

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 06761**

(54) Disque d'anode pour un tube à rayons X à anode tournante et procédé pour le fabriquer.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 J 35/10.

(22) Date de dépôt..... 3 avril 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 5 avril 1980, n° P 30 13 441.9.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 41 du 9-10-1981.

(71) Déposant : NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, société anonyme de droit néerlandais,
résidant aux Pays-Bas.

(72) Invention de : Klaus Huth.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jacques Pyronnet, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

"Disque d'anode pour un tube à rayons X à anode tournante et procédé pour le fabriquer"

La présente invention concerne un disque d'anode pour un tube à rayons X à anode tournante qui comprend, dans l'état assemblé du tube à rayons X, un corps en métal lourd à symétrie de rotation relié à un arbre d'entraînement et un corps en graphite annulaire qui est relié au corps en métal lourd par l'intermédiaire d'une couche de brasure.

Un tel disque d'anode est décrit dans la demande de brevet allemand deuxième publication n° 20 61 007.

Le corps en graphite sert alors à augmenter la capacité thermique du disque d'anode et à accroître le pouvoir émissif thermique. Etant donné que l'arbre d'entraînement est aussi relié au corps en métal lourd, le corps en graphite ne remplit aucune fonction de support. Néanmoins, dans la pratique, il faut observer que pendant le fonctionnement d'un tube à rayons X pourvu d'un tel disque d'anode, des fragments du corps en graphite se détachent par cisaillement du disque d'anode ainsi formé qui devient dès lors inutilisable.

La présente invention a pour but de réaliser un disque d'anode du type mentionné plus haut d'une manière propre à réduire le risque que le corps en graphite se détache complètement ou partiellement du corps en métal lourd sous l'effet de sollicitations thermiques.

A cet effet, suivant l'invention, le corps en métal lourd présente un rebord annulaire tourné vers le corps en graphite dont le diamètre intérieur est supérieur au diamètre extérieur du corps en graphite, ce rebord annulaire entourant le bord extérieur du bord en graphite, et la couche de brasure étant également présente entre le rebord annulaire et le bord extérieur du corps en graphite.

Des recherches ont montré qu'un tel disque d'anode est mieux à même de résister aux sollicitations thermi-

ques que le disque d'anode connu du type mentionné plus haut. Ceci peut s'expliquer de la manière suivante. Dans le disque d'anode connu, les surfaces du corps en métal lourd et du corps en graphite réunis par brasure ou par
05 rétreinte thermique sont planes. Pendant la jonction, les deux corps ont environ la même température. Après la jonction, les deux corps se refroidissent, de sorte que le corps en métal lourd (en tout cas lorsqu'il s'agit d'un corps de base en molybdène pourvu d'une couche
10 de tungstène), à cause de son coefficient de dilatation thermique plus élevé, se contracte plus fortement que le corps en graphite. Dans les couches des deux corps voisines de la couche de jonction se créent donc des tensions qui peuvent avoir pour résultat que le corps en graphite
15 ou des fragments de ce corps se détachent par cisaillement.

Lors de la réalisation conforme à l'invention du disque d'anode, après la jonction, à mesure que le refroidissement progresse, une contrainte de compression croissante est exercée par le rebord annulaire, par l'in-
20 termédiaire de la couche de jonction, sur le rebord extérieur du corps en graphite. Un corps en graphite peut cependant supporter des contraintes de compression dans une mesure considérable, sans se briser, mais il n'en va pas de même pour les contraintes de traction. Ces contraintes
25 de compression, qui s'atténuent pendant le fonctionnement du tube à rayons X par échauffement du disque d'anode, empêchent le cisaillement du disque d'anode.

Le corps en métal lourd auquel, suivant l'invention, est fixé l'arbre d'entraînement, reçoit en fonctionnement les forces transmises par l'arbre d'entraîne-
30 ment, de sorte que le corps en graphite n'est pas sollicité mécaniquement par celles-ci.

La hauteur du rebord du corps en métal lourd ne doit pas nécessairement être égale à l'épaisseur du
35 corps en graphite. Etant donné que les contraintes de cisaillement, lors du refroidissement, apparaissent avant tout dans la zone du corps en graphite voisine de la cou-

che de brasure, il suffit que seule cette zone soit entourée par le rebord, dont la hauteur ne doit donc être égale qu'à une fraction de l'épaisseur du corps en graphite.

05 Le diamètre intérieur du rebord annulaire peut être à peu près égal ou supérieur de quelques dixièmes de millimètre au diamètre extérieur du bord extérieur du corps en graphite qu'il entoure. Les contraintes de compression mécaniques sont alors transmises au corps en graphite par l'intermédiaire de la couche de jonction.

10 Il n'est pas non plus nécessaire que la paroi interne du rebord annulaire soit parallèle à l'axe de rotation du disque d'anode. Il peut s'avérer adéquat que le bord intérieur forme un angle de 30° avec l'axe, parce que les contraintes d'entaille sont alors plus faibles.

15 Un avantage particulier du disque d'anode conforme à l'invention réside dans le fait que l'opération de brasage peut être exécutée d'une manière particulièrement simple. Dans le cas du procédé de brasage connu jusqu'à
20 présent (voir, par exemple, la demande de brevet allemand deuxième publication n° 20 61 007), le corps en métal lourd se trouve au-dessus du corps en graphite au moment de l'opération. Si la couche de brasure devient alors trop chaude, la brasure jaillit en certains endroits de la fente présente entre les deux corps et mouille localement non
25 seulement le corps en graphite, mais, en raison des forces moléculaires, également la face supérieure du corps en métal lourd. Ces restes de brasure non seulement abaissent la température de fusion dans la zone du trajet du foyer, mais réduisent également le rendement en rayons X
30 à cause du nombre d'ordre en général relativement peu élevé de la matière de brasure.

Selon une autre particularité de l'invention, pour réaliser l'opération de brasure d'un disque d'anode, on place le corps en graphite sur le corps en métal lourd
35 en intercalant un disque de brasure entre eux et on procède ensuite au brasage. Lors du brasage, le corps en graphite se trouve donc au-dessus du disque en métal lourd.

Le rebord annulaire du disque en métal lourd qui, au moment du brasage, se trouve en dessous, empêche toute coulée de la brasure. Sous l'effet des forces moléculaires, la brasure monte simplement dans l'interstice formé entre la face interne du rebord annulaire et le bord extérieur et remplit cet interstice.

Cet avantage n'est cependant obtenu que si la brasure ne peut pas s'écouler d'une autre manière, par exemple par le centre du disque de métal lourd. Selon une autre particularité de ce procédé de fabrication d'un disque d'anode conforme à l'invention, il est prévu d'utiliser, en tant que corps en métal lourd, un corps en forme de cuvette sans alésage central et de le braser au corps en graphite, puis, après l'opération de brasage, de ménager un alésage central dans le corps en métal lourd et, le cas échéant, dans le corps en graphite. Etant donné que le corps en métal lourd forme ainsi une cuvette lors du brasage, la couche de brasure ne peut pas s'écouler au dehors. Ce n'est qu'ensuite que le corps en métal lourd est pourvu de l'alésage central nécessaire pour recevoir l'arbre d'entraînement. Le corps en graphite peut être pourvu au préalable d'un alésage dans lequel l'arbre d'entraînement est engagé lors du montage du tube à rayons X à anode tournante. Cet alésage peut cependant aussi être formé en même temps que l'alésage du corps en métal lourd.

Selon une autre particularité de l'invention, il est prévu que le corps en métal lourd présente un tourillon central qui s'étend dans le corps en graphite annulaire et dont le diamètre extérieur n'est que légèrement inférieur au diamètre intérieur du corps en graphite annulaire. Le tourillon central prévu dans le corps en métal lourd, d'une part, et le rebord extérieur, d'autre part, forment alors une cuvette annulaire qui empêche également l'écoulement de la couche de brasure au dehors. Le tourillon sert en même temps à centrer le corps en graphite.

L'invention sera décrite ci-après plus en détail avec référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 illustre un tube à rayons X à anode tournante, et

05 - les figures 2, 3 et 4 sont des vues en coupe transversale de diverses formes d'exécution d'un disque d'anode conforme à l'invention.

10 Sur la figure 1, 1 désigne l'ampoule en verre d'un tube à rayons X à anode tournante qui porte à sa première extrémité, un montage de cathode 3 et à son autre extrémité, un montage d'anode 4. Le montage de cathode comprend un élément de blindage 5 auquel est fixée la tête de cathode 6 dans laquelle est ou sont disposés le ou les filaments chauffants, non représentés en détail. Les tensions de chauffage sont fournies par les conducteurs 15, 16 et 17 qui présentent le potentiel de haute tension du côté cathode.

 Le montage d'anode 7 comprend un rotor sur l'arbre d'entraînement 8 duquel est fixé un disque d'anode 9. 20 Le disque d'anode 9 comprend un corps en métal lourd 13 qui est relié à l'arbre d'entraînement 8. A cet effet, l'extrémité supérieure de l'arbre d'entraînement est filetée et reçoit l'écrou 11 qui, lorsqu'il est serré, presse le corps en métal lourd 13 contre la butée inférieure 12 fixée à l'arbre d'entraînement. Le disque d'anode, 25 qui est représenté en coupe comprend en outre un corps en graphite 10 qui est brasé à la face inférieure du corps en métal lourd 13. Le corps en graphite 10 n'est pas en contact direct avec l'arbre d'entraînement 8 ou avec la butée 12. La haute tension du côté anode est fournie par 30 l'intermédiaire de la tubulure de connexion 18.

 La figure 2 illustre une forme d'exécution convenable du disque d'anode, mais n'est pas représentée à l'échelle. Le corps en métal lourd 13 est fait d'un corps 35 de base en molybdène qui est pourvu d'une couche de tungstène ou d'un alliage de tungstène au moins dans la zone du trajet du foyer 19. Il peut, par exemple, avoir un

diamètre extérieur de 120 mm et une épaisseur de 9 mm.
Le corps en métal lourd présente à sa face inférieure une surface plane perpendiculaire à l'axe de rotation ou de symétrie qui est limitée extérieurement par un rebord annulaire 22 et intérieurement par un tourillon 23 du corps en métal lourd 13. Si on retourne le corps en métal lourd de 180° autour d'un axe horizontal, on obtient donc sur le côté alors supérieur une cuvette annulaire dont le fond est formé par la surface 20 et dont les parois latérales sont formées à l'extérieur par le rebord 22 et à l'intérieur par le tourillon 23.

Le rebord extérieur s'est déjà avéré efficace dans le cadre de l'invention pour une hauteur de 1,5 mm seulement. Le rebord annulaire peut cependant aussi être plus haut que 1,5 mm. Le tourillon central 23, qui est centré par rapport à l'axe de rotation 21 et dans lequel une forure 24 est prévue pour recevoir l'arbre d'entraînement 8 (figure 1), doit avoir la même hauteur que le rebord annulaire 22.

Un corps en graphite 10 à symétrie de rotation est relié, par l'intermédiaire d'une couche de brasure 26, par sa face d'about plane 25 à la surface 20 du corps en métal lourd et par ses faces périphériques interne et externe parallèles à l'axe de rotation 21, respectivement au tourillon 23 et au rebord annulaire 22. Le corps en graphite peut alors être fait d'un graphite à grain très fin élaboré par compression et par recuit, par exemple de la qualité 5890 de la Firme Deutsche Carbone AG, qui présente un poids spécifique de $1,85 \text{ g/cm}^3$, une résistance à la rupture en flexion de 65 N/mm^2 et un coefficient de dilatation thermique (à 100°C) de $4,2 \times 10^{-6}/\text{K}$. Le diamètre extérieur du corps en graphite 10 est inférieur au diamètre intérieur du rebord annulaire 22, par exemple de 1,2 mm, de sorte qu'entre le rebord annulaire 22 et le corps en graphite 10, subsiste une couche de brasure de 0,6 mm d'épaisseur. Le diamètre intérieur du corps en graphite 10 est supérieur au diamètre extérieur du

tourillon 23, mais dans une faible mesure, par exemple au maximum de 0,2 mm, de sorte que, dans l'état non encore brasé, le corps en graphite repose sur le tourillon 23 avec un jeu latéral faible et est centré par ce tourillon.

05 Pour joindre le corps en métal lourd au corps en graphite 10, on positionne tout d'abord le corps en métal lourd vers le bas (par rapport à la position représentée sur la figure 2, et on le retourne donc de 180° autour d'un axe horizontal), de sorte que la cuvette annulaire qui est formée par la surface 20 et par le rebord annulaire 22 ainsi que par le tourillon 23, se trouve sur sa face supérieure. Dans cette cuvette annulaire, on dépose un disque de brasure en zirconium d'une épaisseur de 0,3 mm, dont le diamètre intérieur est supérieur au diamètre 10 15 intérieur du corps en graphite et dont le diamètre extérieur est inférieur au diamètre extérieur du corps en graphite, par exemple chaque fois de 4 mm. On place le corps en graphite 10 sur ce disque de brasure. On chauffe ensuite ce montage dans une chambre sous vide, par exemple 20 par chauffage à haute fréquence. Une matière fondue eutectique se forme à une température d'environ 1.500°C comme décrit dans la demande de brevet allemand publiée, deuxième publication n° 21 15 896, et cette matière assure la jonction du corps en métal lourd avec le corps en 25 graphite. Lors d'un chauffage à haute fréquence (à 550 kHz), la brasure monte tout d'abord dans le joint formé entre la périphérie extérieure du corps en graphite 10 et le rebord annulaire 22, parce que la zone extérieure, en particulier le rebord annulaire, est plus fortement chauffée, 30 lors du chauffage à haute fréquence, que les zones situées plus loin vers l'intérieur. Après un certain temps, la brasure monte cependant aussi dans le joint formé entre le tourillon 23 et le corps en graphite 10, après quoi l'apport d'énergie est interrompu et la brasure fondue 35 se solidifie de telle sorte que sa surface dans le joint entre le corps en graphite 10 et le rebord annulaire 22 forme un ménisque 27.

Lors de cette opération de brasure, la brasure ne peut pratiquement plus s'écouler à l'extérieur, de sorte que les inconvénients et l'introduction d'impuretés dans le corps en métal lourd liés à cet écoulement sont largement supprimés. Si le chauffage est ici interrompu un peu trop tardivement, ceci n'est pas aussi gênant que dans les procédés de brasage connus; cependant, un apport d'énergie trop prolongé peut nuire à la durabilité de la jonction car des carbures peuvent alors être formés.

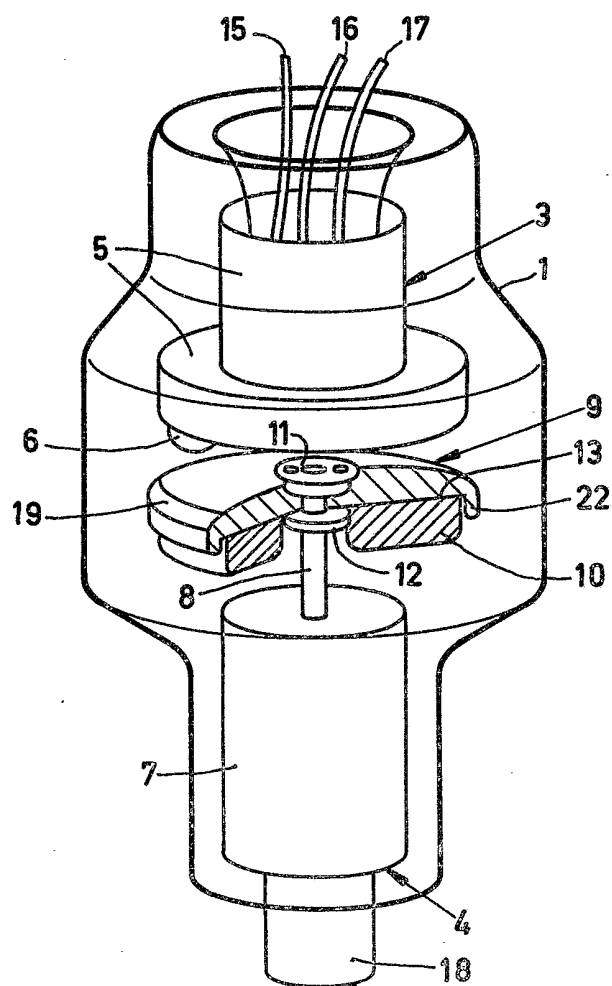
Le disque d'anode représenté sur la figure 3, dont des parties correspondantes sont désignées par les mêmes chiffres de référence que sur la figure 2, se distingue du disque d'anode représenté sur la figure 2 par le fait que le corps en métal lourd, dont la face supérieure est coudée d'une manière connue (angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale de 5 à 20° environ), a partout, sauf dans la zone du rebord annulaire 22 et du tourillon 23, une épaisseur uniforme, de sorte que le côté 20' tourné vers le corps en graphite 10 n'est plus plat comme celui du disque d'anode représenté sur la figure 2, mais est également coudé ou incliné vers l'extérieur. La surface de délimitation du corps en graphite 10 représentée au-dessus sur le dessin doit alors être conformée de manière correspondante. Le tourillon 23 doit dans ce cas être plus haut que le rebord annulaire, mais sa face d'about se trouve alors aussi, avec la face d'about inférieure du rebord annulaire 22, dans un plan à peu près perpendiculaire à l'axe de rotation 21. Le brasage s'effectue de la même manière que celle décrite avec référence à la figure 2.

La figure 4 illustre un disque d'anode dans un stade intermédiaire de son procédé de fabrication. Le corps en métal lourd possède alors une face inférieure plane 20" continue, limitée par le rebord annulaire 22, et ne comporte ni alésage, ni tourillon en son centre. Dans la cuvette annulaire formée par le rebord annulaire 22 et la surface 20", qui, lors de l'opération de brasage,

est ouverte vers le haut, on place un disque de brasure, de préférence en zirconium, ainsi que le corps en graphite cylindrique 10 qui peut, le cas échéant, être pourvu d'un alésage central. Après le brasage, un alésage 24',
05 indiqué par des traits interrompus, est ménagé dans le corps en métal lourd 13 et sert à accoupler le disque d'anneau à l'arbre d'entraînement. Lorsque le corps en graphite 10 ne comporte pas déjà un tel alésage central, cet alésage le traverse également. Au cas où l'alésage tra-
10 versant le corps en graphite 10 n'a pas un diamètre supérieur à celui qui traverse le corps en métal lourd 13, l'arbre d'entraînement attaque, à l'état assemblé du tube également le corps en graphite 10, mais celui-ci n'est alors sollicité que par des forces de compression qu'il
15 peut supporter sans plus.

REVENDICATIONS

- 05 1. Disque d'anode pour un tube à rayons X à anode tournante qui comprend, dans l'état assemblé du tube à rayons X, un corps en métal lourd à symétrie de rotation (13) relié à un arbre d'entraînement (8) et un corps en graphite (10) qui est relié au corps en métal lourd, caractérisé en ce que le corps en métal lourd présente un rebord annulaire (22) tourné vers le corps en graphite (10) dont le diamètre extérieur est supérieur au diamètre extérieur du corps en graphite (10), ce rebord annulaire (22) entourant le bord extérieur du corps en graphite.
- 10 2. Disque d'anode suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le corps en métal lourd (13) et le corps en graphite (10) sont reliés l'un à l'autre par une couche de brasure (26) qui s'étend aussi entre le rebord annulaire (22) et le bord extérieur du corps en graphite (10).
- 15 3. Disque d'anode suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le corps en métal lourd (13) présente un tourillon central (23) qui s'étend dans le corps en graphite annulaire (10) et dont le diamètre extérieur n'est que légèrement inférieur au diamètre intérieur du corps en graphite annulaire.
- 20 4. Disque d'anode suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le corps en métal lourd (13) contient du molybdène qui est pourvu, sur sa face opposée à la couche de jonction (26), d'une couche de tungstène ou d'un alliage de tungstène.
- 25 5. Disque d'anode suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la couche de brasure est essentiellement faite de zirconium.
- 30

**FIG. 1**

