

⑤

Int. Cl. 2:

H 01 J 25-00

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 05 H 9-00



DT 23 43 449 A1

①

Offenlegungsschrift 23 43 449

②

Aktenzeichen: P 23 43 449.3-35

③

Anmeldetag: 29. 8. 73

④

Offenlegungstag: 3. 4. 75

⑩

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

—

⑥

Bezeichnung: Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung

⑦

Anmelder: Institut yadernoi fiziki Sibirskowo otdelenia Akademii Nauk SSR, Nowosibirsk (Sowjetunion)

⑧

Vertreter: Nix, F.A., Dipl.-Ing. Dr.jür., Pat.-Anw., 6000 Frankfurt

⑨

Erfinder: Budker, Gersch Itskowitsch; Morosow, Sergei Nikolaewitsch; Neshewenko, Oleg Alexandrowitsch; Ostreiko, Gennady Nikolaewitsch; Karliner, Marlen Moiseewitsch; Makarow, Iwan Grigoriewitsch; Schechtman, Isai Abramowitsch; Nowosibirsk (Sowjetunion)

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

⑤

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US 24 08 437

US 24 18 735

US 32 19 873

US 33 43 020

DT 23 43 449 A1

Dipl.-Ing. Dr. jur.
Frank Arnold Nix
Patentanwalt
6 Frankfurt am Main 70
Gartenstraße 123

2343449

3

ELEKTROVAKUUM - HÖCHSTFREQUENZEINRICHTUNG

Die Erfindung betrifft Elektrovakuumeinrichtungen und genauer - Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtungen, welche als leistungsfähige Verstärker und Vervielfacher von Hoch- und Höchstfrequenzen in verschiedenen radiotechnischen Systemen, z.B. in Teilchenbeschleunigern verwendet werden.

Bekannt ist eine Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung (s. Patentschrift der USA Nr.321.987.3 Kl.315-5.25 von 1965), enthaltend ein Mittel zum Formen eines axialsymmetrischen Teilchenstrahls und, koaxial hinter ihm im Strahlengang angeordnet, ein Ablenkensystem zur Kreisablenkung dieses Strahls unter der Wirkung eines Eingangssignals sowie einen durch den Strahl induzierten Ringre-

509814/0938

sonator einer Wanderwelle, in dessen Stirnwänden Ringschlitz-ze zur Aufnahme des abgelenkten Teilchenstrahls und zur Extraktion des Strahls in den Kollektor vorgesehen sind. Der Ringresonator enthält außerdem ein Mittel zur Entnahme der Höchstfrequenzleistung, ausgeführt als ungerichtete Abzweigung. Um den Transport des Teilchenstrahls vom Ablenkensystem zum Resonator zu gewährleisten, ist die bekannte Einrichtung mit einem Mittel zum Beschleunigen der Teilchen hinter dem Ablenkensystem ausgerüstet, welches zwischen dem Ablenkensystem und dem Ringresonator angeordnet ist.

Doch kann man in dieser bekannten Einrichtung keine hohen Leistungen deshalb erhalten, weil ihre Konstruktion die Anwendung relativistischer Teilchenstrahlen ausschließt. Teilt man nämlich dem Strahl relativistische Energiewerte mit, nach dessen Ablenkung im Mittel zur Beschleunigung der Teilchen, so werden Schwingungen erregt, welche zu einer kohärenten Instabilität des angeregten Strahls führen, analog der Erscheinungsart, die in linearen Teilchenbeschleunigern stattfindet.

Eine Leistungssteigerung verlangt außerdem gewöhnlich eine Erhöhung des Wirkungsgrads, da hierbei Probleme einer Wärmeabfuhr von den einzelnen Elementen der Konstruktion entstehen.

In der genannten Einrichtung ist es unmöglich, einen Wirkungsgrad nahe an 100% zu erhalten, da hier die magne-

tische Komponente des vom Strahl induzierten Hochfrequenzfeldes im Resonator der Wanderwelle dermaßen ansteigt, daß sie eine Krümmung der Teilchenbahnen im Resonator hervorruft und einen Austritt der Teilchen in den Kollektor mit geringen Energien behindert.

Eine Beschränkung des Wirkungsgrades in der bekannten Einrichtung hängt auch damit zusammen, daß am Eingang in den Ringresonator, die Teilchen, außer einer longitudinalen Komponente, die parallel zu den Kraftlinien des elektrischen Feldes verläuft, noch eine vertikale Komponente haben, welche infolge der Ablenkung im System der Kreisablenkung erhalten wurde. Darum werden die Elektronen nicht vollständig abgebremst, wodurch der Elektronen-Wirkungsgrad durch den folgenden Wert beschränkt wird:

$$\eta = 1 - \frac{E_0}{T_k} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_{\perp}}{c} \right)^2}} - 1 \right),$$

- wo:
- η - Elektronen-Grenzwirkungsgrad,
 - E_0 - Ruheenergie des Elektrons,
 - V_{\perp} - Geschwindigkeitskomponente des Elektrons, senkrecht zur Richtung der Kraftlinie des elektrischen Feldes im Resonator
 - c - Lichtgeschwindigkeit,
 - T_k - kinetische Energie des Elektrons am Eingang in den Resonator der Wandervelle;

Zu einer Herabsetzung des Wirkungsgrades führt auch eine starke elektromagnetische Strahlung durch die Ringschlitz für den Strahlendurchgang, während die Leistungsentnahme aus dem Resonator durch eine gerichtete Abzweigung Einschränkungen der Ausgangsleistung infolge einer erschwerten Ausführung zum Verbraucher verursacht.

Zweck der Erfindung war die Schaffung einer Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung, die keinender genannten Mängel aufweist.

Als Grundlage der Erfindung galt die Aufgabe, eine Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung mit einem nichtgruppierten relativistischen Teilchenstrahl zu schaffen, welche die Möglichkeit bietet, große Höchst- und Hochfrequenzleistungen zu erhalten, und welche durch einen hohen (nahe an 100%) elektronischen Wirkungsgrad gekennzeichnet wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in der Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung, welche ein Mittel zur Formung eines Teilchenstrahls enthält, sowie axial hinter diesem Mittel hintereinander im Strahlengang angeordnet, ein Ablensystem zur Kreisablenkung dieses Strahls mit der Frequenz des Eingangssignals und ein Ringresonator der Wanderwelle mit Ringschlitz in seinen Stirnwänden zur Aufnahme des abgelenkten Teilchenstrahls und zur Extraktion des Teilchenstrahls in einen Kollektor sowie ein Mittel zur

Entnahme der elektromagnetischen Höchstfrequenzleistung vorhanden sind, erfindungsgemäß zwischen dem Mittel zur Formung des Strahls und dem Ablenksystem ein Beschleunigungsrohr zur Mitteilung dem Teilchenstrahl relativistischer Energien angeordnet ist.

Zweckmäßigerweise wird der Ringresonator mit einem Mittel zum Erzeugen eines magnetischen Gleichfeldes ausgerüstet, welches geeignet ist, das hochfrequente Magnetfeld der Wanderwelle am Durchgang des Strahls durch den Resonator zu kompensieren.

Es ist wünschenswert, zwischen dem Ablenksystem und dem Ringresonator, axial zu beiden, ein zusätzliches Ablenksystem anzuordnen, welches den Teilchenstrahl senkrecht zu den Stirnwänden des Resonators richtet.

Das zusätzliche Ablenksystem kann als Magnetlinse ausgeführt werden.

Das zusätzliche Ablenksystem kann man auch elektrostatisch als Kugelkondensator ausführen.

Statt der Anordnung eines zusätzlichen Ablenksystems kann man den Ringsresonator derart ausführen, daß seine Stirnwände senkrecht zur Bewegungsrichtung der elektrisch geladenen Teilchen im abgelenkten Strahl orientiert sind, und die Seitenwände ein Profil haben, welches eine parallele Richtung der Kraftlinien des elektrischen Feldes der im

Resonator laufenden Wanderwelle zu der Bewegungsrichtung der geladenen Teilchen ein Teilchenstrahl an der Durchgangsstelle des Teilchenstrahls durch den Resonator gewährleistet.

Um die elektromagnetische Strahlung durch die Ringschlitz des Resonators herabzusetzen, ^{werden} diese Schlitz zweckmäßig so angeordnet, daß ihre Mittellinien mit derjenigen Linie zusammenfallen, auf welcher keine hochfrequenten elektrischen Querströme, die an der Innenfläche des Resonators fließen, vorhanden sind.

Für diesen Zweck ist es erwünscht, an den Rändern der Schlitz Zylinder aus einem stromleitenden Material anzuordnen, welche mit der Oberfläche des Resonators elektrisch verbunden sind.

Es ist zweckmäßig, das Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchsfrequenzleistung als zwei gleiche ungerichtete Leistungsausführungen zu gestalten, angeordnet auf der Oberfläche des Resonators, mit einer Azimutverschiebung, gleich einem Viertel der Winkellänge der im Ringresonator laufenden Welle.

Man kann außerdem das Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchsfrequenzleistung in Form von mehr als zwei gleichen ungerichteten Leistungsausführungen gestalten, angeordnet auf der Oberfläche des Resonators mit einer Azimutverschiebung gegeneinander, welche eine gleichmäßige

-7-

Verteilung dieser Ausführungen nach der Winkellänge der im Ringresonator laufenden Welle gewährleistet.

Die erfindungsgemäß ausgeführte Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung bietet die Möglichkeit, große Höchst- und Hochfrequenzleistungen zu erhalten und weist einen hohen (an 100%) Elektronenwirkungsgrad auf.

Im folgenden wird die Erfindung durch die Beschreibung von Beispielen ihrer Verwirklichung anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert, welche darstellen:

Fig.1 - das Prinzipschaltbild der Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung;

Fig.2 - das Prinzipschaltbild der gleichen Einrichtung mit einem zusätzlichen Ablenksystem;

Fig.3 - Prinzipschaltbild der gleichen Einrichtung mit einem Ringresonator, dessen Stirnwände senkrecht zur Bewegungsrichtung der elektrisch geladenen Teilchen angeordnet sind;

Fig.4a - Ringresonator mit koaxialen Zylindern an den Rändern der Schlitze;

Fig.4b - Diagramm einer beispielsweise Stromverteilung in den Stirnwänden des Resonators;

Fig.5a - Anordnung zweier gerichteter Energieausführungen im Falle, wenn die Einrichtung als Verstärker der Höchstfrequenzschwingungen dient;

Fig.5b, c, d, e - verschiedene Anordnungsvarianten

- 8 -

der Energieausführungen, wenn die Einrichtung als Vervielfältiger (Vervierfacher) der Höchsthfrequenzschwingungen dient;

Fig.5f - Resonator der Wanderwelle mit vier Energieausführungen (Verstärkungsbetrieb).

Die auf Fig.1 dargestellte Elektrovakuum-Höchsthfrequenzeinrichtung enthält ein Mittel zur Formierung eines Teilchenstrahls, als welches eine Schleuder 1 verwendet wurde, die einen axialsymmetrischen Teilchenstrahl formt, ein sektioniertes Beschleunigungsrohr 2 zum Mitteilen den Teilchen relativistischer Energien, welches am Ausgang der Schleuder 1 angeordnet und von einem Hochspannungsgleichrichter 3 gespeist wird.

In der erfindungsgemäßen Einrichtung können beliebige elektrisch geladene Teilchen verwendet werden, doch am leichtesten wird sie unter Einsatz von Elektronen verwirklicht. In der Beschreibung wird eine Ausführungsvariante der Einrichtung betrachtet, die für den Betrieb mit Elektronen bestimmt ist.

Die Schleuder 1, das Beschleunigungsrohr 2 und der Gleichrichter 3 bilden die Quelle 4 der relativistischen Elektronen. Außerdem enthält die Höchsthfrequenzeinrichtung ein Ablensystem 5 zur Kreisablenkung des Teilchenstrahls, axial angeordnet zum Beschleunigungsrohr 2 und hinter der letzteren in der Bewegungsrichtung der Elektro-

509814/0938

-9-

nen. Das Ablenksystem 5 besteht aus zwei Kondensatoren 6, räumlich gegeneinander um 90° verschoben, welche mit der Quelle 7 des Eingangssignals durch koaxiale Leitungen 8 verbunden sind.

Hinter dem Ablenksystem 5 und koaxial mit ihm ist ein Ringresonator 9 der Wanderwelle angeordnet, welcher zur Umformung der kinetischen Energie der Teilchen in Energie des elektromagnetischen Feldes bestimmt ist. Der Resonator 9 hat Stirnwände 10 und Seitenwände 11, wobei seine Stirnwände 10 mit axialsymmetrischen Schlitzen 12 zum Durchgang des Strahls in den Resonator 9 und zur Ausführung des Strahls aus dem Resonator 9 in den Kollektor 13 versehen sind. Der Resonator 9 der Wanderwelle hat einen ringförmigen Gleichstromelektromagnet 14 zur Kompensation des hochfrequenten Magnetfeldes der Welle an der Durchgangsstelle des Teilchenstrahls durch den Resonator 9 und einer gerichtete Abzweigung 15 zur Entnahme der Hochfrequenzleistung (Mittel zur Entnahme der Höchsthochfrequenzleistung).

Die auf Fig.2 dargestellte Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung enthält im Gegensatz zur Einrichtung auf Fig.1 ein zusätzliches Ablenksystem 16, welches zwischen dem Ablenksystem 5 und dem Resonator 9 der Wanderwelle, koaxial zu den beiden angeordnet ist. Das zusätzliche Ablenksystem ist in Form eines Kugelkondensators ausge-

-10-

rührt, der aus einer Innenelektrode 17 und einer Außenelektrode 18 besteht.

Das zusätzliche Ablenkssystem 16 kann nicht nur elektrostatisch, sondern auch magnetisch ausgeführt werden z.B. als dünne Magnetlinse, die den abgelenkten Strahl (in der Zeichnung nicht angegeben) umfaßt.

Die auf Fig.3 dargestellte Variante der Einrichtung unterscheidet sich von der Einrichtung auf Fig.1 dadurch, daß die Stirnwände 10 des Ringresonators 9' senkrecht zur Bewegungsrichtung der Teilchen im abgelenkten Strahl orientiert sind, während die Seitenwände 11 ein derartiges Profil haben, daß die Kraftlinien des elektrischen Feldes der im Resonator 9' laufenden Welle senkrecht zu den Stirnwänden 10 an der Durchgangsstelle des Teilchenstrahls durch den Resonator 9' verlaufen.

Auf Fig.4a ist der Ringresonator 9 der Wanderwelle im Querschnitt gezeigt, in welchem die Ringschlitz~~e~~ 12 zur Verminderung der elektromagnetischen Strahlung so angeordnet sind, daß ihre Mittellinien mit derjenigen Linie zusammenfallen, auf welcher keine hochfrequenten elektrischen Querströme vorhanden sind, die an der Innenfläche des Resonators 9' ^{fließen} (bzw. mit den Knoten - linien des hochfrequenten elektrischen Stroms, der quer zu den Schlitz~~e~~n 12 fließt, zusammenfallen). An den Rändern der Schlitz~~e~~ 12 sind koaxiale Zylinder 19 aus einem stromleitenden

- 11 -

den Material angeordnet, die mit der Resonatoroberfläche 9 elektrisch verbunden sind und als Übergrenzwellenleiter dienen.

Auf Fig.4b ist ein Verteilungsdiagramm des in den Stirnwänden 10 des Resonators 9 fließenden elektrischen Querstroms j dargestellt.

Auf Fig.5a ist die Anordnung von zwei gleichen ungerichteten Leistungsausführungen (A und B) schematisch dargestellt, welche auf der Oberfläche des Resonators 9 mit einer Azimutverschiebung gleich einem Viertel der Wellenlängellänge $\lambda/4$) aufgestellt sind. In diesem Fall arbeitet die Einrichtung als ein Verstärker.

Auf Fig.5b, c, d, e, sind verschiedene Anordnungsvarianten gleicher ungerichteter Leistungsausführungen (A, B, C, D, E) für den Fall angeführt, wenn die Einrichtung als Frequenzvervielfältiger (Vervierfacher) arbeitet.

Auf Fig.5b sind die beiden Ausführungen A und B mit einer Azimutverschiebung gegeneinander, gleich $\lambda/4$, - auf Fig.5c drei Ausführungen A, B und C mit einer Verschiebung $\lambda/3$, auf Fig.5d - vier Ausführungen A, B, C und D - zu je zwei in entgegengesetzten ^{Quadranten} v des Resonators 9 mit einer Verschiebung $\lambda/4$ in jedem Paar und auf Fig.5e - fünf Ausführungen A, B, C, D und E - zwei Ausführungen A und B in einem Viertel des Resonators 9 mit einer Verschiebung $\lambda/4$ und drei Ausführungen C, D und E im be-

nachbarten Viertel des Resonators 9 mit einer Verschiebung, gleich $\lambda_g / 13$ angeordnet.

Auf Fig.5f ist in der Draufsicht der Resonator 9 der Wanderwelle (falls die Einrichtung als Verstärker verwendet wird) mit vier gleichen ungerichteten Leistungsausführungen, die gleichmäßig am Umfang des Resonators 9 verteilt sind, dargestellt. Jede Ausführung 20 besteht aus einer Verbindungsöffnung 21 und einem Wellenleiter 22, der mit der Belastung 23 (dem Leistungsverbraucher) verbunden ist.

Die erfindungsgemäße Einrichtung arbeitet folgenderweise.

Die den Teilchenstrahl formende Schleuder 1 (Fig.1) liegt unter einem Potential von 1...3 Megavolt gegenüber der letzten Elektrode des sektionierten Verstärkerrohrs 2, dem Spannung vom Gleichrichter 3 zugeführt wird. Der auf diese Weise formierte und bis auf relativistische Energiewerte beschleunigte Teilchenstrahl gelangt in das Ablensystem 5, welches von der Energiequelle 7 des Eingangssignals angeregt wird. Das Eingangssignal wird halbiert und gelangt in das Ablensystem 5 durch zwei Koaxialleitungen 8, deren Länge so gewählt wird, daß die zu den Kondensatoren 6 kommenden Signale eine Phasenverschiebung von 90° haben. Ein solches System erzeugt ein hochfrequentes elektrisches Ablenkungsfeld mit einer Zirku-

larpolarisation und bewirkt eine Kreisablenkung des Teilchenstrahls.

Der beschleunigte und abgelenkte Strahl gelangt in den Ringresonator 9 der Wanderwelle durch den axialsymmetrischen Schlitz 12 und erzeugt einen Gleichstrom, der den Resonator 9 passiert. Der seinen Eingangspunkt in den Resonator 9 dauernd wechselnde Strom erregt in ihm eine im Kreis laufende Welle. Die Abmessungen des Resonators 9 werden so gewählt, daß die Eigenfrequenz der Schwingungen in ihm annähernd gleich bzw. das Vielfache der Kreislauf-frequenz des Teilchenstrahls beträgt, während das elektrische Feld der Wanderwelle senkrecht zu den Stirnwänden 10 des Resonators 9 gerichtet ist. Dabei steigt die Spannung am Resonator 9 entsprechend an, und wird bei genügend hoher Eigengüte und richtig gewählter Verbindung mit der Belastung annähernd gleich dem Spannungswert, der die Beschleunigung des Strahls bewirkt hat. Um schädliche Effekte von den Sekundärelektronen zu vermeiden, werden die Teilchen, welche ihre Energie an das elektromagnetische Feld übergaben, aus dem Resonator durch einen zweiten Ringschlitz 12 in den Kollektor 13 ausgelenkt. Die Nutzleistung wird in eine angepaßte Belastung durch eine gerichtete Abzweigung abgeleitet.

Im Resonator 9 der Wanderwelle ist außer dem elektrischen Hochfrequenzfeld noch ein Magnetfeld vorhanden, welches die Teilchen entgegengesetzt zur Wellenausbreitung

-14-

dreht. Das Magnetfeld ist genügend stark und kann die Teilchen, welche über 20...40% der anfänglichen kinetischen Energie verfügen, um 90° drehen, wodurch der Wirkungsgrad der Einrichtung bis auf 60-80% beschränkt wird. Um das hochfrequente Magnetfeld zu kompensieren, ist der Resonator 9 mit einem Gleichstromelektromagnet 14 ausgerüstet, welcher ein Magnetgleichfeld erzeugt, das das Hochfrequenzfeld am Durchgang des Strahls durch den Resonator 9 kompensiert.

Zur weiteren Erhöhung des Wirkungsgrads, welche infolge der Notwendigkeit einer Wärmeabfuhr von den einzelnen Elementen der Konstruktion erforderlich wird, hervorgerufen durch die hohe Leistung der Einrichtung, muß man dafür sorgen, daß die Teilchenbahnen parallel zu den Kraftlinien des elektrischen Feldes der Wanderwelle im Resonator 9 verlaufen. Auf Fig.2 ist eine Ausführungsvariante der Einrichtung dargestellt, in welcher diese Aufgabe gelöst wird.

Der relativistische Elektronenstrahl gelangt aus der Quelle 4 in das Ablenksystem 5, wo er von der Längsachse der Einrichtung um den vorgegebenen Winkel abgelenkt wird. Die zur Achse vertikale Geschwindigkeitskomponente ist dem Tangens des Ablenkwinkels proportional. Beim weiteren Durchgang zwischen den Elektroden 17 und 18 des Kugelkondensators wird der Teilchenstrahl durch das elektrische Feld

509814/0938

dieses Kondensators um den gleichen Winkel in entgegengesetzter Richtung abgelenkt und tritt in den Resonator 9 der Wanderwelle parallel zu den elektrischen Kraftlinien des Hochfrequenzfeldes der Wanderwelle ein. Bei entsprechender Wahl der Betriebsverhältnisse des Resonators 9 kann man die Elektronen praktisch bis auf den Nullwert abbremsen. Der Elektronenwirkungsgrad wird dabei bereits nur noch durch die Effekte zweiter Ordnung z.B. durch die Energiestreuung, die Raumladung u.dgl. beschränkt.

Den gleichen Effekt erreicht man bei der Verwendung einer Magnetlinse als zusätzliches Ablenkensystem 16.

Auf eine andere Weise läßt sich der Wirkungsgrad erhöhen, wenn man die auf Fig.3 dargestellte Konstruktion der Einrichtung benutzt, wo der Resonator 9' Stirnwände 10 hat, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des abgelenkten Teilchenstrahls angeordnet sind. Die Seitenwände 11 dieses Resonators haben dabei ein Profil (einen Neigungswinkel), welches eine senkrechte Richtung der Kraftlinien des elektrischen Feldes des Resonators 9' in der Durchgangszone des Strahls zu den Stirnwänden 10 gewährleistet. Das erforderliche Profil läßt sich leicht mit Hilfe einer elektronischen Rechenmaschine oder durch Modellierung bestimmen.

In diesem Falle tritt der abgelenkte Elektronenstrahl in den Resonator 9' ebenfalls parallel zu den elektrischen

Kraftlinien des Hochfrequenzfeldes der Wanderwelle ein. In diesem Falle wird der Wirkungsgrad der Einrichtung ebenfalls durch die Effekte der zweiten Ordnung bestimmt.

Verwendet man in der Einrichtung einen Resonator 9 (Fig. 4a, 4b), dessen Ringschlitz 12 so angeordnet sind, daß ihre Mittellinien mit derjenigen Linie zusammenfallen, auf welcher keine elektrischen Querströme fließen, und an den Rändern der Schlitz 12 stromleitende Koaxialzylinder 19 angeordnet sind, so wird eine Verringerung der elektromagnetischen Strahlung aus dem Resonator 9 und folglich auch eine Verringerung der Leistungsverluste und eine geringere Verzerrung der Bewegungsbahnen der Teilchen gewährleistet.

Da die Linie, auf welcher keine Querströme vorhanden sind, durch die Mitte des Ringschlitzes verläuft, werden in den Koaxialzylindern 19 praktisch keine Schwingungen vom Typ H₁, erregt, welche sich längs der durch die Zylinder 19 gebildeten Koaxiallinie frei ausbreiten können. Die Schwingungen vom Typ E₁, klingen nämlich recht schnell ab. Damit sich die Güte des Resonators 9 infolge der Strahlung nicht über 5% verringert, darf berechnungsgemäß (berechnet für Schlitz, deren Breite 5...10% der Wellenlänge beträgt) die Verschiebung der Mittellinie des Ringschlitzes 12 gegenüber der Linie, auf welcher keine elektrischen Querströme vorhanden sind, höchstens 7...10% von

-17-

der Breite des Schlitzes 12 betragen und die Höhe der Koaxialzylinder 19 muß mit der Breite des Schlitzes 12 vergleichbar sein.

Die Entnahme der Hochfrequenzleistung aus dem Resonator 9 der Wanderwelle erfolgt durch einige gleiche ungerichtete Ausführungen, welche auf dem Azimut des Resonators 9 derart angeordnet werden, daß die im Resonator 9 der Wanderwelle an den Ausführungen entstehenden Reflexionswellen kompensiert werden.

Das wird folgenderweise erreicht:

Arbeitet die Einrichtung als Schwingungsverstärker, so wird nach dem Azimut des Resonators eine Welle eingeführt, während die Leistungsentnahme dabei durch zwei und mehr Ausführungen erfolgt, u.zw. - auf dem Azimut des Resonators 9 um 90° verschoben, wenn es zwei Ausführungen sind, und gleichmäßig auf dem Azimut des Resonators angeordnet, wenn es mehr als zwei Ausführungen sind. Auf Fig.5a die Anordnung zweier Leistungsausführungen (A und B) aus dem Resonator schematisch dargestellt.

Arbeitet die Einrichtung als Schwingungsvervielfältiger, so werden nach dem Azimut des Resonators n Wellen eingeführt, (wo n - die Vervielfältigungszahl der Frequenz bezeichnet).

In diesem Falle ist die minimale Zahl der Energieausführungen ebenfalls gleich zwei, und sie werden auf einer

-18-

beliebigen Wellenlänge (die in den Ring hineinpassen) auf die gleiche Weise, wie im Falle der Arbeit des Geräts als Schwingungsverstärker, angeordnet.

Fig.5b, c, d, e - zeigen verschiedene Anordnungsvarianten der Ausführungen für die Arbeit der Einrichtung als Frequenzvervierfacher ($n = 4$). Dabei wird die Zahl der Ausführungen (A, B, C, D, E) durch den Wert der auszuführenden Leistung und den Bedarf des Verbrauchers bestimmt.

In der auf Fig.5f dargestellten Variante des Resonators 9 erfolgt die Leistungsentnahme durch vier gleiche Verbindungsöffnungen 21, welche Leistung dann durch die Hohlleiter 22 an die Belastung 23 übertragen wird.

Dabei wird durch jede Ausführung 20 ein Viertel der vollen aus dem Resonator 9 entnommenen Leistung in die Belastung 23 abgeleitet.

Nun ist noch zu beachten, daß die Anwendung einiger gleicher ungerichteter Ausführungen außer einer Steigerung der entnommenen Leistung und einer Arbeitserleichterung der Ausführungen noch folgende Vorzüge bietet:

- erstens, erleichtert die Anwendung einiger Energieausführungen die Leistungsverteilung bei der Speisung einiger Verbraucher, beispielsweise beim Speisen von Beschleunigungssystemen (der elektrisch geladenen Teilchen) mit mehreren Resonatoren;

- 19 -

- zweitens, hängt die Leistungsentnahme von der Ausbreitungsrichtung der Welle im Ringresonator nicht ab;

- drittens, entsteht hierbei im Resonator keine stehende Welle, falls in den einzelnen Belastungen gleiche Rückstrahlungen auftreten, während bei der Leistungsentnahme durch eine ungerichtete Abzweigung \langle verursachen \rangle die Leistungs-

rückstrahlungen von der Belastung die Entstehung einer stehenden Welle im Ringresonator ^{\langle} , was zu einer ungleichmäßigen Wärmebelastung des Kollektors führt. -

- 20 -

PATENTANSPRÜCHE

1.) Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung, enthaltend ein Mittel zum Formen eines Teilchenstrahls und, koaxial hinter ihm aufeinanderfolgend im Strahlengang angeordnet, ein Ablenksystem zur Kreisablenkung dieses Strahls mit der Frequenz des Eingangssignals sowie einen Ringresonator der Wanderwelle mit Ringschlitzen in seinen Stirnwänden zur Aufnahme des abgelenkten Teilchenstrahls und zur Extraktion des Teilchenstrahls in einen Kollektor und mit einem Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchsfrequenzleistung,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß in der Einrichtung zwischen dem Mittel zum Formen des Teilchenstrahls und dem Ablenksystem 5 ein Beschleunigungsrohr 2 angeordnet ist, welches dem Teilchenstrahl relativistische Energien mitteilt.

2. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Ringresonator 9 mit einem Mittel zur Erzeugung eines magnetischen Gleichfeldes ausgerüstet ist, welches das hochfrequente Magnetfeld der Wanderwelle am Durchgang des Strahls durch den Resonator 9 kompensiert.

3. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- 21 -

daß zwischen dem Ablenkssystem 5 und dem Ringresonator 9 koaxial zu den beiden ein zusätzliches Ablenkssystem 16 angeordnet ist, welches den Teilchenstrahl senkrecht zu den Stirnwänden 10 des Resonators 9 richtet.

4. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Ablenkssystem 16 als Magnetlinse ausgeführt ist.

5. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Ablenkssystem 16 elektrostatisch als Kugelkondensator ausgeführt ist.

6. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringresonator 9 so ausgeführt ist, daß seine Stirnwände 10 senkrecht zur Bewegungsrichtung der Teilchen im abgelenkten Strahl gerichtet sind, und die Seitenwände 11 ein Profil haben, welches eine parallele Richtung der Kraftlinien des elektrischen Feldes der Wanderwelle im Resonator 9 zu der Bewegungsrichtung der geladenen Teilchen im Teilchenstrahl am Durchgang des Teilchenstrahls durch den Resonator 9 sichert.

7. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 3 und 6, dadurch gekennzeichnet -

- 22 -

n e t , daß die Ringschlitz 12 so angeordnet sind, daß ihre Mittellinien mit der Linie zusammenfallen, auf welcher keine hochfrequenten elektrischen Querströme, die an der Innenfläche des Resonators 9 fließen, vorhanden sind.

8. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, oder 2, oder 3, oder 6, oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß an den Rändern der Schlitz(12) Zylinder (19) aus einem stromleitenden Material aufgestellt sind, die mit der Oberfläche des Resonators 9 elektrisch verbunden sind.

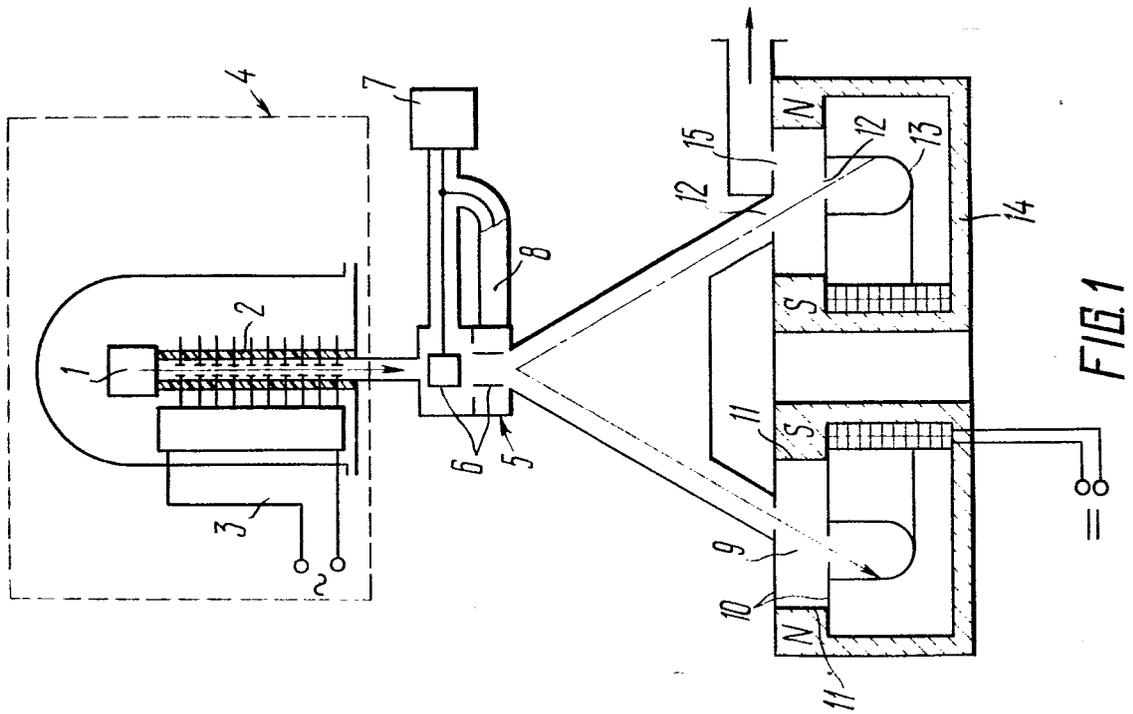
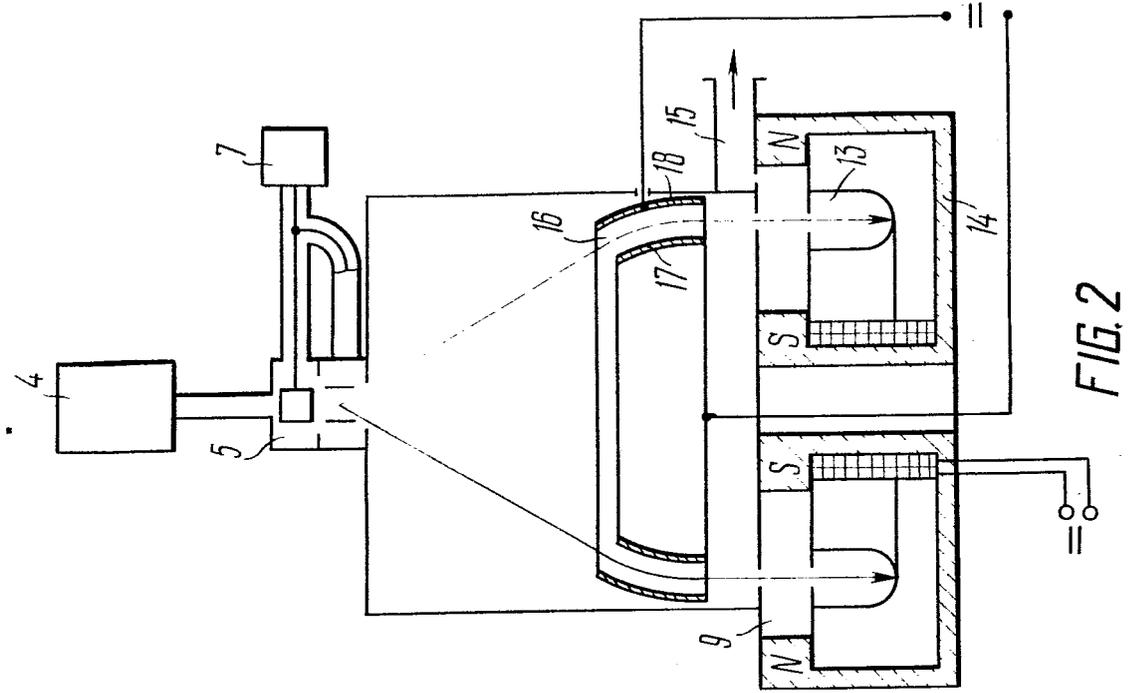
9. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchstfrequenzleistung als zwei gleiche ungerichtete Energieausführungen (A, B) ausgeführt ist, welche an der Oberfläche des Resonators 9 mit einer Azimutverschiebung, gleich einem Viertel der Winkellänge der im Ringresonator 9 laufenden Welle angeordnet sind.

10. Elektrovakuum-Höchstfrequenzeinrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchstfrequenzleistung in Form von mehr als zwei gleichen ungerichteten Energieausführungen (A, B, C, D, E) gestaltet

-23-

ist, welche an der Oberfläche des Resonators 9 mit einer Azimutverschiebung gegeneinander angeordnet sind, welche eine gleichmäßige Verteilung dieser Ausführungen nach der Winkellänge der im Ringresonator 9 laufenden Welle gewährleistet. -

24
Leerseite



H01J 25-00 AT:29.08.1973 OF:03.04.1975

2343449

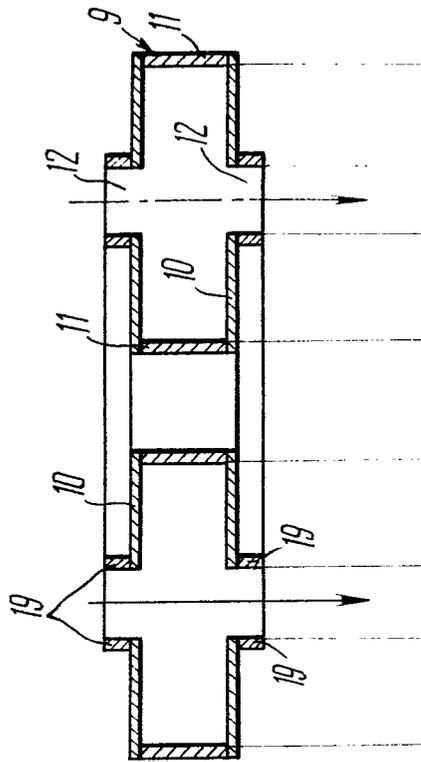


FIG. 4a

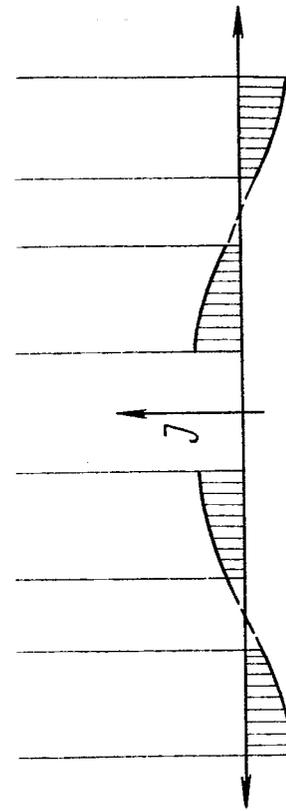


FIG. 4b

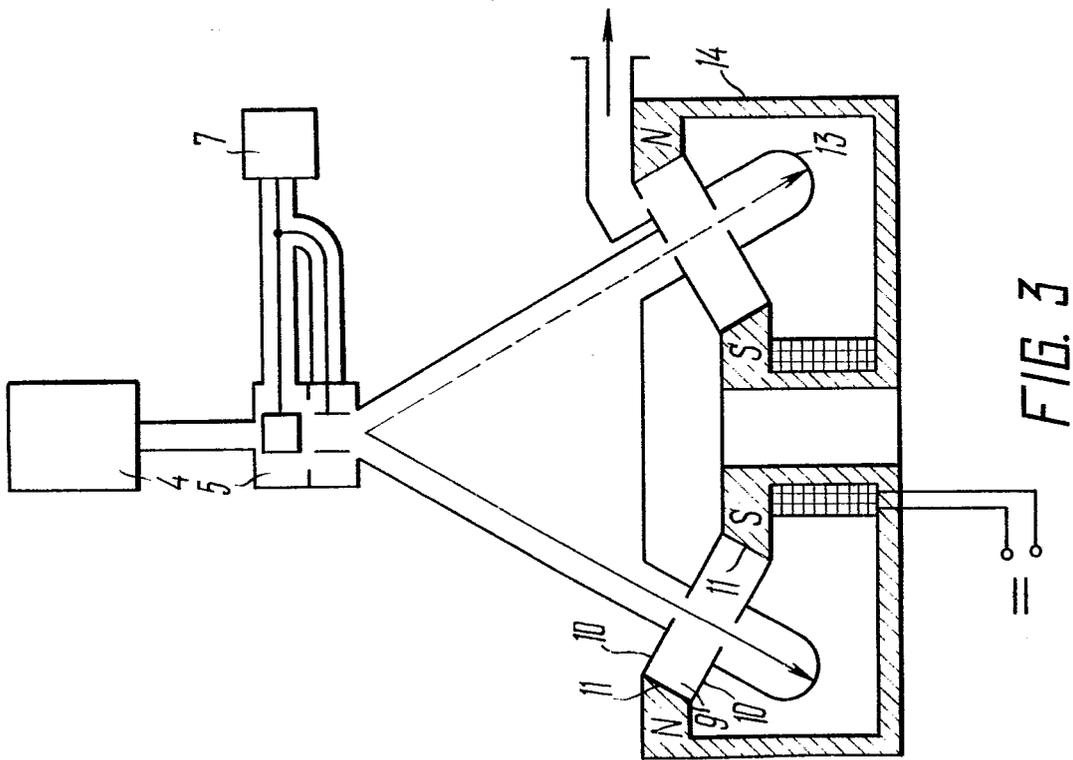


FIG. 3

2343449

