



EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
13.09.95 Patentblatt 95/37

Int. Cl.⁶ : **H01J 21/14, H01J 19/14,
H01J 19/42**

Anmeldenummer : **91100661.7**

Anmeldetag : **21.01.91**

Steuerbare Hochleistungs-Elektronenröhre.

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
29.07.92 Patentblatt 92/31

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
13.09.95 Patentblatt 95/37

Benannte Vertragsstaaten :
DE ES FR GB IT

Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 282 040
DE-A- 3 017 429
DE-C- 902 051
US-A- 4 302 701
ABB REVIEW. Nr. 10, 1990, ZURICH CH Seiten
11 - 16; 'New tetrodes for industry '
BROWN BOVERI MITTEILUNGEN. Nr. 5, 1975,
BADEN CH Seiten 194 - 197; 'CQS 400-1, eine
neue siedegekühlte Höchstleistungs-Tetrode '
BROWN BOVERI REVIEW. Nr. 1, 1979, BADEN
CH Seiten 40 - 42; 'The CQ Range: High-Power
Tetrodes for Broadcasting Transmitters up to
1000 kW '

Entgegenhaltungen :
IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING.
Bd. 34, Nr. 2, Juni 1988, NEW YORK US Seiten
141 - 146; J. T. MARK ET AL.: 'New high
efficiency 500 kW tetrodes for short wave
broadcast '

Patentinhaber : **Thomson Elektronenröhren**
AG
Fabrikstrasse 9
CH-5600 Lenzburg (CH)

Erfinder : **Lüssi, Fritz, Dr.**
Rebmoosweg 12
CH-5200 Brugg (CH)
Erfinder : **Mathews, Hans-Günter, Dr.**
Gehrenhagweg 11
CH-5422 Oberehrendingen (CH)
Erfinder : **Rohrbach, Werner, Dr.**
Breitestr. 10
W-7897 Waldshut-Tiengen 2 (DE)

Vertreter : **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF
SCPI
B.P. 329
50, rue Jean-Pierre Timbaud
F-92402 Courbevoie Cédex (FR)

EP 0 496 008 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leistungselektronik. Sie betrifft insbesondere eine steuerbare Hochleistungs-Elektronenröhre in Form einer Tetrode mit einer Ausgangsleistung P_0 von wenigstens 100 kW, welche Hochleistungs-Elektronenröhre in coaxialer, zylindrischer Anordnung eine Kathode, ein Steuergitter, ein Schirmgitter und eine Anode umfasst.

10 Eine solche Hochleistungs-Elektronenröhre ist z.B. unter der Typenbezeichnung CQK 50-2 aus der Druckschrift Brown Boveri Mitt. 66, 1979(1), S.40-42, bekannt. Die typische Anwendung dieser Röhre in einem Rundfunksender ist in der Druckschrift Brown Boveri Mitt. 67, 1980(3), S.215-219, beschrieben.

STAND DER TECHNIK

15 Hochleistungs-Elektronenröhren der eingangs genannten Art werden üblicherweise als Endstufenröhren in Rundfunksendern mit Amplitudenmodulation (AM), insbesondere im Kurzwellenbereich (etwa 3,9 - 26,1 MHz), eingesetzt. Ein solcher Rundfunksender umfasst dabei einen NF- und einen HF-Teil.

Der NF-Teil sorgt für die Aufbereitung und Leistungsverstärkung des zu übertragenden NF-Signals, welches dann (bei der üblichen Anodenmodulation) auf die Anode der Endstufenröhre gegeben wird. Der Trägerfrequenz-Oszillator mit der nachfolgenden Treiberstufe stellt im HF-Teil ein leistungsverstärktes Trägersignal bereit, welches auf das Steuergitter der Endstufenröhre gelangt und zusammen mit der im Takt des NF-Signals schwingenden Anodenspannung das gewünschte AM-Signal an eine Last, die Antenne, abgibt.

20 Da derartige Rundfunksender üblicherweise in einem Leistungsbereich von mehr als 50 kW bis zu einigen 100 kW Ausgangsleistung arbeiten, spielt bei der Entwicklung und Auslegung eines solchen Senders der Wirkungsgrad, d.h. das Verhältnis von eingesetzter zu nutzbarer Leistung, eine zentrale Rolle. Massgeblichen Anteil am Gesamtwirkungsgrad des Senders, der grösser 70% sein kann, hat dabei die Endstufenröhre.

Ihr Wirkungsgrad, der sogenannte Anodenwirkungsgrad ist unter anderem proportional zu dem Ausdruck $1-(u_s/u_{a0})$, wobei u_s (auch U_{ar} genannt) die nicht aussteuerbare Restspannung und u_{a0} (auch U_a genannt) die Anodengleichspannung bezeichnet. Der Anodenwirkungsgrad steigt daher bei konstanter Restspannung mit zunehmender Anodengleichspannung (Brown Boveri Mitt. 71, 1984(5), S.199).

30 Ein guter Anodenwirkungsgrad fordert deshalb in allen Fällen eine hohe Anodengleichspannung u_{a0} , damit der nicht aussteuerbare Rest u_s demgegenüber relativ klein bleibt (siehe dazu: Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 3.Auflage, Springer-Verlag 1968, S.1035-1037). Die üblichen Betriebsspannungen bei Grosssendern mit Hochleistungs-Tetroden in der HF-Endstufe liegen daher heute zwischen 10 und 14 kV (siehe dazu: Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 4.Auflage, Springer-Verlag 1986, S.P9).

Als Beispiele für diese im Stand der Technik erreichten Werte sei auf die folgenden beiden Kurzwellensender hingewiesen:

40 (1) Auf den in der Druckschrift Brown Boveri Mitt. 69, 1982(6), S.212-217, beschriebenen 250-kW-Kurzwellensender, der in seiner HF-Endstufe mit einer Hochleistungs-Tetrode vom Typ BBC CQK 350-1 bestückt ist. Diese Tetrode arbeitet bei Anodenmodulation im Klasse-C-Betrieb mit einer Anodengleichspannung von 14 kV, einer Schirmgittergleichspannung von 1300 V und einer Steuergittergleichspannung von -900 V und hat einen Wirkungsgrad von 85,2%.

45 (2) Auf den in der eingangs genannten Druckschrift Brown Boveri Mitt. 67, 1980(3), S.215-219 beschriebenen 100-kW-Kurzwellensender, der in seiner HF-Endstufe mit einer Hochleistungs-Tetrode vom Typ BBC CQK 50-2 bestückt ist. Diese Tetrode arbeitet bei Anodenmodulation im Klasse-C-Betrieb mit einer Anodengleichspannung von 11 kV, einer Schirmgittergleichspannung von 800 V und einer Steuergittergleichspannung von -600 V (siehe auch: BBC Kurzdatenkatalog Elektronenröhren, Druckschrift-Nr. CH-E 3.30475.8 D/F/E/S von 1982/83).

50 Die vergleichsweise hohen Anodenspannungen erfordern im Zusammenhang mit der Anodenmodulation entsprechend ausgelegte Modulationsverstärker, die bei einer Anodengleichspannung von 14 kV Ausgangsspannungen von 0 bis 28 kV liefern müssen.

Wird als Modulationsverstärker z.B. ein Pulsstufenmodulator PSM, d.h. ein digitaler Schaltverstärker, verwendet, werden innerhalb dieses PSM beispielsweise 32 Schaltstufen benötigt, deren Ausgangsspannungen sich zu der gewünschten Anodenspannung addieren (Brown Boveri Tech. 74, 1987(6), S.296-302). Da jede einzelne dieser 32 Hochleistungs-Schaltstufen entsprechenden Raum beansprucht, müssen für den PSM im Sender separate Schränke vorgesehen werden.

Aber auch bei anderen Komponenten der Senderschaltung führt die hohe Anodengleichspannung und die

dafür notwendige Spannungsfestigkeit zu erhöhtem Platzbedarf, sodass der Sender insgesamt sehr aufwendig ausgestaltet sein muss.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Hochleistungs-Elektronenröhre zu schaffen, mit der ein Rundfunksender aufgebaut werden kann, welcher sich bei gleichbleibendem Wirkungsgrad durch einen verminderten konstruktiven Aufwand sowie geringeren Platzbedarf auszeichnet.

Die Aufgabe wird bei einer Hochleistungs-Elektronenröhre, wie im Anspruch 1 definiert, gelöst.

10

Der Kern der Erfindung besteht darin, die Röhre als eine "Low Voltage"- oder Niederspannungs-Tetrode auszubilden, welche bei einer deutlich verringerten Anodengleichspannung einen vergleichbaren Wirkungsgrad wie herkömmliche Hochleistungs-Tetroden aufweist.

15

Die Reduktion der Anodengleichspannung bei gleichbleibendem Wirkungsgrad wird bei der Hochleistungs-Elektronenröhre gemäß Anspruch 1 erreicht durch eine erhebliche Verringerung der Elektrodenabstände, die unter anderem dadurch möglich wird, dass durch einen speziellen Aufbau der Kathode bei hoher Elektronenemission die Kathodentemperatur drastisch reduziert ist.

Da mit der Anodengleichspannung auch die Gittergleichspannungen verringert werden (die Steuergittergleichspannung bestimmt die oben erwähnte Anodenrestspannung), kann der Wirkungsgrad der Röhre und damit des Senders weitgehend gehalten werden.

20

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

25

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 im Querschnitt den Aufbau einer "Low Voltage"-Tetrode gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 im vergrößerten Ausschnitt die Geometrie der Elektrodenanordnung in einer Röhre gemäß Fig. 1.

30

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

35

Eine bevorzugte Ausführungsform einer "Low Voltage"-Tetrode nach der Erfindung, die bei einem Anodenwirkungsgrad von grösser 80% (insbesondere >83%) mit einer Anodengleichspannung von weniger als 10 kV (insbesondere etwa 5 kV) betrieben wird, und die als Endstufenröhre für einen 100-kW-Kurzwellensender vorgesehen ist, ist in Fig. 1 im Schnitt wiedergegeben. Aus Gründen der Uebersichtlichkeit ist dabei auf eine detaillierte Darstellung des unteren Röhrenfusses sowie der äusseren Anodenkühlung (die an sich bekannt sind) verzichtet worden.

40

Die Elektrodenanordnung der Röhre ist ausschnittsweise und vergrößert in Fig. 2 dargestellt.

Die gezeigte Röhre enthält als wesentliche Elemente in coaxialer Anordnung von innen nach aussen eine zylindrische, vollwandige Matrixkathode 10, ein topfförmiges Steuergitter 8, ein topfförmiges Schirmgitter 7 sowie einen Anodenzyylinder 3, der oben durch einen Anodendeckel 2 verschlossen ist.

45

Der Anodenzyylinder 3 ist zum Röhrenfuss hin durch einen Keramikring 14 isoliert. Das Schirmgitter 7 geht nach unten hin in einen Schirmgitter-Anschluss 15, das Steuergitter 8 in einen Steuergitter-Anschluss 18, und die Matrixkathode 10 in einen Kathoden-Anschluss 17 über.

50

Die Matrixkathode 10 enthält in einer Metallmatrix BaO, welches auf der Oberfläche eine Ba-Schicht bildet, die gegenüber herkömmlichen Wolfram-Thorium-Kathoden (Arbeitstemperatur: etwa 1900°K) bei sehr viel niedrigeren Temperaturen (etwa 1000-1100°K) emittiert. Die Matrixkathode 10 wird durch eine auf ihrer Innenseite angeordnete, nach innen durch ein Strahlungsschild 19 abgeschirmte Heizwendel 12 indirekt beheizt. Der dazu benötigte Heizstrom wird der Heizwendel 12 über einen zentralen inneren Blechzyylinder 13 und eine daran anschliessende Zuleitung 11 sowie über den Kathoden-Anschluss 17 zugeführt.

55

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, variiert vorzugsweise die Windungsdichte der Heizwendel 12 in axialer Richtung: die Wendel ist jeweils an den Enden des Kathodenzyinders enger gewickelt, als in der Mitte. Durch diese Massnahme kann entsprechend der Röhrenauführung eine gleichmässige Temperaturverteilung eingestellt werden, was nötig ist, um eine homogene Emission über die ganze Kathodenoberfläche zu gewährleisten.

Die vergleichsweise niedrige Arbeitstemperatur der Matrixkathode 10 reduziert neben der erforderlichen Heizleistung vor allem die durch Temperaturunterschiede hervorgerufenen thermo-mechanischen Verspannungen im Elektrodensystem, sodass Steuergitter 8 und Schirmgitter 7 sehr nahe an der Kathode angeordnet

werden können.

Während bei einer herkömmlichen Hochleistungs-Sendetetrode mit Wolfram-Thorium-Kathode und einer Anodengleichspannung von etwa 14 kV der Abstand zwischen der Kathode und dem Steuergitter und der Abstand zwischen dem Steuergitter und dem Schirmgitter zwischen 1 und 2 mm betragen, sind diese Abstände (a1 und a2 in Fig. 2) beim hier beschriebenen Ausführungsbeispiel kleiner 1 mm und betragen vorzugsweise etwa 0,55 mm bzw. 0,45 mm für eine "Low Voltage"-Tetrode mit einer Anodengleichspannung von etwa 5 kV.

Die kleinen Elektrodenabstände mit Toleranzen im Bereich von 1/100 mm erfordern eine sorgfältige Befestigung der einzelnen Elektroden: Steuergitter 8 und Schirmgitter 7 sind an ihrem oberen Ende über Keramikscheiben 5,6 und eine zentrale Keramikhülse 4 an einem von der Matrixkathode 10 ausgehenden Halblech 9 befestigt. Im Röhrenfuss wird der Steuergitter-Anschluss 18 durch den Kathoden-Anschluss 17 hindurch ins Innere geführt und dort, vorzugsweise mittels eines ersten keramischen Abstützringes 20, am Kathoden-Anschluss 17 abgestützt.

Durch diese Massnahmen können die kritischen Elektrodenabstände besonders wirkungsvoll eingehalten werden. Weitere Abstützringe, von denen einer (16) in Fig. 1 teilweise dargestellt ist, sind in an sich bekannter Weise zwischen den anderen Anschlüssen angeordnet.

Steuergitter 8 und Schirmgitter 7 werden bevorzugt in Form durchbrochener Zylinder aus pyrolytischem Graphit gefertigt und jeweils mit einer Dicke (d1 bzw. d2 in Fig. 2) von etwa 0,3 mm hergestellt. Der Abstand zwischen dem Schirmgitter 7 und dem Anodenzyylinder 3 (a3 in Fig. 2) beträgt dann etwa 6,4 mm.

Zur besseren Uebersicht sollen nachfolgend in einer Tabelle die elektrischen Betriebswerte einer "Low Voltage"-Tetrode (LVT) in der bevorzugten Ausführungsform für einen 100-kW-Kurzwellensender noch einmal den Betriebswerten einer herkömmlichen Tetrode gleicher Leistung (der eingangs erwähnten BBC CQK 50-2) gegenübergestellt werden:

Betriebsgrösse	LVT	CQK 50-2
Anodengleichspannung	5 kV	11 kV
Schirmgitterspannung	≤ 500 V	800 V
Steuergitterspannung	-150 V	-600 V
Steuergittergleichstrom	1 A	0,4 A
Anodengleichstrom	≤ 26 A	10 A
Anodenwirkungsgrad	> 83 %	85 %
Heizleistung	< 2 kW	4,2 kW

Aus der Tabelle lässt sich ohne weiteres erkennen, dass die "Low Voltage"-Tetrode gegenüber der herkömmlichen Tetrode bei nahezu unverändertem Wirkungsgrad für ihren Betrieb eine sehr viel kleinere Anodengleichspannung, eine erheblich geringere Ansteuerleistung und eine stark reduzierte Heizleistung erfordert.

Diese Eigenschaften haben unmittelbare vorteilhafte Auswirkungen auf die konstruktive Auslegung eines mit dieser Röhre ausgerüsteten Senders:

- Wegen der niedrigen Anodengleichspannung kann der Modulationsverstärker, wenn er als digitaler PSM-Verstärker ausgebildet ist, statt wie bisher mit 32 nun nur noch mit 14 oder weniger Schaltstufen ausgerüstet sein. Dadurch reduziert sich der Platzbedarf in einem solchen Umfang, dass der PSM-Verstärker direkt im Schrank für den HF-Teil untergebracht werden kann.
- Wegen der niedrigen Ansteuerleistung kann die vorher übliche Treiberröhre durch einen transistorisierten Treiberverstärker geringerer Leistung ersetzt werden, was dem Gesamtwirkungsgrad zugute kommt und den Platzbedarf weiter verringert.
- Wegen der reduzierten Heizleistung und der niedrigen Kathodentemperatur verbessert sich der Wirkungsgrad und vergrössert sich die Lebensdauer der Endstufenröhre erheblich.

Insgesamt wird also durch die Hochleistungs-Elektronenröhre nach der Erfindung der Bau eines Senders ermöglicht, welcher sich bei unverändert hohem Gesamtwirkungsgrad durch einen kompakten Aufbau und eine sehr hohe Zuverlässigkeit auszeichnet.

Patentansprüche

1. Steuerbare Hochleistungs-Elektronenröhre (1) in Form einer Tetrode mit einer Ausgangsleistung P_o von wenigstens 100 kW, welche Hochleistungs-Elektronenröhre (1) in coaxialer, zylindrischer Anordnung eine Kathode, ein Steuergitter (8), ein Schirmgitter (7) und eine Anode umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß
 - (a) die Kathode als indirekt geheizte, BaO enthaltende Matrixkathode (10) ausgeführt ist;
 - (b) die Matrixkathode (10) als vollwandiger Zylinder ausgebildet ist; und
 - (c) das Steuergitter (8) und das Schirmgitter (7) untereinander und von der Matrixkathode (10) einen Abstand (a_2, a_1) kleiner als 1 mm haben, so daß die Elektronenröhre (1) einen Anodenwirkungsgrad von größer als 80% mit einer Anodengleichspannung von kleiner als 10 kV aufweisen kann.
2. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 - (a) die Anodengleichspannung etwa 5 kV beträgt;
 - (b) der Abstand (a_1) vom Steuergitter (8) zur Matrixkathode (10) etwa 0,55 mm und der Abstand (a_2) von dem Schirmgitter (7) zum Steuergitter (8) etwa 0,45 mm betragen ; und
 - (c) Kathode und Steuergitter (8) am Fuß der Hochleistungs-Elektronenröhre (1) einen zylindrischen Kathoden-Anschluß (17) bzw. Steuergitter-Anschluß (18) aufweisen, wobei der Steuergitter-Anschluß (18) coaxial im Inneren des Kathoden-Anschlusses (17) verläuft und gegen diesen abgestützt ist.
3. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergitter (8) und das Schirmgitter (7) als durchbrochene Zylinder aus pyrolytischem Graphit ausgebildet sind.
4. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abstützung des Steuergitter-Anschlusses (18) gegenüber dem Kathoden-Anschluß (17) ein keramischer Abstützring (20) verwendet wird.
5. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 - (a) zur Heizung der Matrixkathode (10) auf der Innenseite des Kathodenzylinders eine Heizwendel (12) angebracht ist; und
 - (b) zur Erzielung einer gleichmässigen Temperaturverteilung über die Emissionsfläche der Matrixkathode (10) die Heizwendel (12) in axialer Richtung eine variierende Windungsdichte aufweist.

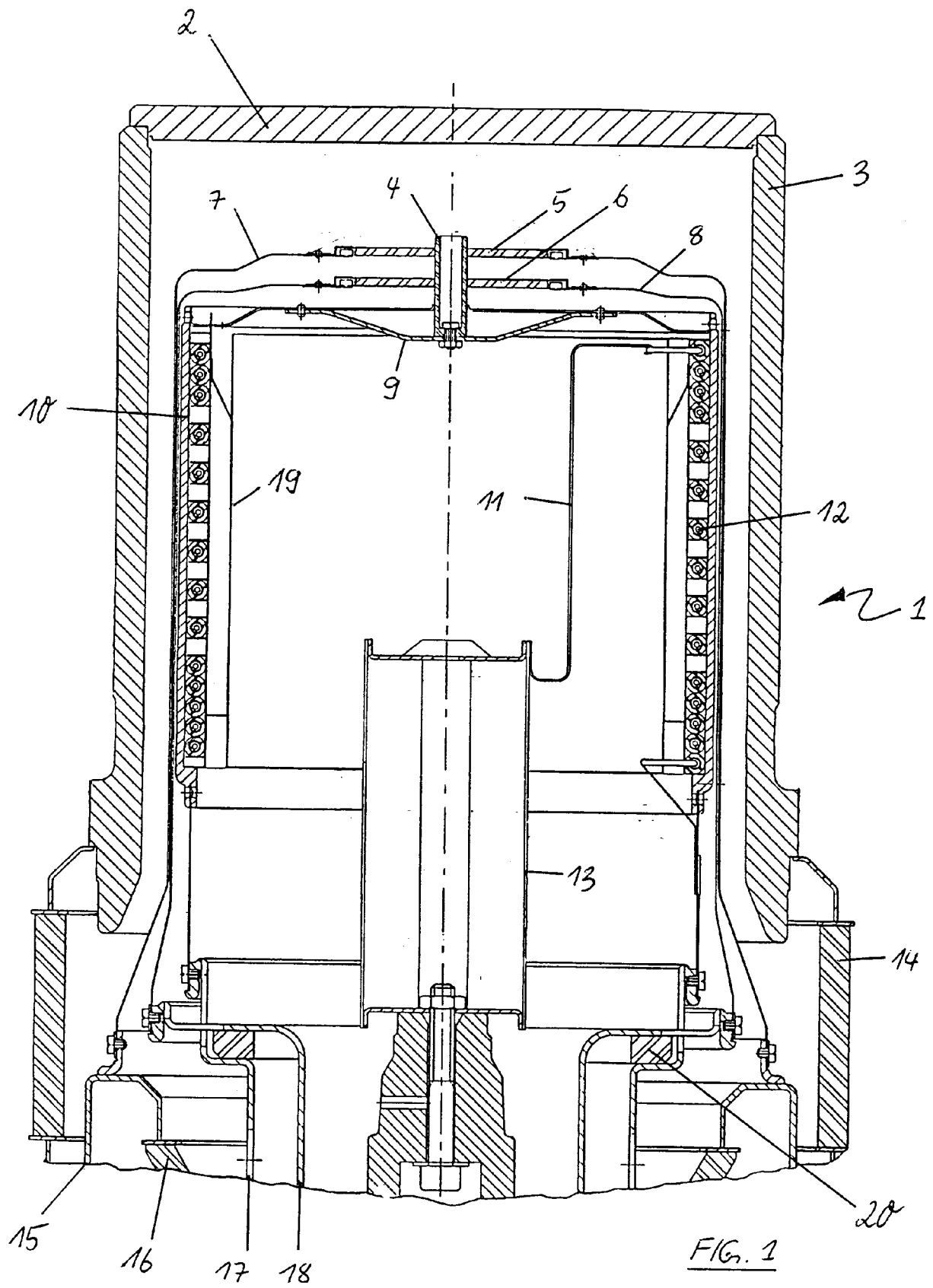
Claims

1. Controllable high-power electron tube (1) in the form of a tetrode having an output power P_o of at least 100 kW, which high-power electron tube (1) comprises a cathode, a control grid (8), a screen grid (7) and an anode in coaxial cylindrical arrangement, characterized in that
 - (a) the cathode is designed as indirectly heated matrix cathode (10) containing BaO;
 - (b) the matrix cathode (10) is constructed as a full-walled cylinder; and
 - (c) the control grid (8) and the screen grid (7) have a distance (a_2, a_1) of less than 1 mm from one another and from the matrix cathode (10), so that the electron tube (1) can exhibit an anode efficiency of greater than 80 % with an anode direct voltage of less than 10 kV.
2. High-power electron tube according to Claim 1, characterized in that
 - (a) the anode direct voltage is about 5 kV;
 - (b) the distance (a_1) from the control grid (8) to the matrix cathode (10) is about 0.55 mm and the distance (a_2) from the screen grid (7) to the control grid (8) is about 0.45 mm; and
 - (c) the cathode and control grid (8) exhibit at the base of the high-power electron tube (1) a cylindrical cathode connection (17) and control grid connection (18), the control grid connection (18) extending coaxially in the interior of the cathode connection (17) and being supported against the latter.
3. High-power electron tube according to Claim 2, characterized in that the control grid (8) and the screen grid (7) are constructed as perforated cylinders of pyrolytic graphite.
4. High-power electron tube according to Claim 2, characterized in that a ceramic support ring (20) is used for supporting the control grid connection (18) against the cathode connection (17).

5. High-power electron tube according to Claim 1, characterized in that
- (a) a heating filament (12) is attached to the inside of the cathode cylinder for heating the matrix cathode (10); and
 - (b) the heating filament (12) exhibits a varying number of turns per unit length in the axial direction for achieving a uniform temperature distribution over the emission area of the matrix cathode (10).

Revendications

1. Tube électronique de haute puissance (1) à commande, sous la forme d'une tétrode avec une puissance de sortie Po d'au moins 100 kW, ledit tube électronique de haute puissance (1) comprenant, dans une disposition coaxiale, cylindrique, une cathode, une grille de commande (8), une grille-écran (7) et anode, caractérisé par le fait que :
 - (a) la cathode est réalisée sous la forme d'une cathode à matrice (10) contenant du BaO et étant chauffée de façon indirecte ;
 - (b) la cathode à matrice (10) est réalisée sous la forme d'un cylindre à paroi pleine ; et
 - (c) la grille de commande (8) et la grille-écran (7) sont écartées l'une de l'autre et par rapport à la cathode à matrice (10) avec un écartement (a2, a1) inférieur à 1 mm de sorte que le tube électronique (1) présente un rendement d'anode supérieur à 80 % pour une tension continue inférieure à 10 kv de l'anode.
2. Tube électronique de haute puissance selon la revendication 1, caractérisé par le fait que :
 - (a) la tension de l'anode est de 5 kV environ ;
 - (b) l'écartement (a1) entre la grille de commande (8) et la cathode à matrice (10) est de 0,55 mm environ et l'écartement (a2) entre la grille-écran (7) et la grille de commande (8) est de 0,45 mm environ ; et
 - (c) la cathode et la grille de commande (8) présentent, au pied du tube électronique à haute puissance (1), une connexion cylindrique de la cathode (17) et une connexion cylindrique de la grille de commande (18), la connexion de la grille de commande (18) étant orientée dans le sens coaxial à l'intérieur de la connexion de cathode (17) et appuyée sur cette dernière.
3. Tube électronique de haute puissance selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la grille de commande (8) et la grille-écran (7) sont réalisées sous la forme d'un cylindre perforé en graphite pyrolytique.
4. Tube électronique de haute puissance selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'appui de la connexion de la grille de commande (18) sur la connexion de la cathode (17) est effectuée à l'aide d'une bague d'appui céramique (20).
5. Tube électronique de haute puissance selon la revendication 1, caractérisé par le fait que :
 - (a) une spirale chauffante (12) est montée sur la face intérieure du cylindre de la cathode pour chauffer la cathode à matrice (10) ; et
 - (b) la densité des enroulements de la spirale chauffante (12) est variable pour obtenir une répartition homogène de la température sur toute la surface d'émission de la cathode à matrice (10).



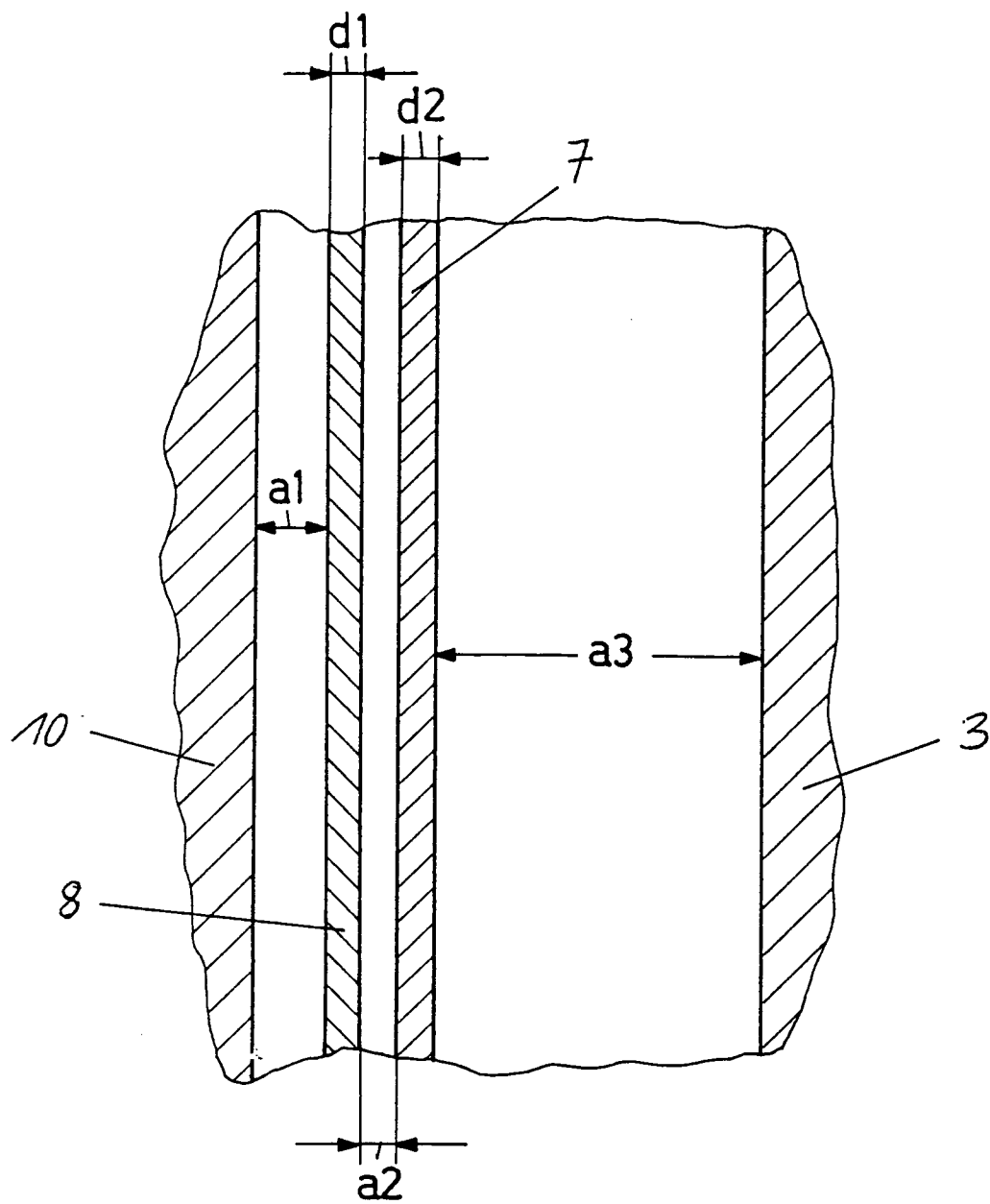


FIG.2