

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: **83401889.7**

⑥ Int. Cl.³: **H 01 J 35/14, H 01 J 35/08,**
G 21 K 1/02

⑳ Date de dépôt: **27.09.83**

③① Priorité: **05.10.82 FR 8216681**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard**
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

④③ Date de publication de la demande: **13.06.84**
Bulletin 84/24

⑦② Inventeur: **Plessis, André, THOMSON-CSF SCPI 173, bld**
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: **Gabbay, Emile, THOMSON-CSF SCPI 173, bld**
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

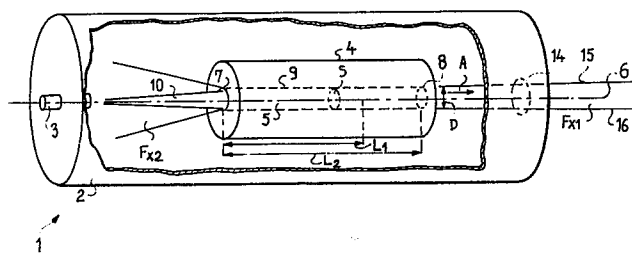
⑥④ Etats contractants désignés: **DE GB IT NL**

⑦④ Mandataire: **Barbin le Bourhis, Joel et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, boulevard Haussmann,
F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

⑤④ **Tube à rayons X produisant un faisceau à haut rendement, notamment en forme de pinceau.**

⑤⑦ L'invention concerne un tube à rayons X produisant un faisceau à haut rendement, notamment en forme de pinceau, applicable au domaine de la radiologie, et plus particulièrement à celui de la radiologie numérique.

Un tube à rayons X (1) selon l'invention, comporte une anode (4) munie d'un trou (5) rectiligne et, une cathode (3) générant un faisceau d'électrons (10) pénétrant dans ce trou (5). Des parois (9) intérieures de ce trou (5) constituent une cible anodique bombardée par le faisceau d'électrons (10), de manière à produire au moins un faisceau de rayonnement (FX₁) émergeant par une des extrémités (7, 8) du trou (5).



TUBE A RAYONS X PRODUISANT UN FAISCEAU A HAUT RENDEMENT,
NOTAMMENT EN FORME DE PINCEAU

La présente invention concerne un tube à rayons X produisant un faisceau à haut rendement, notamment en forme de pinceau, applicable aux domaines de la radiologie.

5 Un tube à rayons X comporte généralement une anode et une cathode, laquelle émet des électrons ; ces électrons vont bombarder une partie de l'anode appelée cible anodique, et l'impact de ces électrons sur la surface de la cible anodique détermine un foyer d'où sont émis des rayons X dans toutes les directions. En limitant ce rayonnement X à une direction donnée, par des systèmes de col-
10 limation soit partiellement interne au tube, soit extérieur à ce dernier, on détermine un faisceau utile de rayons X ; un tel faisceau utile étant dans tous les cas plus faibles que la totalité du rayonnement X émis au foyer. Ainsi par exemple pour un tube de radiodiagnostic, le faisceau utile de rayonnement X représente
15 environ 5 % du rayonnement X émis au foyer, et dans le cas des tubes pour tomодensitome, ce pourcentage est de l'ordre de 1 %.

Aussi une puissance électrique d'alimentation du tube, ainsi qu'une perte en chaleur seront d'autant plus importantes que, pour un faisceau utile d'intensité donnée, nécessaire à un type d'examen
20 par exemple, la collimation aura été plus forte afin de donner à ce faisceau utile une géométrie requise par l'examen.

En partant d'un tube à rayons X de construction classique, un faisceau utile en forme de pinceau peut être obtenu grâce à une forte collimation ; dans ce cas le faisceau utile représente une
25 fraction négligeable du rayonnement X émis au foyer, pour une énergie considérable dépensée dans l'alimentation électrique de ce tube à rayons X.

La présente invention concerne un tube à rayons X à haut rendement, agencé de manière à fournir un faisceau de rayonnement
30 X contenant une proportion du rayonnement X total émis beaucoup

plus importante qu'avec un tube à rayons X classique. Ceci permettant d'améliorer considérablement le rendement d'une installation utilisant un tel tube à rayons X, notamment dans le cas où le faisceau utile désiré est en forme de pinceau.

5 Selon l'invention, un tube à rayons X produisant un faisceau à haut rendement, notamment en forme de pinceau, est caractérisé en ce qu'il comporte une anode, munie d'un trou rectiligne ayant de parois intérieures constituant une cible anodique et, une cathode
10 générant un faisceau d'électrons dirigé vers le trou, ce faisceau d'électrons pénétrant par une première extrémité du trou sensiblement axialement à ce dernier, de manière à bombarder ces parois afin de provoquer au moins un faisceau de rayonnement X contenant un pourcentage important du rayonnement X total, ce faisceau de rayonnement X émergeant par une des extrémités du trou.

15 Nous pensons qu'un faisceau d'électrons pénétrant par une extrémité d'un trou rectiligne et, bombardant les parois intérieures de ce trou sous une faible incidence, tend à favoriser l'émission d'un rayonnement X selon un axe identique à celui du trou. Un tel rayonnement X peut donner naissance à un premier et à un second
20 faisceau X émergeant chacun du trou par une extrémité de celui-ci. Ceci étant du pour une part à une moindre absorption des rayons X dans la paroi elle-même, qui permet d'obtenir davantage de rayons X émis dans des directions parallèles ou presque à cet axe ; grâce à
25 quoi, ces rayons X ne sont pas absorbés par les parois dans leur trajet pour sortir du trou. De plus les faisceaux X ainsi obtenus peuvent être conformés par le trou dans lequel ils ont pris naissance, notamment en ce qui concerne le faisceau émergeant par l'extrémité opposée à celle d'entrée du faisceau d'électrons.

30 L'invention sera mieux comprise grâce à la description suivante et des deux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 montre par une vue en perspective un tube à rayons X conforme à l'invention ;
- la figure 2 montre des éléments caractéristiques d'un tube à rayons X selon l'invention dans une seconde version de ce tube.

La figure 1 représente schématiquement par une vue en perspective, un tube 1 à rayons X selon l'invention ; cette représentation étant limitée à des éléments caractéristiques montrés dans une enveloppe 2, grâce à une ouverture réalisée dans le dessin de cette enveloppe.

L'enveloppe 2 supporte une cathode 3, et par des moyens classiques non représentés, une anode 4. Dans l'exemple non limitatif de la description, cette anode 4 est un cylindre muni d'un trou 5 ayant une section S identique à elle-même sur toute une longueur L_2 de ce trou. Des parois 9 intérieures du trou 5 sont ainsi parallèles à un axe longitudinal 6 de ce trou 5. Dans l'exemple non limitatif décrit, la section S du trou 5 est circulaire, ayant un diamètre D, ainsi donc, que des première et seconde extrémités 7,8 du trou 5 ; sur la figure 1, le trou 5 et la seconde extrémité 8 étant représentés en traits pointillés.

Les parois 9 sont constituées par un métal ou un composé métallique, de préférence de numéro atomique élevé comme du tungstène par exemple.

Dans l'exemple non limitatif décrit, la cathode 3 est située dans l'axe longitudinal 6 du trou 5 et, génère un faisceau d'électrons 10 à symétrie axiale et faible divergence, selon sensiblement l'axe longitudinal 6 ; le faisceau d'électrons 10 pénétrant dans le trou 5 par la première extrémité 7, bombarde les parois 9 sur une longueur L_1 inférieure dans l'exemple non limitatif décrit, à la longueur L_2 du trou 5, les parois 9 constituant ainsi une cible anodique. Cette longueur L_1 et sa position par rapport à la longueur L_2 du trou 5, étant fonction de la divergence du faisceau d'électrons 10 et de son homogénéité, ainsi que du diamètre D du trou 5.

Dans cette disposition et compte tenu de la faible incidence (non représentée) sous laquelle les électrons bombardent les parois 9, ce bombardement provoque un rayonnement X dont l'émission est favorisée dans une direction A, et qui constitue un premier faisceau de rayonnement X FX_1 . Ce faisceau FX_1 émerge par la seconde extrémité 8, opposée à celle par où pénètre le faisceau d'électrons

10, selon un axe identique à l'axe longitudinal 6, et sort du tube 1 par une fenêtre de sortie 14, représentée en traits pointillés.

Cette disposition est remarquable en ce qu'elle permet notamment d'obtenir un faisceau de rayonnement X FX_1 , contenant une proportion très importante du rayonnement X total (non représenté). Une autre caractéristique importante est que les parois 9 étant parallèles, le faisceau de rayonnement FX_1 est conformé par le trou 5 à la forme d'un pinceau, dont des limites 15, 16 sont parallèles ou presque à l'axe longitudinal 6 ; le faisceau de rayonnement FX_1 en forme de pinceau ayant une même section S que celle du trou 5.

Une fraction du rayonnement X total détermine un second faisceau FX_2 qui sort du trou 5 par la première extrémité 7, c'est-à-dire celle par où pénètre le faisceau d'électrons 10.

Cette description d'un tube 1 à rayons X, dans laquelle la cathode 3 émet le faisceau d'électrons 10 selon l'axe longitudinal 6, n'est pas limitative ; la cathode 3 pouvant être placée différemment et émettre le faisceau d'électrons 10 selon un axe confondu ou non avec l'axe longitudinal 6. Le faisceau d'électron pouvant également grâce à des moyens de déviation classiques (non représentés), la seule condition étant que les électrons se présentent à l'entrée du trou 5, selon sensiblement l'axe longitudinal 6 de ce dernier pour bombarder aussi uniformément que possible les parois 9.

Dans le cas où seul le second faisceau FX_2 doit être exploité, il est possible de rendre opaque au rayonnement X la seconde extrémité 8 du trou 5 ; ceci peut être obtenu par exemple en réalisant une fermeture de cette seconde extrémité 8 par un bouchon (non représenté), réalisé en un matériau approprié, qui empêche alors la sortie du premier faisceau FX_1 .

De même l'anode 4 peut avoir une forme différente que celle montrée sur la figure 1, ainsi que la section S du trou 5 ; l'essentiel étant pour obtenir un faisceau de rayonnement FX_1 en forme de pinceau, que les parois 9 soient constituées par une surface normée, où les génératrices de cette surface (non représentées) sont des

parallèles à l'axe longitudinal 6 du trou 5.

5 L'anode 4 peut être constituée dans un même matériau que celui formant, ainsi que précédemment expliqué, les parois 9 du trou 5 ; dans ce cas, un usinage du trou 5 offre directement des parois 9 prêtes à jouer le rôle de cible anodique. L'anode 4 peut être également dans un matériau différent, et les parois 9 revêtues sur une partie ou sur toute la longueur L_2 du trou 5, du matériau approprié.

10 Une autre réalisation d'un tube 1 à rayons X selon l'invention est montré sur la figure 2 où, des éléments de ce dernier sont représentés selon une coupe axiale.

15 On trouve dans cette version de l'invention, une lentille de déflexion 20, électrostatique ou magnétique ainsi que dans l'exemple décrit, de type classique. Cette lentille de déflexion est disposée sur le parcours du faisceau d'électrons émis par la cathode 3, ce faisceau d'électrons étant sur la figure 2 représenté par des trajectoires $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, \dots T_n$ d'électrons. La lentille de déflexion 20 est centrée dans l'exemple non limitatif décrit, sur l'axe longitudinal 6 du trou 5, et peut soit faire partie de l'anode 4
20 elle-même, ou ainsi que dans l'exemple décrit être située à son voisinage.

Cette lentille de déflexion 20 permet, grâce à un champ magnétique (non représenté) qu'elle crée, de focaliser les électrons et de déterminer à ces électrons des trajectoires $T_1, T_2, \dots T_n$ telles
25 qu'elles soient à faibles divergences, afin de pénétrer dans le trou 5 et de bombarder les parois 9 ; le faisceau de rayonnement X FX_1 , non représenté sur la figure 2, étant identique à la figure 1.

Une telle lentille de déflexion 20, permet également en ajustant la force du champ magnétique qu'elle crée ou, en ajustant sa position le long de l'axe longitudinal 6, d'ajuster la longueur L_1
30 sur laquelle s'effectue le bombardement des parois 9, et la position de cette longueur L_1 par rapport à la longueur L_2 du trou 5. Ceci permettant d'ajuster les caractéristiques du premier faisceau FX_1 , et éventuellement du second faisceau FX_2 .

Dans l'exemple non limitatif décrit, l'anode 4 est en cuivre et comporte des passages 35, destinés à permettre le passage d'un fluide de refroidissement, les parois 9 étant revêtues de tungstène 36.

- 5 Un tube 1 à rayons X conforme à l'invention produit notamment au moins un faisceau FX_1 en forme de pinceau, permettant d'obtenir un faisceau utile (non représenté) tel, qu'un rendement d'émissions X dans ce faisceau utile par rapport à une solution traditionnelle, est augmenté dans un rapport très sensible.
- 10 Par ses caractéristiques, un tel tube à rayons X est particulièrement bien adapté aux techniques par balayage, et tout particulièrement à la radiologie numérique.

REVENDICATIONS

1. Tube à rayons X produisant un faisceau à haut rendement notamment en forme de pinceau, caractérisé en ce qu'il comporte une anode (4) munie d'un trou (5) rectiligne ayant des parois (9) intérieures constituant une cible anodique et, une cathode (3) générant un faisceau d'électrons (10) dirigé vers le trou (5), ce
5 faisceau d'électrons (10) pénétrant par une première extrémité (7) du trou (5) sensiblement axialement à ce dernier, de manière à bombarder ces parois (9) afin de provoquer au moins un faisceau de rayonnement X (FX_1) contenant un pourcentage important du rayonnement X total, ce faisceau de rayonnement X (FX_1) émergeant par
10 une des extrémités (7, 8) du trou (5).

2. Tube à rayons X selon la revendication 1, caractérisé en ce que le trou (5) comporte un axe longitudinal (6) selon lequel est émis le faisceau de rayonnement X (FX_1).

15 3. Tube à rayons X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le trou (5) à une section (S) identique à elle-même sur toute sa longueur (L_2) permettant d'obtenir un faisceau de rayonnement (FX_1) en forme de pinceau.

20 4. Tube à rayons X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cathode (3) est située dans l'axe longitudinal (6) du trou (5) et génère le faisceau d'électrons (10) selon cet axe.

25 5. Tube à rayons X selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la cathode (3) n'étant pas située dans l'axe longitudinal (6) du trou (5), il comporte en outre des moyens de déviation du faisceau d'électrons (10), permettant d'amener ce dernier à pénétrer dans le trou (5) selon un axe sensiblement confondu avec l'axe longitudinal (6).

6. Tube à rayons X selon l'une des revendications précédentes,

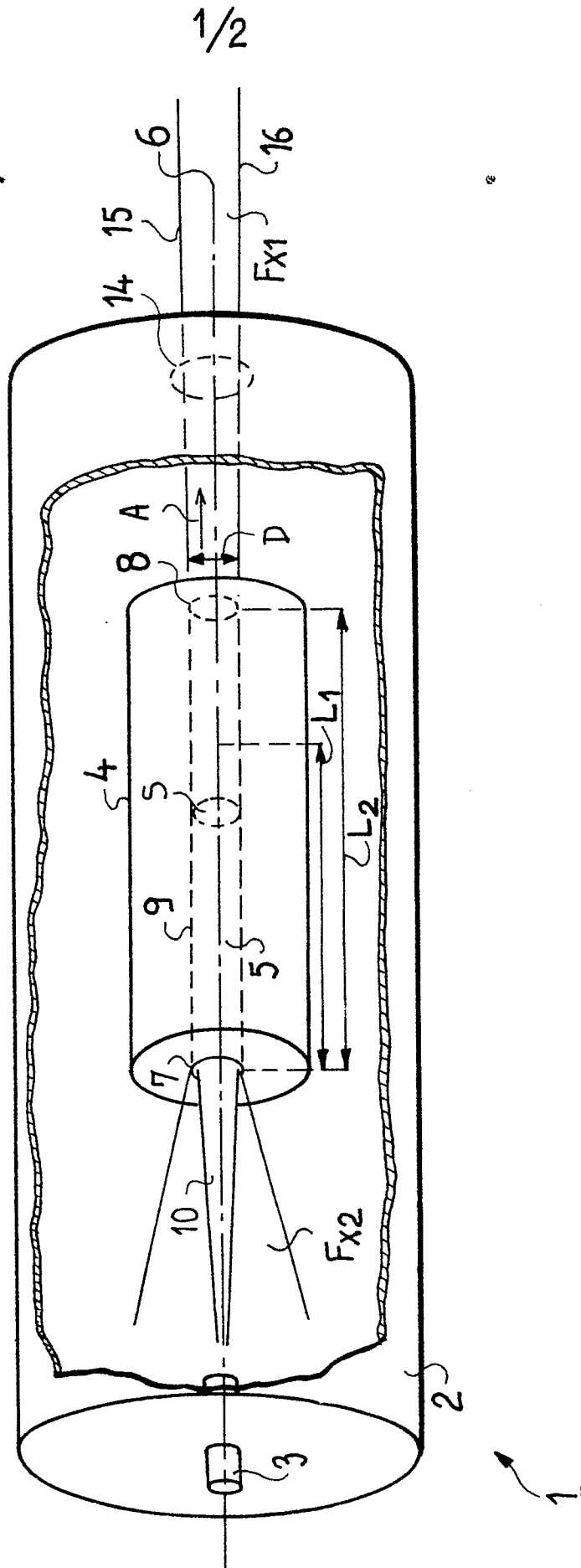
caractérisé en ce qu'un second faisceau de rayonnement (FX_2) émerge du trou (5) par la première extrémité (7) de ce dernier.

5 7. Tube à rayons X selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le faisceau de rayonnement plus particulièrement exploité est le premier faisceau (FX_1), émergeant du trou (5) par la seconde extrémité (8), opposée à celle où pénètre le faisceau d'électrons (10).

10 8. Tube à rayons X selon les revendications 5, 6, caractérisé en ce qu'un unique faisceau de rayonnement constitué par le second faisceau (FX_2) émerge du trou (5), grâce à la fermeture de la seconde extrémité (8).

15 9. Tube à rayons X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une lentille de déflexion (20) située sur le trajet du faisceau d'électrons (10), permettant de focaliser les électrons afin de leur définir des trajectoires ($T_1, \dots, T_n$) à faible divergence pour pénétrer dans le trou (5).

FIG_1



FIG_2

