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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 155 464**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85100758.3**

(22) Anmeldetag: **25.01.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 J 21/10**
H 01 J 19/08

(30) Priorität: **07.02.84 CH 569/84**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.09.85 Patentblatt 85/39

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL

(71) Anmelder: **BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.**
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

(72) Erfinder: **Käch, Alfred**
Lierenstrasse 36
CH-5417 Untersiggenthal(CH)

(72) Erfinder: **Schminke, Wolfram, Dr.**
Hirsfeld 2
D-7887 Laufenburg(DE)

(72) Erfinder: **Zigerlig, Benno**
Dorfstrasse 85 F
CH-5417 Untersiggenthal(CH)

(54) Hochleistungs-Elektronenröhre.

(57) Bei einer Hochleistungs-Elektronenröhre mit koaxialer Elektrodenanordnung werden die im Elektrodenraum angeregten störenden Eigenschwingungen durch eine rotationssymmetrische Dämpfungsstruktur (10) bedämpft, die im Kathodenraum (16) zwischen dem Innenleiter (9) und dem Aussenleiter (8) der Kathode (7) angeordnet ist.

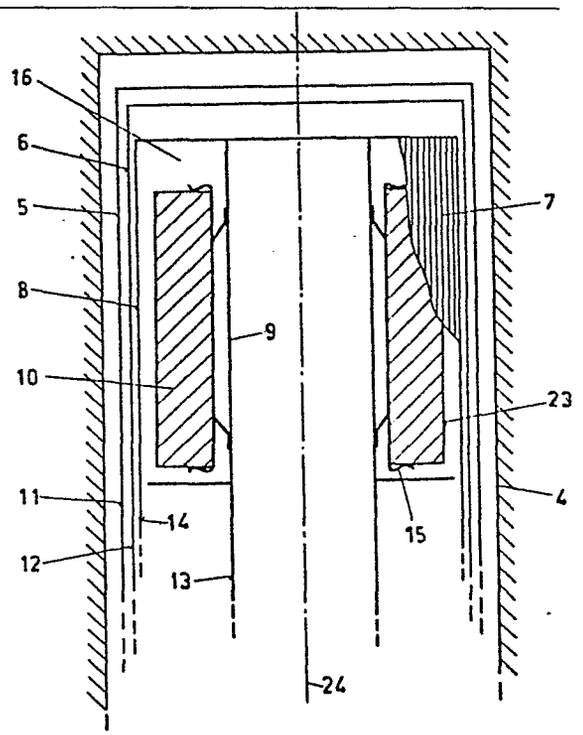

FIG.3

EP 0 155 464 A1

0155464

13/84

7.2.84

Ot/eh

Hochleistungs-Elektronenröhre

Die Erfindung geht aus von einer Hochleistungs-Elektronenröhre gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Röhre ist aus dem Stand der Technik bekannt (Brown Boveri Mitteilungen, Band 62, Nr. 5, 1975, S. 194-197).

Hochleistungs-Elektronenröhren mit Verlustleistungen von einigen kW bis einigen 100 kW werden beispielsweise als Schalt- oder Steuerelemente in Hochleistungs-Stromversorgungen, insbesondere jedoch als Modulator- oder Endstufenröhren in Rundfunk-Sendern eingesetzt. Die Röhren sind üblicherweise aus einem vakuumdichten, meist zylindrischen, aus Metall und Keramik oder Glas zusammengesetzten Topf aufgebaut, in dem sich das koaxial angeordnete Elektrodensystem mit entsprechenden nach aussen geführten Elektrodenanschlüssen befindet.

Das Elektrodensystem umfasst, von innen nach aussen gesehen, eine heizbare Kathode, ein oder mehrere Steuergitter sowie eine Anode, die das Elektrodensystem zum

Aussenbehälter hin elektrisch abschliesst. Die Kathode selbst setzt sich zusammen aus einem Innenleiter in der Form eines Metallzylinders und einem koaxial den Innenleiter umschliessenden Aussenleiter, der die Elektronen emittierenden Heizdrähte in der Gestalt eines Maschennetzes (Maschenkathode) oder parallel verlaufender Stäbe (Stabkathode) enthält.

Zwischen dem als Zuführung für den Heizstrom dienenden Innenleiter und dem Aussenleiter, d.h. den Heizdrähten, verbleibt ein freier Raum, der als Kathodenraum bezeichnet wird.

Der Innenleiter der Kathode bildet zusammen mit dem Aussenleiter, den Gittern und der Anode ein Koaxialleitungsstück mit entsprechenden Eigenresonanzen. Aufgrund dieser Eigenresonanzen des Elektrodensystems können beim Betrieb einer Hochleistungs-Elektronenröhre störende Eigenschwingungen auftreten, die z.B. durch eine inhomogene Elektronenverteilung innerhalb der Röhre oder geometrische Inhomogenitäten der Elektrodenstruktur angeregt werden. Diese Eigenschwingungen sind einerseits schädlich für die Röhre selbst und beeinflussen andererseits in unkontrollierbarer Weise das Betriebsverhalten der Röhre in ihrem Arbeitsfrequenzbereich.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, störende Eigenschwingungen einer Hochleistungs-Elektronenröhre in einem möglichst breiten Frequenzbereich zu unterdrücken bzw. auf ein tolerierbares Mass herabzudämpfen, wobei diese Dämpfung aus Gründen der Betriebssicherheit am Entstehungsort innerhalb der Röhre erfolgen soll.

Die Aufgabe wird bei einer Hochleistungs-Elektronenröhre der eingangs genannten Art durch die Merkmale aus dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Anordnung einer rotationssymmetrischen Dämpfungsstruktur mit einem ausgewählten elektrischen Widerstand im Kathodenraum der Röhre führt zu einer drastischen Reduzierung des Gütewerts der aus den Elektroden gebildeten Resonanzstruktur, so dass über einen breiten Frequenzbereich, der die Resonanz-Grundschwingung und eine Vielzahl von zugehörigen Oberschwingungen umfasst, eine wirkungsvolle Bedämpfung der Resonanzschwingungen gegeben ist.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat die Dämpfungsstruktur die Gestalt eines Hohlzylinders, auf dessen Aussenseite umlaufende Nuten äquidistant längs der Zylinderachse angeordnet sind, wobei diese Nuten eine Breite zwischen 3 und 15 mm, eine Tiefe von wenigstens dem Doppelten der Breite und einen gegenseitigen Abstand von 3 - 15 mm aufweisen. Eine Dämpfungsstruktur dieser Art ist besonders geeignet zur Dämpfung von Eigenmoden des TEM-Typs im Kathodenraum.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann anstelle eines mit Nuten versehenen Hohlzylinders ein Stapel aus einer Mehrzahl von gleichartigen Dämpfungsscheiben als Dämpfungsstruktur verwendet werden, wenn z.B. die Eigenschaften des Dämpfungsmaterials die mechanische Bearbeitung erschweren. Die Dämpfungsscheiben mit einer Scheibendicke zwischen 3 und 15 mm sind bei dieser Ausführungsform senkrecht zur Röhrenachse angeordnet. Zwischen den einzelnen Dämpfungsscheiben ist jeweils ein Isolierabstand von 3 - 15 mm vorgesehen.

Zur Dämpfung von Eigenmoden des TM-Typs in einer Hochleistungs-Elektronenröhre mit Stabkathode und Stabgittern ist vorzugsweise eine Dämpfungsstruktur in der Form eines einfachen Hohlzylinders vorgesehen. Je nach Situation sind noch bessere Dämpfungserfolge mit einem

axial genuteten Hohlzylinder erreichbar. Dabei gilt für die Ausführung der Nuten das oben Gesagte. Die notwendige Entkopplung der Dämpfungsstruktur zu den Nutzmoden des TEM-Typs erfolgt dabei auch für höhere Frequenzen über die parallel zur Röhrenachse verlaufenden Gitter- und Kathodendrähte.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines Schaumkohlenstoffes als Dämpfungsmaterial für die Dämpfungsstruktur, weil Schaumkohlenstoff die notwendige Temperaturfestigkeit und gute Vakuumeigenschaften aufweist, sich mit üblichen Methoden mechanisch bearbeiten lässt und über die Dichte bzw. Porosität im elektrischen Widerstand optimal an den gewünschten Frequenzbereich der Dämpfung angepasst werden kann.

Bevorzugt wird ein Schaumkohlenstoff, der durch Carbonisieren eines geschäumten Kunstharzes hergestellt worden ist, eine Dichte von 50 - 20 kg/m^3 aufweist und einen für das Röhrenvakuum unschädlichen Aschegehalt 0,01 % hat.

Die Erfindung soll nun nachfolgend anhand der Zeichnung in mehreren Ausführungsbeispielen erläutert werden.
Es zeigen:

Fig. 1 eine als Grundlage für die Berechnung der Dämpfungseigenschaften dienende, idealisierte Dämpfungszelle;

Fig. 2 Kurven des Güterwerts Q einer Dämpfungszelle nach Fig. 1 in Abhängigkeit von der Normierungsgrösse d f u für verschiedene Geometrien der Dämpfungszelle;

Fig. 3 die Anordnung einer hohlzylindrischen Dämpfungsstruktur nach der Erfindung im Kathodenraum einer Hochleistungs-Elektronenröhre;

Fig. 4 eine als Stapel aus Dämpfungsscheiben aufgebaute Dämpfungsstruktur nach der Erfindung;

Fig. 5 eine als Hohlzylinder mit aussen umlaufenden Nuten ausgeführte Dämpfungsstruktur nach der Erfindung;

Fig. 6 eine bevorzugte Halterung für die Dämpfungsstruktur innerhalb der Röhre im Längsschnitt, und

Fig. 7 die Halterung nach Fig. 6 in der Draufsicht.

Zur Dämpfung von im Elektrodensystem einer Hochleistungs-Elektronenröhre auftretenden Koaxialresonanzen in einem grösseren Frequenzbereich, d.h. bezüglich der Grundwelle und der nächstfolgenden Oberwellen, kann man prinzipiell den Resonatorraum, in diesem Fall den Kathodenraum zwischen Innen- und Aussenleiter der Kathode, mit einem genügend absorbierenden Medium füllen. Das in Betracht kommende Dämpfungsmedium muss ausser den elektrischen auch bezüglich Temperatur und Vakuum bestimmte Eigenschaften aufweisen. Insbesondere sollen jedoch die Verluste im Bereich der Arbeitsfrequenz der Röhre möglichst gering sein.

Ganz allgemein verschwindet die Wirbelstromdämpfung in einem elektrisch schlecht leitenden Dämpfungsmedium, wenn die Frequenz entweder gleich Null ist oder gegen Unendlich strebt. Zwischen diesen beiden Grenzfällen liegt ein Frequenzgebiet optimaler Absorption, in dem das Dämpfungsmedium vom Wirbelstromfeld der Resonanzschwingung in einem bestimmten Mass durchdrungen wird. Die geometrischen Abmessungen der Dämpfungsstruktur

müssen in Verbindung mit der elektrischen Leitfähigkeit bzw. dem elektrischen Widerstand des Dämpfungsmediums so gewählt werden, dass diese optimale Absorption gerade im gewünschten Frequenzgebiet liegt.

Da aufgrund der frequenzabhängigen Eindringtiefe das aktive Resonanzvolumen mit steigender Frequenz abnimmt, ergibt sich eine Verbreiterung des Resonanzgebietes zu höheren Frequenzen hin. Um mit den in Betracht kommenden Stoffen (z.B. Schaumkohlenstoff) eine optimale Dämpfung zu erzielen, bleibt nur die Aufteilung des Resonatorraumes in radial- oder längsisolierte Bezirke, wobei die Breite der Bezirke bei der Bezugsfrequenz höchstens etwa das Doppelte der jeweiligen Eindringtiefe des Wirbelstromfeldes betragen darf. Man hat es also mit einer Schichtung relativ dünnwandiger Leiter zu tun. Bei radialer Aufteilung sind dies koaxial verschachtelte Zylinder, bei axialer Aufteilung längs der Achse des Resonatorraums geschichtete Dämpfungsscheiben.

Für die einfachere Aufteilung in längsgeschichtete Dämpfungsscheiben kann die Dämpfung als Funktion der verschiedenen Parameter vergleichsweise einfach berechnet werden, wenn man voraussetzt, dass die Scheibendicke der Dämpfungsscheiben sehr viel kleiner ist als der Scheibendurchmesser, dass die Verluste in den Resonatorwänden gegenüber den Verlusten im Dämpfungsmedium vernachlässigt werden können, und dass die Dämpfungsbelegung längs der Resonatorachse gleichmässig verteilt ist.

Unter den o.g. Voraussetzungen reicht die Kenntnis der Feldverteilung in einer einzelnen Dämpfungsscheibe und dem sie umgebenden Isolierraum aus, um bei vorgegebenen Randbedingungen die optimalen Parameter für die gesamte Dämpfungsstruktur zu ermitteln. Die einzelne Dämpfungsscheibe bildet zusammen mit dem benachbarten Isolierraum

eine Dämpfungszelle, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist.

Ein Aussenleiter 1 und ein Innenleiter 2 bilden einen koaxialen Resonanzraum, der in Dämpfungszellen mit einer Zellenlänge l aufgeteilt ist. Innerhalb jeder Dämpfungszelle ist zwischen Aussenleiter 1 und Innenleiter 2 eine Dämpfungsscheibe 3 mit einer Scheibendicke d senkrecht zur Längsachse des Resonanzraumes angeordnet. Da nach Voraussetzung die Scheibendicke d sehr viel kleiner als der Scheibendurchmesser ist, kann man bei der Berechnung der Feldverteilung davon ausgehen, dass innerhalb der Dämpfungsscheibe 3 neben der Tangentialkomponente (H_φ) des Magnetfeldes nur die Radialkomponente (E_r) des elektrischen Feldes wirksam ist.

Mit einem axialen Resonanzstrom I im Innenleiter 2 erhält man aus den Maxwell-Gleichungen für die beiden Feldkomponenten in Abhängigkeit von der Axialkoordinate z und der Radialkoordinate r:

(1) $$H_\varphi = \frac{I}{2\pi \cdot r} \cdot \frac{\mathrm{ch}\,[(1+j)\beta z]}{\mathrm{ch}\,[(1+j)\beta\, d/2]}$$

und

(2) $$E_r = -\frac{I}{2\pi \cdot r} \frac{\beta}{\sigma} (1+j) \frac{\mathrm{sh}\,[(1+j)\beta z]}{\mathrm{ch}\,[(1+j)\beta\, d/2]}$$

mit der elektrischen Leitfähigkeit σ des Dämpfungsmediums und dem Parameter

(3) $$\beta = \sqrt{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}$$

der neben der Leitfähigkeit σ auch die Frequenz f und die Permeabilität μ einbezieht.

Der Gütewert Q der Dämpfungszelle als Mass für die Wirksamkeit der Dämpfungsstruktur ergibt sich aus der in der Dämpfungsscheibe 3 gespeicherten magnetischen Feldenergie M_W

$$(4) \qquad M_W = \int_V \mu / H_\varphi /^2 \, dV$$

und der absorbierten Verlustleistung P_W des Wirbelstromfeldes

$$(5) \qquad P_W = \int_V \sigma \, / E_r /^2 \, dV$$

zu

$$(6) \quad Q = 2\pi f \frac{M_W}{P_W}$$

$$= \frac{sh(\beta d) + \sin(\beta d) + \beta(\ell - d)[ch(\beta d) + \cos(\beta d)]}{sh(\beta d) - \sin(\beta d)}$$

Das Verhalten des so berechneten Gütewertes Q ist in Fig. 2 in Abhängigkeit von $\beta d = d\sqrt{\pi \cdot f \cdot \mu\sigma}$ für verschiedene Verhältnisse ℓ/d aufgetragen. Alle Kurven zeigen ein teilweise ausgeprägtes Minimum, den minimalen Gütewert Q_{min}, dessen Verlauf durch die gestrichelt eingezeichnete Kurve angedeutet ist und der den Bereich maximaler Dämpfung charakterisiert.

Der Anstieg des Gütewerts Q unterhalb des minimalen Gütewerts Q_{min} resultiert aus dem schwindenden Einfluss des Dämpfungsmediums bei abnehmender Frequenz f, weshalb in Fig. 2 die Kurven für den Bereich $d\sqrt{\pi \cdot f \cdot \mu\sigma} \leq 1$ nicht aufgeführt sind. Oberhalb des minimalen Gütewerts Q_{min} fliessen in der Dämpfungsscheibe 3 zunehmend nur noch Oberflächenströme; die Dämpfung sinkt mit wachsender Frequenz f, der Gütewert Q strebt gegen die Eigengüte des leeren Resonators. Dazwischen liegen jedoch Verhält-

nisse, die in einem grossen Frequenzbereich eine gute Dämpfung ergeben. Bei vorgegebener Grundfrequenz der zu dämpfenden Eigenschwingungen der Röhre können anhand der Kurven aus Fig. 2 durch Variation der Scheibendicke und der elektrischen Leitfähigkeit σ des Dämpfungsmediums optimale Dämpfungsverhältnisse in einem breiten Frequenzbereich eingestellt werden.

Beispiel: Bei einer angenommenen Grund-Resonanzfrequenz von 300 MHz und einem ℓ/d-Verhältnis von 3 in der Dämpfungszelle erhält man für eine elektrische Leitfähigkeit von $\sigma = 1\ S \cdot cm^{-1}$ eine Scheibendicke von d = 5 mm, wenn man den Gütewert Q am Anfang des Dämpfungsbereichs auf etwa 8 festlegt. Die Dämpfungsstruktur besteht in diesem Fall aus einem Stapel von Dämpfungsscheiben der Scheibendicke d = 5 mm mit einem Isolierabstand von 10 mm zwischen benachbarten Dämpfungsscheiben. Dasselbe Dämpfungsverhalten lässt sich jedoch auch mit einer Scheibendicke von d = 10 mm erreichen, wenn die elektrische Leitfähigkeit des Dämpfungsmedium $\sigma = 0{,}25\ S \cdot cm^{-1}$ beträgt.

Eine besonders einfache Ausführungsform einer Dämpfungsstruktur nach der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt. Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch eine Hochleistungs-Elektronenröhre und ihre Elektrodenanordnung. Die Elektrodenanordnung umfasst, von aussen nach innen, eine Anode 4, Gitter 5 und 6, und eine Kathode 7, die sich aus einem Aussenleiter 8 und einem Innenleiter 9 zusammensetzt. Zwischen dem Innenleiter 9 und dem Aussenleiter 8 befindet sich der Kathodenraum 16, in dem eine Dämpfungsstruktur 10 angeordnet ist.

Der Aussenleiter 8 der Kathode 7 weist im Bereich der Gitter 5 und 6 heizbare Kathodendrähte auf, die in diesem Fall als parallel zur Röhrenachse 24 verlaufende Stäbe (Feinstabkathode) ausgebildet sind. Der Heizstrom für

die Kathodendrähte fliesst über den Innenleiter 9 und den Aussenleiter 8, die über Kathodenanschlüsse 13 und 14 mit dem Aussenraum verbunden sind. Entsprechende Gitteranschlüsse 11 und 12 sind für die Steuerung der Gitter 5 und 6 vorgesehen. Die Elektroden 4, 5, 6, 8 und 9 sind im wesentlichen zylindrisch und koaxial zur Röhrenachse angeordnet.

Die Dämpfungsstruktur 10 ist in dem in Fig. 3 abgebildeten Fall einer Hochleistungs-Elektronenröhre mit Feinstabkathode und entsprechenden Feinstabgittern als einfacher Hohlzylinder mit nicht strukturierter Aussenwand 23 ausgeführt. Aufgrund der speziellen Kathoden- und Gitterstruktur, die eine besondere Kopplung zwischen Kathodenraum 16 und dem übrigen Raum innerhalb der Anode 4 zur Folge hat, können mit der einfach hohlzylindrischen Dämpfungsstruktur 10 gemäss Fig. 3 Eigenschwingungen vom TE_{m1}-Typ (Transversal-Elektrisch) im gesamten Röhrensystem bedämpft werden. Die notwendige Entkopplung zu den Nutzmoden vom TEM-Typ (Transversal-Elektrisch-Magnetisch) erfolgt hier auch bei höheren Frequenzen über die longitudinalen Gitter- und Kathodenstäbe bzw. -drähte.

Wesentlich andere Verhältnisse ergeben sich für die Bedämpfung von TEM-Störmoden im Kathodenraum 16 selbst. In diesem Fall können die vorangestellten theoretischen Ueberlegungen, wie sie in den Kurven aus Fig. 2 ihren Ausdruck finden, angewendet werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Dämpfungsstruktur ist dann gemäss Fig. 4 ein Stapel aus Dämpfungsscheiben 18 innerhalb des Kathodenraums 16 zwischen dem Innenleiter 9 und dem Aussenleiter 8. Die Dämpfungsscheiben 18 haben eine Scheibendicke d, die in Abhängigkeit von der elektrischen Leitfähigkeit des Dämpfungsmediums und dem ge-

wünschten Dämpfungsbereich gemäss Fig. 2 ausgewählt ist und vorzugsweise zwischen 3 und 15 mm beträgt. Zwischen den Dämpfungsscheiben besteht ein Isolierabstand a, der beispielsweise durch zwischenliegende Isolierringe 17 eingehalten werden kann und vorzugsweise ebenfalls zwischen 3 und 15 mm beträgt. Die gesamte Dämpfungsstruktur ist, wie auch in Fig. 3, mittels einer Halterung 15 am Innenleiter 9 befestigt und bezüglich der Röhrenachse 24 zentriert. Auf Einzelheiten der Halterung 15 wird im weiteren Verlauf noch näher eingegangen.

Der stapelförmige Aufbau der Dämpfungsstruktur gemäss Fig. 4 erfordert bei der Montage einen zusätzlichen Aufwand, der nur dann gerechtfertigt ist, wenn das Material, aus dem die Dämpfungsscheiben bestehen, sich mechanisch nur schwer bearbeiten lässt, oder die Dämpfungsstruktur für verschiedene Anwendungsfälle nach Art eines Baukastensystems aufbaubar sein soll.

In anderen Fällen ist es besonders vorteilhaft, die Dämpfungsstruktur gemäss Fig. 5 in der Form eines ganzheitlichen Hohlzylinders auszuführen, auf dessen Aussenseite 23 umlaufende Nuten 19 eingearbeitet und längs der Röhrenachse 24 äquidistant angeordnet sind. Ein solcher mit Nuten versehener Hohlzylinder ist elektrisch weitgehend äquivalent zu einer Stapelstruktur nach Fig. 4, kann jedoch in besonders einfacher Weise aus Vollmaterial hergestellt werden. Die Breite c der Nuten entspricht dem Isolierabstand a aus Fig. 4. Dieselbe Beziehung besteht zwischen dem Nutabstand e und der Scheibendicke d. Die Tiefe b der Nuten beträgt vorzugsweise wenigstens das Doppelte der Nutbreite c, um den Einfluss des Dämpfungsmediums auf dem Boden der Nuten zu begrenzen.

Besondere Bedeutung kommt dem Dämpfungsmedium selbst, d.h. dem Material der Dämpfungsstruktur zu. Das Material

muss nicht nur die erforderliche geringe elektrische Leitfähigkeit besitzen, sondern vor allem auch temperaturbeständig bis zu Temperaturen von 3000 K und bei diesen Temperaturen verträglich für das in der Röhre herrschende Vakuum sein. Weiterhin ist es wünschenswert, dass das Material mechanisch bearbeitbar ist und in seiner elektrischen Leitfähigkeit an die verschiedenen Anwendungsfälle angepasst werden kann.

Alle diese Forderungen werden in vorteilhafter Weise von einem porösen Schaumkohlenstoff erfüllt, der als nahezu reiner Kohlenstoff die notwendige Temperaturfestigkeit im Vakuum aufweist, sich durch Sägen, Fräsen, Bohren und Drehen bearbeiten lässt und über die Dichte, d.h. den Porenanteil, in seiner elektrischen Leitfähigkeit in weiten Bereichen beeinflussen lässt. In verschiedenen Versuchen hat sich ein solcher Schaumkohlenstoff als besonders geeignet erwiesen, der durch Carbonisieren eines geschäumten Kunstharzes hergestellt wird, eine Dichte zwischen 50 und 200 kg/m^3 besitzt und einen Aschegehalt von weniger als 0,01 % hat.

Als Ausgangsmaterial ist mit grossem Erfolg ein Schaumkohlenstoff verwendet worden, der unter dem eingetragenen Warenzeichen "sigrapor" im Handel erhältlich ist und von der Firma SIGRI ELEKTROGRAPHIT GmbH, D-8901 Meitingen vertrieben wird. Er wird in zwei Qualitäten, "sigrapor-6" und "sigrapor-15" angeboten, die sich durch die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften auszeichnen.

	sigrapor-6	sigrapor-15	
Rohdichte	70- 90	130- 180	kg/m^3
Offenes Porenvolumen	93- 95	86- 90	%
Spez. elektrischer Widerstand	2000-3000	800-1500	$\Omega \cdot \mu m$
Aschewert	< 0,3	< 0,3	%
Gesamtschwefelgehalt	0,2	0,3	%
Sulfatgehalt	< 0,1	< 0,1	%

Der spezifische elektrische Widerstand bzw. die elektrische Leitfähigkeit hängen dabei von der Dichte des Schaumkohlenstoffs ab. Durch die offenen Poren ist die für Vakuumanwendungen wichtige gute Entgasung gegeben. Der Partialdruck des Kohlenstoffs liegt bei einer Temperatur von 2000 K unterhalb von 10^{-7} mbar und ist daher für das Röhrenvakuum unkritisch. Der an sich schon niedrige Aschegehalt oder Aschewert von weniger als 0,3 % kann durch eine geeignete Vorbehandlung des Materials auf weniger als 0,01 % abgesenkt werden, so dass auch bei den hohen Betriebstemperaturen der Röhren keine störenden Abdampfprodukte ins Gewicht fallen.

Die Vorbehandlung des Schaumkohlenstoffs zur Verringerung des Aschewerts erfolgt durch einen Vakuum-Glühprozess, bei dem in einem mehrmals mit Stickstoff gespülten und und evakuierten Ofen der bearbeitete Schaumkohlenstoffzylinder bei einem Druck von weniger als 10^{-3} mbar etwa 1 Stunde lang auf einer Temperatur von ungefähr 2000 °C gehalten wird.

Nach der mechanischen Bearbeitung des Schaumkohlenstoffs wie z.B. dem Ausdrehen der Nuten gemäss Fig. 5 ist besonders darauf zu achten, dass der bei der Bearbeitung entstehende Kohlenstaub aus dem porösen Material möglichst weitgehend entfernt wird, um die Spannungsfestigkeit der Röhre nicht zu verschlechtern. In diesem Zusammenhang hat es sich als geeignet erwiesen, den fertigen Schaumkohlenstoffkörper mit ölfreiem Stickstoffgas abzublasen.

Die Porosität und Sprödigkeit des beschriebenen Dämpfungsmaterials erfordert auch die Verwendung einer speziellen Halterung für die Dämpfungsstruktur im Kathodenraum der Hochleistungs-Elektronenröhre. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer solchen Halterung ist im Längs-

schnitt in der Fig. 6 und in Draufsicht in der Fig. 7 wiedergegeben.

Die Halterung 15 ist im wesentlichen als Zylindermantel aus Molybdänblech mit einer bevorzugten Blechstärke von etwa 0,5 mm ausgeführt. Der Zylindermantel liegt an der Innenseite der Dämpfungsstruktur 10 an. Er ist gegen den Innenleiter 9 der Kathode, der in Fig. 7 dargestellt, in Fig. 6 dagegen der Uebersichtlichkeit wegen weggelassen worden, durch Verstrebungen 20 aus demselben Blech abgestützt und über die Verstrebungen 20 zugleich am Innenleiter 9 befestigt. Die Dämpfungsstruktur 10 wird in der Halterung 15 durch eine Klemmvorrichtung fixiert, die aus parallel zur Röhrenachse 24 verlaufenden Blechstreifen 21 besteht, deren Enden 22 abgewinkelt sind und federnd auf die Ober- und Unterseite 25 und 26 der Dämpfungsstruktur 10 drücken. Um eine Beschädigung des mechanisch wenig belastbaren Dämpfungsmaterials im Bereich der aufliegenden Enden 22 zu vermeiden, ist es vorteilhaft, zwischen den abgewinkelten Enden 22 und der Ober- und Unterseite 25 und 26 der Dämpfungsstruktur zur Druckverteilung Blechringe 27 anzuordnen. Die spezielle Auslegung der Halterung 15 ermöglicht es, die Halterung aus einem einzigen Blech anzufertigen, was die Herstellung erleichtert und eine Vielzahl von Schweiss- oder Nietverbindungen überflüssig macht.

Für den Einbau der Dämpfungsstruktur in das Elektrodensystem der Röhre hat es sich schliesslich als besonders günstig erwiesen, den Minimalabstand g zwischen der Dämpfungsstruktur 10 und dem Aussenleiter 8 der Kathode 7, wie er aus Fig. 5 hervorgeht, im Bereich von 5 - 15 mm zu wählen, um die Montage des Gesamtsystems zu erleichtern und Beschädigungen der Dämpfungsstruktur zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Hochleistungs-Elektronenröhre, insbesondere für Hochfrequenzanwendungen, mit einer koaxialen Elektrodenanordnung, wobei eine innenliegende heizbare Kathode (7) von einer aussenliegenden Anode (4) umgeben ist, und wobei die Kathode (7) in koaxialer Anordnung einen Innenleiter (9) und einen Aussenleiter (8) aufweist, zwischen denen ein Kathodenraum (16) vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Dämpfung unerwünschter Eigenschwingungen innerhalb der Röhre im Kathodenraum (16) eine rotationssymmetrische Dämpfungsstruktur (10) koaxial zu den Elektroden angeordnet ist, und der spezifische elektrische Widerstand der Dämpfungsstruktur (10) bei Zimmertemperatur zwischen 100 und 10 000 $\Omega \cdot \mu m$, vorzugsweise zwischen 800 und 3 000 $\Omega \cdot \mu m$ liegt.

2. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsstruktur (10) die Form eines Hohlzylinders aufweist, auf dessen Aussenseite (23) umlaufende Nuten (19) längs der Röhrenachse (24) äquidistant angeordnet sind, und dass die Nuten (19) eine Breite (c) zwischen 3 und 15 mm, eine Tiefe (b) von wenigstens dem Doppelten der Breite (c) und einen gegenseitigen Abstand (e) von 3 bis 15 mm aufweisen.

3. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsstruktur (10) als Stapel aus einer Mehrzahl von gleichartigen Dämpfungsscheiben (18) aufgebaut ist, und die Dämpfungsscheiben (18) eine Scheibendicke (d) zwischen 3 und 15 mm aufweisen, senkrecht zur Röhrenachse (24) angeordnet sind, und durch einen Isolierabstand (a) von 3 - 15 mm getrennt sind.

4. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (7) eine Feinstabkathode ist, und die Dämpfungsstruktur (10) die Form eines einfachen Hohlzylinders aufweist.

5. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (7) eine Feinstabkathode ist und die Dämpfungsstruktur (10) die Form eines Hohlzylinders aufweist, auf dessen Aussenseite (23) umlaufende Nuten (19) längs der Röhrenachse (24) äquidistant angeordnet sind, und dass die Nuten (19) eine Breite (c) zwischen 3 und 15 mm, eine Tiefe (b) von wenigstens dem Doppelten der Breite (c) und einen gegenseitigen Abstand (e) von 3 bis 15 mm aufweisen.

6. Hochleistungs-Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsstruktur (10) im wesentlichen aus einem porösen Schaumkohlenstoff besteht, und dass der Schaumkohlenstoff durch Carbonisieren eines geschäumten Kunstharzes hergestellt ist, eine Dichte zwischen 50 und 200 kg/m^3 aufweist und einen Aschegehalt $<$ 0,01 % hat.

7. Hochleistungs-Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Minimalabstand (g) zwischen der Dämpfungsstruktur (10) und dem Aussenleiter (8) der Kathode (7) zwischen 5 und 15 mm liegt.

8. Hochleistungs-Elektronenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungsstruktur (10) mittels einer Halterung (15) am Innenleiter (9) der Kathode (7) befestigt ist.

9. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (15) im wesentlichen als ein Zylindermantel aus Molybdän-Blech ausgestaltet ist, der an der Innenseite der Dämpfungsstruktur (10) anliegt, gegen den Innenleiter (9) durch Verstrebungen (20) abgestützt ist, und eine Klemmvorrichtung in Form von Blechstreifen (21) aufweist, deren Enden (22) abgewinkelt sind und federnd auf die Ober- und Unterseite (25, 26) der Dämpfungsstruktur (10) drücken.

10. Hochleistungs-Elektronenröhre nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den abgewinkelten Enden (22) der Blechstreifen (21) und der Ober- und Unterseite (25, 26) der Dämpfungsstruktur (10) zur Druckverteilung Blechringe (27) angeordnet sind.

0155464

FIG.1

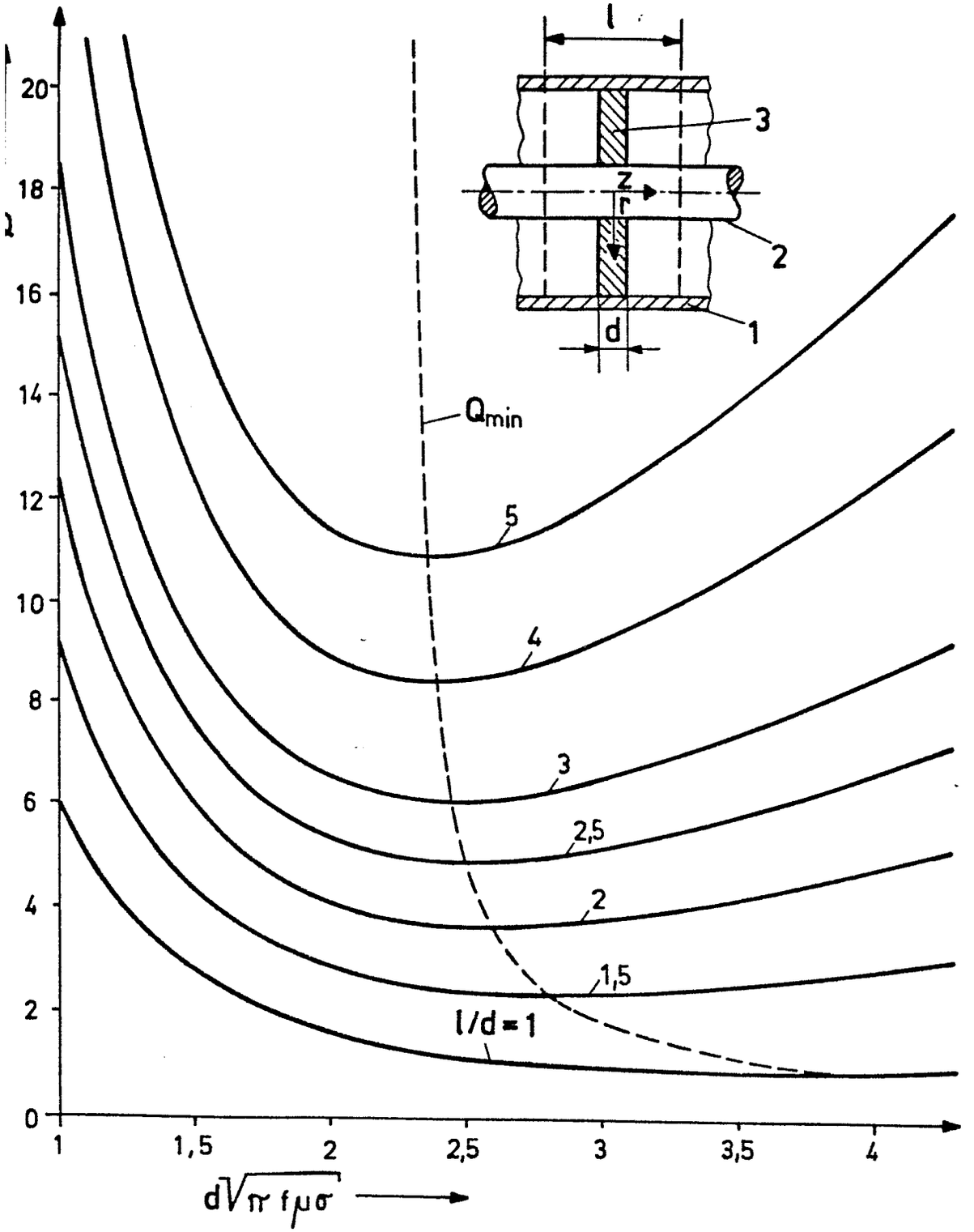

FIG.2

0155464

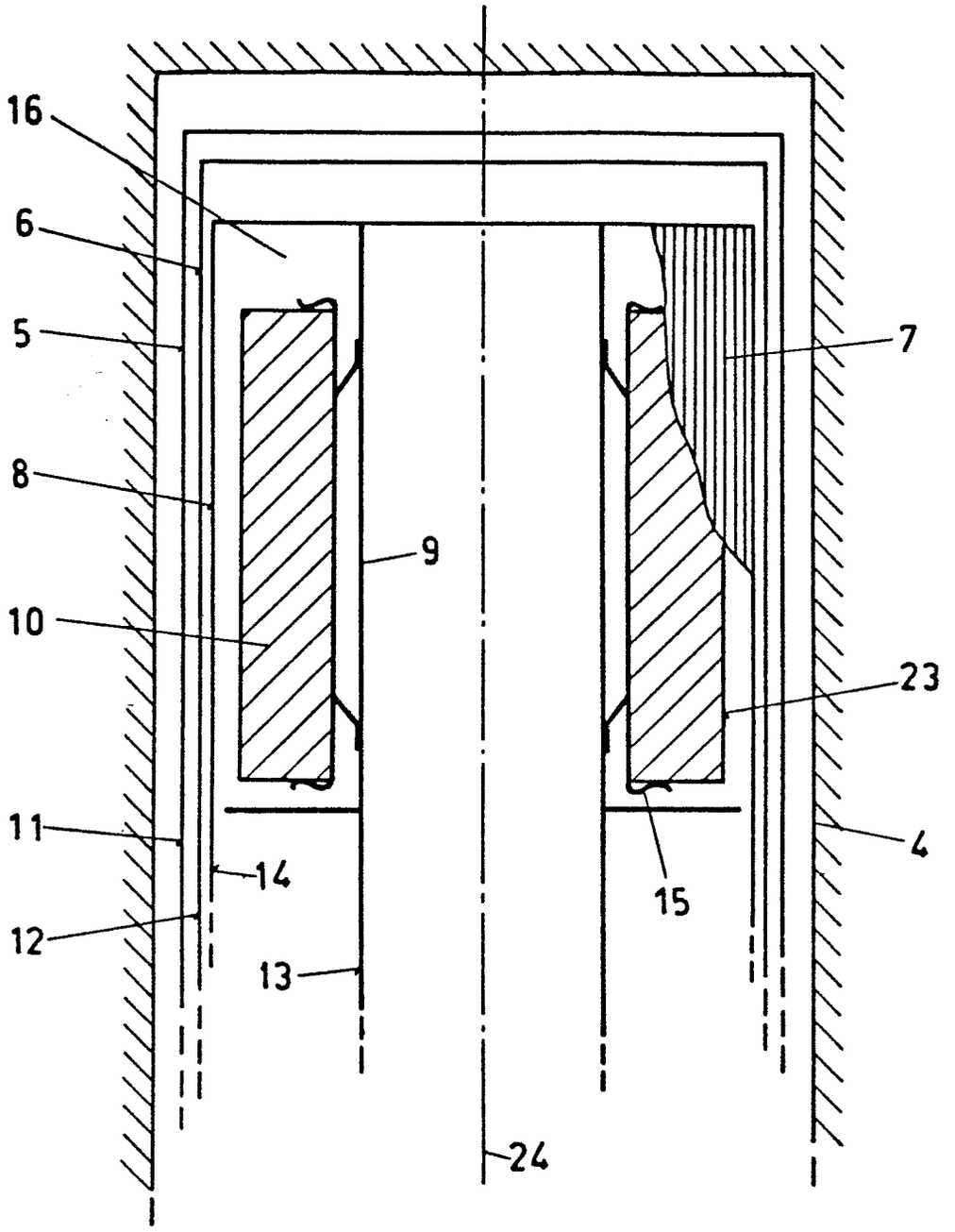

FIG.3

0155464

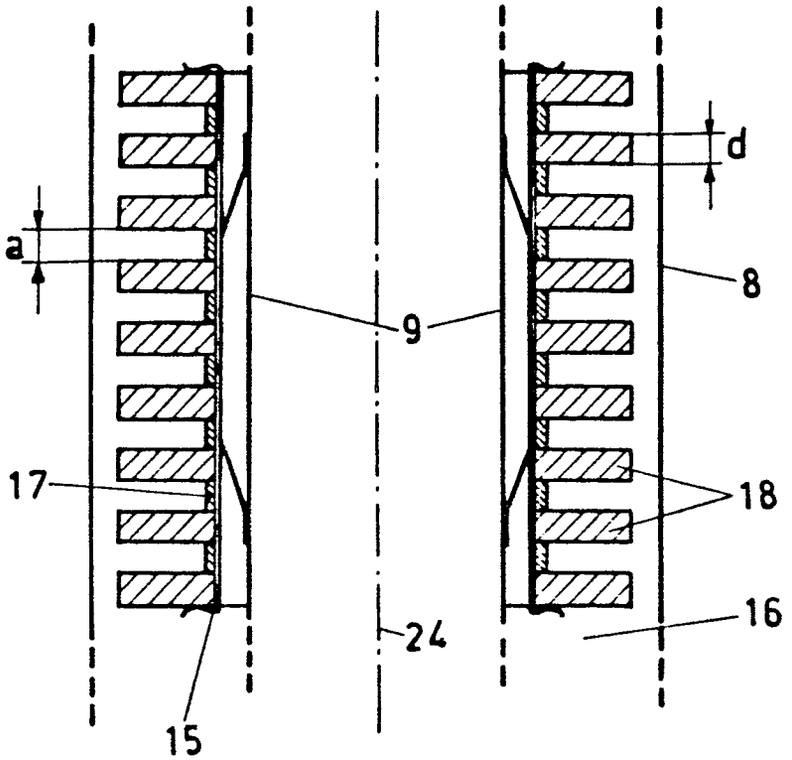

FIG. 4

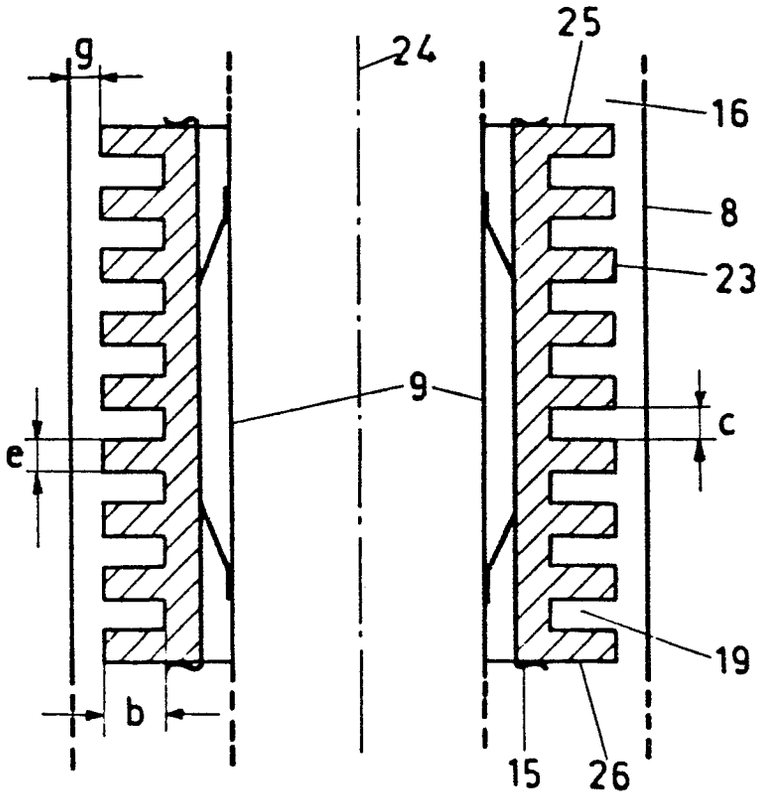

FIG. 5

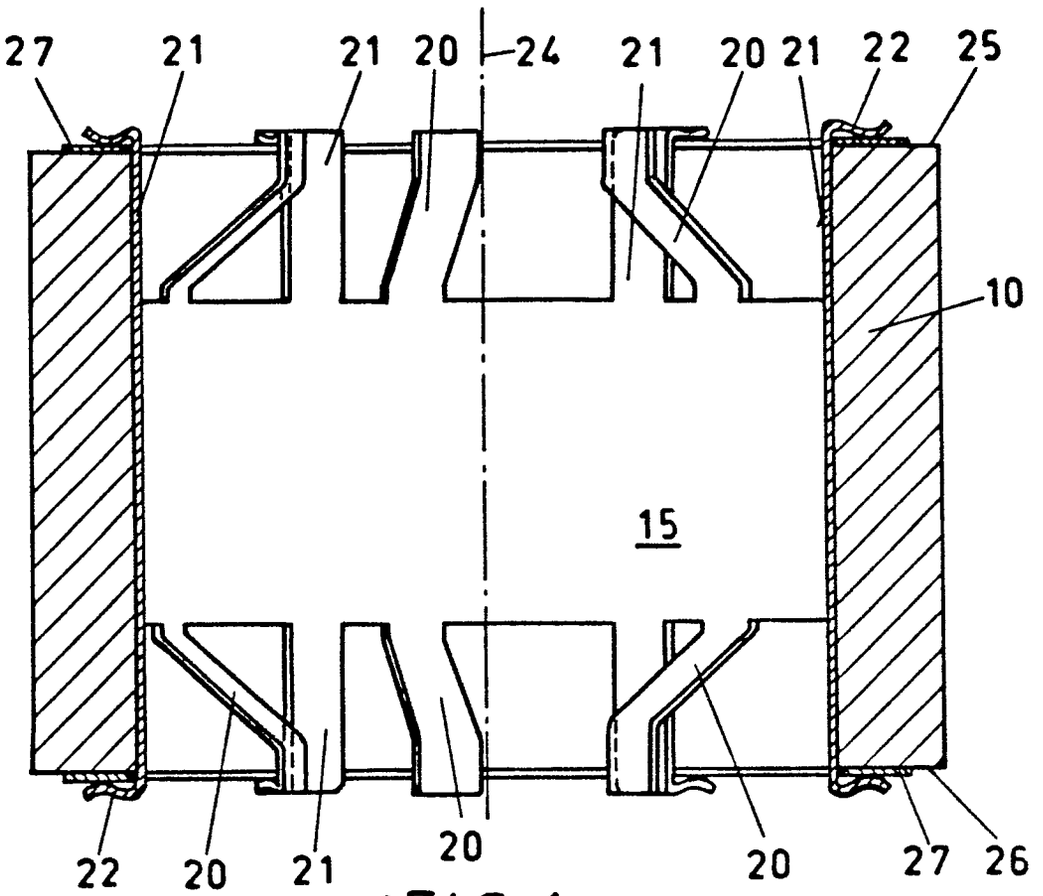
27
21
21
20
24
21
20
21
22
25
10
15
22
20
21
20
20
27
26

FIG.6

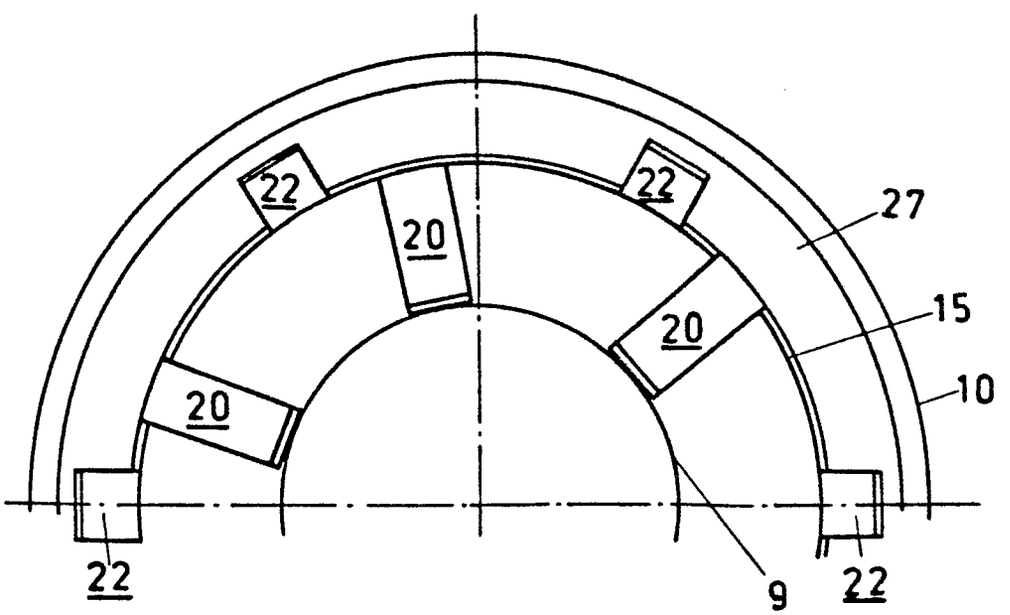
22
20
22
27
15
20
10
20
22
9
22

FIG.7

Europäisches Patentamt

0155464

Nummer der Anmeldung

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

EP 85 10 0758

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl 4)
D,A	BROWN BOVERI MITTEILUNGEN, Band 62, Nr. 5, 1975, Seiten 194-197, Baden, CH; R. BACHMANN: "CQS 400-1, eine neue siedegekühlte Höchstleistungs-Tetrode" * Seite 194, rechte Spalte, Zeile 13 - Seite 196, linke Spalte, Zeile 10; Figur 1 *	1	H 01 J 21/10 H 01 J 19/08
A	FR-A-2 276 682 (THOMSON-CSF) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 12; Seite 9, Zeilen 1-18; Figuren 5,7 *	1	
A	SIEMENS REVIEW, Band 45, Nr. 8, 1978, Seiten 388-390, Erlangen, DE; K.-D. HEINZE: "UHF power tetrode RS 1034" * Seite 389, linke Spalte, Zeilen 14-42; Figur 4 *	1	
A	US-A-2 916 659 (T.D. SEGE) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 14; Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 11; Figuren 1-3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int Cl 4) H 01 J 21/00 H 01 J 19/00 H 01 J 1/00
A	GB-A-1 076 313 (THOMSON-HOUSTON-HOTCHKISS BRANDT) * Seite 2, Zeile 52 - Seite 4, Zeile 7; Figuren 1,2 *	1	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	15-05-1985	ANTHONY R.G.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPA Form 1503 03.82