

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 580 428**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 05562**

⑤1 Int Cl* : H 01 J 35/00.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 12 avril 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 42 du 17 octobre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CGR, Société
Anonyme. — DE.

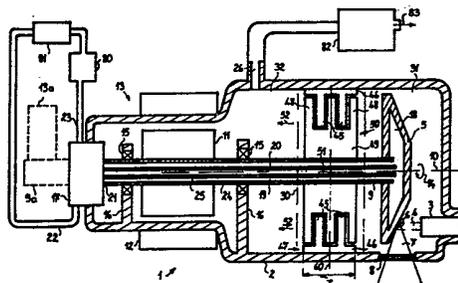
⑦2 Inventeur(s) : Jacques Tritel.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Joseph Majerowicz, Thomson-CSF,
SCPI.

⑤4 Tube radiogène à anode tournante et joint tournant.

⑤7 L'invention concerne un tube radiogène à anode tournante et joint tournant permettant de refroidir ladite anode tournante 5 par un fluide de refroidissement pénétrant dans l'enveloppe 2 étanche au vide dudit tube radiogène 1, par l'intermédiaire d'un joint tournant 17. Ledit tube radiogène 1 comporte en outre une pompe à vide secondaire 30 séparant ledit tube radiogène en deux espaces 31, 32 contenant l'un ladite anode tournante 5, et l'autre ledit joint tournant 17.



FR 2 580 428 - A1

D

1

TUBE RADIOGENE A ANODE TOURNANTE ET JOINT TOURNANT

La présente invention concerne un tube radiogène à anode tournante et joint tournant, utilisable dans le domaine général de la radiologie.

5 Dans les tubes radiogènes, la production des rayons X se fait en bombardant sous vide, par un faisceau électronique, un matériau solide disposé sur l'anode du tube radiogène. Une très faible partie de la puissance du faisceau électronique est transformée en puissance de rayonnement X, le reste est transformé en chaleur qui chauffe l'anode émettant les rayons X.

10 En général, on souhaite que la source de rayons X soit de petite dimension et la plus intense possible, ce qui conduit à adopter une densité de puissance de bombardement électronique la plus grande possible compatible avec les propriétés thermiques du matériau de l'anode. Pour éviter que l'anode soit portée au-dessus de son point de fusion à l'impact du faisceau électronique, on fait tourner
15 l'anode rapidement pour que chaque point ne soit bombardé que pendant un temps insuffisant pour le porter au point de fusion.

L'anode est mise en rotation grâce à un arbre support auquel elle est solidarisée, l'arbre support étant lui-même couplé en rotation à des moyens moteurs assurant son entraînement. Ces moyens
20 moteurs peuvent comporter un stator d'entraînement, autour duquel tourne un rotor disposé dans l'enveloppe du tube radiogène et solidarisé à l'arbre support selon un axe autour duquel l'anode est mise en rotation ; le stator d'entraînement étant disposé à l'extérieur de l'enveloppe, autour du rotor. Selon un autre cas, l'ensemble de ces moyens moteurs d'entraînement peut également être
25 disposé à l'extérieur de l'enveloppe, et dans ce cas l'arbre support doit être prolongé à l'extérieur de cette dernière ; l'arbre support étant en rotation, sa sortie de l'enveloppe s'effectue grâce à un joint tournant qui isole l'enveloppe sous vide du milieu à pression atmosphérique où se trouvent les moyens moteurs d'entraînement.
30

Dans l'un ou l'autre de ces cas, les joints tournants sont couramment utilisés pour permettre la circulation, entre l'intérieur de l'enveloppe sous vide et l'extérieur de cette dernière, d'un fluide liquide ou gazeux destiné à réaliser le refroidissement de l'anode tournante. En effet, la chaleur apportée à l'anode par le bombardement électronique est évacuée, en employant deux techniques :

- selon la première technique, la chaleur est évacuée par rayonnement. Cette technique permet de construire la source de rayons X c'est-à-dire le tube radiogène, sous la forme d'un tube scellé formant une enveloppe sous vide où sont enfermés l'anode tournante et ses paliers de roulement, et la cathode générant le faisceau électronique. Pour que la puissance thermique rayonnée soit significative, la température de l'anode doit être assez élevée, au environ de 800°C ; il en résulte que les paliers de roulement sont également à température élevée, et comme ils ne peuvent être lubrifiés qu'avec des corps à pression de vapeur faible, ces roulements ont une durée de vie limitée ;

- selon la deuxième technique, la chaleur accumulée par l'anode est évacuée par un fluide circulant dans l'enveloppe sous vide et dans l'anode, et circulant à l'extérieur de l'enveloppe sous vide pour être refroidi. Ce fluide est introduit, par l'intermédiaire d'un joint tournant, dans la chambre sous vide, dans laquelle il est conduit par un premier canal jusque dans l'anode tournante, et conduit par un second canal jusqu'au joint tournant par l'intermédiaire duquel le fluide est évacué à l'extérieur de l'enveloppe sous vide, afin d'être refroidi dans un circuit de refroidissement extérieur ; le joint tournant permettant d'isoler l'enveloppe sous vide du milieu à pression atmosphérique, où se trouve le radiateur échangeur de chaleur permettant de refroidir le fluide ayant circulé dans l'anode tournante.

Mais, les techniques actuelles ne permettent pas de réaliser de joints tournants exempts de fuites ; ces fuites provoquant la dégradation de la qualité du vide dans l'enveloppe sous vide, entraînant notamment des claquages électriques entre l'anode tournante et la

cathode, ainsi qu'une oxydation des éléments de cette dernière. Aussi, le vide nécessaire au bon fonctionnement du tube radiogène doit être entretenu par des moyens de pompage compensant les fuites du joint tournant. Un tel montage est exposé dans un brevet
5 US N° 4 405 876.

Ce brevet US décrit un tube radiogène comportant une anode tournante creuse refroidie par un fluide. Ce tube radiogène comporte une enveloppe étanche au vide contenant une anode tournante et une cathode. L'anode tournante est solidarisée à un
10 arbre support creux s'étendant à l'extérieur de l'enveloppe sous vide ; les moyens moteurs servant à entraîner en rotation l'arbre support et l'anode tournante étant disposés à l'extérieur de cette enveloppe sous vide. Pour sortir de l'enveloppe sous vide, l'arbre support creux tourne dans un joint tournant 10, dont le rôle est d'isoler l'enveloppe
15 sous vide du milieu extérieur dont la pression est sensiblement la pression atmosphérique. L'enveloppe sous vide comporte un ajutage par lequel elle communique avec un dispositif de pompe à vide destiné à compenser les fuites du joint tournant ; ce dispositif comportant par exemple une pompe à vide primaire et une pompe à
20 vide secondaire permettant d'obtenir un vide plus poussé que la première.

Cette configuration est classique, et l'un de ses inconvénients réside notamment en ce qu'elle exige, pour conserver de manière durable la qualité du vide installé dans l'enveloppe sous vide d'une
25 part d'utiliser un joint tournant ayant de très hautes qualités vis à vis du vide, et non susceptible d'usure dans le temps afin de ne pas augmenter les fuites, et exige d'autre part d'utiliser une pompe à vide secondaire ayant une puissance d'aspiration très importante, et ayant par conséquent un encombrement et un coût importants.

30 La présente invention concerne un tube radiogène à anode tournante et joint tournant, dans lequel le joint tournant permet aussi bien d'assurer la rotation de l'anode tournante par des moyens moteurs extérieurs à l'enveloppe sous vide, que d'assurer la circulation d'un fluide servant au refroidissement de l'anode tournante,

5 tout en conservant au vide la qualité requise d'une manière beaucoup plus durable et avec une plus grande efficacité que dans l'art antérieur. Ceci étant obtenu grâce à un agencement nouveau du tube radiogène selon l'invention, permettant une plus grande tolé-

10 Selon l'invention, un tube radiogène à anode tournante et joint tournant, comportant une enveloppe étanche au vide, fermée par ledit joint tournant et contenant ladite anode tournante, ladite anode tournante 5 étant mise en rotation autour d'un axe longitudinal et solidarisée à un arbre support disposé selon ledit axe longitudinal, ledit arbre support étant couplé en rotation à des moyens moteurs d'entraînement et tournant dans ledit joint tournant, est caractérisé en ce que ladite enveloppe comporte un

15 ajoutage par l'intermédiaire duquel une pompe à vide primaire aspire dans ledit tube radiogène, et en ce que ledit tube radiogène comporte en outre une pompe à vide secondaire, disposée dans ladite enveloppe de manière à séparer un premier espace contenant ladite anode tournante, d'un second espace contenant ledit joint tournant et ledit ajoutage, ladite pompe à vide secondaire aspirant dans ledit

20 premier espace et refoulant dans ledit second espace.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif, et à la figure unique annexée montrant schématiquement, par une vue en coupe, une

25 version préférée du tube radiogène selon l'invention.

La figure montre un tube radiogène 1 selon l'invention.

30 Le tube radiogène 1 comporte une enveloppe 2 étanche au vide, contenant une cathode 3 générant en fonctionnement un faisceau d'électrons 4 ; le faisceau d'électrons 4 bombarde une anode tournante 5 en un point 6, à partir duquel est produit un rayonnement X 7, sortant de l'enveloppe 2 par une fenêtre de sortie 8 perméable au rayonnement X.

L'anode tournante 5 est solidarisée à un arbre support 9, disposé selon un axe longitudinal 10 et supporté, par l'intermédiaire

de paliers de roulement 15, par des montants 16 eux-mêmes solidarisés à l'enveloppe 2.

5 Dans l'exemple non limitatif décrit, l'arbre support 9 est solidarisé à un rotor d'entraînement 11, disposé dans l'enveloppe 2, selon l'axe longitudinal 10. Le rotor 11 constitue, avec un stator d'entraînement 12 extérieur à l'enveloppe 2, des moyens moteurs d'entraînement 13. Le stator d'entraînement 12 entraîne en rotation le rotor 11, autour de l'axe longitudinal 10 selon une flèche 14, le rotor 13 entraînant dans cette rotation l'arbre support 9 et l'anode tournante 5. L'arbre support 9 tourne dans un joint tournant 17 d'un type classique, servant à assurer l'étanchéité au vide de l'enveloppe 2. Un tel joint tournant est généralement utilisé, soit pour raccorder des éléments mobiles en rotation dans l'enveloppe 2, à des éléments fixes disposés à l'extérieur de l'enveloppe, ainsi qu'il est exposé dans la suite de la description, soit par exemple pour permettre de prolonger, à l'extérieur de l'enveloppe 2, l'arbre support 9. Ainsi, sans sortir du cadre de l'invention, l'arbre support 9 peut être prolongé à l'extérieur de l'enveloppe 2, et comporter une partie extérieure 9a (représentée en traits pointillés) couplée en rotation à des moyens moteurs extérieurs 13a (montrés en traits pointillés), entièrement extérieurs à l'enveloppe 2 ; ces moyens moteurs extérieurs d'entraînement 13a pouvant être d'un type différent ou semblable aux moyens moteur d'entraînement 13.

25 Dans l'exemple non limitatif décrit, le tube radiogène 3 est du type comportant une anode tournante 5 refroidie par un fluide de refroidissement (non représenté). A cette fin, l'anode tournante 5 comporte une cavité 18, communiquant avec un premier et un second canal 19, 20 constitués dans l'arbre support 9. Une extrémité 21 de l'arbre support 9, opposé à l'anode tournante 5, tourne de manière classique dans le joint tournant 17, à l'intérieur duquel le premier et le second canal 19, 20 communiquent respectivement avec un conduit d'entrée 22 et un conduit de sortie 23. Ces conduits d'entrée et de sortie 22, 23 sont disposés à l'extérieur de l'enveloppe 2, et relient, par l'intermédiaire du joint tournant 17, les canaux 19,

20 à un circuit extérieur comportant notamment, de manière classique telle que décrite par exemple dans le brevet US 4 405 876, une pompe de mise en circulation 80 du fluide, et un dispositif échangeur thermique 81. Dans l'exemple décrit, les conduits d'entrée
5 et de sortie 22, 23 assurent respectivement l'introduction et l'évacuation du fluide de refroidissement, par l'intermédiaire du joint tournant 17 d'une manière en elle-même connue. Dans l'exemple non limitatif décrit, l'arbre support 9 comporte un tube extérieur 24 et un tube intérieur 25, coaxiaux ; l'espace compris entre les deux
10 tubes 24, 25 formant le premier canal 19, et l'espace intérieur du tube intérieur 25 formant le second canal 20.

L'enveloppe 2 comporte un ajutage 26 par l'intermédiaire duquel, dans l'invention, une pompe à vide primaire 82 aspire dans l'enveloppe 2 et refoule à la pression atmosphérique, dans le sens
15 montré par la seconde flèche 83.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le tube radio-gène 1 comporte en outre une pompe à vide secondaire 30. La pompe secondaire 30 est disposée dans l'enveloppe 2 de manière à séparer, sur le plan du vide ou de la pression, un premier espace 31 dans
20 lequel sont contenues l'anode tournante 5 et la cathode 3, d'un second espace 32 dans lequel sont contenus notamment, l'ajutage 26 par lequel aspire la pompe à vide 82 primaire, les paliers de roulement 15, et le joint tournant 17 servant à isoler l'enveloppe 2 sous vide de la pression atmosphérique existant à l'extérieur de
25 cette dernière ; la qualité du vide installé dans l'enveloppe 2 pouvant être dégradée par les fuites dues au joint tournant 17 et par l'évaporation du lubrifiant (non représenté) des paliers de roulements 15.

La pompe secondaire 30 prélève des molécules de gaz contenues dans le premier espace 31, et les refoule dans le second
30 espace 32, établissant entre ces deux espaces 31, 32 une différence de pression. La pression dans le premier espace 31 est maintenue à une valeur compatible avec le fonctionnement correct entre cathode 3 et anode tournante 5, c'est-à-dire à une pression d'environ

5 10^{-6} Torr ; la pression dans le second espace 32 étant supérieure, à celle du premier espace 31, c'est-à-dire d'environ 10^{-1} , 10^{-2} Torr, grâce à l'aspiration produite par la pompe à vide primaire 82. Dans cette configuration, la pompe secondaire 30 permet d'isoler le premier espace 31 ou la conservation du vide est critique, du second espace 32 soumis aux fuites du joint tournant 17, en réalisant une fonction de joint dynamique.

10 La pompe à vide primaire 82 est d'un type courant telle qu'une pompe à palette par exemple, la pompe secondaire 30 pouvant être par exemple du type pompe ionique ou pompe à diffusion (non représentées), ou ainsi que dans l'exemple décrit une pompe turbomoléculaire. Dans le cas d'une pompe ionique, les éléments cathode et anode (connus de l'homme du métier) doivent être mis en mouvement de rotation relatif, de manière à permettre d'aménager le passage de l'arbre support 9, du premier espace 31 au seconde espace 32. De même, dans le cas d'une pompe à diffusion, les éléments éjecteur et condensateur sont mis en mouvement de rotation relatif pour permettre le passage de l'arbre support 9 lui-même en rotation.

15 Il est à remarquer qu'une pompe secondaire 30 du type turbomoléculaire exige pour son meilleur fonctionnement, que la pression au refoulement, c'est-à-dire la pression dans le second espace 32 ne soit pas supérieure à environ 10^{-1} , 10^{-2} Torr, comme c'est le cas dans l'exemple décrit.

20 Cette disposition, dans laquelle le tube radiogène 1 est séparé en un premier et un second espace 31, 32, conduit à diminuer de manière importante les conséquences des fuites dues au joint tournant 17 et à l'évaporation du lubrifiant des paliers de roulement 15. En effet, dans l'invention, ces fuites sont pompées directement par la pompe primaire 82, et non comme dans l'art antérieur, par une pompe secondaire de forte puissance suivie d'une pompe primaire.

25 30 La pompe à vide secondaire 30 ou pompe turbomoléculaire 30 occupe dans l'enveloppe 2, une zone Z séparant le premier espace 31

du second espace 32, cette zone Z étant complètement obturée par la pompe turbomoléculaire 30 selon un plan 60 (montré en traits pointillés) transversal à l'axe longitudinal 10 ; la pompe turbomoléculaire 30 constituant ainsi le joint dynamique précédemment mentionné.

5

La pompe turbomoléculaire 30 comporte de manière classique, d'une part, des parois fixes 45 assemblées par une embase périphérique 46 solidarisée à l'enveloppe 2, de manière à constituer un stator de pompe 47 ; la pompe turbomoléculaire 30 comporte d'autre part des parois mobiles 48 montées sur une embase intérieure 49, de manière à constituer un rotor de pompe 50. Les parois mobiles 48 sont mobiles en rotation autour d'un axe central 51 de l'embase intérieure 49, et tournent entre les parois fixes 45. Les parois fixes et mobiles 45, 48 sont inclinées d'une manière en elles-mêmes connues (non représentées) de manière à favoriser la circulation des molécules de gaz, dans le sens du premier espace 31 vers le second espace 32, comme montré par les troisièmes flèches 52.

10

15

20

25

30

Selon une nouvelle caractéristique de l'invention, l'embase intérieure 49 du rotor de pompe 50 est montée sur l'arbre support 9 auquel elle est solidarisée, l'axe central 51 de l'embase intérieure 49 étant confondu avec le premier axe longitudinal 10, autour duquel le rotor de pompe 50 est ainsi mis en rotation comme l'anode tournante 5, selon la première flèche 14. Ceci permet d'utiliser les moyens moteurs d'entraînement 13 pour la rotation de l'anode tournante 5 et pour la rotation du rotor de pompe 50, et permet ainsi de réaliser l'économie, et d'un moyen moteur particulier à la pompe turbomoléculaire 30, et des connections électriques qu'il nécessiterait ; les connections électriques nécessaires au fonctionnement du tube radiogène 3 étant connues de l'homme du métier, elles ne sont pas représentées.

Le tube radiogène 1 selon l'invention peut, soit comporter une enveloppe 2 réalisée en un matériau absorbant le rayonnement X de manière à constituer elle-même une gaine protectrice, soit être installé dans une gaine protectrice (non représentée) d'une manière

conventionnelle telle que par exemple décrite dans le brevet US 4 405 876 ; le dispositif échangeur thermique étant maintenu à l'extérieur de cette gaine protectrice.

5 Cette description constitue un exemple non limitatif d'un tube radiogène 1 selon l'invention, dans lequel l'apport de gaz, constitué par les fuites du joint tournant 17 et l'évaporation du lubrifiant des paliers de roulements 15, est compensé de manière plus efficace que dans l'art antérieur, et dans lequel en outre cet apport de gaz est
10 considérablement diminué grâce à un montage qui permet également d'augmenter la durée de vie et du joint tournant 17 et des paliers de roulement 15.

REVENDEICATIONS

5 1. Tube radiogène à anode tournante et joint tournant, comportant une enveloppe (2) étanche au vide, fermée par ledit joint tournant (17) et contenant ladite anode tournante (5), ladite anode tournante (5) étant mise en rotation autour d'un axe longitudinal (10) et solidarisée à un arbre support (9) disposé selon ledit axe longitudinal (10), ledit arbre support (9) étant couplé en rotation à des
10 moyens moteurs d'entraînement (13) et tournant dans ledit joint tournant (17), caractérisé en ce que ladite enveloppe (2) comporte un ajutage (26) par l'intermédiaire duquel une pompe à vide primaire (82) aspire dans ledit tube radiogène (1), et en ce que ledit tube radiogène (1) comporte en outre une pompe à vide secondaire (30),
15 disposée dans ladite enveloppe (2) de manière à séparer un premier espace (31) contenant ladite anode tournante (5), d'un second espace (32) contenant ledit joint tournant (17) et ledit ajutage (26), ladite pompe à vide secondaire (30) aspirant dans ledit premier espace (31) et refoulant dans ledit second espace (32).

2. Tube radiogène selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite pompe à vide secondaire (30) est une pompe turbomoléculaire.

20 3. Tube radiogène selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite pompe secondaire (30) comporte un stator de pompe (47) et un rotor de pompe (50), ledit rotor de pompe (50) étant mobile en rotation autour d'un axe central (51) confondu avec ledit axe longitudinal (10), ledit rotor de pompe (50)
25 étant solidarisé audit arbre support (9), et en ce que lesdits moyens moteurs d'entraînement (13) sont communs à la rotation de ladite anode tournante (5) et dudit rotor de pompe (50).

4. Tube radiogène selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit arbre support (9) tourne dans des paliers
30 de roulement (15) disposés dans ledit second espace (32).

5 5. Tube radiogène selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit arbre support (9) comporte deux canaux (19, 20) communiquant d'une part avec une cavité (18) que comporte ladite anode tournante (5), et communique d'autre part, par l'intermédiaire dudit joint tournant (17), avec un conduit d'entrée et un conduit de sortie (22, 23), de manière à réaliser la circulation d'un fluide de refroidissement servant à refroidir ladite anode tournante (5).

10 6. Tube radiogène selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit premier espace (31) est séparé dudit second espace (32) par une zone de séparation (Z) entièrement obturée par ladite pompe à vide secondaire (30), de manière que cette dernière constitue un joint dynamique.

15 7. Tube radiogène selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens moteur d'entraînement (13) comportent un rotor (11) disposé dans ladite enveloppe (2) selon ledit axe longitudinal (10), ledit rotor (11) étant solidarisé audit arbre support (9).

