(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 637 733**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **89 10880**

(51) Int Cl[5] : H 01 J 35/26, 35/02.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 14 août 1989.

(30) **Priorité :** US, 15 août 1988, n° 232,247.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 15 du 13 avril 1990.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : VARIAN ASSOCIATES INC.* — US.

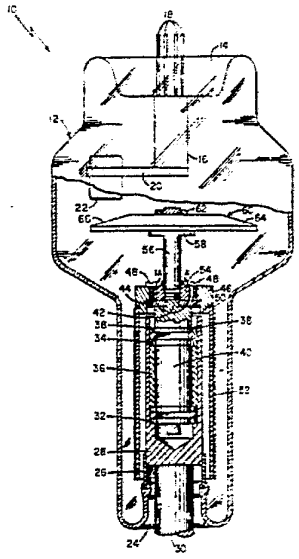
(72) **Inventeur(s) :** Albert F. Fengler ; Ming-Wei Paul Xu ; Steven Tavoletti ; Thomas J. Koller ; Raymond A. Daly.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Lavoix.

(54) Structure de rotor de tube à rayons X.

(57) L'invention concerne une structure de rotor de tubes à rayons X comportant un induit 50 qui tourne autour d'un axe, une première pièce annulaire 46 coaxiale avec l'induit et dont une partie est fixée sur lui, une seconde pièce annulaire 54 coaxiale avec la première pièce annulaire dont une partie d'extrémité est soudée sur la première pièce annulaire et une tige 56 coaxiale avec la seconde pièce annulaire et dont une partie d'extrémité est brasée sur elle.



FR 2 637 733 - A1

La présente invention se rapporte d'une façon générale aux tubes à rayons X du type à anode tournante et concerne plus particulièrement un tube à rayons X ayant une structure de rotor avec des moyens améliorés pour supporter un disque de cible tournant.

Un tube à rayons X conventionnel du type à anode tournante comporte une enceinte tubulaire dans laquelle sont disposés transversalement un disque de cible d'anode avec une partie annulaire extérieure appelée la piste focale. La piste focale est faite d'une matière émettrice de rayons X et elle comporte une surface inclinée radialement avec une surface de point focal disposée en alignement et à une certaine distance d'une cathode émettrice d'électrons. Les électrons formés en faisceau depuis la cathode sur la région de point focal alignée pénètrent dans la matière sous-jacente de la piste focale et produisent des rayons X qui sont émis par la région de point focal. Etant donné que la plus grande partie de l'énergie des électrons qui frappent la région de point focal est convertie en chaleur, le disque cible est mis en rotation de manière à changer en permanence la partie de la piste focale dans la région de point focal et permettant que la chaleur se dissipe par rayonnement à travers l'enceinte du tube à rayons X.

Par conséquent, le disque cible est supporté pour tourner autour d'un axe au moyen d'une structure de rotor montée dans des paliers comprenant une tige dirigée axialement dont une extrémité est fixée sur une partie centrale du disque cible. En général, la tige a une section transversale minimale pour supporter en rotation le disque cible tout en restreignant le flux de chaleur qui en part par conduction vers la structure de rotor. Une partie d'extrémité opposée de la tige est fixée, généralement par brasage,

sur une extrémité fermée d'une jupe de rotor tubulaire qui est supportée pour tourner sur un arbre de rotor monté dans des paliers.

Cependant, il s'est avéré difficile de produire entre l'extrémité fermée de la jupe du rotor et la partie d'extrémité voisine de la tige un joint brasé qui est suffisamment solide et durable pour résister aux contraintes développées pendant la rotation du disque cible. Il peut apparaître que, après une courte période inattendue, le joint brasé s'affaiblisse et se fissure de sorte que le disque cible en rotation commence à onduler et peut endommager l'enceinte du tube. En outre, la rotation ondulatoire du disque cible peut nuire aux paliers qui supportent l'arbre du rotor et peut éventuellement entraîner un dommage permanent aux paliers.

Ces inconvénients ainsi que d'autres de la technique antérieure sont donc surmontés par l'invention qui propose une structure de rotor de tubes à rayons X avec un élément de tige anticathode fixé sur un élément d'induit coaxial, par une première et une seconde pièces coaxiales intercalées. La première comporte une surface annulaire intérieure fixée par un joint brasé sur l'élément de tige et une surface cylindrique extérieure fixée par un joint soudé sur la seconde pièce qui comporte une partie marginale extérieure fixée sur l'élément d'induit. Egalement, la première pièce est faite d'une matière ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire étroitement adapté au coefficient de dilatation thermique linéaire de la matière de l'élément de tige. En outre, la seconde pièce est faite d'une matière ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire plus étroitement lié au coefficient de dilatation thermique linéaire de la matière de l'élément d'induit que le coefficient de

dilatation thermique linéaire de la matière de l'élément de tige. Il en résulte que la plus grande disparité thermique et les contraintes thermiques maximales se produisent entre la première et la seconde pièces au joint soudé qui est plus résistant et mieux autorisé à résister à ces contraintes thermiques maximales que le joint brasé entre la première pièce et l'élément de tige.

Un joint brasé solide et durable est obtenu entre la première pièce et l'élément de tige qui peuvent être vissés l'un dans l'autre, par placage d'une couche de matière faisant barrière sur la surface taraudée de la première pièce avant la venue en prise avec l'élément de tige. Quand l'élément de tige a été disposé en prise par vissage avec la surface plaquée de la première pièce, une matière de brasage est appliquée entre les surfaces filetées respectives de l'élément de tige et de la première pièce. Il en résulte que la matière de brasage s'allie avec la matière faisant barrière plaquée sur la surface taraudée de la première pièce et "mouille" les deux surfaces filetées. Quand l'opération de brasage est terminée, l'élément de tige est fixé sur la surface annulaire intérieure de la première pièce par un joint brasé comprenant une couche de blocage de la matière de brasage alliée avec la matière faisant barrière.

Dans le but de mieux comprendre l'invention, il y a lieu de se référer à la description détaillée qui va suivre des dessins sur lesquels :

la figure 1 est une vue en élévation et partiellement en coupe axiale d'un tube à rayons X selon l'invention,

la figure 1A est une coupe axiale à plus grande échelle de la partie de la structure de rotor encerclée par la ligne 1A-1A sur la figure 1,

la figure 2 est une coupe axiale de la douille de la figure 1A après son placage, et

la figure 3 est une coupe axiale de la douille plaquée représentée sur la figure 2 mais dans laquelle peut tourner la tige de rotor représentée sur la figure 1, et préparée pour le brasage.

Parmi les dessins sur lesquels les mêmes références désignent des éléments identiques, la figure 1 représente un tube à rayons X 10 du type à anode tournante comprenant une enceinte tubulaire 12 faite d'une matière diélectrique, par exemple en verre sans plomb. L'enceinte 12 comporte une partie d'extrémité rentrante 14 scellée périphériquement sur une partie d'extrémité cylindrique d'une pièce support de cathode 16 ayant une structure bien connue dans laquelle plusieurs conducteurs de cathode 18 entrent hermétiquement dans l'enceinte 12. La pièce support de cathode 16 est disposée axialement dans l'enceinte 12 et comporte une extrémité intérieure fixée sur une partie d'extrémité proche d'un bras creux 20 en porte à faux, de conception bien connue, par lequel sont dirigés les conducteurs de cathode 18. Le bras 20 en porte à faux comporte une partie d'extrémité éloignée supportant une cathode émettrice d'électrons 22 d'un type bien connu, sur laquelle les conducteurs de cathode 18 sont connectés électriquement. Ainsi, les conducteurs de cathode 18 constituent un moyen de fournir un courant de filament à la cathode émettrice d'électrons 22 et pour la maintenir au potentiel de cathode par rapport à la masse électrique.

L'enceinte 12 comporte une partie d'extrémité rentrante 24 opposée, scellée périphériquement sur partie d'extrémité d'un collier axial 26 fait de kovar. Le collier 26 comporte une partie d'extrémité opposée fixée circonférentiellement sur une partie

d'extrémité pleine d'un boîtier 28 en forme de coupelle en une matière rigide hautement conductrice du flux magnétique, comme par exemple de l'acier laminé à froid. La partie d'extrémite pleine du boîtier 28 en forme de coupelle est reliée solidairement à une extrémité voisine d'une colonnette de borne d'anode 30 qui sort axialement de la partie rentrante 24, à l'extérieur de l'enceinte 12. Ainsi, la colonnette de borne 30 constitue un moyen de refroidir la structure d'anode du tube 10 et de la maintenir électriquement au potentiel d'anode par rapport à la masse électrique.

Le boîtier 28 est disposé axialement dans l'enveloppe 12 et il comporte une extrémité ouverte opposée qui permet d'accéder à l'intérieur du boîtier 28 pendant le montage. A l'intérieur de ce boîtier 28 en forme de coupelle et près de sa partie d'extrémité fermée, un premier palier à billes 32 est disposé en alignement axial, près d'une partie annulaire épaulée du boîtier 28. Le palier à billes 32 est espacé axialement d'un second palier à billes aligné 34 par une câle tubulaire 36 intercalée faite d'une matière rigide hautement perméable au flux magnétique, comme par exemple un acier laminé à froid. Les paliers à billes 32 et 34 respectivement et la câle tubulaire intercalée 36 sont maintenus en empilage axial contre la partie annulaire épaulée du boîtier 28 par plusieurs vis de blocage 38. Les vis de blocage 38 tournent dans des trous taraudés respectifs qui sont disposés radialement dans la paroi axiale du boîtier 28 en forme de coupelle et qui sortent à l'intérieur, près de l'extrémité exposée du second palier à billes 34.

Les paliers à billes respectifs 32 et 34 supportent pour qu'ils puisse tourner axialement, un arbre de rotor encerclé 40 en une matière rigide non magnétique, par exemple en acier à outil trempé. L'ar-

bre de rotor 40 sort axialement de l'extrémité ouverte du boîtier 28 et se termine près de cette extrémité en un épaulement annulaire définissant une partie d'extrémité 42 de diamètre réduit de l'arbre 40. Sur la partie d'extrémité 42 de diamètre réduit de l'arbre 40 est fixée, par soudage, une pièce 44 qui l'entoure, en forme de rondelle. La rondelle 44 est fixée sur un bouchon annulaire 46, aligné axialement, par plusieurs vis 48 disposées axialement dans des trous respectifs 47 (figure 2) de ce bouchon 46. Les vis 48 sont engagés dans des trous alignés respectis de la rondelle 44 jusqu'à ce que cette dernière soit plaquée contre la surface voisine du bouchon 46. Ce dernier comporte une partie marginale extérieure sur laquelle est fixée circonférentiellement, par exemple par soudage, une partie d'extrémité voisine d'une jupe de rotor tubulaire 50. La jupe 50 est disposée radialement et coaxialement au boîtier 28 et elle est faite d'une matière rigide hautement conductrice du flux magnétique, comme par exemple en acier laminé à froid. Ainsi, l'acier laminé à froid de la jupe de rotor 50 est fixé sur l'acier à outil trempé de l'arbre de rotor 50 par le bouchon annulaire 46, les vis 48 et la rondelle 44.

Par conséquent, la rondelle 44, les vis 48 et le bouchon annulaire 46 sont adaptés thermiquement entre eux par le fait qu'ils sont faites du même alliage de fer-chrome-nickel, par exemple en Hastelloy "X" fabriqué par Haynes International de Kokomo, Indiana, ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire d'environ 151,2 $x10^{-7}$ par degré centigrade. Egalement, le Hastelloy "X" est compatible thermiquement avec l'acier laminé à froid de la jupe 50 qui a un coefficient de dilatation thermique linéaire de 135 $x\ 10^{-7}$ par degré centigrade. Sur la jupe de rotor 50 est fixée,

par exemple par soudage par diffusion, sur sa surface extérieure, une douille tubulaire 52 de matière conductrice de l'électricité, par exemple en cuivre, ayant un coefficient de dilatation thermique linéaire d'environ 171×10^{-7} par degré centigrade. La douille 52 en cuivre est maintenue suffisamment mince par rapport à l'acier laminé à froid de la jupe 50 de manière à n'avoir aucun effet thermique nuisible sur la jupe de rotor 50 qui la supporte.

La douille 52 et la jupe de rotor 50 constituent l'élément d'induit tournant d'un moteur à induction à courant alternatif comprenant un élément de stator (non représenté) disposé à l'extérieur de l'enceinte 12 et entourant la jupe de rotor 50 à une certaine distance. Il en résulte que la jupe 50 est mise en rotation par des courants induits électromagnétiquement dans la douille de cuivre 52 et, par l'intermédiaire du bouchon annulaire 46, des vis 48 et de la rondelle 44, fait tourner l'arbre dans les paliers à billes 32 et 34 respectivement. Il apparaît ainsi que le fait que la jupe de rotor 50 et le boîtier 28 sont faits en une matière hautement conductrice du flux magnétique, par exemple en acier laminé à froid, est avantageux pour améliorer les champs magnétiques du moteur à induction, permettant que l'induit maintienne une vitesse prédéterminée même s'il fait tourner un disque d'anticathode relativement grand et lourd.

La surface intérieure du bouchon annulaire 46 est fixée par sa périphérie, comme par exemple par soudage par faisceau d'électrons, sur la surface cylindrique extérieure d'une douille 54 ayant une surface annulaire intérieure prévue avec des filets, comme le montre plus clairement la figure 1A. La douille 54 est faite d'un alliage de fer-cobalt-nickel, comme Incoloy 909 diffusé par Inco Alloys International, Inc.,

Huntington, West Virginia, contenant un petit pourcentage de titane, comme moins de 2% en poids de la matière par exemple. L'Incoloy 909 de la douille 52 qui a un coefficient de dilatation thermique linéaire de 108 x 10^{-7} par degré centigrade est compatible thermiquement avec le Hastelloy "X" du bouchon annulaire 46. Mais il importe de noter que le coefficient de dilatation thermique linéaire de l'Incoloy 909 diffère d'environ vingt quatre unités du coefficient de dilatation thermique linéaire du Hastelloy "X" du bouchon 46 qui, comme cela a été indiqué, précédemment, a un coefficient de dilatation thermique linéaire de 157,2x 10^{-7} par degré centigrade.

A l'intérieur de la douille 52 peut tourner une partie d'extrémité filetée du nez tournant de la tige 56 qui est fixée, par exemple par brasage. Dans le but de limiter la circulation de chaleur par conduction dans la structure de rotor décrite, le nez de la tige a généralement une section transversale minimale, pour supporter en rotation un disque d'anticathode et il est généralement fait d'une matière mauvaise conductrice de la chaleur, comme par exemple en molybdène. Dans les stuctures de rotor les plus récemment développées, le nez ou la tige, comme par exemple 56, est fait d'un alliage de molybdène, généralement appelé TZM qui contient environ quatre vingt dix neuf pourcents de molybdène avec des pourcentages fractionnaires de titane et de zirconium. Le TZM présente une plus grande solidité de structure que le molybdène et il est plus facile à usiner, comme par exemple pour former des filets extérieurs sur la partie d'extrémité de la tige 56 qui tourne dans la douille 54. En outre, le TZM a un coefficient de dilatation thermique linéaire pratiquement égal à celui du molybdène, environ 104,4x 10^{-7} par degré centigrade. Par conséquent, le mobybdène ou le TZM

de la tige 56 est compatible thermiquement avec l'Uncolloy de la douille 54 qui, comme cela a été indiqué précédemment est de l'ordre de 108×10^{-7} par degré centigrade.

La partie d'extrémité opposée de la tige 56 comporte une colonnette annulaire 58 qui supporte un disque d'anticathode disposé transversalement ayant une configuration tronconique. Le disque d'anticathode 60 comporte une partie centrale dans laquelle passe une partie d'extrémité filetée de la tige 56 et qui est engagée par un écrou exagonal 62 pour fixer le disque d'anticathode 60 sur la tige 56. Le disque d'anticathode 60 comporte une partie marginale extérieure comprenant une piste focale annulaire 64 faite d'une matière émettrice de rayons X, par exemple en tungstène ou en un alliage de tungstène. La piste focale 64 comporte une surface inclinée radialement avec une surface de point focal 66 disposée en alignement axial et espacée de la cathode émettrice d'électrons 22.

Par conséquent, en fonctionnement, la cathode 22 et le disque d'anticathode 60 sont maintenus à des potentiels électriques appropriés pour former électrostatiquement un faisceau d'électrons provenant de la cathode 22 sur la surface de point focal 66 de la piste focale 64. Le faisceau d'électrons heurte la surface de point focal 66 avec une énergie cinétique suffisante pour pénétrer dans la matière émettrice de rayons X sous-jacente de la piste focale 64 et pour produire des rayons X qui sont émis par la surface de point focal 66. Mais la plus grande partie de l'énergie des électrons est convertie en chaleur qui peut endommager la matière émettrice de rayons X de la piste focale 64 dans la surface de point focal 66. Par conséquent, le disque d'anticathode 60 est mis en rotation à une vitesse appropriée, qui peut être aussi élevée

que dix mille tours par minute, par exemple, pour changer continuellement la partie de la piste focale 64 de la surface de point focal 66. Il en résulte que l'énergie calorifique provenant de parties de la piste focale 64 en rotation hors de la zone de point focal 66 est emmagasinée dans la matière du disque d'anticathode 60 et elle est dissipée de préférence par rayonnement à travers l'enceinte 12 du tube 10.

Malgré les précautions prises avec la tige 56 pour protéger la structure de rotor et particulièrement, les paliers respectifs 32 et 34 contre les dommages dûs à une chaleur excessive, une partie de l'énergie calorifique emmagasinée dans le disque d'anticathode 60 est dissipée par conduction par la tige 56 et dans la structure de rotor. Les contraintes thermiques qui en résultent dans la structure de rotor apparaissent généralement dans le joint brasé entre la tige 56 et la pièce de la structure de rotor en raison des différences entre leurs coefficients respectifs de dilatation thermique linéaire. Mais, comme l'indique le tableau ci-après :

Pièce du rotor	Matière	Coefficient de dilatation (par °C)
Nez ou tige 56	TZM	$104,4 \times 10^{-7}$
Douille 52	Incolloy 909	108×10^{-7}
Bouchon 46 Rondelle 44 et Vis 48	Hastelloy "X"	$151,2 \times 10^{-7}$
Jupe 50	Acier laminé à froid	135×10^{-7}

les contraintes thermiques maximales apparaissent au joint soudé entre la douille 52 et le bouchon 46, plutôt qu'au joint brasé entre la tige 56 et la douille 52. Ainsi, la structure de rotor décrite a une plus grande longévité que les structures de rotor de la technique antérieure car les contraintes thermiques maximales apparaissent à un joint soudé qui est de structure plus solide qu'un joint brasé. En outre, le Hestelloy "X" du bouchon 46 et le Incoloy 909 de la douille 52 ont une plus grande solidité de structure que le TZM de la tige 56 et par conséquent, ils sont plus à même de résister aux contraintes thermiques maximales.

Dans le but de réaliser un joint brasé plus durable entre la douille 52 et la tige 56, la surface taraudée de la douille 52 et la surface filetée de la tige 56 ont des diamètres respectifs permettant d'obtenir un intervalle intercalé quand la tige 56 est complètement placée dans la douille 52 comme le montre plus clairement par exemple la figure 1A. Cet intervalle a une largeur de l'ordre de 0,05 à 0,2 mm et exerce l'action capillaire nécessaire pour assurer que la brasure entre les surfaces filetées d'une extrémité à l'extrémité opposée de la douille 52 pour former le joint brasé. Par conséquent, pendant le fonctionnement du tube 10, les contraintes thermiques développées entre la douille 52 et la tige 56, comme celles qui sont dûes à des légères différences de dilatation thermique par exemple, sont absorbées parce qu'elles sont distribuées dans tout l'intervalle rempli de matière de brasage. Par conséquent, l'intervalle est suffisamment étroit pour que le joint brasé puisse maintenir les surfaces filetées respectives de la douille 52 et de la tige 56 en relation de verrouillage ferme. Par ailleurs,l'intervalle est suffisamment large pour que le joint brasé puisse relâcher les contraintes thermiques et éviter ainsi une surcontrainte du

joint brasé pouvant en entraîner ultérieurement des fissures.

Il a été trouvé également que si la brasure a une température de fusion d'environ 1150°C, le molybdène du TZM formant la tige 56 à tendance à s'unir avec le métal de la brasure pour former un composé intermétallique qui est très cassant et peut entraîner des fissures du joint brasé. Par ailleurs, si la brasure a une température de fusion au-dessous de 900°C, le joint brasé qui en résulte peut se ramollir pendant le fonctionnement du tube et ne pas résister aux contraintes mécaniques exercées sur lui pendant la rotation du disque d'anticathode 60 à une vitesse relativement élevée. Par conséquent, la brasure choisie pour remplir l'intervalle entre les surfaces filetées respectives de la douille 52 et de la tige 56 consistent en un alliage de nickel ayant une température de fusion de l'ordre de 1000°C à 1100°C. Par exemple, une brasure consistant en un alliage de nickel, d'or et de palladium ayant une température de fusion d'environ 1037°C et une température de solidification d'environ 1005°C s'est avéré convenir particulièrement bien pour former le joint brasé entre les surfaces filetées respectives de la douille 52 et de la tige 56. Le nickel de la brasure apporte une solidité de structure au joint ; et la température de fusion associée de 1037°C se situe bien dans la plage spécifiée de température de fusion pour réduire au minimum la possibilité de formation de composés inter-métalliques de nickel et de molybdène pendant l'opération de brasage ou pendant le cyclage thermique qui va suivre pendant le fonctionnement du tube 10.

Il s'est avéré en outre que, pendant l'opération de brasage, la brasure liquéfiée ne "mouillait " pas complètement la surface intérieure exposée de la douille 52, portant le taraudage. Il en résulte

que la surface taraudée de la douille 52 était fixée sur la surface filetée de la tige 56 par un joint incomplètement brasé, qui pouvait s'affaiblir et se fissurer pendant le fonctionnement du tube. Une étude a montré que, pendant la phase de chauffage et l'opération de brasage, le titane de l'Incoloy 909 constituant la surface annulaire intérieure de la douille 52 se combinait avec l'oxygène pour former un oxyde de titane. C'était en outre cet oxyde de titane qui empêchait la brasure liquide de "mouiller" complètement la surface annulaire intérieure de la douille 52.

Comme le montre la figure 2, ce problème a été résolu en prévoyant une surface annulaire intérieure de la douille 52, avant l'opération de brasage, avec une couche faisant barrière 70 de nickel pratiquement pur qui s'étend d'une extrémité à l'extrémité opposée de la douille 57. La couche faisant barrière 70 a une épaisseur dans la plage de 0,018 à 0,023 mm, qui n'affecte pas les caractéristiques thermiques de la douille 52. La partie taraudée de la douille 52 se termine près de l'une de ses extrémités par un épaulement annulaire 68 qui relie solidairement la partie taraudée à une partie d'extrémité 72 de plus grand diamètre de la douille. Egalement, la partie taraudée de la douille 52 se termine près de son autre extrémité par un épaulement annulaire 74 qui relie solidairement la partie taraudée à un prolongement 76 de plus grand diamètre de la douille.La couche 70 faisant barrière de nickel pratiquement pur peut être appliquée sur toute la surface annulaire intérieure de la douille 52 par des moyens conventionnels, comme par placage par exemple.

Comme le montre la figure 3, après l'opération de placage, la partie d'extrémité filetée de la tige 56 qui se termine par un épaulement annulaire extérieur 78 est introduite dans la partie d'extrémité 72

de plus petit diamètre de la douille 52. La partie d'extrémité filetée de la tige 56 engage la partie taraudée de la douille 52 et elle peut y tourner jusqu'à ce que l'épaulement annulaire 78 de la tige 56 vienne au-dessus de l'épaulement annulaire 68 de la douille 52. Le sous-ensemble qui en résulte est ensuite inversé et des bagues 80 de brasure, comme un alliage de nickel-or-palladium par exemple, sont introduites dans le prolongement 76 de plus grand diamètre de la douille 52 et sont supportées par l'épaulement annulaire 74. Ensuite, pendant l'opération de brasage, les bagues 80 en brasure sont chauffées jusqu'à la température de liquéfaction, dans la plage de 1000°C à 1100°C, par exemple 1037°C. Il en résulte que la brasure liquéfiée s'écoule par effet capillaire et à l'aide de la gravité, dans l'intervalle ayant une largeur de l'ordre de 0,05 à 0,02 mm et prévue entre les filets respectifs de la douille 52 et de la tige 56. Par conséquent, la brasure liquéfiée s'écoule dans l'intervalle depuis une extrémité jusqu'à l'extrémité opposée de la douille 52 et s'allie avec le nickel pratiquement pur de la couche 70 sur la surface annulaire intérieure de la douille 52. Ainsi, l'alliage résultant de la brasure et de la couche faisant barrière "mouille" les surfaces voisines de la douille 52 et de la tige 56 pour former, au refroidissement, un joint brasé solide et durable.

Comme le montre la figure 1A, après le brasage, une couche de blocage 82 consistant en un alliage de brasure et de la matière de la couche 70 faisant barrière est disposée entre la partie d'extrémité filetée de la tige 56 et la surface annulaire intérieure de la douille 52. Cette couche de blocage 82 s'étend entre les épaulements annulaires 68 et 78 de la douille 62 et de la tige 56 respectivement et se termine à l'extrémité voisine de la douille 52. Le prolongement

76 de la douille 52 est usiné pour former une surface d'extrémité 84 pratiquement plane, affleurant pratiquement avec la surface inférieure du bouchon annulaire 46 et la surface d'extrémité terminale de la tige 56. Par conséquent, la couche de blocage 82 peut se terminer près de la surface d'extrémité 84 de la douille 52 dans un filet 86 qui adhère à l'épaulement annulaire 74 de la douille 52 et la partie d'extrémité terminale voisine de la tige 56. Ainsi, la couche de blocage 82 fixe toute la surface annulaire intérieure de la douille 52 sur la partie d'extrémité encerclée de la tige 56. Le nickel pratiquement pur de la couche 70 faisant barrière, allié avec l'alliage de nickel des anneaux de brasure 80 forme la couche de blocage résultante 82 avec une solidité de structure lui permettant de résister aux contraintes thermiques et mécaniques développées au joint brasé pendantle fonctionnement du tube 10. En outre, la couche de blocage 82 forme le joint brasé avec une longévité suffisante pour faire tourner le disque d'anticathode 60 à des vitesses relativement élevées, comme dix mille tours par minute par exemple, pendant une vie du type relativement longue, comme trente cinq mille expositions par exemple.

Une structure de rotor de tube à rayons X a donc été décrite ci-dessus, comprenant un élément d'induit avec une jupe de rotor 50 fixée pour tourner avec l'élément de tige d'anticathode 56 par un bouchon annulaire 46 et une douille 54. La douille 54 comporte une surface annulaire intérieure fixée par un joint brasé sur l'élément de tige 56 et une surface cylindrique extérieure fixée par un joint soudé sur le bouchon annulaire 46 qui comporte une partie marginale extérieure fixée sur la jupe de rotor 50. Egalement, la douille 54 est faite d'une matière ayant des propriétés de dilatation thermique étroitement adaptée avec la matière

de l'élément de tige 56, tandis que le bouchon 46 est réalisé en une matière ayant des propriétés de dilatation thermique plus étroitement liées à la matière de la jupe du rotor 50 que la matière de la douille 54. Il en résulte que les contraintes thermiques maximales apparaissent au joint soudé relativement plus solide entre le bouchon 56 et la douille 54, plutôt qu'au joint brasé entre la douille 54 et l'élément de tige 56. De plus, la structure de rotor décrite ci-dessus comporte un joint brasé comprenant la douille 54 avec une surface annulaire intérieure prévue avec une couche 70 faisant barrière d'une matière anti-oxydation qui s'allie avec la brasure pour former une couche de blocage fixant la douille 54 sur l'élément de tige 56.

Il apparaît ainsi, que tous les objectifs ont été attei ts grâce aux structures et aux procédés qui ont été décrits. Mais il apparaît que diverses variantes peuvent être apportées par l'homme de l'art sans sortir de l'esprit de l'invention, défini par les revendications annexées. Il est donc bien entendu que tout ce qui a été représenté et décrit doit être interprêté comme des exemples et non dans un sens limitatif.

REVENDICATIONS

1. Structure de rotor de tube à rayons X, caractérisée en ce qu'elle comporte un élément d'induit (50) destiné à tourner autour d'un axe, une première pièce annulaire (46) disposée coaxialement avec ledit élément d'induit et comprenant une partie fixée sur lui, une seconde pièce annulaire (54) disposée coaxialement dans ladite première pièce annulaire et ayant une partie extérieure soudée sur ladite première pièce annulaire, et un élément de tige (56) disposé coaxialement dans ladite seconde pièce annulaire et comprenant une partie d'extrémité brasée sur ladite seconde pièce annulaire.

2. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit élément d'induit consiste en une jupe de rotor tubulaire (50) faite d'une matière conductrice du flux magnétique et comportant un support monté dans des paliers (28), fixé sur ladite première pièce annulaire pour supporter en rotation ladite jupe de rotor.

3. Structure selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit support monté dans des paliers (28) comporte un boîtier allongé en forme de à l'intérieur de ladite jupe de rotor (50) et fait d'une matière conductrice du flux magnétique .

4. Structure selon la revendication 2, caractérisée en ce que ladite première pièce annulaire consiste en un bouchon en forme de rondelle disposé transversalement à ladite jupe de rotor tubulaire (50) et comprenant une partie marginale extérieure fixée sur une partie d'extrémité de ladite jupe de rotor, le bouchon en forme de rondelle ayant une surface annulaire intérieure.

5. Structure selon la revendication 4, caractérisée en ce que ladite seconde pièce annulaire (54) consiste en une douille ayant une surface cylindrique extérieure soudée sur ladite surface annulaire intérieure dudit bouchon (46) et ayant une surface annulaire intérieure comportant plusieurs filets intérieurs.

6. Structure selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit élément de tige (56) consiste en une tige cylindrique dont ladite partie d'extrémité est prévue avec plusieurs filets extérieurs, lesdits filets extérieurs étant en prise avec lesdits filets intérieurs de ladite douille (54) et brasés sur eux.

7. Structure de rotor de tube à rayons X, caractérisée en ce qu'elle comporte une jupe de rotor tubulaire (50) supportée en rotation et ayant un axe longitudinal de rotation, ladite jupe de rotor étant faite d'une première matière ayant un premier coefficient de dilatation thermique linéaire, un bouchon en forme de rondelle (46) disposé coaxialement avec ladite jupe de rotor et ayant une partie marginale extérieure fixée sur une partie d'extrémité de ladite jupe de rotor, ledit bouchon étant fait d'une seconde matière ayant un second coefficient de dilatation thermique linéaire, une douille (54) disposée coaxialement dans ledit bouchon en forme de rondelle et ayant une partie de surface annulaire extérieure fixée sur ledit bouchon, ladite douille étant faite d'une troisième matière ayant un troisième coefficient de dilatation thermique linéaire et une tige cylindrique (56) ayant une partie d'extrémité disposée coaxialement dans ladite douille et une surface extérieure de ladite partie d'extrémité fixée sur ladite douille, ladite tige étant faite d'une quatrième matière ayant un qua-

trième coefficient de dilatation thermique linéaire.

8. Structure selon la revendication 7, caractérisée en ce que ledit second coefficient de dilatation thermique est supérieur audit troisième coefficient de dilatation thermique et ledit troisième coefficient de dilatation thermique est supérieur audit quatrième coefficient de dilatation thermique.

9. Structure selon la revendication 8, caractérisée en ce que ledit troisième coefficient de dilatation thermique ne diffère pas plus que de cinq unités dudit quatrième coefficient de dilatation thermique et diffère de plus de dix unités dudit second coefficient de dilatation thermique.

10. Structure selon la revendication 9, caractérisée en ce que ledit second coefficient de dilatation thermique diffère de plus de vingt unités dudit troisième coefficient de dilatation thermique et diffère de moins de dix unités dudit premier coefficient de dilatation thermique.

11. Structure selon la revendication 9, caractérisée en ce que ladite partie de surface annulaire extérieure de ladite douille (54) est fixée sur ledit bouchon (46) par un joint soudé et ladite partie d'extrémité de ladite tige (56) est fixée sur ladite douille par un joint brasé.

12. Structure selon la revendication 11, caractérisée en ce que ledit joint brasé contient une matière de brasage ayant une température de liquéfaction comprise entre un millier et onze cents degrés centigrade.

13. Structure selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite partie d'extrémité de ladite tige (56) et ladite douille (54) comporte des parties filetées respectives engagées l'une dans l'autre et ayant des dimensions diamétrales respectives

permettant d'obtenir un intervalle intercalé rempli de matière de brasage.

14. Structure selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite quatrième matière contient du molybdène, ladite troisième matière contient un alliage de fer-cobalt-nickel et ladite seconde matière contient un alliage de fer-chrome-nickel.

15. Structure selon la revendication 14, caractérisée en ce que ladite première matière consiste en de l'acier conducteur d'un flux magnétique.

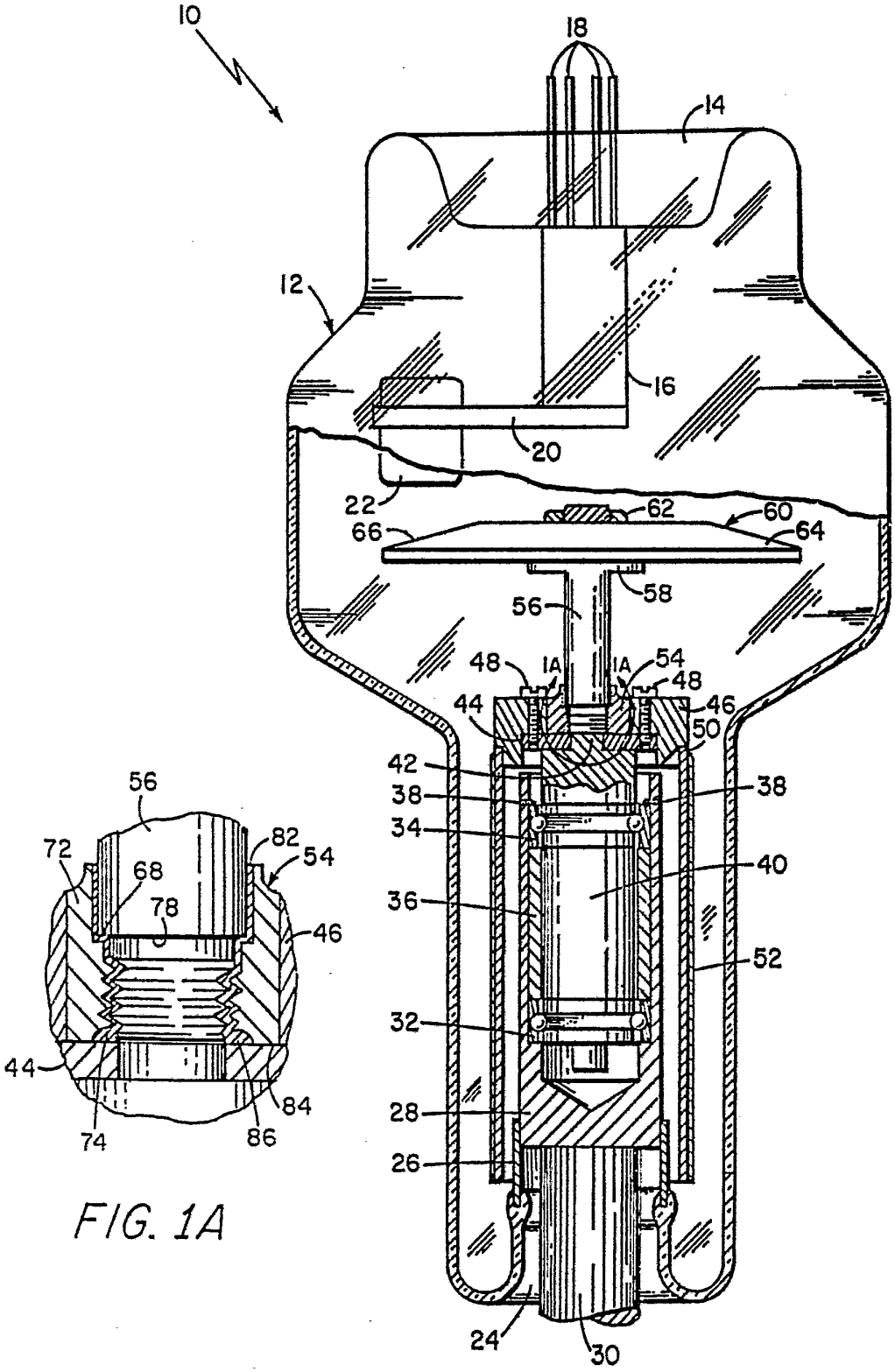

10
18
14
12
16
20
22
62
60
66
64
58
56
48
1A
1A
54
48
44
46
50
42
38
38
34
40
36
52
32
28
26
24
30

FIG. 1

56
72
82
54
68
78
46
44
84
74
86

FIG. 1A

2637733

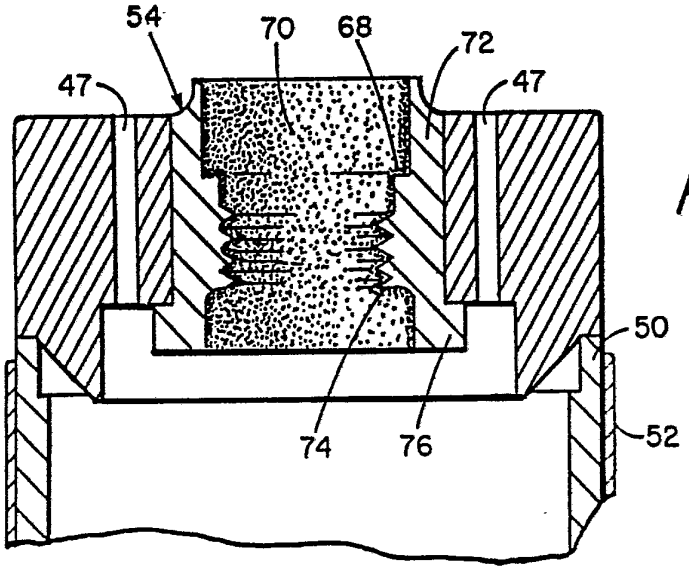


FIG. 2

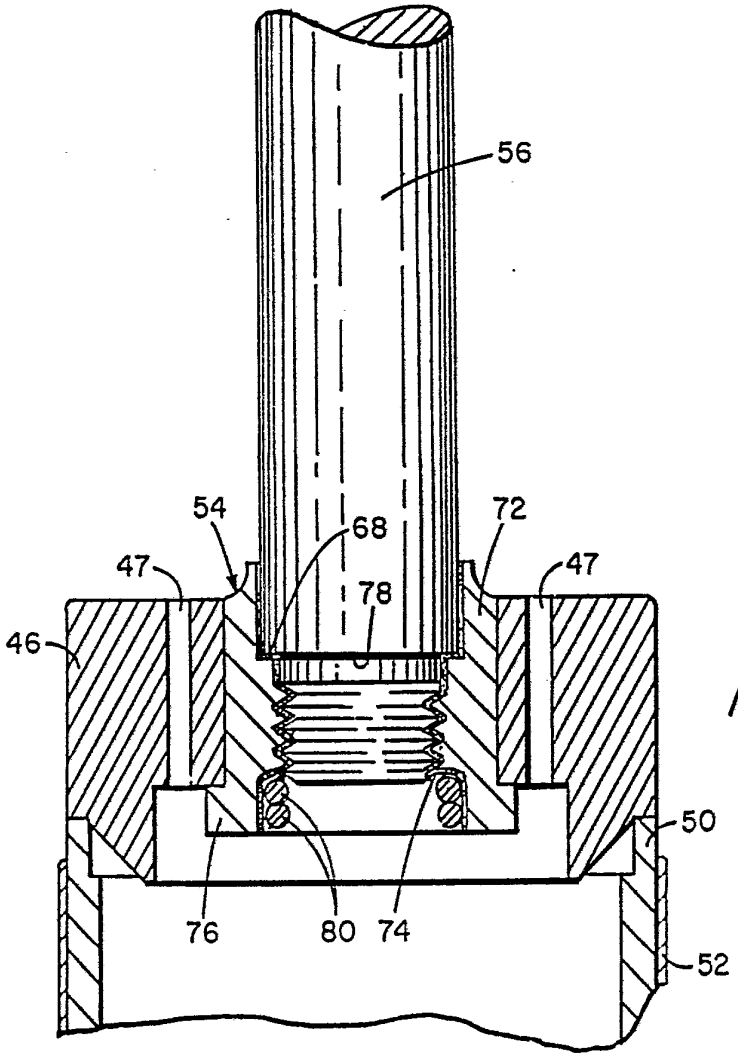


FIG. 3