

①② **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**08.01.86**

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 J 25/20**

②① Anmeldenummer: **82200811.6**

②② Anmeldetag: **30.06.82**

⑤④ **Mikrowellen-Verstärkerröhre mit zwei Ringresonatoren.**

③⑩ Priorität: **02.07.81 DE 3126119**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.83 Patentblatt 83/2**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.01.86 Patentblatt 86/2**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**DE - A - 1 491 321**  
**DE - A - 2 947 264**  
**DE - C - 832 782**  
**US - A - 2 634 383**

⑦③ Patentinhaber: **Philips Patentverwaltung GmbH,**  
**Billstrasse 80, D-2000 Hamburg 28 (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE**

⑦③ Patentinhaber: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken,**  
**Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **FR GB**

⑦② Erfinder: **Bohlen, Heinz, Dipl.-Ing., Turonenweg 17a,**  
**D-2000 Hamburg 61 (DE)**  
Erfinder: **Demmel, Enzo, Dipl.-Ing., Rotdornweg 20,**  
**D-2085 Quickborn (DE)**

⑦④ Vertreter: **David, Günther M. et al, Philips**  
**Patentverwaltung GmbH**  
**Billstrasse 80 Postfach 10 51 49,**  
**D-2000 Hamburg 28 (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung betrifft eine Mikrowellen-Verstärkerröhre mit zwei Ringresonatoren, von denen der erste als Ansteuerresonator dient und mit Hilfe eines, mit diesem Resonator verbundenen Kathodensystems einen mit der Frequenz eines Steuersignals um die Ringachse umlaufenden Elektronenstrahl erzeugt, bei der der Elektronenstrahl durch eine Gleichspannung beschleunigt wird und in den zweiten, auf die gleiche Frequenz abgestimmten Ringresonator eintritt, in den er ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld influenziert und an den er einen Teil seiner Energie abgibt.

Eine Mikrowellen-Verstärkerröhre dieser Art ist aus der DE-OS 2 947 264 bekannt.

Bei einer solchen als «Triotron» bezeichneten Röhre dient eine in einem Ringresonator angebrachte Kathodenfläche als Quelle für einen radial austretenden, umlaufenden, speichenförmigen Elektronenstrahl. Durch ein vorgespanntes Gitter am Austrittsspalt des Resonators wird erreicht, dass Elektronen nur am jeweiligen Ort des umlaufenden Maximums der elektrischen Feldstärke den Steuerresonator verlassen. Diese Elektronen werden dann durch ein hohes elektrostatisches Feld beschleunigt und treten radial in den Ausgangs-Ringresonator ein.

Bei einer solchen Mikrowellen-Verstärkerröhre müssen also zwei konzentrisch angeordnete Ringresonatoren mit prinzipiell gleicher Winkelgeschwindigkeit der HF-Phase arbeiten, was nachteilig ist. Weiter stösst bei einer solchen Röhre die Fokussierung des Elektronenstrahls wegen der konzentrisch zueinander angeordneten Resonatoren auf Schwierigkeiten.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass aus der US-PS 2 634 383 bereits eine Mikrowellen-Verstärkerröhre bekannt ist, mit zwei Ringresonatoren, von denen der erste als Ansteuerresonator dient und mit Hilfe eines mit diesem Resonator verbundenen Kathodensystems einen ringförmigen Elektronenstrahl erzeugt, der durch eine Gleichspannung beschleunigt in den zweiten, auf die gleiche Frequenz abstimmbaren Ringresonator eintritt, in der er ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld influenziert und an den er einen Teil seiner Energie abgibt, wobei die Ringresonatoren in Richtung der Ringachse übereinander angeordnet sind und der Elektronenstrahl den ersten Ringresonator und den zweiten Ringresonator parallel zu der Ringachse durchtritt.

Ein umlaufender Elektronenstrahl wird bei dieser Röhre nicht erzeugt, sie hat nicht die Wirkungsweise eines «Triotrons».

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mikrowellen-Verstärkerröhre der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass die Angleichung der Winkelgeschwindigkeiten der HF-Phase beider Resonatoren keine durch die Geometrie der Röhre bedingte Schwierigkeiten mehr bereitet und ihre maximale Arbeitsfrequenz wesentlich erhöht wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch

gelöst, dass die Ringresonatoren in Richtung der Ringachse übereinander angeordnet sind und dass der Elektronenstrahl den ersten Ringresonator und den zweiten Ringresonator parallel zu der Ringachse durchtritt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Angleichung der Winkelgeschwindigkeiten der HF-Phasen beider Resonatoren keine geometrisch bedingten Schwierigkeiten mehr bereitet und dass, da die Kathode nicht mehr konzentrisch im Steuerresonator liegt, die obere Frequenzgrenze der Röhre wesentlich angehoben wird. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass mit konventionellen Methoden ein achsenparalleles Magnetfeld zur Fokussierung des Elektronenstrahls angebracht werden kann, so dass Elektronenstrahlen hoher Raumladung (d.h. niedriger Spannung) anwendbar werden.

Mit einer Röhre nach der Erfindung lässt sich bei der Verstärkung von HF-Signalen ein Wirkungsgrad erreichen (> 80%), der deutlich über dem mit Klystrons erreichbaren Wert liegt.

Ein Ausführungsbeispiel wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt, teilweise im Schnitt, eine Mikrowellen-Verstärkerröhre gemäss der Erfindung.

Die Röhre besteht aus zwei, in Abstand voneinander übereinanderliegenden Ringresonatoren 1 und 2. Die Ringresonatoren sind durch Isolierringe 9 miteinander verbunden, so dass zwischen den Ringresonatoren eine Beschleunigungsstrecke 7 gebildet ist. Der erste Ringresonator 1 ist mit einer ringförmigen Kathode 3 bzw. 3a versehen, die in einer, mit einem Austrittsspalt versehenen Umhüllung 31 bzw. 32 angeordnet ist.

Diese Kathodenanordnung 3, 31 bzw. 3a, 32 kann entweder – wie dies die linke Hälfte der Figur zeigt – ausserhalb des ersten Ringresonators 1 angeordnet sein, der dann mit einem Eintrittsspalt 11 versehen ist, oder – wie dies die rechte Hälfte der Figur zeigt – innerhalb des ersten Ringresonators 1.

Die aktive Kathodenfläche der Kathodenanordnung kann entweder einen geschlossenen Ring bilden oder aus Segmenten zusammengesetzt sein.

Aus der Kathodenanordnung tritt bei hinreichend grosser HF-Amplitude im ersten Ringresonator der Elektronenstrahl 4 parallel zu der gemeinsamen Achse der Ringresonatoren 1 und 2 aus. Die Elektronen treten dabei bei hinreichend grosser HF-Amplitude im ersten Ringresonator oder Eingangsresonator 1 – dem, wie hier nicht weiter dargestellt, das Steuersignal zugeführt wird – aus diesem aus. Durch eine positive Vorspannung zwischen der Kathodenanordnung 3 und dem Eingangsresonator 1 und weiter durch ein Steuergitter 10, das z.B. im Austrittsspalt 12 des ersten Ringresonators angeordnet sein kann, kann erreicht werden, dass nur am jeweiligen Ort des maximalen elektrischen HF-Feldes Elektro-

nen austreten können.

Der Elektronenstrahl 9 verlässt dann den ersten Ringresonator 1, den Eingangsresonator, dem – wie hier nicht weiter dargestellt – das Steuersignal zugeführt wird, moduliert durch den Austrittsspalt 12.

In dem elektrostatischen Feld der Beschleunigungsstrecke 7 zwischen dem ersten und dem zweiten Ringresonator 1 bzw. 2 wird der Elektronenstrahl 4 beschleunigt und tritt dann durch den Eintrittsspalt 21 in den zweiten Ringresonator 2, den Ausgangsresonator ein.

Aus diesem Resonator wird – wie ebenfalls nicht näher dargestellt – die Ausgangsenergie ausgekoppelt. Der Elektronenstrahl 4 verlässt durch den Austrittsspalt 22 diesen zweiten Ringresonator 2 und wird von einem ebenfalls ringförmigen Kollektor 8 aufgenommen. Falls die Restenergie des Elektronenstrahls 4 nur so gross ist, dass sie von dem zweiten Ringresonator 2 thermisch abgeführt werden kann, kann auf den Austrittsspalt 22 und den Kollektor 8 verzichtet werden. Der Elektronenstrahl 4 trifft dann auf den Boden des zweiten Ringresonators 2 auf.

Mit konventionellen Methoden, z.B. dadurch, dass die Röhre in einen – hier nicht dargestellten – Ringmagneten eingesetzt wird, kann ein zu der Ringachse paralleles Magnetfeld 6 erzeugt werden, das den Elektronenstrahl 4 fokussiert. Dadurch ist es möglich, einen Elektronenstrahl hoher Raumladung, d.h. niedriger Beschleunigungsspannung, bei hohem Strahlstrom zu verwenden.

Mit einer Röhre der hier beschriebenen Art lässt sich eine Dauerstrich-Ausgangsleistung von einigen MW bei einer Frequenz von 500 MHz erzielen.

### Patentansprüche

1. Mikrowellen-Verstärkerröhre mit zwei Ringresonatoren, von denen der erste (1) als Ansteuerresonator dient und mit Hilfe eines mit diesem Resonator verbundenen Kathodensystems (3) einen mit der Frequenz eines Steuersignals um die Ringachse umlaufenden Elektronenstrahl (4) erzeugt, bei der der Elektronenstrahl durch eine Gleichspannung beschleunigt wird und in den zweiten, auf die gleiche Frequenz abgestimmten Ringresonator (2) eintritt, in den er ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld influenziert und an den er einen Teil seiner Energie abgibt, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringresonatoren (1, 2) in Richtung der Ringachse (5) übereinander angeordnet sind und dass der Elektronenstrahl (4) den ersten Ringresonator (1) und den zweiten Ringresonator (2) parallel zu der Ringachse durchtritt.

2. Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einem parallel zur Richtung des Elektronenstrahls verlaufenden Magnetfeld (6) angeordnet ist.

3. Verstärkerröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einen Ringmagneten eingesetzt ist.

4. Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter dem zweiten Ringresonator ein Kollektor (8) für den Elektronenstrahl (4) angeordnet ist.

5. Verstärkerröhre nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollektor (8) von dem Ausgangsresonator (2) elektrisch isoliert ist und an einer Spannung liegt, die niedriger ist als die Spannung am Ausgangsresonator.

6. Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des ersten Ringresonators (1) ein Steuergitter (10) für den Elektronenstrahl (4) angeordnet ist.

7. Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kathodensystem (3) über dem Eintrittsspalt (11) des ersten Ringresonators (1) angeordnet ist.

8. Verstärkerröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kathodensystem (3a) innerhalb des ersten Ringresonators (1) angeordnet ist.

9. Verstärkerröhre nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Teil des Kathodensystems (3) einen geschlossenen Ring bildet.

10. Verstärkerröhre nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Teil des Kathodensystems (3) durch Segmente gebildet wird.

### Claims

1. A microwave amplifier tube having two ring resonators of which the first (1) serves as a driver resonator and with the aid of a cathode system (3) connected to said resonator, generates an electron beam (4) circulating about the ring axis at the frequency of a control signal, the electron beam being accelerated by a direct voltage and entering the second ring resonator (2) tuned to the same frequency, in which it influences a high-frequency electromagnetic field and to which it delivers a part of its energy, characterized in that the ring resonators (1, 2) are provided one above the other in the direction of the ring axis (5) and that the electron beam (4) passes through the first ring resonator (1) and the second ring resonator (2) in a direction parallel to the ring axis.

2. An amplifier tube as claimed in Claim 1, characterized in that it is provided in a magnetic field (6) extending parallel to the direction of the electron beam.

3. An amplifier tube as claimed in Claim 2, characterized in that it is accommodated in a ring magnet.

4. An amplifier tube as claimed in Claim 1, characterized in that a collector (8) for the electron beam (4) is provided below the second ring resonator.

5. An amplifier tube as claimed in Claim 4, characterized in that the collector (8) is insulated electrically from the output resonator (2) and is at a voltage which is lower than the voltage at the output resonator.

6. An amplifier tube as claimed in Claim 1,

characterized in that a control grid (10) for the electron beam (4) is provided in the proximity of the first ring resonator (1).

7. An amplifier tube as claimed in Claim 1, characterized in that the cathode system (3) is provided above the entrance gap (11) of the first ring resonator (1).

8. An amplifier tube as claimed in Claim 1, characterized in that the cathode system (3a) is provided inside the first ring resonator (1).

9. An amplifier tube as claimed in Claim 7 or 8, characterized in that the active part of the cathode system (3) forms a closed ring.

10. An amplifier tube as claimed in Claim 7 or 8, characterized in that the active part of the cathode system (3) is formed from segments.

### Revendications

1. Tube amplificateur à micro-ondes présentant deux résonateurs annulaires, dont le premier (1) sert de résonateur-exciteur et fournit, à l'aide d'un système cathodique (3) connecté audit résonateur, un faisceau électronique (4) circulant autour de l'axe de l'anneau à la fréquence d'un signal de commande, dans lequel le faisceau électronique est accéléré par une tension continue et entre dans le deuxième résonateur annulaire accordé à la même fréquence, dans lequel il introduit un champ électromagnétique à haute fréquence et auquel il délivre une partie de son énergie, caractérisé en ce que les résonateurs annulaires (1, 2) sont prévus de façon superposée dans la direction de l'axe (5) de l'anneau et que le faisceau (4) électronique traverse le premier ré-

sonateur annulaire (1) et le deuxième résonateur annulaire (2) parallèlement à l'axe de l'anneau.

2. Tube amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est appliqué dans un champ magnétique (6) s'étendant parallèlement à la direction du faisceau d'électrons.

3. Tube amplificateur selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est appliqué dans un aimant annulaire.

4. Tube amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au-dessous du deuxième résonateur annulaire est prévu un collecteur (8) pour le faisceau d'électrons (4).

5. Tube amplificateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que le collecteur (8) est isolé électriquement du résonateur de sortie (2) et est soumis à une tension, qui est inférieure à la tension appliquée au résonateur de sortie.

6. Tube amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans la zone du premier résonateur annulaire (1) est prévue une grille de commande (10) pour un faisceau d'électrons (4).

7. Tube amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système cathodique (3) est appliqué au-dessus de la fente d'entrée (11) du premier résonateur annulaire (1).

8. Tube amplificateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système cathodique (3a) est disposé dans le premier résonateur annulaire 1.

9. Tube amplificateur selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la partie active du système cathodique (3) constitue un anneau fermé.

10. Tube amplificateur selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la partie active du système cathodique (3) est formée par des segments.

40

45

50

55

60

65

4

