



①⑨ CH PATENTSCHRIFT A 5 ①① 562 533

G

---

- ②① Gesuchsnummer: 13217/73  
⑥① Zusatz zu:  
⑥② Teilgesuch von:  
②② Anmeldungsdatum: 14. 9. 1973, 17<sup>1</sup>/<sub>4</sub> h  
③③ ③② ③① Priorität:

Patent erteilt: 15. 4. 1975

- ④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30. 5. 1975
- 

- ⑤④ Titel:
- Mikrowellengenerator mit ringförmigem Hohlraumresonator**

- ⑦③ Inhaber: Institut yadernoi fiziki Sibirskogo otdelenia Akademii Nauk SSSR,
- 
- Novosibirsk (UdSSR)

- ⑦④ Vertreter: E. Blum & Co., Zürich

- ⑦② Erfinder: Gersh Itskovich Budker, Nikolaevich Morozov, Oleg Alexandrovich
- 
- Nezhevenko, Gennady Nikolaevich Ostreiko, Marlen Moiseevich Karliner,
- 
- Ivan Grigorievich Makarov und Isai Abramovich Shekhtman, Novosibirsk
- 
- (UdSSR)

Diese Erfindung betrifft einen Mikrowellengenerator zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen im Zentimeter- und Dezimeter-Bereich, welcher folgende Teile aufweist: Mittel zur Erzeugung eines Teilchenstrahls; ein diesen Mitteln nachgeschaltetes und im Strahlengang angeordnetes Ablenssystem zur Kreisablenkung des Strahls mit einer durch ein Eingangssignal bestimmten Kreisfrequenz; einen, in Strahlrichtung gesehen hinter dem Ablenssystem im Strahlengang befindlichen, ringförmigen Hohlraumresonator mit Ringschlitzen in seinen Stirnwänden für den Eintritt des abgelenkten Teilchenstrahls sowie für dessen Übertritt in einen Kollektor; und Mittel zur Entnahme von elektromagnetischer Hochfrequenzleistung. Solche Einrichtungen werden als leistungsfähige Verstärker und Vervielfacher von Hoch- und Höchstfrequenzen z. B. in Teilchenbeschleunigern verwendet.

Solch ein Mikrowellengenerator ist beispielsweise in der US-Patentschrift 3 219 873 beschrieben.

Um den Transport des Teilchenstrahls vom Ablenssystem zum Resonator zu gewährleisten, ist die bekannte Einrichtung mit einem hinter dem Ablenssystem angeordneten Mittel zum Beschleunigen der Teilchen ausgerüstet, welches zwischen dem Ablenssystem und dem Ringresonator angeordnet ist.

Doch kann man in dieser bekannten Einrichtung deshalb keine hohen Leistungen erhalten, weil ihre Konstruktion die Anwendung von Teilchen mit relativistischer Geschwindigkeit ausschliesst. Erteilt man nämlich den Teilchen nach ihrer Ablenkung relativistische Geschwindigkeiten, so entstehen Schwingungen, welche zu einer Instabilität des angeregten Strahls führen, analog zu der in linearen Teilchenbeschleunigern auftretenden Erscheinung.

Eine Leistungssteigerung verlangt ausserdem gewöhnlich eine Erhöhung des Wirkungsgrades, da sonst Probleme der Wärmeabfuhr aus den einzelnen Elementen der Konstruktion entstehen.

In der genannten Einrichtung ist es unmöglich, einen nahezu hundertprozentigen Wirkungsgrad zu erhalten, da die magnetische Komponente des vom Strahl induzierten Feldes im Resonator gross genug wird, um eine Krümmung der Teilchenbahnen im Resonator hervorzurufen, die einen Übertritt der Teilchen geringer Energie in den Kollektor behindert.

Eine Beschränkung des Wirkungsgrades der bekannten Einrichtung hängt auch damit zusammen, dass die Teilchen am Eingang in den Ringresonator ausser einer longitudinalen Komponente, die parallel zu den Kraftlinien des elektrischen Feldes verläuft, noch eine vertikale Komponente haben, welche als Folge der Kreisablenkung entstand. Darum werden die Elektronen nicht vollständig abgebremst, wodurch der Elektronen-Wirkungsgrad durch den folgenden Wert beschränkt wird:

$$\eta = 1 - \frac{E_0}{T_k} \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2}} - 1 \right)$$

wobei:

- $\eta$  Elektronen-Grenzwirkungsgrad,
- $E_0$  Ruheenergie des Elektrons,
- $v_1$  Geschwindigkeitskomponente des Elektrons, senkrecht zur Richtung der Kraftlinie des elektrischen Feldes im Resonator,
- $c$  Lichtgeschwindigkeit und
- $T_k$  kinetische Energie des Elektrons am Eingang in den Resonator ist.

Zu einer Herabsetzung des Wirkungsgrades führt auch eine starke elektromagnetische Abstrahlung durch die Ringschlitze.

Zweck der Erfindung war die Schaffung eines Mikrowellengenerators, der keine der genannten Mängel aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mikrowellengenerator mit Teilchenstrahl zu schaffen, welcher die Möglichkeit bietet, grosse Höchst- und Hochfrequenzleistungen zu erhalten, und welcher einen hohen (nahe bei 100%) liegenden elektronischen Wirkungsgrad aufweist.

Der erfindungsgemässe Mikrowellengenerator zur Lösung dieser Aufgabe ist gekennzeichnet durch einen, zwischen den Mitteln zur Erzeugung des Teilchenstrahls und dem Ablenssystem befindlichen Linearbeschleuniger um den Teilchen des Strahls relativistische Geschwindigkeiten zu erteilen.

Im folgenden wird die Erfindung durch die Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzipschaltbild des Mikrowellengenerators;

Fig. 2 das Prinzipschaltbild des gleichen Generators mit einem zusätzlichen Ablenssystem;

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

Fig. 4a einen Ringresonator mit an den Rändern der Schlitze angeordneten coaxialen Zylindern;

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

Fig. 5a eine Anordnung zweier gerichteter Energieausgänge im Falle, wenn die Einrichtung als Verstärker von Hochfrequenzschwingungen dient;

Fig. 5b, c, d, e verschiedene Anordnungsvarianten der Energieausführungen, wenn die Einrichtung als Vervielfacher von Hochfrequenzschwingungen dient;

Fig. 5f einen Resonator mit vier Energieausgängen (Verstärkungsbetrieb).

Der in Fig. 1 dargestellte Mikrowellengenerator enthält ein Mittel zur Bildung eines Teilchenstrahls, mit einer Elektronenkanone 1, die einen axialsymmetrischen Teilchenstrahl formt, und mit einem mehrstufigen linearen Beschleuniger 2, um den Teilchen relativistische Geschwindigkeiten zu erteilen. Der Beschleuniger ist am Ausgang der Elektronenkanone 1 angeordnet und wird von einem Hochspannungsgleichrichter 3 gespeist.

Es können beliebige elektrisch geladene Teilchen verwendet werden, doch ist die Verwendung von Elektronen am einfachsten. In der Beschreibung wird daher eine Ausführungsvariante der Einrichtung betrachtet, die für den Betrieb mit Elektronen bestimmt ist.

Die Elektronenkanone 1, der lineare Beschleuniger 2 und der Gleichrichter 3 bilden zusammen eine Quelle 4 von relativistischen Elektronen. Ausserdem enthält der Mikrowellengenerator ein mit der Achse des Beschleunigers 2 ausgerichtetes und, in Bewegungsrichtung der Elektronen, hinter diesem liegendes Ablenssystem 5 zur Kreisablenkung des Teilchenstrahls. Das Ablenssystem 5 besteht aus zwei räumlich gegeneinander um 90° verdrehten Kondensatoren 6, welche mit der Quelle 7 des Eingangssignals durch coaxiale Leitungen 8 verbunden sind.

Hinter dem Ablenssystem 5 und coaxial mit diesem ist ein ringförmiger Mikrowellen-Resonator 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 für den Eintritt des Strahls in den Resonator 9 und für seinen Übergang aus dem Resonator 9 in den Kollektor 13, versehen sind. Der Resonator 9 weist einen ringförmigen Gleichstromelektromagneten 14 zur Kompensation des durch die tangentielle Komponente der Ladungsbewegung verursachten Magnetfeldes an der Durchgangsstelle des Teilchenstrahls durch den Resonator 9, sowie eine Abzweigung 15 zur Entnahme der Hochfrequenzleistung auf.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der Erfindung enthält im Gegensatz zu derjenigen der Fig. 1 ein zusätzliches Ablenssystem 16, welches zwischen dem Ablenssystem 5 und dem Resonator 9, koaxial zu beiden angeordnet ist. Das zusätzliche Ablenssystem ist in Form eines Kugelkondensatorsteiles ausgeführt, und besteht aus einer Innenelektrode 17 und einer Aussenelektrode 18.

Der zusätzliche Ablenssystem 16 kann nicht nur elektrostatisch, sondern auch magnetisch sein, etwa in Form einer im abgelenkten Strahlengang liegenden dünnen Magnetlinse (in der Zeichnung nicht angegeben).

Die in Fig. 3 dargestellte Variante des Mikrowellengenerators unterscheidet sich von derjenigen der 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 an der Durchgangsstelle des Teilchenstrahls durch den Resonator 9, senkrecht zu den Stirnwänden 10 verlaufen.

In Fig. 4a ist ein Ringresonator 9 im Querschnitt gezeigt, bei welchem die Ringschlitze 12 zur Verminderung der elektromagnetischen Strahlung so angeordnet sind, dass ihre Mittellinien mit derjenigen Linie zusammenfallen, auf welcher keine, an der Innenfläche des Resonators 9 entlangfließenden, hochfrequenten elektrischen Querströme vorhanden sind. Dies ist auch die Knotenpunktlinie des hochfrequenten elektrischen Stroms, der quer zu den Schlitzen 12 fließt. An den Rändern der Schlitze 12 sind koaxiale Zylinder 19 aus einem stromleitenden Material angeordnet, die mit der Resonatoroberfläche 9 elektrisch verbunden sind und als Übergangswellenleiter dienen.

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

In Fig. 5a sind die Lagen von zwei gleichen ungerichteten Leistungsausgängen (A und B) schematisch dargestellt, welche an der Oberfläche des Resonators 9 mit einer gegenseitigen Azimutverschiebung von einem Viertel der in Winkelmaß ausgedrückten Wellenlänge  $\lambda_b/4$  angebracht sind. Gegebenenfalls arbeitet die Einrichtung als Verstärker.

Es zeigen die Fig. 5b, c, d, e verschiedene Anordnungsvarianten solcher ungerichteter Leistungsausgänge (A, B, C, D, E) für den Fall, dass eine Einrichtung als Frequenzvervielfacher arbeitet. In Fig. 5b sind die beiden Ausgänge A und B mit einer gegenseitigen Azimutverschiebung von  $\lambda_b/4$  angeordnet. Fig. 5c zeigt drei Ausgänge A, B und C mit einer gegenseitigen Verschiebung von  $\lambda_b/3$ . Fig. 5d zeigt vier Anschlüsse A, B, C und D, welche paarweise, mit einer Verschiebung von  $\lambda_b/4$  in jedem Paar, in entgegengesetzten Vierteln des Resonators 9 liegen. Fig. 5e zeigt fünf Ausgänge A, B, C, D und E, von denen zwei (A und B) in einem Viertel des Resonators 9 mit einer gegenseitigen Verschiebung von  $\lambda_b/4$  liegen, während drei Ausgänge (C, D und E) im benachbarten Viertel des Resonators 9 mit einer gegenseitigen Verschiebung von  $\lambda_b/3$  angeordnet sind.

In Fig. 5f ist für eine Verwendung der Einrichtung als Verstärker, der Resonator 9 mit vier gleichen ungerichteten Leistungsausgängen, die gleichmässig über seinen Umfang

verteilt sind, dargestellt. Jeder Ausgang 20 besteht aus einer Verbindungsöffnung 21 und einem Hohlleiter 22, der mit dem Leistungsverbraucher 23 verbunden ist.

Die beschriebene Einrichtung arbeitet folgenderweise.

Die den Teilchenstrahl erzeugende Elektronenkanone 1 (Fig. 1) liegt auf einem Potential von 1 bis 3 Megavolt gegenüber der letzten Elektrode des mehrstufigen Linearbeschleunigers 2, dessen Spannung vom Gleichrichter 2 geliefert wird. Der auf diese Weise erzeugte und auf relativistische Geschwindigkeiten beschleunigte Teilchenstrahl gelangt in das Ablenssystem 5, welches von der Energiequelle 7 des Eingangssignals angeregt wird. Das Eingangssignal wird geteilt und gelangt durch zwei Koaxialleitungen 8 in das Ablenssystem 5, deren Längen so gewählt werden, dass die an den Kondensatoren 6 ankommenden Signale eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$  haben. Ein solches System erzeugt ein hochfrequentes elektrisches Ablenkungsfeld mit einer rotierenden Resultierenden und bewirkt eine Kreisablenkung des Teilchenstrahls.

Der beschleunigte und abgelenkte Strahl gelangt durch den axialsymmetrischen Schlitz 12 in den Ringresonator 9 und erzeugt einen Strom, der den Resonator 9 passiert. Der seinen Eingangspunkt in den Resonator 9 dauernd wechselnde Strom erzeugt eine im Kreis laufende Welle. Die Abmessungen des Resonators 9 werden so gewählt, dass seine Eigenfrequenz annähernd gleich bzw. ein Vielfaches der Kreisfrequenz des Teilchenstrahls beträgt, sofern das elektrische Feld senkrecht zu den Stirnwänden 10 des Resonators 9 steht. 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 der Sekundärelektronen zu vermeiden, werden die Teilchen, welche ihre Energie an das elektromagnetische Feld abgegeben haben, durch einen zweiten Ringschlitz 12 aus dem Resonator und in den Kollektor 13 ausgelenkt. Die Nutzleistung wird über eine gerichtete Abzweigung zu einer angepassten Belastung abgeleitet.

Im Resonator 9 ist ausser dem elektrischen Hochfrequenzfeld noch ein Magnetfeld vorhanden, welches die Teilchen in zur Wellenausbreitung entgegengesetzter Richtung dreht. Das Magnetfeld ist genügend stark um Teilchen, welche noch über 20... 40% ihrer anfänglichen kinetischen Energie verfügen, um  $90^\circ$  zu drehen, wodurch der Wirkungsgrad der Einrichtung auf 60 bis 80% beschränkt wird. Um dies vom Strahl erzeugte Magnetfeld zu kompensieren, ist der Resonator 9 mit einem Gleichstromelektromagnet 14 ausgerüstet, welcher ein Magnetgleichfeld erzeugt, das das vom Strahl erzeugte Magnetfeld am Durchgang des Strahls durch den Resonator 9 kompensiert.

Zur weiteren Erhöhung des Wirkungsgrades, welche angesichts der hohen Leistung der Apparatur und der entsprechend hohen Wärmeverluste notwendig ist, muss man dafür sorgen, dass die Teilchenbahnen parallel zu den Kraftlinien des elektrischen Feldes im Resonator 9 verlaufen. Auf Fig. 2 ist eine Ausführungsvariante der Einrichtung dargestellt, in welcher diese Aufgabe gelöst wird.

Der, relativistische Geschwindigkeiten aufweisende, Elektronenstrahl gelangt aus der Quelle 14 in das Ablenssystem 5, wo er von der Längsachse der Einrichtung um einen vorgegebenen Winkel abgelenkt wird. Die zur Achse senkrechte Geschwindigkeitskomponente ist dem Tangens des Ablenkwinkels proportional. Beim darauffolgenden Durchgang zwischen den Elektroden 17 und 18 des Kugelkondensators wird der Teilchenstrahl durch das elektrische Feld dieses Kondensators in entgegengesetzter Richtung um den gleichen Winkel abgelenkt und tritt parallel zu den elektrischen

Kraftlinien des Hochfrequenzfeldes der Welle in den Resonator 9 ein. Bei entsprechender Wahl der Betriebsverhältnisse des Resonators 9 kann man die Elektronen praktisch bis auf den Stillstand abbremfen. Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung wird dabei bereits nur noch durch Effekte zweiter Ordnung z. B. durch die Energiestreuung, die Raumladung und dergleichen beschränkt.

Die gleiche Wirkung erreicht man bei Verwendung einer Magnetlinse als zusätzliches Ablenssystem 16.

Der Wirkungsgrad lässt sich auf eine andere Weise erhöhen, wenn man die auf Fig. 3 dargestellte Konstruktion der Einrichtung benutzt, bei welcher der Resonator 9' Stirnwände 10 hat, die senkrecht zur Bewegungsrichtung des abgelenkten Teilchenstrahls ausgerichtet sind. Die Seitenwände 11 dieses Resonators haben dabei ein Profil, 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 ebenfalls parallel zu den elektrischen Kraftlinien des Hochfrequenzfeldes in den Resonator 9' ein. Dann wird der Wirkungsgrad der Einrichtung ebenfalls nur durch Effekte zweiter 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 zusammenlaufen, auf welcher keine elektrischen Querströme fließen, und bringt man an den Rändern der Schlitz 12 stromleitende Koaxialzylinder 19 an, so wird eine Verringerung der aus dem Resonator 9 austretenden elektromagnetischen Strahlung 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 H, erregt, welche sich längs der durch die Zylinder 19 gebildeten Koaxiallinie frei ausbreiten können. Die Schwingungen vom Typ E, klingen nämlich recht schnell ab. Damit die Güte des Resonators 9 infolge der Ausstrahlung nicht um mehr als 5% verringert wird, 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 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 erfolgt durch mehrere, einander gleiche, ungerichtete Ausgänge, welche am Umfang des Resonators 9 angeordnet werden, dass die im Resonator 9 an den Ausgängen entstehenden Reflexionswellen kompensiert werden.

Das wird folgenderweise erreicht:

Arbeitet die Einrichtung als Schwingungsverstärker so wird am Umfang des Resonators eine Welle eingeführt, während die Leistungsentnahme durch zwei und mehr Ausgänge erfolgt, welche um 90° verschoben sind, wenn es zwei Ausgänge sind, und gleichmässig über den Umfang des Resonators verteilt sind, wenn es mehr als zwei Ausgänge sind. Auf Fig. 5a ist die Anordnung zweier Leistungsausgänge (A und B) aus dem Resonator schematisch dargestellt.

Arbeitet die Einrichtung als Schwingungsvervielfacher, so werden am Umfang des Resonators n Wellen eingeführt (wo n den Vervielfachungs-Faktor der Frequenz bezeichnet).

In diesem Falle ist die minimale Zahl der Energieaus-

gänge ebenfalls gleich zwei, und sie werden im gegenseitigen Abstand einer Wellenlänge (die ganzzahlig in den Ring hineinpasst) 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 eine Verwendung der Einrichtung als Frequenzvervielfacher ( $n = 4$ ). Dabei wird die Zahl der Ausgänge (A, B, C, D, E) durch den Wert der abzuführenden Leistung und den Bedarf des Verbrauchers bestimmt.

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

Dabei wird durch jeden Ausgang 20 ein Viertel der vollen aus dem Resonator 9 entnommenen Leistung zur Belastung 23 abgeleitet.

Es ist noch zu beachten, dass die Verwendung mehrerer gleicher ungerichteter Ausgänge ausser einer Steigerung der entnommenen Leistung und einer Arbeitserleichterung der Ausführungen noch folgende Vorzüge bietet:

erstens erleichtert die Verwendung mehrerer Energieausgänge die Leistungsverteilung bei der Speisung gewisser Verbraucher, beispielsweise, beim Speisen von Beschleunigungssystemen (von elektrisch geladenen Teilchen) mit mehreren Resonatoren;

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

drittens entsteht im Resonator keine stehende Welle, falls in den einzelnen Belastungen gleiche Rückstrahlungen auftreten, während bei der Leistungsentnahme durch eine einzige Abzweigung die Leistungsrückstrahlungen von der Belastung her die Entstehung einer stehenden Welle im Ringresonator verursachen, was zu einer ungleichmässigen Wärmebelastung des Kollektors führt.

#### PATENTANSPRUCH

Mikrowellengenerator zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen im Zentimeter- und Dezimeter-Bereich welcher folgende Teile aufweist: Mittel (4) zur Erzeugung eines Teilchenstrahls; ein diesen Mitteln nachgeschaltetes und im Strahlengang angeordnetes Ablenssystem (5) zur Kreisablenkung des Strahls mit einer durch ein Eingangssignal bestimmten Kreisfrequenz; einen in Strahlrichtung gesehen hinter dem Ablenssystem im Strahlengang befindlichen ringförmigen Hohlraumresonator (9) mit Ringschlitz (12) in seinen Stirnwänden für den Eintritt des abgelenkten Teilchenstrahls, sowie für dessen Übertritt in einen Kollektor (13); und Mittel zur Entnahme von elektromagnetischer Hochfrequenzleistung, gekennzeichnet durch einen, zwischen den Mitteln zur Erzeugung des Teilchenstrahls und dem Ablenssystem (5) befindlichen, Linearbeschleuniger (2), um den Teilchen des Strahls relativistische Geschwindigkeit zu erteilen.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraumresonator (9) mit einem Mittel zur Erzeugung eines magnetischen Gleichfeldes ausgerüstet ist, welches das vom kreisenden Strahl bei seinem Durchgang durch den Resonator (9) induzierte Magnetfeld kompensiert.

2. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ablenssystem (5) und dem Ringresonator (9) koaxial zu den beiden ein zusätzliches Ablenssystem (16) angeordnet ist, welches den Teilchenstrahl senkrecht zu den Stirnwänden (10) des Resonators (9) richtet.

3. Mikrowellengenerator nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zusätzliche Ablenssystem (16) als

Magnetlinse ausgeführt ist.

4. Mikrowellengenerator nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zusätzliche Ablensystem (16) elektrostatisch, als Kugelkondensator ausgeführt ist.

5. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringresonator (9) so ausgeführt ist, dass die Stirnwände (10) senkrecht zur Bewegungsrichtung der Teilchen im abgelenkten Strahl ausgerichtet sind, und dass die Seitenwände (11) ein Profil haben, welches eine parallele Richtung der Kraftlinien des elektrischen Feldes im Resonator (9) zu der Bewegungsrichtung der geladenen Teilchen des Strahls am Durchgang desselben durch den Resonator (9) sicherstellt.

6. Mikrowellengenerator nach Unteranspruch 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringschlitze (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.

7. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch

gekennzeichnet, dass an den Rändern der Schlitze (12) Zylinder (19) aus einem stromleitenden Material hervorragen, die mit der Oberfläche des Resonators (9) elektrisch verbunden sind.

8. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchstfrequenzleistung als zwei gleiche, ungerichtete Energieausgänge (A, B) ausgeführt sind, welche an der Oberfläche des Resonators (9) mit einer Winkelverschiebung von einem Viertel des Winkelbereiches einer Wellenlänge der im Resonator (9) laufenden Welle angeordnet sind.

9. Mikrowellengenerator nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Entnahme der elektromagnetischen Höchstfrequenzleistung in Form von mehr als zwei gleichen, ungerichteten Energieausgängen (A, B, C, D, E) gestaltet sind, welche an der Oberfläche des Resonators (9) mit einer gegenseitigen Winkelverschiebung angeordnet sind, die eine gleichmässige Verteilung dieser Ausgänge im Winkelbereich der im Resonator (9) laufenden Welle gewährleistet.

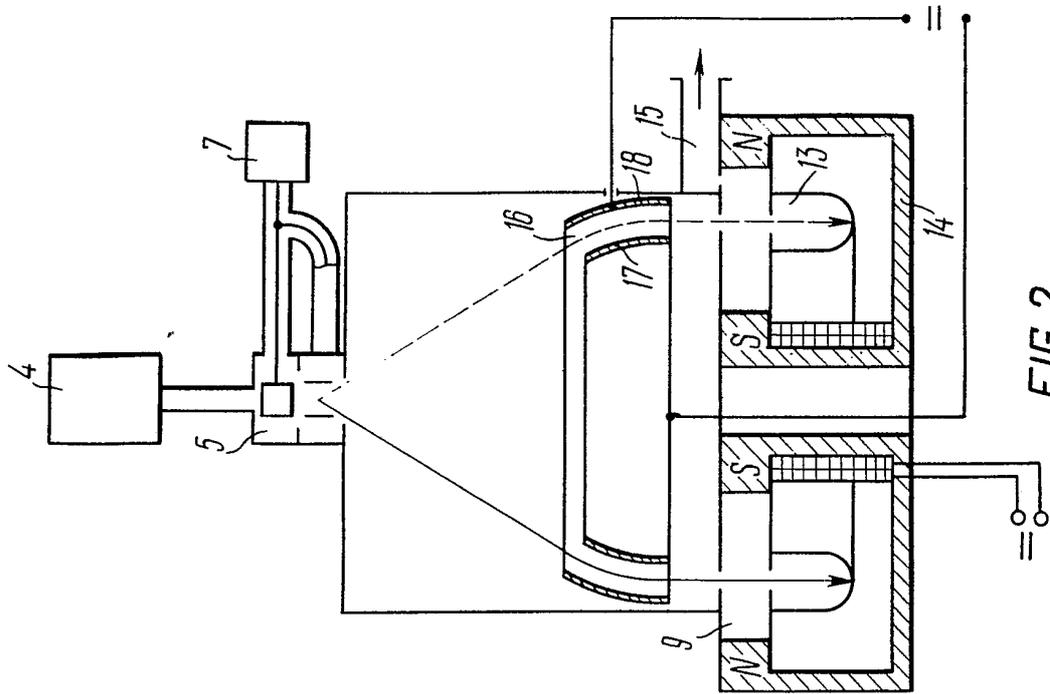


FIG. 2

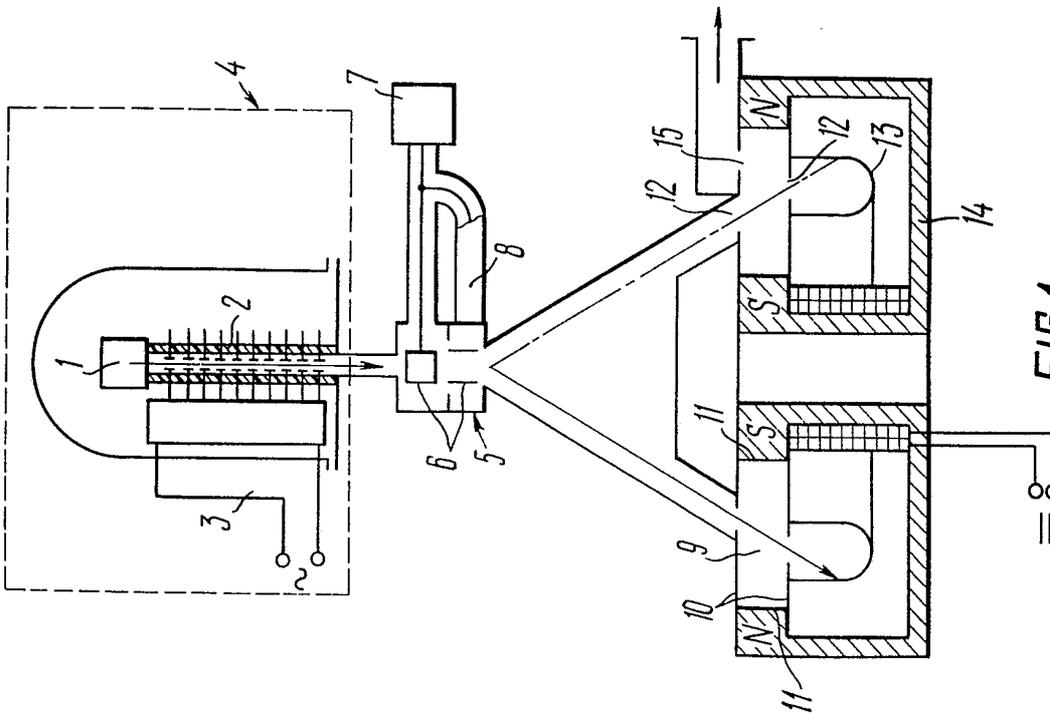


FIG. 1

