

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: 81402080.6

⑤① Int. Cl.³: **G 21 K 1/02**
H 01 J 35/16

⑳ Date de dépôt: 28.12.81

③① Priorité: 16.01.81 FR 8100775

④③ Date de publication de la demande:
28.07.82 Bulletin 82/30

⑧④ Etats contractants désignés:
CH DE FR GB LI NL

⑦① Demandeur: THOMSON-CSF
173, Boulevard Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

⑦② Inventeur: Gabbay, Emile
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

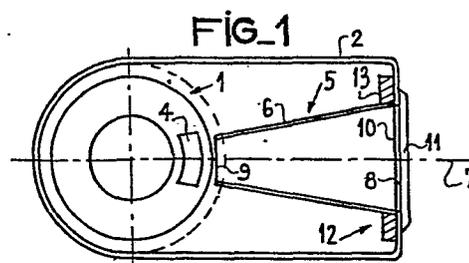
⑦② Inventeur: Penato, Jean-Marie
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

⑦④ Mandataire: Dubreuil, Annie et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

⑤④ Limiteur universel de rayonnement secondaire dans un tube radiogène, et tube radiogène comportant un tel limiteur.

⑤⑦ Limiteur universel pour tout type de tube radiogène tant en Radiologie qu'en Radiothérapie.

Le limiteur comporte une enveloppe (6) de forme conique, d'axe l'axe de symétrie (7) du faisceau utile de rayonnements, réalisé en un matériau opaque au rayonnement secondaire dont l'ouverture d'entrée (9) est à proximité immédiate du foyer émetteur (4) et dont l'ouverture de sortie (10) est liée mécaniquement à la fenêtre de sortie (11) du tube.



LIMITEUR UNIVERSEL DE RAYONNEMENT SECONDAIRE
DANS UN TUBE RADIOGENE ET TUBE RADIOGENE
COMPORTANT UN TEL LIMITEUR

La présente invention concerne un limiteur universel de rayonnement secondaire dans un tube radiogène. Elle trouve son application tant en Radiologie classique qu'en Radiothérapie.

5 Quand une cible convenable est bombardée par un flux d'électrons rapides, elle émet un certain flux de photons dans une bande spectrale liée à la nature et à la géométrie de la cible et liée à la vitesse des électrons. De tels dispositifs générateurs sont dits tubes radiogènes. Ils émettent plus particulièrement dans la bande des rayons X ou γ . Il est aussi possible d'utiliser des émissions photo-

10 niques secondaires. Dans tous les cas, on appelle foyer la zone matérielle émissive des rayonnements.

Dans la répartition géométrique du flux des photons engendrés, il est connu d'isoler par des moyens divers un angle solide divergent ou non, dont une section contient le foyer émetteur et qui comporte

15 le rayonnement caractérisé d'utile soit qu'il y soit particulièrement monochromatique soit qu'il y soit d'énergie plus élevée que n'importe où ailleurs. Du fait que la source émissive est un foyer étendu, il vient que le rayonnement utile comporte deux parties :

- un rayonnement primaire,
- 20 - un rayonnement secondaire.

Un rayon appartenant au rayonnement primaire peut être défini comme un rayon direct qui est porté par une droite coupant l'axe central de l'angle solide du rayonnement utile en un point commun à tous les rayons primaires sur l'axe central du rayonnement primaire.

25

Un rayon secondaire est porté par une droite quelconque issue du foyer émetteur. Ce rayonnement, souvent d'énergie faible relati-

vement au rayonnement primaire, est générateur de mauvaises images en Radiologie et de causes d'irradiation parasites en Radiothérapie. Il convient donc de le supprimer le plus complètement possible.

5 Dans l'art antérieur, il a été proposé des dispositifs limiteurs du rayonnement secondaire adaptés aux tubes radiogènes. Ces dispositifs, dits collimateur, sélectionnent en fait le champ d'éclairément c'est-à-dire l'angle solide contenant le rayonnement utile.

10 Dans le brevet français n° 1.051.495 déposée au nom de la Compagnie Générale de Radiologie on a décrit un dispositif collimateur qui réduit le rayonnement secondaire. Mais il consiste en une grille ou trame de forme cônica dirigée vers le foyer qui laisse donc une trace dans le champ éclairé en absorbant aussi du rayonnement primaire. De plus, il est situé en dehors du tube
15 radiogène à sa fenêtre de sortie.

Dans le brevet français n° 69.09249 publié sous le n° 2.038.757 déposé le 28 mars 1969 au nom de l'Atome Industriel S.A., il est décrit un collimateur de rayonnement à symétrie axiale de révolution dirigée selon l'axe central du faisceau utile. En coupe
20 transversale, le collimateur est ainsi une grille. Il est aussi extérieur à la source radiogène.

Cette disposition extérieure du collimateur est désavantageuse quand il s'agit de réduire le rayonnement secondaire. En effet, l'espace compris entre le foyer et l'entrée du collimateur est libre
25 au rayonnement secondaire. Pour remédier à cet inconvénient, la présente invention propose de placer un limiteur de rayonnement secondaire dans le tube radiogène à proximité immédiate du foyer émetteur.

De plus, les collimateurs dont une section transversale est en forme de grille ou de trame, laissent une trace en absorbant du rayonnement primaire dans le champ du faisceau utile.
30

La présente invention, pour porter remède à ces inconvénients de l'art antérieur, est un limiteur de rayonnement secondaire de forme cônica simple dont une extrémité est fixée à la fenêtre de

sortie du tube et l'autre à proximité du foyer émetteur du rayonnement.

Le rayonnement secondaire peut ne pas être émis seulement par la foyer. En effet, le foyer est la zone bombardée par les électrons incidents sur l'anode. Une certaine quantité d'électrons est émis par le foyer. Ces électrons sont dits électrons secondaires. Ils sont expulsés du foyer avec une certaine énergie cinétique et subissent une attraction du fait du potentiel d'anode. Ils retombent donc sur celle-ci hors du foyer, avec une énergie telle qu'ils produisent eux aussi un rayonnement secondaire mais hors du foyer c'est-à-dire extrafocal.

C'est un but de la présente invention d'absorber aussi un tel rayonnement.

Pour mieux cerner l'invention il est proposé la description de quelques tubes radiogènes équipés de tels limiteurs.

Les figures annexées représentent :

- la figure 1 : un tube radiogène à anode tournante,
- la figure 2 : un schéma explicatif des avantages de l'invention,
- la figure 3 : un tube radiogène à anode fixe à puits.

Les exemples de réalisation sont plus particulièrement tirés de la Radiologie mais trouvent aussi leur application en Radiothérapie.

A la figure 1, le tube radiogène représenté comporte une anode tournante 1 incluse dans une enveloppe 2 étanche ou vide. Il comporte aussi à l'intérieur de l'enveloppe 2, un excitateur de photons qui est ici un canon à électron non représenté. Le flux d'électrons frappe l'anode tournante 1, au foyer 4 émetteur du flux de photons.

Le limiteur 5 de rayonnement secondaire comporte une enveloppe cônica divergente 6 d'axe de symétrie aligné avec l'axe 7 du champ utile sélectionné. Ce limiteur 5 comporte une ouverture d'entrée 8 du flux de photons et une ouverture de sortie 9 du rayonnement utile.

L'ouverture de sortie est liée mécaniquement à la fenêtre de sortie 10 du tube. Celle-ci peut comporter une fenêtre de filtration additionnelle 11 constituée d'une mince feuille d'aluminium ou de béryllium. Cette filtration additionnelle a un effet cumulé avec le limiteur, en absorbant les rayons moins énergétiques donc en appauvrissant encore le taux de rayonnement secondaire relativement au rayonnement utile. Les moyens de liaison mécanique 12 de l'ouverture de sortie 9 à la fenêtre de sortie 10, ici comportent une bague 13 brasée ou soudée à un repli de la paroi de l'enveloppe 2.

L'ouverture d'entrée 8 est placée à proximité immédiate du foyer émetteur 4 du flux de photons. La projection de l'ouverture 8 sur l'anode 1 peut contenir ou être contenue par la surface du foyer 4. Cette caractéristique peut permettre de réduire l'étendue du foyer émetteur ou d'en sélectionner, par construction du tube, une zone de bonne émission.

Un limiteur universel de rayonnement secondaire placé à l'intérieur d'un tube à décharge doit répondre à trois qualités. Il doit être :

- absorbant des photons X,
- isolant électriquement,
- réfractaire.

Pour être absorbant des photons X, le limiteur doit être constitué d'un matériau à base d'un élément chimique à haut numéro atomique. Le matériau doit être isolant électriquement pour ne pas induire de différences de potentiel avec l'anode et donc modifier les lignes de champ dans le tube. Il doit être aussi réfractaire, puisqu'il est placé à proximité du foyer qui est une source très chaude.

Le limiteur selon l'invention est constitué d'un matériau à base d'uranium, de hafnium ou de thorium qui répondent aux trois qualités citées.

Le matériau peut être un oxyde des trois éléments chimiques cités plus haut. Il peut aussi être constitué d'un substrat recouvert de tels oxydes.

Les moyens de liaison mécanique comportent une bague 13 réalisée en un alliage comme par exemple le Dilver P ou le Vacrion 10 dans le cas d'une enveloppe réalisée en inox ou en cuivre.

5 A la figure 2, on a représenté un foyer émetteur de photons AB dans le demi-espace à droite de la ligne portant le foyer AB. La droite médiatrice X est axe de symétrie de la figure. On a schématiquement représenté un limiteur de rayonnement secondaire CDEF dont les ouvertures d'entrée et de sortie sont respectivement CD et EF.

10 Le rayonnement primaire est incluí dans l'espace limité par les droites GY et GZ, le point G étant un point de l'axe X de symétrie. Un rayon primaire est donc défini comme une droite de cet espace passant par G. Les droites GY et GZ sont les droites qui portent les côtés CE et DF du limiteur. Elles interceptent les bords A et B du foyer AB sur la figure mais elles peuvent aussi couper l'intérieur du foyer en en sélectionnant une fraction.

15 Le rayonnement secondaire comporte l'ensemble des rayons portés par les droites issues du foyer AB et qui ne passent pas par le point G. Si les parois CE et DF sont absorbantes du rayonnement secondaire, les deux zones de l'espace comprises entre les droites BC et BE et la paroi CE d'une part, et les droites AD et AF et la paroi DF d'autre part, sont vides de tout rayonnement secondaire. Par contre les zones de l'espace comprises entre les droites BA et BC d'une part et les droites AB et AD d'autre part comportent chacune du rayonnement secondaire. Pour le réduire il convient de rapprocher l'ouverture d'entrée CD du limiteur CDEF du foyer AB.

20 C'est aussi le cas des zones limitées par les droites ET et EY d'une part et FZ et FU d'autre part, qui ont été hachurées sur la figure 2. Pour que ces zones de rayonnement secondaire soient réduites, il faut éloigner l'ouverture de sortie EF du limiteur selon l'invention du foyer AB, les droites ET et FU se rapprochant respectivement des droites EY et FZ qui limitent le faisceau utile.

25 Le rayonnement extrafocal de rayons X est aussi considérablement réduit. Dans le foyer, un électron est réémis sur la courbe

e. Il frappe la cible au point H, hors du foyer. Les rayons du secteur de l'espace entre les rayons HD et HF émis par le point H, dits rayons extrafocaux sont interceptés et absorbés par la paroi DF du limiteur. Le rapprochement de la face d'entrée CD du foyer AB, ainsi que le grandissement du limiteur sur l'axe GX permettent de réduire la part du rayonnement extrafocal dans le faisceau de rayons X utile.

A la figure 3, un tube à anode fixe à puits à été représenté. Dans l'enveloppe 14, le tube comprend une cathode 15 munie d'un filament 16 et d'un concentrateur 17. Un faisceau d'électrons 18 pénètre dans le puits 19 d'une anode fixe 20. Cette anode comporte une cible 21 émissive de photons et est percée d'une fenêtre 22 de sortie du rayonnement. Un limiteur 23 selon l'invention est disposé dans un col 24 de l'enveloppe 14 du tube. Son ouverture d'entrée est disposée en regard de la fenêtre 22 de l'anode fixe 20 et son ouverture de sortie est liée comme il a été précédemment indiqué à la fenêtre de sortie de rayonnement 25 munie ou non d'un filtre additionnel.

Dans une telle disposition, le puits 19 de l'anode participe aussi à la diminution du rayonnement secondaire. Il peut donc être utile de recouvrir extérieurement le puits 19 d'un matériau comme précédemment décrit pour absorber le rayonnement secondaire.

Un tube radiogène muni d'un tel limiteur de rayonnement secondaire présente l'avantage de rapprocher le foyer émetteur de l'objet irradié sans l'intermédiaire d'une chambre de collimation extérieure comme décrit dans l'art antérieur. De plus, la diminution du rayonnement secondaire est considérablement amélioré grâce au rapprochement de la face d'entrée du limiteur du foyer émetteur.

Le foyer émetteur peut être constitué par une cible à électrons mais aussi par une cible bombardée par des photons incidents qui par effet Compton induisent un nouveau flux de photons dans une bande spectrale améliorée selon un diagramme d'émission donné.

Le limiteur selon l'invention a été décrit de type divergent. Il est possible de le réaliser sous forme de cône convergent l'ouverture

d'entrée étant alors plus grande que l'ouverture de sortie sans que les caractères principaux de l'invention soient changés.

Le limiteur selon l'invention peut donc être adapté à n'importe quel type de tube à foyer de petite étendue, étant ainsi un limiteur universel de rayonnement secondaire.

REVENDEICATIONS

1. Limiteur universel de rayonnement secondaire dans un tube radiogène comportant un foyer émetteur (4) et une fenêtre de sortie (11) d'un faisceau utile de rayonnement, caractérisé en ce qu'il comporte une enveloppe (6) d'épaisseur prédéterminée, de forme
5 cônique dont l'axe de symétrie est aligné sur l'axe central (7) du faisceau utile de rayonnements, dont l'ouverture d'entrée (9) est située à proximité immédiate du foyer émetteur (4), dont l'ouverture de sortie (10) est liée par des moyens de liaison (12) à la fenêtre de sortie (11) du faisceau utile de rayonnements, et en ce qu'il est
10 réalisé en un matériau comportant au moins un élément à haut numéro atomique de façon à absorber le rayonnement secondaire.

2. Limiteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe (6) du limiteur comporte un substrat recouvert d'au moins une couche d'oxydes d'un élément à haut numéro atomique.

15 3. Limiteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe (6) est de forme cônique divergente.

4. Limiteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de liaison (12) comportent une bague (13) soudée à l'enveloppe (2) du tube.

20 5. Limiteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe (6) est de forme cônique convergente.

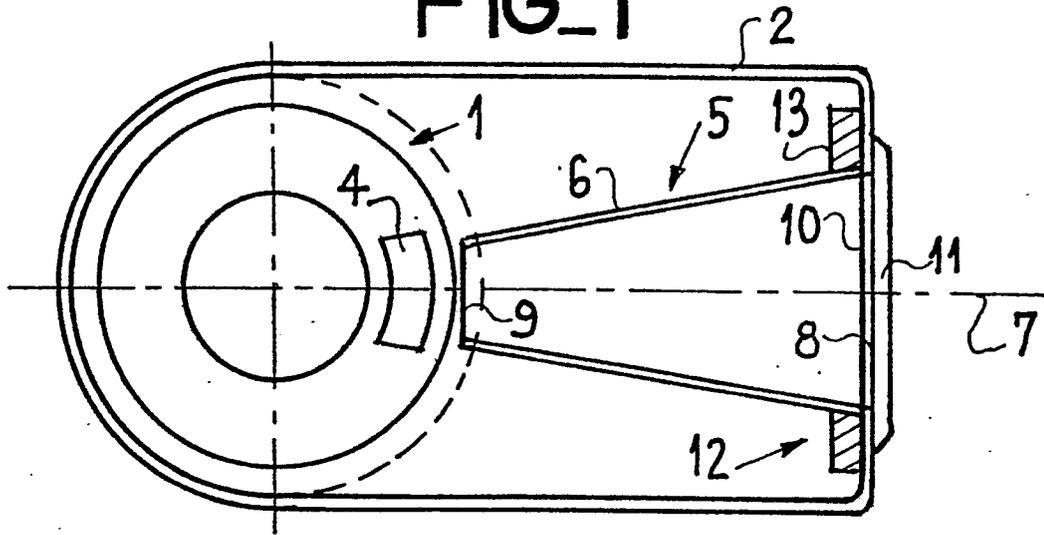
6. Tube radiogène, caractérisé en ce qu'il comporte à l'intérieur d'une enveloppe (2) étanche au vide, un limiteur universel (6) selon l'une des revendications 1 à 5.

25 7. Tube radiogène du type à anode fixe, selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'anode (20) est munie d'un puits (19) recouvert d'un matériau à haut numéro atomique.

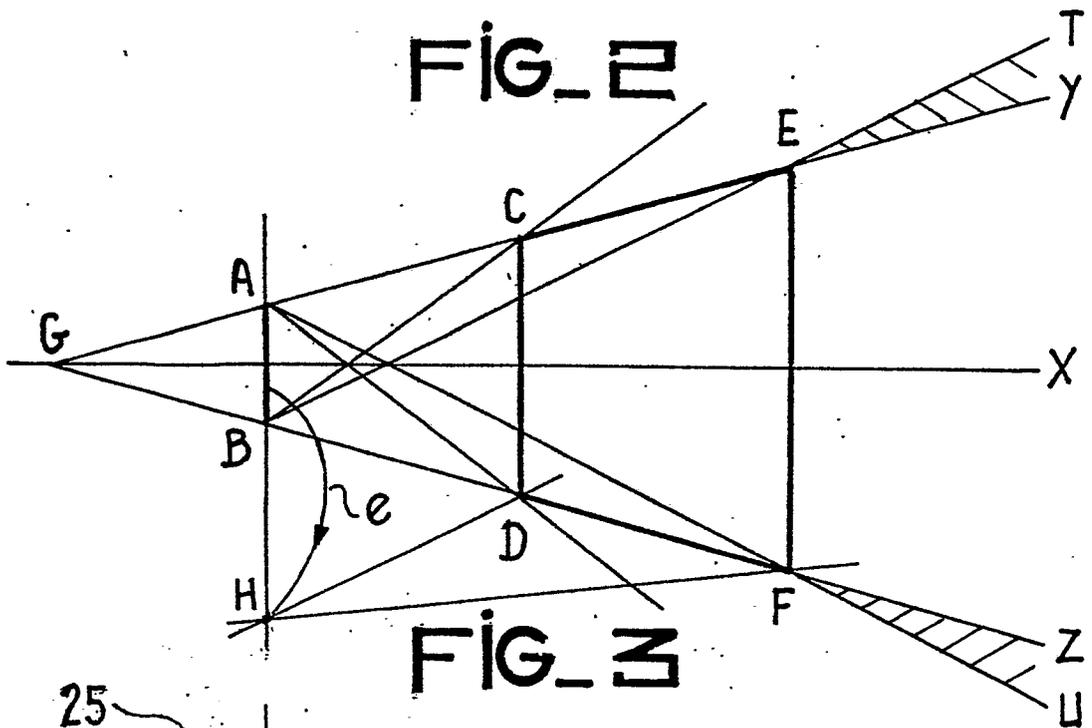
8. Tube radiogène selon la revendication 6, caractérisé en ce que le foyer émetteur (4) est du type à émission Compton.

1/1

FIG_1



FIG_2



FIG_3

