(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 587 481 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
04.06.1997 Bulletin 1997/23

(51) Int Cl.[6]: **H01J 25/04**

(21) Numéro de dépôt: **93402154.4**

(22) Date de dépôt: **03.09.1993**

(54) **Tube électronique à structure radiale**

Radiale Elektronenröhre

Radial electron tube

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **11.09.1992 FR 9210841**

(43) Date de publication de la demande:
16.03.1994 Bulletin 1994/11

(73) Titulaire: **THOMSON TUBES ELECTRONIQUES**
78140 Vélizy (FR)

(72) Inventeur: **Clerc, Guy**
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF-S.C.P.I.,
13, Avenue du Président
Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 125 530
GB-A- 2 119 565
US-A- 3 305 752
US-A- 3 971 966

- **LA REVUE TECHNIQUE DE THOMSON - CSF vol. 23, no. 4 , Décembre 1991 pages 810 - 815 G. FAILLON 'IOTs'**
- **A. S. GILMOUR, JR. 'Microwave tubes' 1986 , ARTECH HOUSE , NORWOOD, USA * figure 8.9 ***

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).

EP 0 587 481 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

La présente invention concerne les tubes électroniques à vide utilisés notamment en tant qu'amplificateurs de puissance dans la bande UHF.

Les tubes électroniques à vide utilisés couramment en tant qu'amplificateurs de puissance sont de deux types : le premier type comprend les tubes à modulation d'amplitude du faisceau d'électrons et le deuxième type comprend les tubes à modulation de vitesse du faisceau d'électrons.

Les tubes à modulation d'amplitude sont par exemple des triodes ou des tétrodes alors que les tubes à modulation de vitesse du faisceau d'électrons sont des klystrons ou des tubes à ondes progressives.

En télévision, dans la bande UHF les tubes à grilles de type tétrode fonctionnent à la limite supérieure de leur bande de fréquence avec un gain de l'ordre de 15 dB et un rendement de l'ordre de 50 % en amplification commune. Le rendement considéré est le rapport de la puissance délivrée en sortie pendant l'impulsion de synchronisation sur la puissance moyenne fournie à l'émetteur en norme G.

Les tubes de type klystron, par exemple, sont caractérisés par un gain élevé de l'ordre de 40 dB et par un rendement faible de l'ordre de 25 % en prenant les mêmes critères.

Des travaux commencés dans les années 30 ont été réactivés ces dernières années pour développer un tube amplificateur qui permettrait en théorie d'obtenir un gain compris entre celui des klystrons et celui des tétrodes et un rendement du même ordre que celui des tétrodes grâce à un fonctionnement en classe B. Ce type de tube est connu sous le nom de klystrode et décrit dans l'ouvrage "Microwave tubes" de A.S Gilmour, Jr. page 196 ou sous le nom d'IOT (de la dénomination anglaise Inductive Output Tube), voir notamment dans la Revue Technique de THOMSON-CSF, volume 23, n°4, décembre 1991, page 810. Dans la suite de la description, ce type de tube est appelé IOT. Un IOT possède un faisceau électronique axial. Il utilise en entrée le principe de la modulation d'amplitude et en sortie la structure axiale des tubes à modulation de vitesse.

Ce tube comporte un canon à électrons avec une cathode, une anode et une grille de modulation. Une tension de modulation est appliquée entre la grille et la cathode grâce à une cavité résonante d'entrée accordée sur une fréquence désirée. Les électrons générés par la cathode émergent de la grille en paquets et convergent sur l'axe du faisceau. Le faisceau traverse alors une cavité résonante de sortie. Les électrons du faisceau cèdent leur énergie à la cavité de sortie. Cette énergie est extraite par couplage et dirigée vers un dispositif utilisateur tel qu'une antenne. Les électrons sont recueillis dans un collecteur en aval de la cavité de sortie.

Ce tube a une structure axiale comme le klystron et non une structure radiale comme la tétrode. Cette structure axiale ainsi que la nature des matériaux utilisés limitent de manière importante les performances de l'IOT.

La cathode utilisée dans les IOTs comme dans les klystrons est généralement en tungstène poreux imprégné d'aluminates de barium. Cette cathode fonctionne aux alentours de 1 020 °C. A cette température, le barium s'évapore et se dépose sur la grille qui devient à son tour émissive. Le faisceau d'électrons émis est perturbé et la durée de vie du tube est fortement réduite. Cette durée de vie peut être de l'ordre de 600 heures alors que l'on pourrait s'attendre à une durée de vie de l'ordre de 25 000 heures.

Pour essayer de remédier à ces inconvénients liés à l'émissivité de la grille, on peut réduire la température de fonctionnement de la cathode mais on limite alors la densité de courant émis et en conséquence la puissance de l'IOT. Si l'on veut augmenter la densité de courant émis il faudrait augmenter la surface de la cathode. La cathode et la grille sont hémisphériques. Lorsque la grille est de grande taille, on observe alors une non-uniformité de température de ses barreaux : ils sont beaucoup plus chauds au centre qu'à la périphérie car ils se refroidissent par conduction. La partie chaude de la grille émet, le faisceau d'électrons est alors perturbé et la durée de vie est réduite. Toutes les solutions proposées ont chacune leurs inconvénients et elles conduisent dans tous les cas à une limitation de la puissance de l'IOT.

La présente invention propose de réaliser un tube électronique à vide qui peut fonctionner avec une durée de vie satisfaisante à puissance élevée. Le problème technique est résolu par le tube électronique selon la revendication 1.

Ce tube au lieu d'avoir une structure axiale a une structure radiale. Le faisceau d'électrons émis n'est plus linéaire mais a la forme d'une nappe plane radiale.

Le tube selon l'invention comporte une cathode émettant des électrons à travers une grille vers un collecteur, des moyens de focalisation des électrons et une cavité de sortie couplée au faisceau pour en prélever de l'énergie électromagnétique.

La cathode est globalement à symétrie de révolution autour d'un axe, le faisceau d'électrons est radial et est focalisé par les moyens de focalisation dans un plan sensiblement normal à l'axe de symétrie de la cathode. La cavité de sortie est coaxiale avec la cathode.

La cathode peut être cylindrique ou en portion de tore. Elle est avantageusement en tungstène thorié. Une grille entoure la cathode pour moduler l'émission d'électrons. L'espace cathode-grille fait partie d'une cavité résonante de modulation dans laquelle une tension de modulation est injectée.

Les moyens de focalisation peuvent être des bobines poloïdales ou des aimants permanents. Ils sont situés de part et d'autre du plan du faisceau. Le collecteur est monté coaxialement autour de l'axe de la cathode. Il peut être dépressé. Une série d'ailettes radiales normales au plan du faisceau peut être montée entre la ca-

thode et la première cavité résonante atteinte par le faisceau.

Une autre série d'ailettes peut être prévue avant le collecteur. Les ailettes d'une série sont de préférence en nombre impair. Des moyens sont prévus pour éviter une collision entre les électrons et les ailettes. Au moins une des cavités résonantes peut être couplée à une cavité auxiliaire.

Une ou plusieurs cavités résonantes peuvent être accordables en fréquence.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description faite ci-après, illustrée par les dessins annexés qui représentent:

- la figure 1, une vue schématique d'un tube selon l'invention ;
- la figure 2, une variante d'un tube selon l'invention .

Sur ces figures, les mêmes éléments portent les mêmes références. Pour des raisons de clarté, les côtes ne sont pas respectées.

La figure 1 représente schématiquement un tube électronique selon l'invention.

Ce tube a une symétrie de révolution autour d'un axe XX'. On voit, montés coaxialement autour de l'axe XX', une cathode 1 qui émet des électrons et autour une grille 2. L'espace entre la cathode 1 et la grille 2 fait partie d'une cavité résonante de modulation 3. Une tension de modulation 5 est appliquée dans la cavité résonante de modulation 3. En général, la cavité résonante de modulation 3 est dimensionnée en $\lambda/4$ ou en $3\lambda/4$.(λ représente la longueur d'onde de résonance de la cavité). Un piston d'accord 4 peut permettre d'accorder la cavité résonante de modulation 3 sur une fréquence désirée. Ce piston 4 est situé globalement à un noeud de tension du circuit résonant ainsi formé.

La cathode 1 peut être réalisée avec un maillage de tungstène thorié chauffé directement ou indirectement. La grille 2 peut être en graphite pyrolitique. Ces éléments sont comparables à ceux utilisés dans les tétrodes classiques. La pollution de la grille que l'on observait dans les IOTs est ainsi éliminée.

La grille 2 et la cathode 1 peuvent être classiquement cylindriques. Pour faciliter la focalisation du faisceau d'électrons émis on peut envisager que la cathode 1 et la grille 2 aient une forme de portion concave de tore. Cette variante est représentée sur la figure 2. Le fait d'utiliser une cathode cylindrique ou en portion de tore permet de réaliser une cathode de grande surface et donc de produire un tube de puissance.

La cathode 1 et la grille 2 sont généralement portées à une haute tension négative.

La cathode 1 émet des électrons radialement par rapport à l'axe XX'. A la sortie de la grille 2, les électrons regroupés en paquets forment un faisceau t3 radial. Ce faisceau 13 est attiré vers une anode 6 portée à un potentiel moins négatif que celui de la cathode 1. L'anode 6 est formée de deux anneaux situés de part et d'autre du plan du faisceau d'électrons. Des moyens de focalisation sont prévus pour que le faisceau soit concentré dans un plan normal à l'axe XX' de la cathode.

Ces moyens de focalisation sont d'abord l'optique électrostatique de la grille. Pour améliorer la concentration des électrons on peut prévoir des bobines 7 poloïdales ou des aimants permanents de part et d'autre du plan du faisceau d'électrons. L'épaisseur du faisceau d'électrons mesurée le long de l'axe XX' est plus faible que la hauteur émissive de la cathode 1.

Le faisceau d'électrons 13 traverse ensuite une cavité coaxiale résonante 8 de sortie. Les deux couronnes de l'anode 6 forment un espace de glissement 14 qui pénètre dans la cavité 8. L'intérieur de la cavité 8 est couplé au faisceau d'électrons 13 par des ouvertures 9 de couplage annulaires. Ces ouvertures, au nombre de deux, sont situées de part et d'autre du plan du faisceau d'électrons 13. Les électrons sortent de la cavité de sortie décélérés et sont recueillis dans un collecteur 10 coaxial avec l'axe XX', en forme de par exemple. Ce collecteur 10 sera de préférence refroidi, par exemple, par ventilation forcée ou par circulation d'un fluide.

La cavité de sortie 8 résonne sur une fréquence qui peut être ajustée grâce à un dispositif d'accord 11. Sur la figure 1, il s'agit de deux pistons mobiles 11 parallèles au plan du faisceau situés de part et d'autre du plan du faisceau d'électrons. La cavité 8 de sortie est de préférence dimensionnée en $\lambda/2$, c'est-à-dire que les pistons sont espacés de $\lambda/2$ et sont situés sur un noeud de tension. Le faisceau d'électrons est situé lui à un ventre de tension. Il y a alors un couplage aussi bon que possible entre la cavité et le faisceau.

Le faisceau d'électrons cède de l'énergie à la cavité de sortie 8 et cette énergie est extraite par des moyens appropriés. Il peut s'agir d'une palette 12 comme sur la figure 1. Cette énergie est transmise à un dispositif utilisateur tel qu'une antenne par exemple.

On peut envisager, en vue d'augmenter la bande passante du tube, que la cavité de sortie 8 soit couplée à une cavité auxiliaire 20. Le couplage entre les deux cavités peut être capacitif comme sur la figure 2 ou inductif. Sur la figure 2, l'énergie est extraite au niveau de la cavité auxiliaire 20. La cavité auxiliaire sera de préférence dimensionnée en $\lambda/2$ et l'extraction de l'énergie se fera à proximité d'un ventre de tension si le couplage de sortie est capacitif.

Il peut être souhaitable pour rigidifier la structure mécanique du tube et pour limiter la naissance d'oscillations parasites en mode guidé de diviser l'espace situé entre la cathode 1 et la cavité de sortie 9 par des ailettes radiales 22 sensiblement normales au plan du faisceau 13. Leur nombre sera de préférence impair par exemple trois, cinq ou plus. Afin que ces ailettes 22 ne soient pas bombardées par les électrons du faisceau 13 on s'arrangera pour que la cathode 1 comporte des zones non émissives en face des ailettes radiales. Il peut être intéressant de placer également des ailettes radiales 23

entre la cavité de sortie 8 et le collecteur 10. Ces ailettes 23 seront de préférence alignées avec celles situées entre la cathode 1 et la cavité de sortie 8. Ces ailettes 22, 23 seront avantageusement réalisées en métal.

On peut prévoir comme sur la figure 2, une pièce 24 électriquement isolante pour maintenir mécaniquement l'anode 6 et la grille 2 tout en les isolant électriquement. L'anode 6 tout comme la cavité de sortie 8 sont généralement portées à une masse. Cette pièce 24 est ici de forme conique et peut être en céramique.

L'intérieur du tube est classiquement soumis au vide. L'étanchéité peut être assurée à l'intérieur de la cavité de sortie par deux fenêtres 25 annulaires situées de part et d'autre du plan du faisceau d'électrons 13. Ces fenêtres 25 laissent passer l'énergie électromagnétique mais pas l'air.

Le collecteur 10 peut être de type dépressé. Cela signifie qu'il est porté à un potentiel intermédiaire entre le potentiel de la cavité de sortie 8 et le potentiel de la cathode 1. Des pièces de céramique 26 annulaires sont prévues pour isoler électriquement le collecteur 10 de la cavité de sortie 8. En diminuant le potentiel du collecteur par rapport à celui de la cavité de sortie on réduit la vitesse des électrons en entrée du collecteur et donc la densité de chaleiir à évacuer par la paroi du collecteur.

Le tube selon l'invention peut fournir une puissance importante car la cathode peut avoir une grande surface émissive.

Le fait de pouvoir utiliser une cathode en tungstène thorié permet d'éliminer les problèmes de pollution de la grille, problèmes existants avec les cathodes imprégnées.

Le faisceau d'électrons au lieu d'être long et fin sensiblement cylindrique comme dans les klystrons et IOTs est maintenant radial, sensiblement en forme de disque. Les électrons générés par la cathode divergent dans le plan du disque. La densité électronique décroît en s'éloignant de la cathode. Du fait du faisceau de faible densité le couplage avec la cavité de sortie est amélioré et le collecteur est soumis à une densité de puissance réduite. Le collecteur peut fonctionner fiablement avec un refroidissement par air. Les tubes à structure coaxiale de type IOT utilisés dans les émetteurs de télévision ont un collecteur dont la surface est limitée. Ce collecteur peut être refroidi par circulation d'air. La densité de puissance thermique à dissiper étant très importante il se produit des dégazages qui influent sur la durée de vie du tube. Le collecteur coaxial du tube selon l'invention a une surface beaucoup plus grande et la fiabilité du tube est accrue même avec un refroidissement par air.

Revendications

1. Tube électronique à vide comportant une cathode (1) émettant des électrons à travers une grille (2) vers un collecteur (10), des moyens de focalisation (7) des électrons pour les concentrer en un faisceau (13), une cavité résonante (8) de sortie couplée au faisceau pour prélever de l'énergie au faisceau focalisé, l'espace entre la cathode (1) et la grille (2) faisant partie d'une cavité résonante d'entrée (3), caractérisé en ce que le tube a une symétrie de révolution autour d'un axe, la cathode, la grille et la cavité résonante (8) de sortie étant coaxiales avec l'axe de symétrie, et en ce que la cathode émet des électrons radialement par rapport à l'axe de symétrie, le faisceau (13) radial sensiblement en forme de disque étant focalisé par les moyens de focalisation (7) dans un plan normal à l'axe de symétrie.

2. Tube électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cathode (1) est en tungstène thorié.

3. Tube électronique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la cathode (1) est cylindrique ou a une forme en portion de tore.

4. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de focalisation (7) sont situés de part et d'autre du plan du faisceau.

5. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de focalisation (7) sont des bobines poloïdales ou des aimants permanents.

6. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le collecteur (10) est coaxial avec la cathode.

7. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le collecteur (10) est dépressé.

8. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'une série d'ailettes (22) radiales, normales au plan du faisceau d'électrons est disposée entre la cathode (1) et la cavité résonante (8) de sortie.

9. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'une autre série d'ailettes (23) radiales, normales au plan du faisceau est disposée entre la cavité résonante de sortie (8) et le collecteur (10).

10. Tube électronique selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que les ailettes d'une série sont en nombre impair.

11. Tube électronique selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour éviter des collisions entre les électrons et les

ailettes.

12. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'au moins une des cavités résonantes (8) est couplée à une cavité résonante auxiliaire (20).

13. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'un dispositif d'accord en fréquence (11) est prévu pour accorder en fréquence au moins une des cavités (8) résonantes.

14. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la cavité résonante de sortie est dimensionnée en $\lambda/2$ (λ étant la longueur d'onde de résonante dans la cavité).

15. Tube électronique selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la cavité résonante d'entrée (3) est dimensionnée en $\lambda/4$ ou en $3\lambda/4$ (λ étant la longueur d'onde de résonance dans la cavité).

Patentansprüche

1. Elektronische Vakuumröhre mit einer Kathode (1), die Elektronen durch ein Gitter (2) zu einem Kollektor (10) emittiert, Fokussiermitteln (7) für die Elektronen, um sie in einem Strahl (13) zu konzentrieren, einem Ausgangs-Resonanzhohlraum (8), der mit dem Strahl gekoppelt ist, um aus dem fokussierten Strahl Energie zu entnehmen, wobei der Raum zwischen der Kathode (1) und dem Gitter (2) Teil eines Eingangs-Resonanzhohlraums (3) ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhre eine Drehsymmetrie um eine Achse aufweist, wobei die Kathode, das Gitter und der Ausgangs-Resonanzhohlraum (8) koaxial zur Symmetrieachse liegen, und daß die Kathode Elektronen radial in Bezug auf die Symmetrieachse aussendet, wobei der im wesentlichen scheibenförmige radiale Strahl (13) durch die Fokussiermittel (7) in einer Ebene senkrecht zur Symmetrieachse fokussiert wird.

2. Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (1) aus thoriumhaltigem Wolfram besteht.

3. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (1) zylindrisch ist oder die Form eines Torusabschnitts hat.

4. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussiermittel (7) sich zu beiden Seiten der Strahlebene befinden.

5. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussiermittel poloidale Spulen oder Dauermagneten sind.

6. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollektor (10) koaxial zur Kathode liegt.

7. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kollektor (10) vom Depressionstyp ist.

8. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Reihe von radialen Rippen (22) senkrecht zur Ebene des Elektronenstrahls zwischen der Kathode (1) und dem Ausgangs-Resonanzhohlraum (8) angeordnet ist.

9. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Reihe von radialen Rippen (23) senkrecht zur Strahlebene zwischen dem Ausgangs-Resonanzhohlraum (8) und dem Kollektor (10) angeordnet ist.

10. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Rippen einer Reihe ungeradzahlig ist.

11. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, um Kollisionen zwischen den Elektronen und den Rippen zu vermeiden.

12. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Resonanzhohlräume (8) mit einem Hilfsresonanzhohlraum (20) gekoppelt ist.

13. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Frequenzabstimmvorrichtung (11) vorgesehen ist, um mindestens einen der Resonanzhohlräume (8) frequenzmäßig abzustimmen.

14. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgangs-Resonanzhohlraum die Abmessung $\lambda/2$ aufweist (wobei λ die Resonanz-Wellenlänge im Hohlraum ist).

15. Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangs-Resonanzhohlraum (3) die Abmessungen $\lambda/4$ oder $3\lambda/4$ aufweist (wobei λ die Resonanz-Wellenlänge im Hohlraum ist).

Claims

1. Vacuum electron tube including a cathode (1) which emits electrons through a grid (2) to a collector (10), means (7) for focusing the electrons in order to concentrate them into a beam (13), an output resonant cavity (8) coupled to the beam to draw energy from the focused beam, the space between the cathode (1) and the grid (2) forming part of an input resonant cavity (3), characterized in that the tube has a symmetry of revolution about an axis, the cathode, the grid and the output resonant cavity (8) being coaxial with the axis of symmetry, and in that the cathode emits electrons radially relative to the axis of symmetry, the substantially disc-shaped radial beam (13) being focused by focusing means (7) in a plane normal to the axis of symmetry.

2. Electron tube according to Claim 1, characterized in that the cathode (1) is made of thoriated tungsten.

3. Electron tube according to one of Claims 1 and 2, characterized in that the cathode (1) is cylindrical or has the shape of a portion of a torus.

4. Electron tube according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the focusing means (7) are located on either side of the plane of the beam.

5. Electron tube according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the focusing means (7) are poloidal coils or permanent magnets.

6. Electron tube according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the collector (10) is coaxial with the cathode.

7. Electron tube according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the collector (10) is depressed.

8. Electron tube according to one of Claims 1 to 7, characterized in that a series of radial fins (22), normal to the plane of the electron beam, is arranged between the cathode (1) and the output resonant cavity (8).

9. Electron tube according to one of Claims 1 to 8, characterized in that another series of radial fins (23), normal to the plane of the beam, is arranged between the output resonant cavity (8) and the collector (10).

10. Electron tube according to one of Claims 8 or 9, characterized in that there is an odd number of fins in one series.

11. Electron tube according to one of Claims 8 to 10, characterized in that means are provided for preventing collisions between the electrons and the fins.

12. Electron tube according to one of Claims 1 to 11, characterized in that at least one of the resonant cavities (8) is coupled to an auxiliary resonant cavity (20).

13. Electron tube according to one of Claims 1 to 12, characterized in that a frequency tuning device (11) is provided for tuning the frequency of at least one of the resonant cavities (8).

14. Electron tube according to one of Claims 1 to 13, characterized in that the output resonant cavity is dimensioned on the basis of $\lambda/2$ (λ being the resonant wavelength in the cavity).

15. Electron tube according to one of Claims 1 to 14, characterized in that the input resonant cavity (3) is dimensioned on the basis of $\lambda/4$ or $3\lambda/4$ (λ being the wavelength of resonance in the cavity).

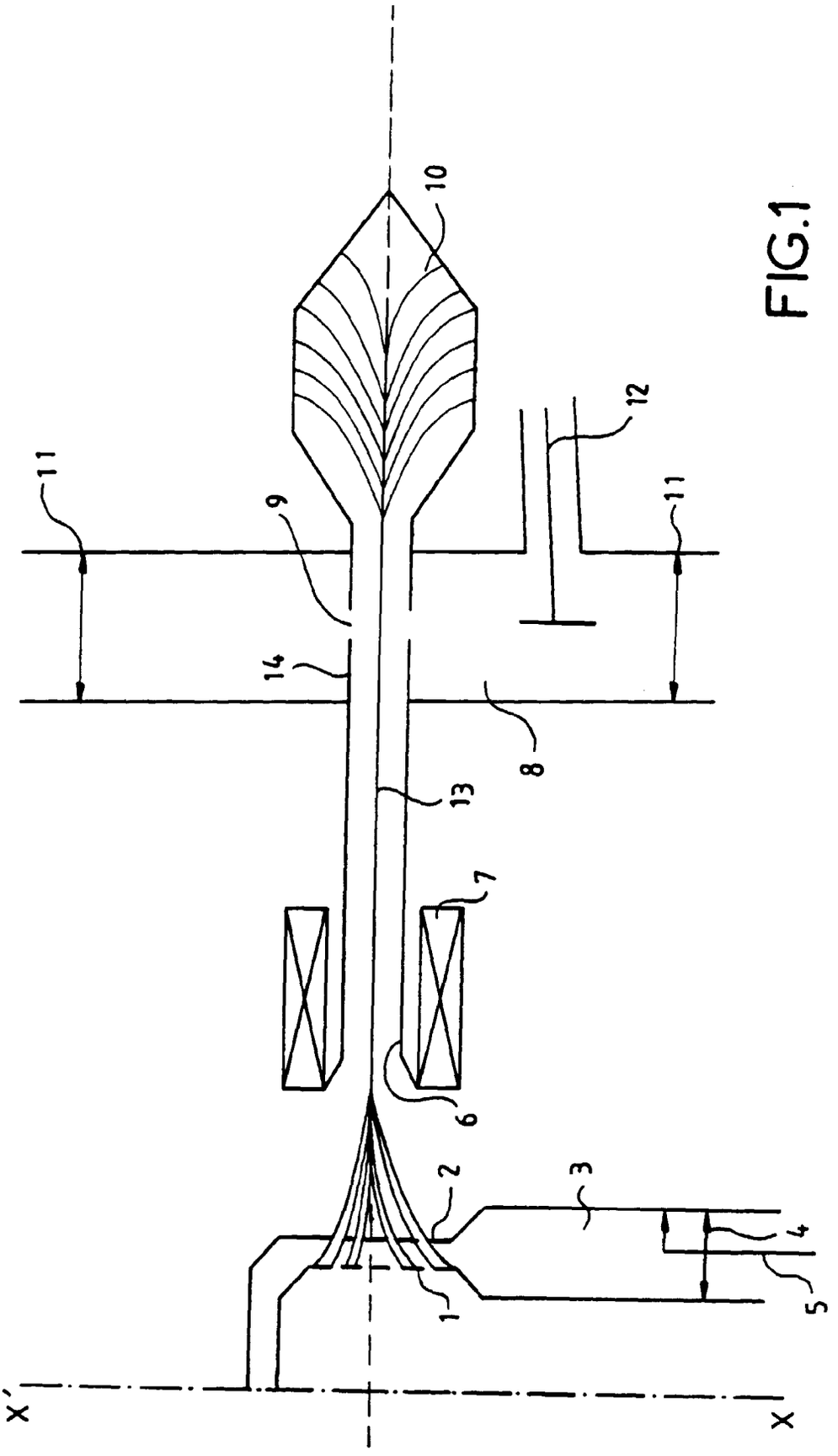


FIG.1

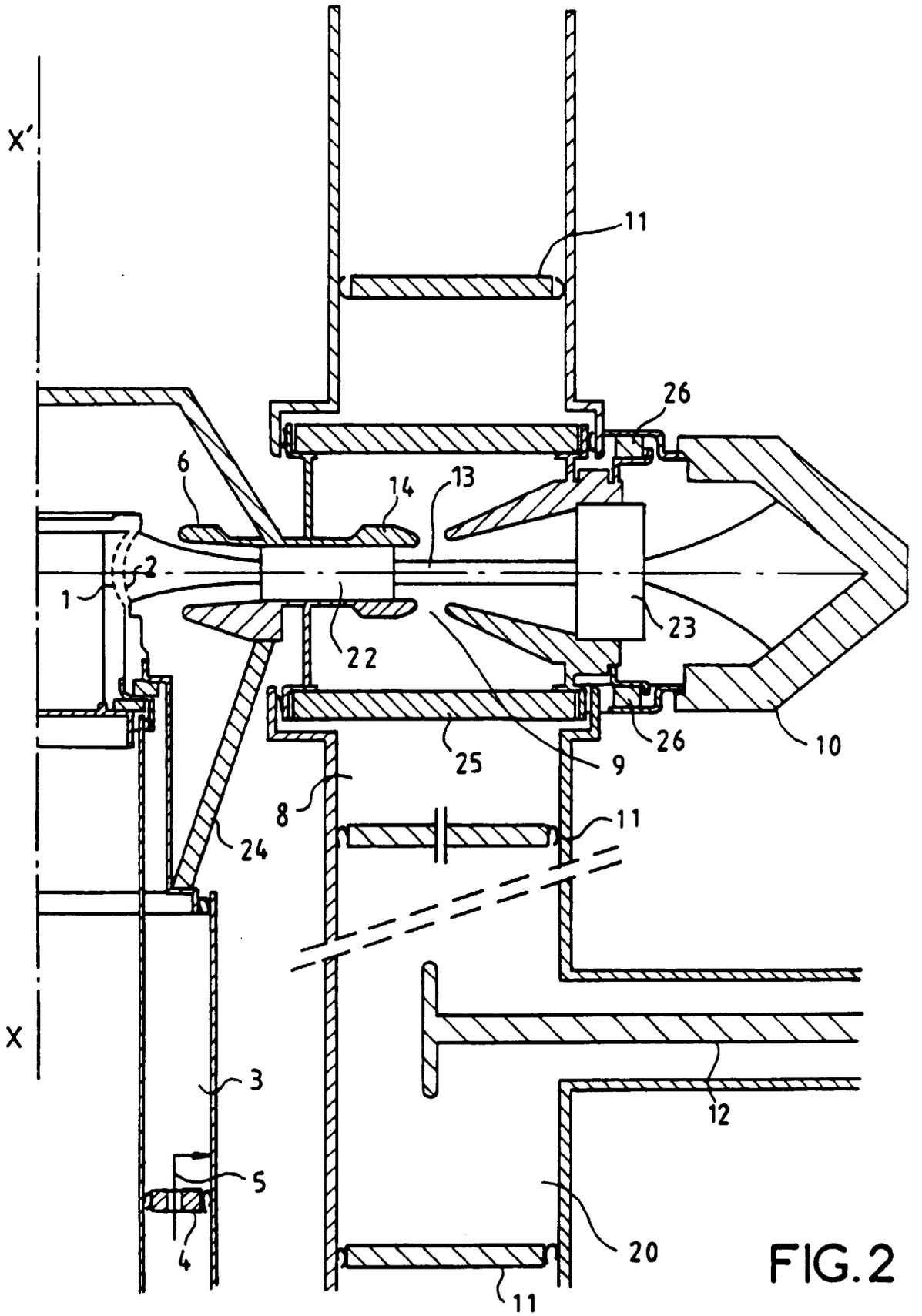


FIG.2