



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 349 388 B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
13.11.91 Bulletin 91/46

(51) Int. Cl.⁵ : **H01J 35/06, H01J 35/14**

(21) Numéro de dépôt : **89401762.3**

(22) Date de dépôt : **22.06.89**

(54) **Tube radiogène à auto-limitation du flux électronique par saturation.**

(30) Priorité : **01.07.88 FR 8808961**

(43) Date de publication de la demande :
03.01.90 Bulletin 90/01

(45) Mention de la délivrance du brevet :
13.11.91 Bulletin 91/46

(84) Etats contractants désignés :
DE ES GB IT NL

(56) Documents cités :
EP-A- 164 665
DE-C- 416 533
US-A- 1 923 876
US-A- 4 344 011
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 2, no. 64
(E-33)[2148], 17 mai 1978, page 2148 E 78; &
JP-A-53 30 292 (TOKYO SHIBAURA DENKI
K.K.) 22-03-1978

(56) Documents cités :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 4, no.
157 (E-32)[639], 4 novembre 1980, page 131 E
32; & JP-A-55 108 158 (HITACHI SEISAKUSHO
K.K.) 19-08-1980

(73) Titulaire : **GENERAL ELECTRIC CGR S.A.**
100, rue Camille-Desmoulins
F-92130 Issy les Moulineaux (FR)

(72) Inventeur : **Fournier, Guillaume**
Cabinet Ballot-Schmit 7, rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)
Inventeur : **Caire, François**
Cabinet Ballot-Schmit 7, rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)
Inventeur : **Lemestreallan, Gilles**
Cabinet Ballot-Schmit 7, rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)

(74) Mandataire : **Ballot, Paul Denis Jacques**
Cabinet Ballot 7, rue le Sueur
F-75116 Paris (FR)

EP 0 349 388 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention a pour objet un tube à rayons X à auto-limitation du flux électronique par saturation, utilisable notamment dans le domaine médical. Les principales caractéristiques de ces tubes sont leur résistance à la dérive de leurs caractéristiques d'émission en fonction de leur température ainsi que l'homogénéité de l'illumination X produite par tous les points de leur foyer. L'invention vise à perfectionner de tels tubes en évitant leur éventuelle destruction sous l'effet d'un échauffement trop important de leur anode.

D'une façon générale des rayons X sont produits par le bombardement électronique, dans une enceinte à vide, d'une cible élaborée dans un matériau à haut numéro atomique. Les électrons nécessaires au bombardement de cette cible sont libérés par effet thermoélectronique, généralement dans un filament hélicoïdal de tungstène, d'une cathode placée avec précision au sein d'une pièce de concentration. La pièce de concentration joue un rôle focalisateur en même temps qu'un rôle de Wehnelt. La cible est constituée par l'anode du tube. Dans ce type de configuration très classique, les vitesses initiales des électrons au niveau de l'émetteur sont très dispersées. Leurs trajectoires présentent donc une structure désordonnée et le système de focalisation est chargé de les rectifier. Mais le système de focalisation n'est généralement pas suffisamment performant. En conséquence au lieu de l'impact sur la cible des électrons de bombardement, on obtient un enchevêtrement assez compliqué des trajectoires. Ceci confère au foyer thermique des rayons X un profil énergétique assez peu favorable avec une bonne qualité d'image.

Dans des développements récents, par exemple dans ceux décrits dans la demande de brevet européen EP-A-164665, il est fait référence à une cathode qui n'est plus constituée par un filament mais qui est constituée par une portion d'un ruban présentant, à l'émission des électrons, une surface plane en face de l'anode. L'intérêt d'utiliser un émetteur d'électrons plan a déjà été présenté antérieurement à cette demande. Il consiste à maintenir une certaine cohésion des charges électroniques au cours de leur trajectoire vers la cible. En effet, l'expérience a montré qu'on obtient dans ce cas une répartition de potentiel électrostatique favorable à une meilleure focalisation des charges électriques. Le foyer X ainsi obtenu présente alors un profil énergétique pratiquement homogène, ce qui est bénéfique à la qualité de l'image. La littérature scientifique relate certaines expérimentations basées sur ce principe général. On y fait toujours usage d'émetteur élaboré sous la forme de ruban de tungstène.

Mais ces rubans présentent des problèmes de tenue thermomécanique. C'est d'ailleurs pour résoudre de tels problèmes que l'invention correspondant

à la demande de brevet européen ci-dessus évoquée a été faite. En particulier, malgré tous les soins portés au laminage des rubans, des phénomènes de contraintes différentielles se produisent dans ceux-ci et ils prennent du fait des échauffements et des refroidissements successifs dans le tube une allure dite en tôle ondulée. Les avantages de disposer d'un émetteur plan sont alors perdus.

En plus de ces défauts, les émetteurs plans ou même les émetteurs filaments présentent l'inconvénient que l'allure du profil énergétique du foyer varie d'une manière non maîtrisée avec la charge du tube. La charge du tube correspond au débit de rayonnement X. Ce débit est lié à l'importance de l'effet thermoélectronique dans la cathode, à la température de cette cathode. Or de plus en plus d'appareils de radiologie sont munis de circuits de régulation pour réguler la charge du tube. Cette régulation tient compte du coefficient d'absorption radiologique d'un patient donné à examiner de façon à ce que le rayonnement qui traverse ce patient soit minimum. Cette régulation agit bien entendu sur le circuit de chauffage de la cathode. La technique de régulation tendant à faire agir cette régulation sur la haute tension entre anode et cathode a été abandonnée car cette technique conduit à modifier pendant l'examen la dureté du rayonnement X utilisé.

Mais la modification de la charge du tube n'est pas sans effets sur la distribution énergétique du foyer. En particulier dans certaines situations, compte tenu de la modification de cette charge du tube, on peut atteindre des densités énergétiques en certains endroits de l'anode qui se situent au delà des densités thermiques acceptables pour cette anode. Dans ce cas l'anode peut être détruite. Les phénomènes de dilatation et de compression des surfaces utiles du foyer thermique sont essentiellement liés à l'importance de la charge d'espace véhiculée par les électrons avant d'aller frapper la cible. Encore faut-il lier l'importance de cette charge d'espace à la haute tension d'arrachement des électrons de la cathode.

Il pourrait être envisageable de modifier la fonction de la pièce de focalisation en fonction de la charge d'espace de manière à limiter par exemple les effets destructeurs d'une augmentation brutale trop importante de la densité thermique du foyer.

Indépendamment de la complexité d'un tel asservissement, dans l'état actuel non envisageable, il faudrait en plus que cet asservissement puisse anticiper avec rapidité les dérives thermiques et la densité thermique du foyer. Cette solution n'est actuellement pas possible.

En conséquence, dans l'état actuel de la technique, la régulation apportée sur la charge du tube retentit automatiquement en une variation de l'illumination X, et donc sur la qualité des images résultantes. En définitive, le caractère hétéroclite des effets combinés de la charge d'espace et de la haute ten-

sion (de la charge du tube), ne permet pas de disposer de tubes dont certaines caractéristiques au moins d'émission seraient maîtrisées quelle que soit la charge.

Le brevet US-A-4344011 décrit un tube à rayons X comportant une cathode plane disposée à la base d'un dispositif de focalisation à marches.

La demande de brevet JP-A-53030292 décrit un tube à rayons X comportant une cathode en forme de poutre, cathode disposée à la base d'un dispositif de focalisation à marche.

La présente invention a pour objet de remédier à cet inconvénient en proposant un dispositif émetteur plan offrant par ailleurs une rigidité mécanique permettant de s'affranchir des problèmes de tôle ondulée évoqués ci-dessus. La solution des problèmes de limitation de la densité thermique le long du foyer en fonction de la charge du tube peut alors être apportée par l'installation d'une telle cathode plane dans une pièce de focalisation dite à marche. On a découvert en effet qu'il y avait alors une autorégulation des caractéristiques de ce foyer. On peut alors en particulier assurer que le quotient du débit électronique par la surface du foyer est maintenu dans des limites supportables du point de vue thermique par la cible. L'intérêt de la solution ainsi présentée est qu'elle s'applique sur une large gamme de haute tension entre l'anode et la cathode de telle façon qu'un même tube peut servir à plusieurs applications.

L'invention concerne un tube à rayons X avec limitation automatique de la valeur maximum du flux thermique sur l'anode comportant, dans une enceinte sous vide, une cathode qui émet un faisceau d'électrons et une anode qui émet un rayonnement X dans une enceinte sous vide, ladite anode faisant face à la cathode de manière à recevoir ledit faisceau d'électrons et ladite cathode étant disposée à la base d'un dispositif de focalisation comportant au moins une marche, caractérisé en ce que ledit dispositif de focalisation est agencé de manière que le point de convergence des électrons soit situé entre la cathode et l'anode, et en ce que la cathode est en forme de poutre creuse et comporte une partie émissive plane parallèle à l'axe longitudinal de cette poutre creuse, cette partie faisant face à l'anode.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont données qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- figure 1 : une coupe schématique d'un tube radiogène selon l'invention ;
- figure 2 : un diagramme énergétique pour le tube de la figure 1 ;
- figure 3 : Une vue en perspective d'un exemple d'une cathode rigide utilisée dans l'invention,
- figure 4 : une vue en coupe de la cathode de la figure 3.

La figure 1 montre schématiquement un tube radiogène selon l'invention. Ce tube radiogène comporte, dans une enceinte à vide non représentée, une cathode 1 située en vis à vis d'une anode 2. L'anode reçoit un rayonnement électronique 3 sur son foyer 4 et réémet un rayonnement X 5 notamment en direction d'une fenêtre d'utilisation 6. La fenêtre d'utilisation fait partie de l'enveloppe du tube. Selon l'invention la cathode présente la particularité d'opposer une face plane 7 en vis à vis de l'anode 2. Elle présente en outre la particularité d'être insérée dans une optique de focalisation 8 dite à marche. Cette optique de focalisation à marche a pour objet de créer une répartition du champ électrique entre l'anode et la cathode telle que le rayonnement 3 des électrons soit du type convergent. On distingue deux types de rayonnement convergent. Dans un premier type, représenté sur la figure 1, le point de convergence des électrons est situé devant le plan de l'anode : il est réel. Dans ce cas, le rayonnement est dit croisé. Dans un deuxième type de rayonnement, dit direct, le point de convergence des électrons se situe derrière l'anode 2 : il est virtuel.

Bien que le dispositif de focalisation 8 puisse être également à simple marche, on a trouvé ici plus avantageux de le réaliser à double marche. La pièce de focalisation 8 a une forme prismatique dont la figure 1 représente le plan de section droit. La pièce 8 comporte les deux marches, respectivement 9 et 10 réparties symétriquement en 9' et 10' de part et d'autre de la cathode 1. Chaque marche comporte un dessus de marche 91 ou 101 et une contremarche 92 ou 102. (respectivement 91' 92' 101' 102'). Dans un exemple préféré de réalisation le plan 7 de la cathode 1 est distant de l'anode 2 d'une distance d'environ 7.5 mm. Les dessus 91 et 91' des marches 9 et 9' sont distants de l'anode d'environ 6,5 mm. Les dessus, 101 et 101' sont distants eux d'environ 6 mm du plan de l'anode 2. La largeur de la cathode 1, mesurée dans le plan de section droite de la pièce prismatique focale 8, vaut 2 mm. La largeur d'un logement 11 où est placée cette cathode à l'intérieur de la pièce focale 8 vaut 2.2 mm. La distance qui sépare les contremarches 92 et 92' est d'environ 3,65 mm tandis que la distance qui sépare les contremarches 101 et 102' est d'environ 4,65 mm. On peut considérer que les contremarches sont ainsi accolées à des cylindres parallélépipédiques (pris au sens théorique du terme) de largeur respectives 4 mm et 5 mm. De préférence le dispositif a une allure symétrique par rapport à un plan passant par l'axe 12 du rayonnement, perpendiculairement au plan de la figure. En variante cependant, plutôt que d'être prismatique, l'ensemble peut être circulaire, l'axe 12 servant d'axe de révolution à la cathode ainsi qu'à la pièce de focalisation. Il est possible que l'anode 2 soit une anode tournante et même qu'elle présente une face inclinée sur l'axe 12. Dans ce cas les distances indiquées sont plutôt les

distances mesurées sur cet axe 12 entre le plan 7 de la cathode et la trace de l'axe 12 sur l'anode 2.

Les dimensions données ci-dessus présentent l'avantage que le flux thermique FT est alors autolimité, pour une haute tension d'utilisation donnée, en fonction de la charge du tube D. En effet, le diagramme de la figure 2 présente trois courbes respectivement 20 à 22 paramétrées par des hautes tensions respectivement de 20 kV, 40 kV, ou 50 kV, affichant dans une plage d'utilisation située entre 150 mA (milliampères) et 350 mA (milliampères), une allure bornée. Le flux thermique FT est exprimé en kW par mm². Dans l'exemple indiqué il est toujours inférieur à 50 kW par mm², même pour la haute tension d'utilisation la plus forte.

Dans l'invention, où le rayonnement 3 est convergent et converge en un point de convergence 19, l'augmentation du débit de dose provoque le déplacement en direction de l'anode 2 du point de convergence 19. Dans ce rayonnement de type croisé l'écartement 17, 18 des rayons latéraux du faisceau de rayonnement X avant le point de convergence 19 provoque le rétrécissement de la dimension 16, du foyer. On a découvert dans l'invention que ce rétrécissement qui pouvait être désastreux, est en fait autolimité par un phénomène de saturation de l'émission des électrons arrachés de la face supérieure 7 de la cathode 1. En effet, du fait de la concentration, la charge d'espace, qui a naturellement tendance à augmenter avec la charge du tube (il y a plus d'électrons) augmente à un point tel qu'elle constitue dans certaines conditions un écran pour l'émission des électrons suivants. En quelque sorte cette charge d'espace agit comme une grille. On a en particulier découvert dans l'invention que ce phénomène pouvait être utilisé comme une auto-régulation, à condition de choisir une optique de focalisation particulière.

Cette optique de focalisation est celle décrite ci dessus : elle comporte les marches avec les dimensions données. Le phénomène se produit encore si on s'écarte de ces valeurs. Ce phénomène présente l'avantage de se produire quelle que soit la haute tension d'utilisation du tube. D'une manière compréhensible, ce phénomène de saturation provoque un flux thermique à saturation sur le foyer dont la valeur dépend de cette haute tension. En effet, si la haute tension est faible, les électrons sont relativement moins accélérés, la charge d'espace de saturation se fait plus rapidement sentir : l'embouteillage de saturation se provoque d'autant plus facilement que les électrons vont moins vite. Il est par ailleurs intéressant de remarquer que les courbes 20 à 22 montrant les différents effets sur le flux thermique de ce phénomène de saturation sont, à l'approche de la saturation, sensiblement verticales. Ceci signifie, que dans ce cas les dimensions du foyer du tube sont sensiblement constantes, et que donc les images vont être acquises selon un même protocole, quelle que soit

par ailleurs la charge imposée au tube par son système de régulation. L'avantage procuré par l'invention est représenté par le fait qu'au moment de la saturation le débit ne peut plus augmenter, mais surtout le flux thermique ne le peut plus non plus. En choisissant correctement les matériaux d'anode et de cathode ou les conditions d'utilisation des tubes de telle façon que le point de saturation ne soit pas situé hors des tolérances de fonctionnement on obtient alors ainsi le résultat recherché.

Dans un exemple préféré, la cathode 1 a l'allure d'une poutre représentée en perspective sur la figure 3. Cette poutre est prismatique, creuse, et a sensiblement l'allure d'une maison. La base de la maison constitue la face 7 émissive de la cathode, les murs de la maison tels que le mur 23 possèdent des fenêtres telles que 24. L'intérêt de fabriquer une poutre creuse se situe dans la réduction de la quantité de métal à chauffer. Comme cette quantité est plus faible, l'inertie thermique de la cathode est moins grande, le démarrage du tube peut être plus rapide. Par ailleurs la consommation de l'alimentation de chauffage de la cathode peut être réduite ce qui est un avantage quand on sait les problèmes d'isolement auxquels doivent être confrontés les circuits de chauffage de telles cathodes.

Bien qu'on puisse envisager un chauffage direct de cette cathode en faisant passer un courant électrique directement au travers de celle-ci, on préfère utiliser un filament de chauffage 25 par exemple du même type que le filament de chauffage utilisé dans l'état de la technique comme émetteur. Ce filament 25 est lui même polarisé négativement (plusieurs milliers de volts) par rapport à la cathode 1.

Dans un exemple préféré la cathode en poutre est réalisée en tungstène. Afin de limiter également la quantité d'énergie thermique à fournir pour chauffer la cathode on munit le plafond 26 et l'intérieur des murs de celle-ci d'un matelas 27 de fibres pour concentrer le chauffage sur la partie émissive de la cathode. Dans un exemple les fibres sont des fibres de céramique qui permettent un bon isolement des parois internes de la maison. Les électrons émis par le filament chauffant bombardent alors l'arrière de la cathode selon un dessin représenté par les courbes de champ électrique 28. Ce bombardement est limité à la paroi avant. Par ailleurs cette paroi avant présente un profil concave. Dans un exemple préféré ce profil concave est même tellement concave que des ailes respectivement 29 et 30 de cette cathode présentent des faces intérieures, respectivement 31 et 32, plus proches du filament 25 que ne l'est la face intérieure de la cathode à l'endroit 33 de son milieu. De cette manière les ailes qui sont à la fois plus épaisses et qui seraient plus dures à chauffer sont cependant plus chauffées de manière à ce que la face active de la poutre soit portée en tous points à une température sensiblement constante de manière à émettre

avec un débit sensiblement constant le rayonnement d'électrons attendu.

Bien que la poutre selon l'invention présente maintenant l'intérêt qu sa face émissive 7 ne se distorde plus sous les effets des échauffements, elle subit cependant des dilatations qu'il convient de guider sans les contrarier. Dans ce but la cathode est fixée par une patte unique 34 constituant en quelque sorte la cheminée de la maison. La mode de fixation est de préférence obtenu par blocage de cette patte 34 entre deux vis 35 et 36 qui viennent l'enserrer entre elles respectivement. Ce montage à un point de fixation présente l'avantage de laisser à la cathode tous les degrés de liberté voulus. Il est en particulier préférable à un mode de fixation avec deux points qui présenterait l'inconvénient que les réactions entre ces deux points se répercuteraient inmanquablement sur la planéité de la surface émissive 7. Pour guider les déplacements de la cathode avec la température, les murs de cette cathode sont maintenus dans la pièce focale 8 par des pions de céramique tels que 37 et 38 qui viennent s'appuyer de part et d'autre sur elle. Ceci permet d'éviter tout phénomène de flexion ou de vibration néfaste à un exact positionnement de l'émetteur dans la pièce de focalisation. Les pions permettent à l'émetteur de se dilater thermiquement suivant sa plus grande longueur tout en le maintenant latéralement dans sa position de référence. En pratique, l'alimentation électrique de la cathode peut être obtenu en faisant passer la haute tension par les vis 35 ou 36. La pièce focale 8 peut être découplée électriquement de la poutre.

Revendications

1. Tube à rayons X avec limitation automatique de la valeur maximum du flux thermique sur l'anode comportant, dans une enceinte sous vide, une cathode (1) qui émet un faisceau d'électrons et une anode (2) qui émet un rayonnement X (5), ladite anode (2) faisant face à la cathode (1) de manière à recevoir ledit faisceau d'électrons et ladite cathode (1) étant disposée à la base d'un dispositif de focalisation (8) comportant au moins une marche, caractérisé en ce que ledit dispositif de focalisation est agencé de manière que le point de convergence (19) du faisceau d'électrons soit situé entre la cathode et l'anode, et en ce que la cathode est en forme de poutre creuse et comporte une partie émissive plane (7) parallèle à l'axe longitudinal de cette poutre creuse, cette partie faisant face à l'anode (2).

2. Tube selon la revendication 1 caractérisé en ce que la partie émissive plane (7) est chauffée par un dispositif (25) de chauffage indirect.

3. Tube selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif de chauffage indirect comporte un filament chauffant (25) et un matelas (27) de fibres

pour concentrer le chauffage sur la partie émissive plane (7).

4. Tube selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'une face interne de la cathode, correspondant à la partie émissive plane (7), a une forme concave (29, 30) avec des ailes plus proches du dispositif de chauffage qu'une partie centrale (33) interne de cette forme concave.

5. Tube selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'au moins une des parois de la poutre comporte un évidement (24).

6. Tube selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que cette poutre est fixée au tube par une patte unique (34) qui est bloquée en position par deux vis (35, 36) qui viennent l'enserrer de manière à laisser à la cathode tous les degrés de liberté voulus.

7. Tube selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la poutre est guidée par des pions (37, 38) de céramique fixés de part et d'autre d'elle sur le dispositif de focalisation (8).

8. Tube selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que :

— le plan de la partie émissive plane (7) de la cathode est éloigné d'environ 7,5 mm de l'anode 2,

— le dispositif de focalisation comporte :

— un plan profond commun avec le plan de la partie émissive plane (7) de la cathode qui est limité par des contremarches (92, 92') séparées de 3,65 mm environ,

— un plan intermédiaire (91, 91') situé à environ 6,5 mm de l'anode et limité par des contremarches (102, 102') séparées de 4,65 mm environ, et

— un plan supérieur (101, 101') situé à environ 6 mm de l'anode.

Claims

1. A x-ray tube with an automatic limitation of the maximum value of the thermal flux onto the anode comprising, a vacuum enclosure, a cathode (1) which emits a beam of electrons and an anode (2) which emits x-rays (5), the said anode (2) facing the cathode (1) in such a manner as to receive the said beam of electrons and the said cathode (1) being positioned at the base of a focussing device (8) comprising at least one step, characterized in that the said focussing device is adapted in such a manner that the point of convergence of the beam of electrons is positioned between the anode and the cathode and in that the cathode is in the form of a hollow beam comprising a plane emitting part (7) which is parallel to the longitudinal axis of this hollow beam, said part facing the anode (2).

2. The x-ray tube as claimed in claim 1, characterized in that the plane emitting part (7) is heated by

a device (25) for in direct heating.

3. The x-ray tube as claimed in claim 2, characterized in that the indirect heating device comprises a heating filament (25) and a mattress (27) of fibers in order to concentrate the heating effect on the plane emitting part (7).

4. The x-ray tube as claimed in claim 2 or in claim 3, characterized in that an internal face of the cathode, corresponding to the plane emitting part (7), has a concave configuration (29 and 30) with wings which are nearer to the heating device than an internal central part (33) of the concave configuration.

5. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 2 through 4, characterized in that at least one of the walls of the beam comprises a recess (24).

6. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 1 through 5, characterized in that this beam is fixed to the tube by a single foot (34) which is arrested in position by two screws (35 and 36) which act to grip it in such a manner as to provide the cathode with all the required degrees of freedom.

7. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims through 6, characterized in that the beam is guided by lugs (37 and 38) of ceramic material fixed on both sides thereof on the focussing device (8).

8. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 1 through 7, characterized in that :

- the plane of the emitting part (7) of the cathode is at a distance of approximately 7.5 mm from the anode (2),
- the focussing device (8) comprises :
- a deep plane in common with the plane of the plane emitting part (7) of the cathode which is delimited by backward steps (92 and 92') separated by approximately 3.65 mm,
- an intermediate plane (91 and 91') positioned at approximately 6.5 mm from the anode and delimited by backward steps (102 and 102') separated by approximately 4.65 mm, and
- an upper plane (101 and 101') positioned at approximately 6 mm from the anode.

Patentansprüche

1. Röntgenröhre mit automatischer Begrenzung des Maximalwertes des Wärmeflusses auf der Anode, wobei die Röntgenröhre in einem Vakuumbehälter eine Kathode (1), die einen Elektronenstrahl aussendet, und eine Anode (2), die einen Röntgenstrahl (5) aussendet, aufweist, wobei die Anode (2) der Kathode (1) so gegenüberliegt, daß sie den Röntgenstrahl empfängt, und wobei die Kathode (1) an der Basis einer wenigstens eine Stufe aufweisenden Fokussierungsvorrichtung (8) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierungsvor-

richtung so angeordnet ist, daß sich der Konvergenzpunkt der Elektronen zwischen der Kathode und der Anode befindet und daß die Kathode die Form eines Hohlträgers besitzt und einen zur Längsachse dieses Hohlträgers parallelen, ebenen Ausstrahlungsteil (7) aufweist, der der Anode (2) gegenüberliegt.

2. Röhre gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ebene Ausstrahlungsteil (7) mittels einer Vorrichtung (25) zur indirekten Heizung aufgeheizt wird.

3. Röhre gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur indirekten Heizung einen Heizfaden (25) und ein Fasermatte (27) zum Konzentrieren der Wärme im ebenen Ausstrahlungsteil (7) aufweist.

4. Röhre gemäß Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine dem ebenen Ausstrahlungsteil (7) entsprechende Innenseite der Kathode eine konkave Form (29, 30) besitzt, deren Ausläufer der Heizvorrichtung näher als ein mittlerer Innenteil (33) dieser konkaven Form sind.

5. Röhre gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Wände des Trägers eine Aussparung enthält.

6. Röhre gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Träger an der Röhre mittels einer einzigen Stütze (34) befestigt ist, die in ihrer Position mittels zweier Schrauben (35, 36) gehalten wird, die sie so einspannen, daß für die Kathode sämtliche erwünschten Freiheitsgrade erhalten bleiben.

7. Röhre gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger mittels Keramikstücken (37, 38) geführt wird, die auf dessen beiden Seiten an der Fokussierungsvorrichtung (8) befestigt sind.

8. Röhre gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Ebene des ebenen Ausstrahlungsteils (7) der Kathode von der Anode (2) ungefähr 7,5 mm entfernt ist,
- die Fokussierungsvorrichtung umfaßt :
- eine in der Ebene des ebenen Ausstrahlungsbereichs (7) der Kathode befindliche tiefliegende Ebene, die durch Stufenanstiege (92, 92'), die durch ungefähr 3,65 mm getrennt sind, begrenzt wird,
- eine Zwischenebene (91, 91'), die sich ungefähr 6,5 mm von der Anode entfernt befindet und durch Stufenanstiege (102, 102'), die durch ungefähr 4,65 mm getrennt sind, begrenzt wird, und
- eine obere Ebene (101, 101'), die sich ungefähr 6 mm von der Anode entfernt befindet.

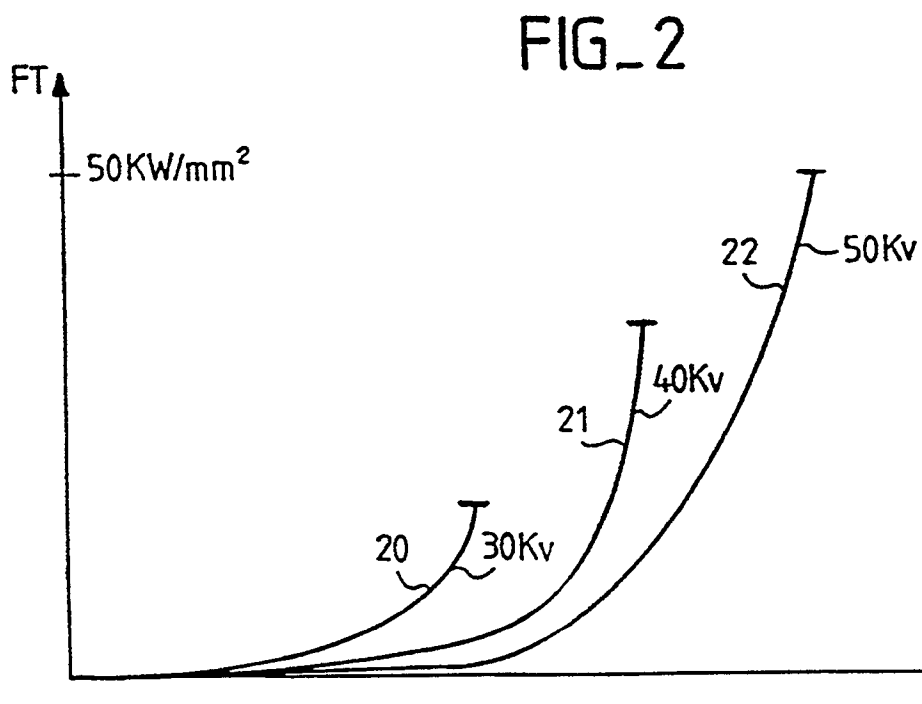
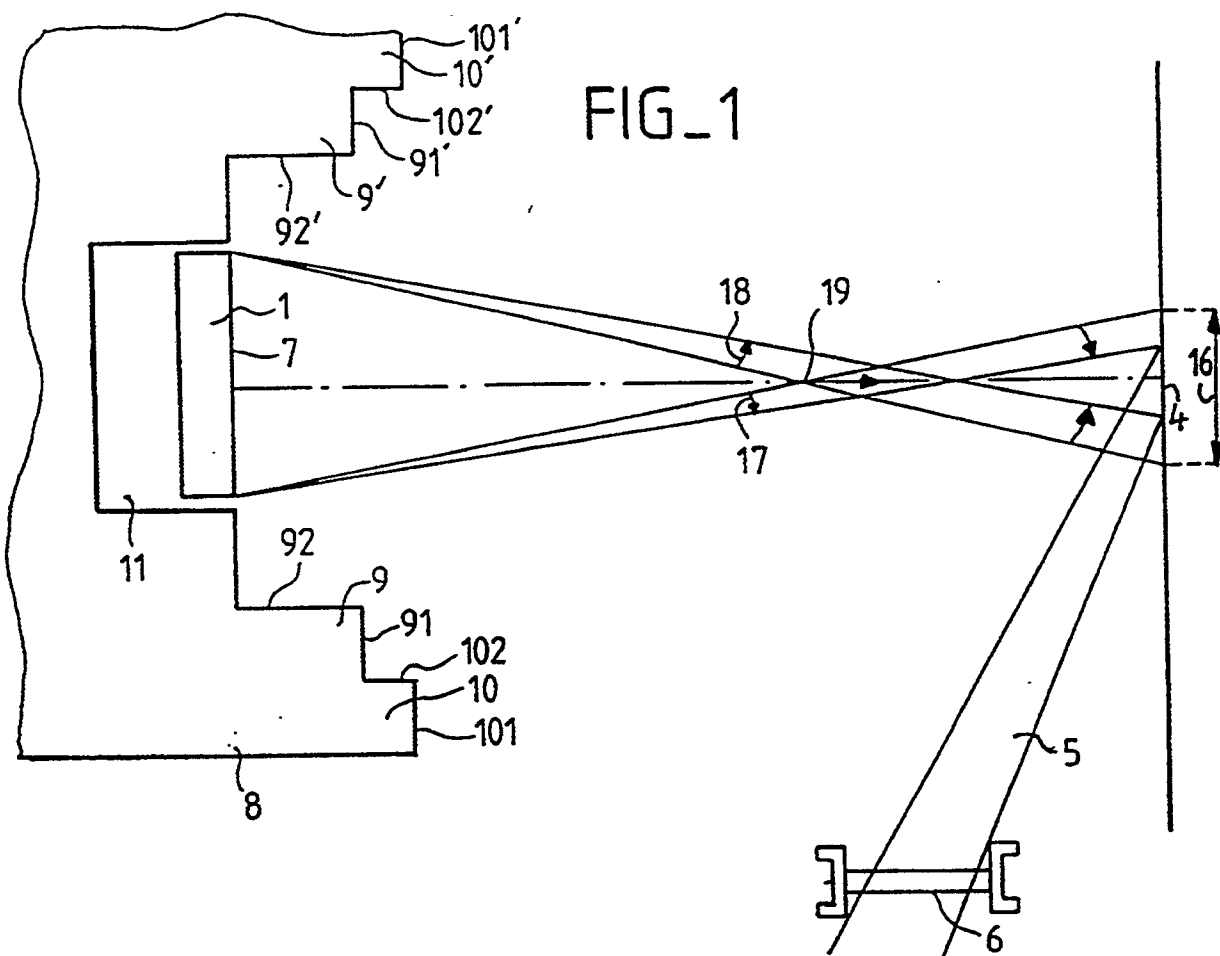


FIG_3

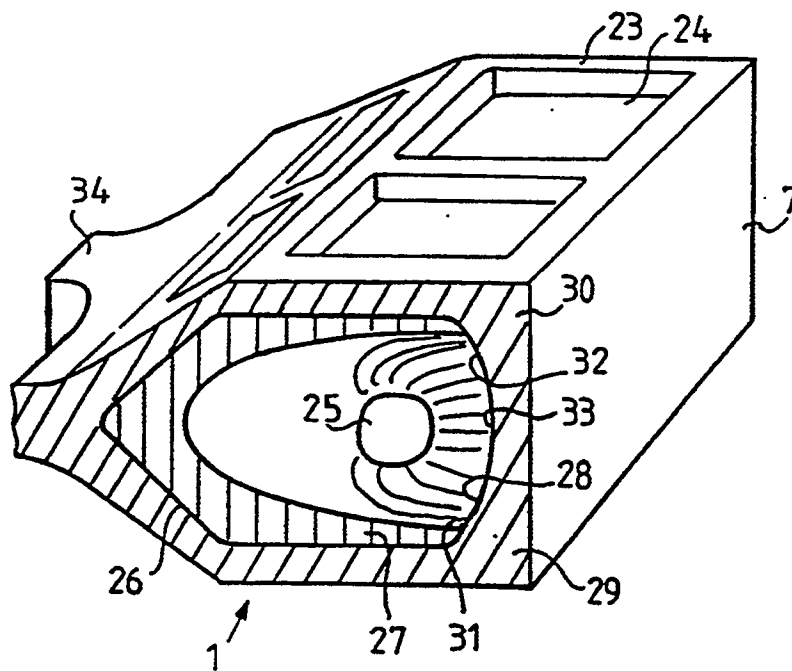


FIG_4

