyens pour fournir une première et une seconde basses tensions servant respectivement au chauffage du filament contenu dans la cathode 6 et à l'alimentation du stator 10 ; la polarité négative de la haute tension étant reliée, dans cette enceinte, à l'un des pôles de la première basse tension.

Dans l'exemple non limitatif décrit, l'alimentation en haute tension du tube radiogène 3 est du type symétrique, c'est-à-dire que les polarités négative et positive de la haute tension sont respectivement négative et positive par rapport au potentiel de la gaine 2 qui est reliée à la terre ou masse.

La polarité négative -HT de la haute tension ainsi que la première basse tension servant au chauffage du filament contenu dans la cathode 6, sont transportées jusqu'à l'intérieur de la gaine 2 à l'aide d'un premier câble à haute isolation électrique 20, par l'intermédiaire d'un premier dispositif de connexion électrique 21. D'autre part, la polarité positive + HT de la haute tension ainsi que la seconde basse tension servant à alimenter le stator 10 sont transportées jusque dans la gaine 2, par un second câble à haute isolation électrique 22, par l'intermédiaire d'un second dispositif de connexion électrique 23.

Les dispositifs de connexion électrique 21,23 sont d'un même type, et comportent chacun un embout 25,26 et un réceptacle 27,28 réalisés en un matériau électriquement isolant. Le premier embout 25 qui prolonge le premier câble 20, est engagé dans le premier réceptacle 27, et le second embout 26 qui prolonge le second câble 22 est engagé dans le second réceptacle 28. La gaine 2 comporte un premier et un second orifices 29,30 dans lesquels sont enfoncés respectivement le premier et le second réceptacle 27,28 qui sont ainsi plongés dans la gaine 2. Dans l'exemple non limitatif décrit où deux liaisons suffisent pour alimenter la cathode 6, deux fils (non représentés) contenus dans le premier câble 20 sont chacun reliés à un contact mâle 31,32 ; ces contacts mâles dépassent de l'extrémité 33 du premier embout 25 et sont engagés respectivement dans un premier et un second contacts femelles 35,36 appartenant au premier réceptacle 27. Les contacts femelles 35,36 sont montés dans une paroi de fond 37 du réceptacle 27, et traversent cette paroi de fond de manière étanche. Le premier contact femelle 35, qui transporte la polarité négative -HT, est relié dans la gaine 2 à la première traversée électrique 16 par une première liaison 37, et le second contact femelle 36 est relié à la seconde traversée électrique 17 par une seconde liaison 38 ; les connexions de la cathode 6 étant ainsi réalisées.

Les orifices 29,30 sont constitués par l'intérieur de protubérances ayant la forme de tube 40 dans lesquels les réceptacles 27,28 et les embouts 25,27 sont fixés de manière classique, de façon à maintenir l'étanchéité de la gaine 2 ; les éléments utilisés pour ces fixations sont bien connus, et ils ne sont pas

représentés pour plus de clarté de la description.

Le second connecteur électrique 23 est constitué d'une même manière que le premier connecteur électrique 21 : le second réceptacle 28 comporte un troisième et un quatrième contacts femelles 41,42 qui débouchent dans la gaine 2 ; un troisième et un quatrième contacts mâles 43,44 appartenant au second embout 26, sont engagés respectivement dans le troisième et quatrième contacts femelles 41,42. Le troisième contact femelle 41 transporte la polarité positive +HT de la haute tension, et ce troisième contact femelle 41 est reliée à l'arbre support 13 par une troisième liaison 48, de sorte que l'anode 7 est reliée à la polarité positive +HT par l'intermédiaire de l'axe support 11, du rotor 9 et de l'arbre support 12. Dans l'exemple non limitatif de la description, le stator 10 est porté à la polarité positive de la haute tension +HT, c'est-à-dire qu'une de ces entrées 46 est reliée au troisième contact femelle 41 qui non seulement transporte la polarité positive +HT de la haute tension, mais transporte également l'une des polarités de la seconde basse tension destinée à l'alimentation du stator 10 ; la seconde polarité de la seconde basse tension étant introduite dans la gaine 2, par le quatrième contact femelle 42 qui est relié à une seconde entrée 47 du stator 10, par une quatrième liaison 49.

En fonctionnement, la cathode 6 produit un faisceau d'électrons 51 qui bombarde l'anode 7 et, engendre sur cette dernière un foyer 52 représentant la source d'un rayonnement X qui, à partir du foyer 52, est émis dans toutes les directions. Une fraction de ce rayonnement X constitue un faisceau utile 53 qui sort de la gaine 2 par une fenêtre 54 peu absorbante du rayonnement X.

A l'intérieur de la gaine 2, des rayons X (non représentés) sont émis dans toutes les directions, non seulement à partir du foyer 52 qui constitue la source du rayonnement X primaire, mais aussi de points quelconques à l'intérieur de la gaine 2 où des objets peuvent être frappés par des électrons secondaires, ou, par des rayons X du rayonnement primaire qui engendrent un rayonnement X diffusé qui, lui-même, peut subir des diffusions multiples. Pour éviter une fuite de ces rayonnements X au travers de la gaine 2, il est connu de revêtir les parois intérieures de cette dernière par un blindage constitué par une couche de plomb 56. Pour éviter tout claquage électrique entre la masse à laquelle est reliée la gaine 2, et les polarités négatives et positives -HT, + HT de la haute tension, la couche de plomb 56 est arrêtée autour des orifices 29,30 ; de sorte qu'un rayonnement X, appelé rayonnement X de fuite, peut s'échapper de la gaine 2 par ces orifices 29,30.

Selon une caractéristique de l'invention, le premier blindage aux rayonnements X, constitué par la couche de plomb 56, est complété par un écran ou second blindage qui est à la fois électriquement isolant et absorbant du rayonnement X, et qui est disposé au niveau des orifices 29,30 afin de supprimer des rayonnements X de fuite au niveau de ces derniers.

Dans une première version de l'invention, cet

écran ou second blindage est constitué par les réceptacles 26,28 eux-mêmes. A cette fin, les réceptacles 26,28 sont réalisés à partir d'un matériau électriquement isolant, tel que par exemple une résine époxy, qui est chargé par un matériau à haut numéro atomique, de manière à constituer un matériau à la fois électriquement isolant et absorbant du rayonnement X.

Ces matériaux à haut numéro atomique peuvent être des matériaux électriquement isolants comme par exemple des oxydes de tungstène, d'uranium, de thorium ou même de plomb tel le minium.

Mais ces matériaux à haut numéro atomique peuvent également être des matériaux conducteurs électriques tels que notamment le bismuth, le tungstène, l'uranium, le thorium, le plomb. En effet, des essais ont montrés qu'une résine époxy chargée par exemple jusqu'à 50% en plomb ou en tungstène, d'une part conserve des propriétés d'isolant électrique largement suffisantes vis à vis des valeurs de tensions alternatives ou continues (150 KV) qui sont nécessaires au fonctionnement d'un tube radiogène classique. Il a été observé d'autre part, que la résine époxy ainsi chargée par un matériau à haut numéro atomique, et ayant une épaisseur de l'ordre de 7 à 8mm, absorbe le rayonnement X sensiblement d'une même manière que la couche de plomb ayant une épaisseur de l'ordre de 3mm.

Cette solution au blindage des orifices 29,30 est particulièrement intéressante, en ce qu'elle ne compromet pas l'isolation électrique à l'intérieur de l'enceinte 2, et n'exige pas de travail supplémentaire lors du montage des réceptacles 26,28 dans la gaine 2. Bien entendu un travail supplémentaire est exigé pour charger le matériau de base choisi, de la résine époxy par exemple, par une poudre d'un matériau à haut numéro atomique. La méthode utilisée pour obtenir le matériau à la fois électriquement isolant et absorbant est sensiblement la même que celle qui est mise en oeuvre pour renforcer une résine, par des métaux légers ou par des fibres de verre. On peut citer à titre d'exemple non limitatif, que dans le cas d'une résine époxy chargée jusqu'à 50% d'une poudre de tungstène ou de plomb, la granulométrie de cette poudre est de l'ordre de 10 à 100 microns.

Les réceptacles 27,28 peuvent être obtenus par moulage par exemple, de sorte à comporter une épaisseur e appropriée c'est-à-dire environ 7mm, particulièrement en ce qui concerne la paroi de fond 37 ; il est à remarquer qu'une telle épaisseur e correspond sensiblement à l'épaisseur des cloisons des réceptacles réalisés selon l'art antérieur.

Les embouts 25,26 peuvent également être réalisés en un matériau électriquement isolant et absorbant du rayonnement X afin de constituer le second blindage, ou encore de sorte à ajouter leur masse à celle des réceptacles 27,28, ce qui permet de réduire l'épaisseur e de ces derniers. Mais les embouts 25,26 sont solidaires des câbles 20,21 qui peuvent être remplacés, aussi il est préférable de conférer directement aux réceptacles 27,28 l'épaisseur e appropriée pour supprimer les rayonnements de fuite.

Selon une autre version de l'invention, il est

possible également de coiffer les réceptacles 26,28, à l'intérieur de la gaine 2, par un écran 60,61 en forme de cloche et réalisé en un matériau électriquement isolant chargé par un matériau à haut numéro atomique comme ci-dessus expliqué ; ces écrans 60,61 en forme de cloche étant fixés à la gaine 2, et comportant de petites ouvertures 62 destinées à permettre le passage de l'huile isolante 4 et des liaisons électriques 37,38 au tube radiogène 3.

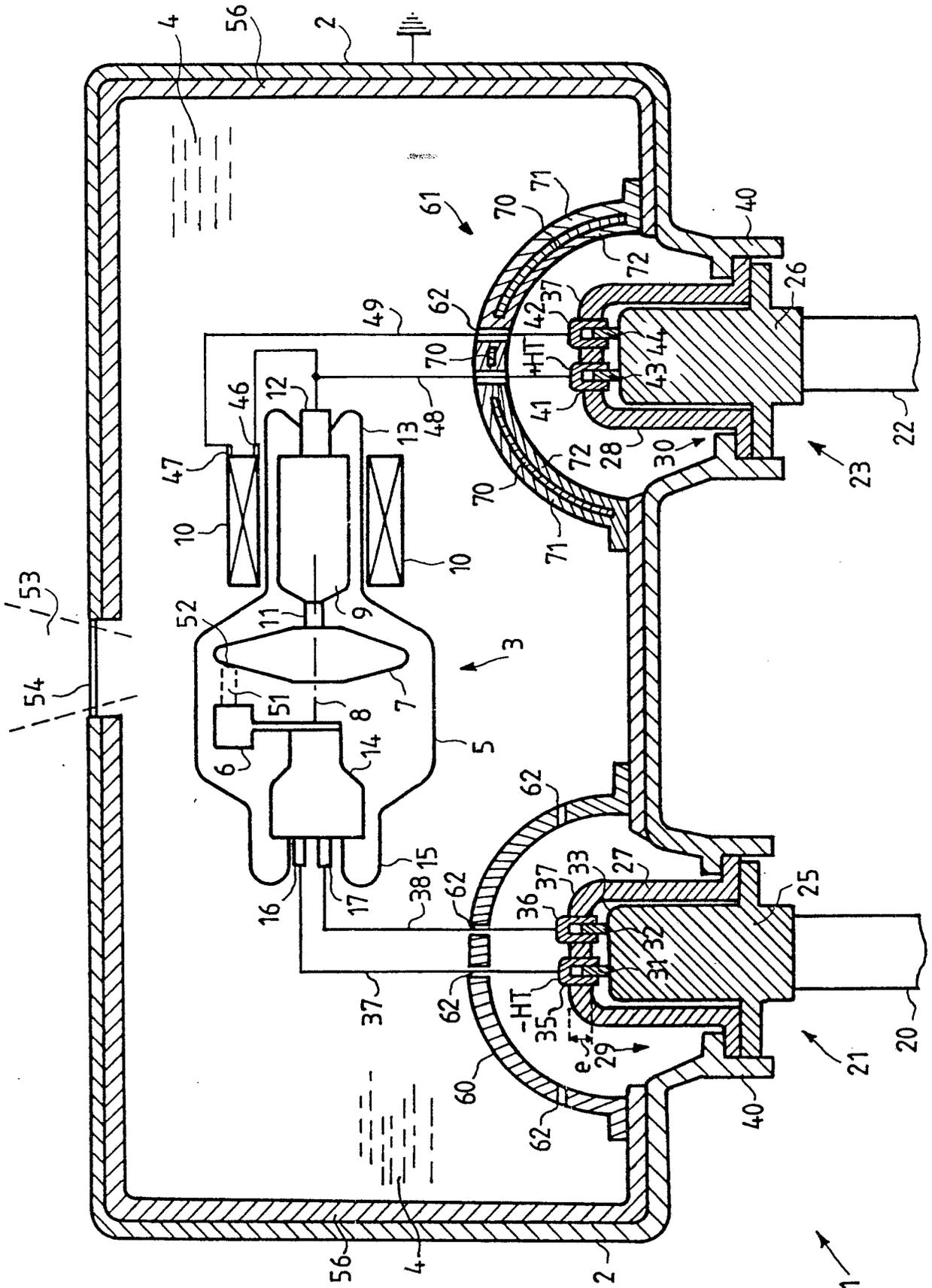
Selon encore une autre version de l'invention, illustrée par le second écran 61 qui coiffe et entoure le second réceptacle 28, à l'intérieur de la gaine 2, les écrans 60,61 peuvent être réalisés selon une structure en sandwich dans laquelle, une couche 70 d'un matériau à haut numéro atomique comme le plomb par exemple, est enrobée entre deux couches 71,72 d'un matériau électriquement isolant classique.

### Revendications

1. Ensemble radiogène comportant un tube radiogène (3) contenu dans une gaine (2), un blindage (56) de protection vis à vis d'un rayonnement X, la gaine (2) comportant au moins un orifice (29,30) dans lequel est monté un dispositif de connexion électrique (21,23) servant à alimenter en haute tension le tube radiogène (3), caractérisé en ce qu'il comporte en outre un second blindage (27,28,60,61) électriquement isolant situé au niveau de l'orifice (29,30) et absorbant le rayonnement X émis dans la gaine (2) en direction de cet orifice (29,30). 25
2. Ensemble radiogène selon la revendication 1, caractérisé en ce que le second blindage (27,28,60) est réalisé en un matériau électriquement isolant chargé par un matériau à haut numéro atomique. 30
3. Ensemble radiogène selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau à haut numéro atomique est un matériau électriquement conducteur. 35
4. Ensemble radiogène selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau à haut numéro atomique est électriquement isolant. 40
5. Ensemble radiogène selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, le dispositif de connexion électrique (21,23) comportant un réceptacle (27,28) monté dans l'orifice (29,30) et un embout (25,26) engagé dans le réceptacle (27,28), caractérisé en ce que au moins le réceptacle (27,28) est réalisé dans le matériau électriquement isolant chargé par un matériau à haut numéro atomique, de manière à constituer le second blindage. 45
6. Ensemble radiogène selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le second blindage est constitué par un écran (60,61) réalisé dans le matériau électriquement isolant chargé par un matériau à haut numéro atomique, l'écran (60,61) enveloppant 50

au moins partiellement l'orifice (29,30) à l'intérieur de la gaine (2).

7. Ensemble radiogène selon la revendication 1, caractérisé en ce que le second blindage est constitué par un écran (61) formé d'une structure en sandwich dans laquelle une couche (70) d'un matériau à haut numéro atomique est enrobé entre deux couches (71,72) d'un matériau électriquement isolant. 55





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.4)
A	US-A-1 975 871 (C.M. SLACK et al.) * Page 1, ligne 13 - page 2, ligne 15; figure 1 * ---	1-3	H 05 G 1/04 H 01 J 35/16 G 21 F 1/12
A	GB-A- 280 636 (P.E. HARTH) * Page 1, ligne 10 - page 2, ligne 8; lignes 53-83; figures 1,2 * ---	1-3	
A	FR-A- 554 654 (J.L.L.J. PIERQUIN) * Page 1, ligne 8 - page 2, ligne 10; figure 1 * ---	1-4	
A	FR-A- 542 253 (LA RADIOTECHNIQUE) * Page 1, ligne 6 - page 2, ligne 57; figure 1 * ---	1	
A	FR-A- 671 924 (VICTOR X-RAY CORP.) * Page 2, ligne 16 - page 3, ligne 87; figures 1-5 * ---	1	
A	US-A-3 859 534 (P.A. LOUGHLIN) * Colonne 1, ligne 61 - colonne 2, ligne 46; figures 1-3 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)  H 05 G H 01 J G 21 F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-01-1989	Examinateur GNUGESSER H.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	