



⑪ Numéro de publication : **0 349 387 B1**

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
27.11.91 Bulletin 91/48

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

②① Numéro de dépôt : **89401761.5**

②② Date de dépôt : **22.06.89**

⑤④ **Tube radiogène à cathode plane et à chauffage indirect.**

③① Priorité : **01.07.88 FR 8808962**

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

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
27.11.91 Bulletin 91/48

⑧④ Etats contractants désignés :
DE ES GB IT NL

⑤⑥ Documents cités :
DE-C- 416 533
US-A- 3 916 202
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 2, no. 64
(E-78)[2148], 17 mai 1978, page 2148 E 78; &
JP-A-53 30 292 (TOKYO SHIBAURA DENKI
K.K.) 22-03-1978
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 : **De Fraguier, Sixte**
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)
Inventeur : **Caire, François**
Cabinet Ballot-Schmit 7, rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)

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

EP 0 349 387 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 notamment utilisable 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 et 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 ou de leur cathode.

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 thermo-électronique, 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 constitue une anode du tube. Dans ce type de configuration très classique, les vitesses initiales des électrons au niveau de l'émetteur sont très dispersées. Leur trajectoire présente donc une structure désordonnée et le système de focalisation est chargé de les rectifier. Le système de focalisation n'est généralement pas suffisamment performant. En conséquence au lieu de l'impact des électrons de bombardement sur la cible, 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 n° EP-A-164665, il est fait référence à une cathode qui n'est plus constituée par un filament mais qui est maintenant 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, lesquels présentent cependant systématiquement des problèmes de tenue thermomécanique. C'est d'ailleurs pour résoudre de tels problèmes que la demande de brevet européen ci-dessus évoquée a été déposée. En par-

ticulier, 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.

La présente invention a pour objet de remédier à cet inconvénient en proposant un dispositif émetteur plan offrant une rigidité mécanique permettant de s'affranchir des problèmes de tôle ondulée évoqués ci-dessus. En simplifiant, l'émetteur est constitué par une poutre. De préférence cette poutre est creuse, et éventuellement de section sensiblement rectangulaire. On bénéficie alors de tous les avantages conférés par la rigidité d'une poutre, cette rigidité étant bien supérieure à la rigidité d'un ruban. En outre, pour éviter d'avoir à chauffer une trop grosse masse de matériau, la poutre est creuse. Pour une puissance de chauffage donnée ceci réduit le temps d'allumage du tube. Dans un perfectionnement la poutre creuse est même traversée de part en part par un filament hélicoïdal chauffant : la poutre est chauffée par chauffage indirect. Ce chauffage indirect peut même n'être focalisé que sur des parties prédéterminées de la poutre, notamment la face de la poutre en regard de l'anode. Ceci permet encore de limiter la puissance de chauffage.

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-53.30292 décrit un tube à rayons X comprenant une cathode en forme de poutre, cathode disposée à la base d'un dispositif de focalisation à marche.

L'invention concerne un tube à rayons X comportant, dans une enceinte sous vide, une cathode qui émet un faisceau d'électrons et une anode qui émet un rayonnement X, ladite anode faisant face à la cathode de manière d 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 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 vue en perspective d'une cathode en poutre selon l'invention,

— figure 2 : une vue en coupe de la cathode de la figure 1

— figure 3 : une coupe schématique d'un tube radiogène muni d'une poutre selon l'invention ;

— figures 4 et 5 : des diagrammes énergétiques

pour le tube de la figure 3 ;

Dans l'invention une cathode 1 a l'allure d'une poutre représentée en perspective sur la figure 1. Cette poutre est prismatique, creuse, et a sensiblement l'allure d'une maison. La base de la maison constitue une 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. Si cette quantité est plus faible, l'inertie thermique de la cathode sera moins grande, le démarrage du tube pourra être plus rapide. Par ailleurs la consommation de l'alimentation de chauffage de la cathode pourra 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 pourrait 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 les filaments utilisés dans l'état de la technique comme émetteur. Ce filament chauffé est porté à une haute tension négative (de plusieurs milliers de volts) par rapport à la cathode. 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 isolantes 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 33. Par ailleurs cette paroi avant présente un profil 33 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 cette manière la base 7 de la poutre est portée en tous points à une température sensiblement constante, il émet avec un débit sensiblement constant le rayonnement d'électrons attendu.

Bien que la poutre selon l'invention présente maintenant l'intérêt que 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 34 constituant en quelque sorte la cheminée de la maison. Le 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 une 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 figure 3 montre schématiquement un tube radiogène muni d'une cathode-poutre 1 selon l'invention. Ce tube radiogène comporte, dans une enceinte vide non représentée, la 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 3, le point de convergence des électrons est situé derrière le plan de l'anode : il est virtuel. Dans ce cas, le rayonnement est dit direct. Dans un deuxième type de rayonnement, dit croisé, le point de convergence des électrons se situe en position intermédiaire entre la cathode 7 et l'anode 2 : il est réel.

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 droite dont la figure 3 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 7 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 de 4 mm tandis que la distance qui sépare les contremarches 101 et 102' est de 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 de type tournant 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 (figure 4) est alors sensiblement constant, pour une haute tension d'utilisation donnée, en fonction de la charge du tube D. En effet, le diagramme de la figure 4 présente trois courbes respectivement 13 à 15 paramétrées par des hautes tensions respectivement de 20 kV, 40 kV ou 50 kV, affichant dans une plage d'utilisation située entre 150 mA et 500 mA, une allure sensiblement plate. Le flux thermique 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. La signification de l'aspect plat de ce flux thermique en fonction de la charge signifie tout simplement que la dimension 16 du foyer thermique évolue linéairement avec la charge. En effet, si la charge augmente, par exemple double, la dimension 16 augmente, et la puissance de rayon X émise augmente également, double, sans provoquer localement de contraintes thermiques anormales sur l'anode. Cette augmentation de la charge se traduit par l'écartement, selon les flèches 17 et 18, des directions latérales du rayonnement d'électrons 3. Celui-ci devient de plus en plus direct.

L'avantage de la présente solution, bien que la dimension du foyer change quand la charge change, est lié au fait que l'on peut ainsi d'une manière simple disposer d'un foyer de dimension choisie. En effet, les courbes 13 à 15 sont des courbes régulières, et sans ondulation. En conséquence, en particulier en métrologie lorsque le problème du débit de dose n'est pas un point crucial, ou même en médecine lorsque les limites d'irradiation ne sont pas franchies, on peut choisir en fonction d'une netteté d'image à produire une dimension voulue du foyer. On vient ainsi de présenter un moyen simple de régler à une valeur convenable la dimension de ce foyer.

Dans un autre exemple, où le rayonnement 3 est convergent et converge en un point de convergence placé devant l'anode, l'augmentation du débit de dose provoque le déplacement en direction de l'anode 2 du point de convergence. Dans ce rayonnement de type croisé l'écartement 17 18 des rayons latéraux du faisceau de rayonnement X avant le point de convergence provoque d'une manière inverse le rétrécissement de la dimension 16 du foyer. On a découvert que ce rétrécissement, qui pourrait être désastreux, est en fait limité 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 découvert que ce phénomène pouvait être utilisé comme une auto-régulation, à condition de choisir une optique de focalisation particulière. Cette optique de focalisation est du même type que celle décrite ci dessus. Elle comporte des marches. Comme précédemment 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 que les électrons vont moins vite. Il est par ailleurs intéressant de remarquer que des courbes 20 à 22 (figure 5), montrant les différents effets sur le flux thermique de ce phénomène de saturation, sont bornées à l'approche de la saturation. Ceci signifie, qu'au moment de la saturation le débit ne peut plus augmenter, mais surtout le flux thermique ne peut plus augmenter. 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 le résultat recherché.

Revendications

1. Tube à rayons X comportant, dans une enceinte sous vide, une cathode (1) qui émet un faisceau d'électrons (3) 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 la cathode (1) 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 (1) qui est limité par des contremarches (92, 92') séparées de 4 mm environ,
 - un plan intermédiaire (91, 91') situé à environ 7 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.

Patentansprüche

1. Röntgenröhre, die 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 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 eine 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 (8) umfaßt :
 - eine in der Ebene des ebenen Ausstrahlungsteils (7) der Kathode befindliche tiefliegende Ebene, die durch Stufenanstiege (92, 92'), die durch ungefähr 4 mm getrennt sind, begrenzt wird,
 - eine Zwischenebene (91, 91'), die sich ungefähr 7 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.

Claims

1. A x-ray tube comprising, in a vacuum enclosure, a cathode (1) which emits a beam of electrons (3)

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 focusing device (8) comprising at least one step, characterized in that the cathode (1) is in the form of a hollow beam comprising a plane emitting part (7) which is parallel to the longitudinal axis of the said hollow beam, said part facing the anode (2). 5

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 indirect heating. 10

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). 15

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. 20

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). 25

6. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 1 through 5, characterized in that the said beam is fixed to the tube by a single foot (34) which is locked 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. 30

7. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 1 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). 35

8. The x-ray tube as claimed in any one of the preceding claims 1 through 7, characterized in that : 40

— the plane of the emitting part (7) of the cathode is at a distance of approximately 7.5 mm from the anode (2),

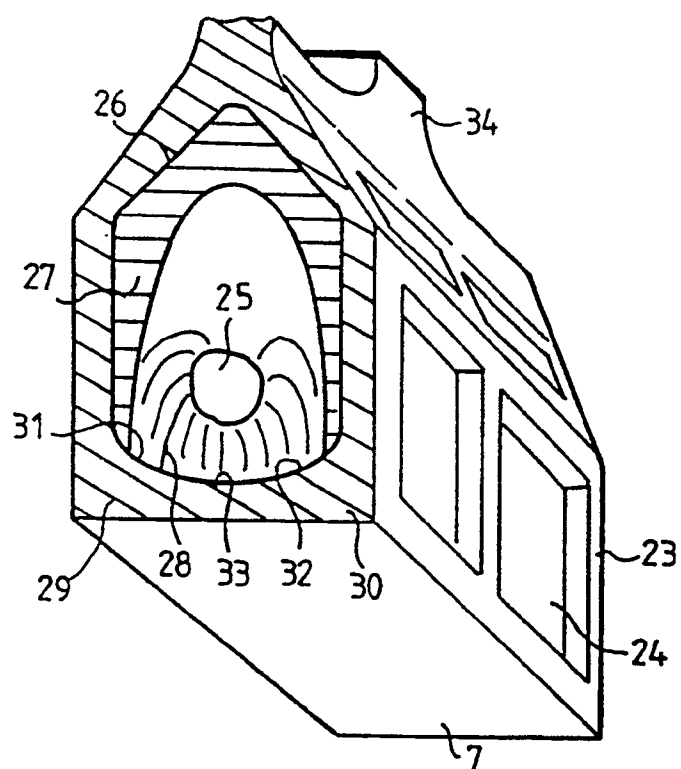
— the focussing device comprises :

— a deep plane in common with the plane of the plane emitting part (7) of the cathode (1) which is delimited by backward steps (92 and 92') separated by approximately 4 mm, 45

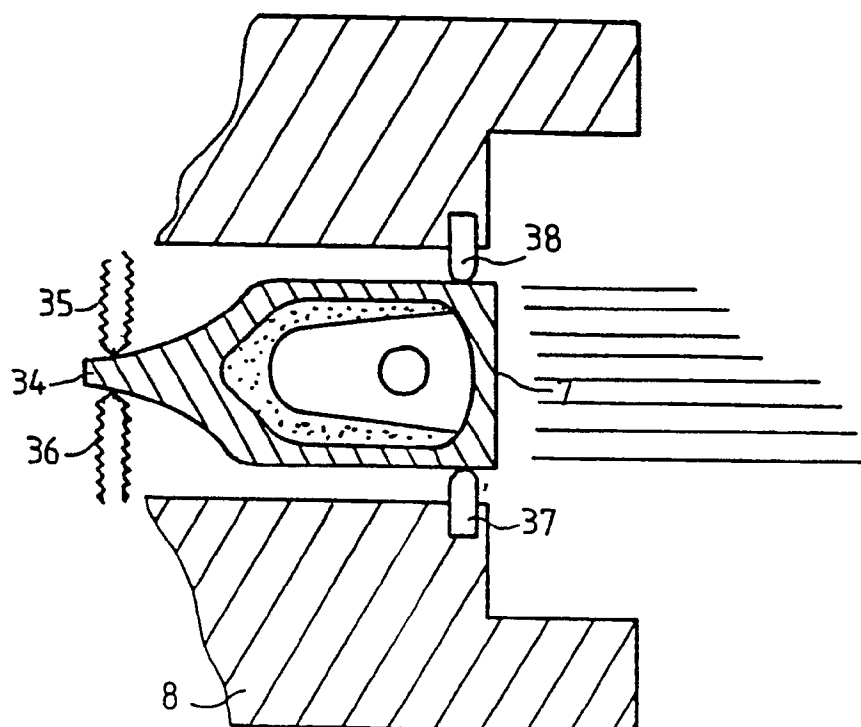
— an intermediate plane (91 and 91') positioned at approximately 7 mm from the anode and delimited by backward steps (102 and 102') separated by approximately 4.65 mm, and 50

— an upper plane (101 and 101') positioned at approximately 6 mm from the anode. 55

FIG_1



FIG_2



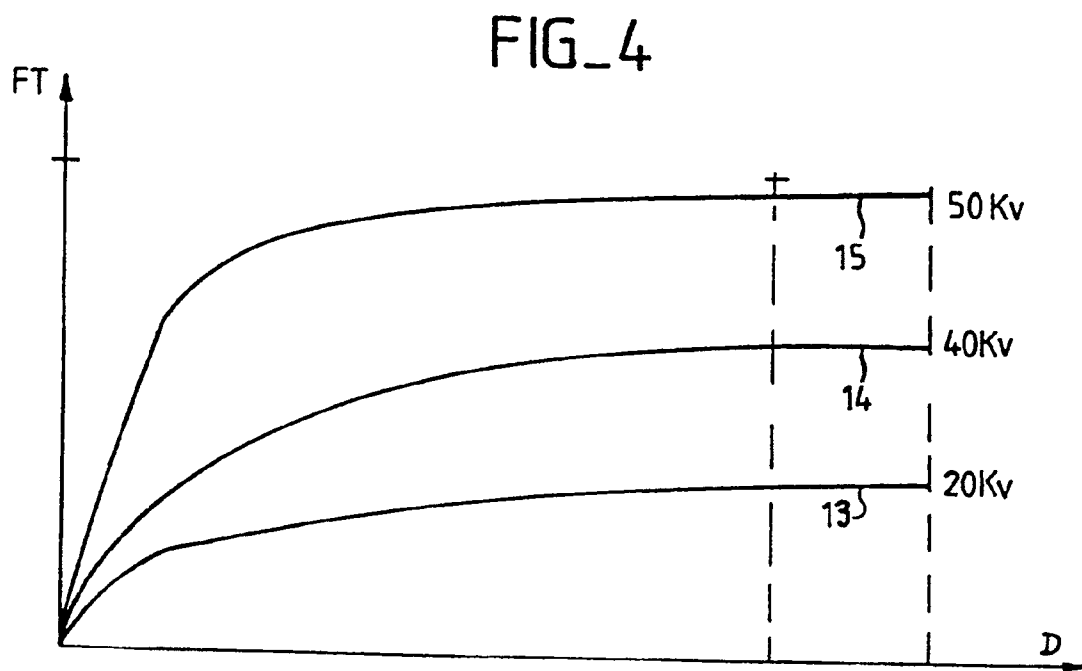
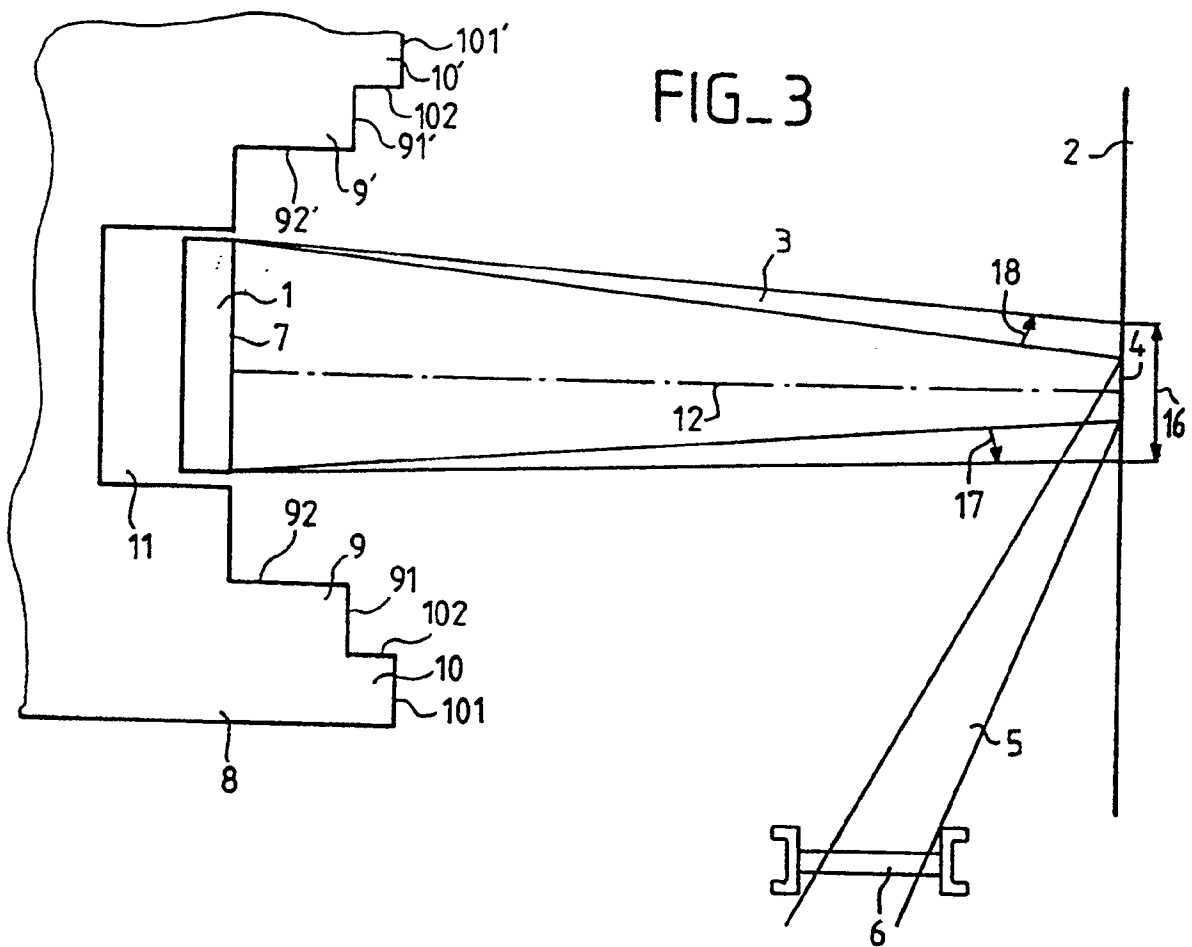


FIG. 5

