



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 25 412 T2** 2009.02.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 322 035 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H03F 3/58** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 25 412.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 027 622.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **11.12.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.06.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **05.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.02.2009**

(30) Unionspriorität:

2001381260 14.12.2001 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(73) Patentinhaber:

**NEC Microwave Tube, Ltd., Sagami-hara,
Kanagawa, JP; Nippon Hosho Kyokai, Tokio/Tokyo,
JP**

(72) Erfinder:

**Nemoto, Akihiko, Sagami-hara-shi, Kanagawa, JP;
Nakagawa, Hitoshi, Tokyo, JP; Nomoto, Toshihiro,
Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Wanderfeldröhre**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wanderfeldröhre und insbesondere eine Wanderfeldröhre, die zur Verwendung in einer Antenne geeignet ist, die auf einem Satelliten oder in einer Sendevorrichtung montiert ist, die eine Phased-Array-Antenne verwendet.

[0002] Zum Vermindern des Wärmeverlusts im Kollektor und damit zum Erhöhen des Wirkungsgrades von Wanderfeldröhren, die in künstlichen Satelliten montiert sind, oder von Wanderfeldröhren, die in Phased-Array-Antennen verwendet werden, wird eine mehrstufige Kollektorstruktur verwendet, in der die Kollektorelektroden in mehrere Einheiten geteilt sind.

[0003] In einer Wanderfeldröhre mit einer derartigen mehrstufigen Kollektorstruktur werden den Kollektorelektroden jeder Stufe verschiedene Spannungen zugeführt, und Elektronenstrahlen, die als Ergebnis einer Wechselwirkung mit einer Hochfrequenzwelle eine Geschwindigkeitsverteilung haben, werden hinsichtlich der Geschwindigkeit jedes Elektronenstrahls unterschieden und erfasst.

[0004] [Fig. 1](#) zeigt eine Seitenansicht zum Darstellen eines Beispiels der Konstruktion einer Wanderfeldröhre, und [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Querschnittansicht zum Darstellen der Struktur eines Kollektors der in [Fig. 1](#) dargestellten Wanderfeldröhre zum Darstellen einer Beziehung zwischen Hochspannungszuleitungen und Keramik-Isolierteilen. Außerdem zeigt [Fig. 3](#) eine Querschnittansicht zum Darstellen der Konstruktion eines in [Fig. 2](#) dargestellten Keramik-Isolierteils. [Fig. 2](#) zeigt einen Zustand, in dem Hochspannungszuleitungen durch den untersten Abschnitt der Keramik-Isolierteile geführt sind, wenn sich jedoch vier Hochspannungszuleitungen durch ein Keramik-Isolierteil erstrecken, wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, sind die Hochspannungszuleitungen tatsächlich nicht am untersten Abschnitt, sondern etwas weiter oben angeordnet.

[0005] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, besteht die Wanderfeldröhre aus: einer Elektronenkanone **50** mit einer Kathode **51** zum Emittieren eines Elektronenstrahls; einer Schaltungseinheit **60** zum Erzeugen einer langsamen Welle bzw. einer Slow-Wave-Schaltungseinheit, die beispielsweise aus einer Wendel **61** besteht; einer magnetischen Fokussiereinheit **70**, die durch eine Vorrichtung zum Erzeugen eines periodischen Magnetfeldes gebildet wird; einer Eingangseinheit **80** zum Empfangen eines zu verstärkenden Hochfrequenzsignals; einer Ausgangseinheit **90** zum Ausgeben des verstärkten Hochfrequenzsignals; und einem Kollektor **100** mit einer mehrstufigen Kollektorstruktur.

[0006] In dieser Konstruktion breitet sich der von der Kathode **51** emittierte Elektronenstrahl im Inneren der Wendel **61** aus, während er mit dem Hochfrequenzsignal wechselwirkt, das von der Eingangseinheit **80** empfangen worden ist. Dann wird ein Hochfrequenzsignal, das durch die Wechselwirkung mit dem Elektronenstrahl verstärkt worden ist, von der Ausgangseinheit **90** ausgegeben. Der Elektronenstrahl hat eine Energieverteilung, wird dem Kollektor **100** zugeführt und wird an jeder Kollektorelektrode des Kollektors **100** erfasst.

[0007] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, hat der Kollektor **100** einer herkömmlichen Wanderfeldröhre eine Struktur, gemäß der mehrere Kollektorelektroden (in [Fig. 2](#) vier Stufen) **11** jeweils durch Keramik-Isolierteile **12** in der radialen Richtung einer aus einem Metall hergestellten Vakuumschale **13** verbunden und gesichert sind. Hochspannungszuleitungen **14** sind mit jeder Kollektorelektrode **11** verbunden, um vorgegebene Spannungen von außen zuzuführen, und diese Hochspannungszuleitungen **14** sind über in den Keramik-Isolierteilen **12** ausgebildete Löcher nach außen geführt.

[0008] Wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, haben die Keramik-Isolierteile **12** eine Konstruktion in der Form eines Zylinders mit einer gleichmäßigen Dicke in der radialen Richtung, so dass zwischen der Vakuumschale **13**, die mit dem Erdpotential verbunden ist, und den Kollektorelektroden **11**, denen Hochspannungen zugeführt werden, eine vorgegebene Isolierkapazität aufrechterhalten wird, und in der Zylinderstruktur sind mehrere Löcher **15** zum Durchführen der vorstehend beschriebenen Hochspannungszuleitungen **14** ausgebildet. Die Mittelachse des Innendurchmessers stimmt im Wesentlichen mit der Mittelachse des Außendurchmessers der Keramik-Isolierteile **12** überein.

[0009] Im Kollektor **100** mit der mehrstufigen Kollektorstruktur erstreckt sich eine Hochspannungszuleitung **14** durch das Keramik-Isolierteil **12**, das die Kollektorelektrode der ersten Stufe hält (C1 in [Fig. 2](#)), und zwei Hochspannungszuleitungen **14** erstrecken sich durch das Keramik-Isolierteil **12**, das die Kollektorelektrode der zweiten Stufe hält (C2 in [Fig. 2](#)). Außerdem erstrecken sich drei Hochspannungszuleitungen **14** durch das Keramik-Isolierteil **12**, das die Kollektorelektrode der dritten Stufe hält (C3 in [Fig. 2](#)), und vier Hochspannungszuleitungen **14** erstrecken sich durch das Keramik-Isolierteil **12**, das die Kollektorelektrode der vierten Stufe hält (C4 in [Fig. 2](#)). D. h., die Hochspannungszuleitungen **14** erstrecken sich nicht durch alle in den Keramik-Isolierteilen **12** ausgebildeten Löcher **15**. Trotzdem ist die gleiche Anzahl von Löchern an den gleichen Positionen ausgebildet, so dass die gleichen Keramik-Isolierteile **12** an einer beliebigen Stufe des herkömmlichen Kollektors **100** verwendbar sind.

[0010] Außerdem hat der in [Fig. 2](#) dargestellte Kollektor **100** eine Konstruktion mit einem daran befestigten Auslassrohr (in der Figur nicht dargestellt), wobei dieses Auslassrohr normalerweise an einer oberen Position in [Fig. 2](#) befestigt ist, so dass die Löcher **15** für die Hochspannungszuleitungen in den Keramik-Isolierteilen **12** alle an der Unterseite ausgebildet sind, wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist.

[0011] In den letzten Jahren entstand jedoch ein zunehmender Bedarf für leichtgewichtiger und kompaktere Wanderfeldröhren für eine Installation in künstlichen Satelliten oder Phased-Array-Antennen.

[0012] Im Kollektor mit der vorstehend beschriebenen Wanderfeldröhre muss die Dicke der Keramik-Isolierteile in der radialen Richtung in Abhängigkeit von der Spannungs- oder Durchschlagsfestigkeit des Keramik-Isoliermaterials jedoch größer oder gleich einer vorgegebenen Dicke sein, um eine isolierende Eigenschaft zwischen jeder der Hochspannungszuleitungen und zwischen den Kollektorelektroden und der Vakuumschale aufrechtzuerhalten.

[0013] Daher ist eine Verminderung der Dicke der Keramik-Isolierteile mit Löchern zum Durchführen von Hochspannungszuleitungen problematisch gewesen, so dass es unmöglich war, die Anforderung für eine größere Kompaktheit unter Verwendung der herkömmlichen Konstruktion zu erfüllen.

[0014] In den Patentdokumenten JP-2001-118523, DE-3438520 und US-6291935 sind Wanderfeldröhren (TWTs) mit mehreren Kollektoren auf Keramikisolatoren beschrieben.

[0015] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Wanderfeldröhre bereitzustellen, bei der der Durchmesser der Vakuumschale vermindert ist, um eine größere Kompaktheit zu erhalten.

[0016] Um die vorstehend beschriebene Aufgabe zu lösen, sind die Keramik-Isolierteile zum Isolieren der Kollektorelektroden und der Vakuumschale in der erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre in der Form eines Zylinders ausgebildet, wobei die Mittelachse des Innendurchmessers des Zylinders bezüglich der Mittelachse seines Außendurchmessers divergiert. Die erfindungsgemäße Wanderfeldröhre ist außerdem derart konstruiert, dass Löcher in Abschnitten mit einer größeren Dicke in der radialen Richtung ausgebildet sind, wobei die Hochspannungszuleitungen zum Zuführen vorgegebener Spannungen zu den Kollektorelektroden durch diese Löcher geführt sind.

[0017] Durch die vorstehend beschriebene Konstruktion kann der Durchmesser der Vakuumschale kleiner gemacht werden als bei einer herkömmlichen Konstruktion, während eine vorgegebene Isoliereigenschaft zwischen jeder der Hochspannungszulei-

tungen sowie zwischen den Kollektorelektroden und der Vakuumschale aufrechterhalten wird.

[0018] Dadurch kann eine Wanderfeldröhre mit einer Struktur erhalten werden, die kompakter ist als diejenige einer herkömmlichen Wanderfeldröhre, und insbesondere trägt die Verwendung der erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre in einem System, in dem mehrere Antennenelemente angeordnet sind, z. B. in einer Phased-Array-Antenne, wesentlich dazu bei, das System kompakter zu machen.

[0019] Die vorstehende und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen deutlich, die Beispiele der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0020] [Fig. 1](#) zeigt eine Seitenansicht zum Darstellen eines Konstruktionsbeispiels einer Wanderfeldröhre;

[0021] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht zum Darstellen des Kollektors der in [Fig. 1](#) dargestellten Wanderfeldröhre und zum Darstellen der Beziehung zwischen Hochspannungszuleitungen und Keramik-Isolierteilen;

[0022] [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht zum Darstellen der Struktur eines in [Fig. 2](#) dargestellten Keramik-Isolierteils;

[0023] [Fig. 4](#) zeigt eine Seiten-Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion der ersten Ausführungsform eines Kollektors in einer erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre;

[0024] [Fig. 5](#) zeigt eine Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion eines in [Fig. 4](#) dargestellten Keramik-Isolierteils;

[0025] [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion der zweiten Ausführungsform des des Kollektors einer erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre und zum Darstellen der Beziehung zwischen den Keramik-Isolierteilen und den Hochspannungszuleitungen; und

[0026] [Fig. 7](#) zeigt eine Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion eines in [Fig. 6](#) dargestellten Keramik-Isolierteils.

Erste Ausführungsform

[0027] [Fig. 4](#) zeigt eine Seiten-Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion der ersten Ausführungsform eines Kollektors in einer erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre, und [Fig. 5](#) zeigt eine Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion eines in [Fig. 4](#) dargestellten Keramik-Isolierteils. Die Kon-

struktion der Wanderfeldröhre ist derjenigen einer herkömmlichen Wanderfeldröhre ähnlich, so dass sie nur kurz beschrieben wird.

[0028] Wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, hat der Kollektor der ersten Ausführungsform der Wanderfeldröhre eine Konstruktion, gemäß der, ähnlich wie bei einer herkömmlichen Wanderfeldröhre, mehrere Kollektorelektroden (in [Fig. 4](#) vier Stufen) **1** durch Keramik-Isolierteile **2** in der radialen Richtung einer aus Metall hergestellten Vakuumschale **3** verbunden und gesichert sind. Der in [Fig. 4](#) dargestellte Kollektor ist derart strukturiert, dass die mit der Kollektorelektrode der letzten Stufe (C4 in [Fig. 4](#)) verbundene Hochspannungszuleitung direkt nach außen geführt ist, ohne dass sie sich durch das Keramik-Isolierteil **2** erstreckt. Die Anzahl der in jedem Keramik-Isolierteil **2** ausgebildeten Löcher zum Durchführen der Hochspannungszuleitungen **4** beträgt daher drei.

[0029] Wie in [Fig. 5](#) dargestellt ist, hat das Keramik-Isolierteil **2** der vorliegenden Ausführungsform eine Konstruktion in der Form eines Zylinders, wobei die Mittelachse seines Innendurchmessers bezüglich der Mittelachse seines Außendurchmessers divergiert, wobei in dem Abschnitt, der in der radialen Richtung dicker ausgebildet ist, mehrere Löcher **5** zum Durchführen von Hochspannungszuleitungen **4** ausgebildet sind.

[0030] Die Dicke des Keramik-Isolierteils **2** ist derart ausgebildet, dass auch am Punkt der geringsten Dicke der Keramik-Isolierteile **2** (Punkt A in [Fig. 5](#)) eine vorgegebene Isoliereigenschaft zwischen jeder der Kollektorelektroden **1** und der Vakuumschale **3** aufrechterhalten werden kann.

[0031] Außerdem sind die Löcher **5** zum Durchführen von Hochspannungszuleitungen an derartigen Positionen ausgebildet, dass von den Abschnitten, die zwischen dem Außenumfang der Löcher **5** und der Vakuumschale **3** angeordnet sind, die Dicke an dem Abschnitt mit der geringsten Dicke (Position B in [Fig. 5](#)) ein Maß hat, gemäß dem eine Isoliereigenschaft aufrechterhalten werden kann, die der Isoliereigenschaft zwischen der vorstehend beschriebenen Kollektorelektrode **1** und der Vakuumschale **3** entspricht. D. h., die Löcher **5** zum Durchführen von Hochspannungszuleitungen **4** sind an Positionen ausgebildet, an denen die Dicke des Abschnitts mit der geringsten Dicke unter den Abschnitten, die zwischen dem Außenumfang der Löcher **5** und der Vakuumschale **3** angeordnet sind, größer oder gleich der Dicke des Punkts mit der geringsten Dicke des Keramik-Isolierteils **2** in der radialen Richtung ist. Außerdem ist klar, dass die Löcher **5** in vorgegebenen Abständen angeordnet sind, die erforderlich sind, um eine Isoliereigenschaft zwischen den Hochspannungszuleitungen zu gewährleisten.

[0032] Durch Verwendung dieser Konfiguration kann der Durchmesser der Vakuumschale **3** vermindert werden, während die Isoliereigenschaft zwischen den Hochspannungszuleitungen sowie zwischen den Kollektorelektroden **1** und der Vakuumschale **3** aufrechterhalten wird. Beispielsweise kann, wenn eine Vakuumschale mit einer zylindrischen Form mit einem Durchmesser von 17 mm, wobei die Dicke der Keramik-Isolierteile, wie bei einer herkömmlichen Konstruktion, gleichmäßig ist, gemäß der Konstruktion der vorliegenden Ausführungsform umgeformt wird, der Durchmesser der Vakuumschale auf 14,9 mm vermindert werden, wodurch ein Kollektor mit äquivalenten Isoliereigenschaften mit einem Durchmesser erhalten werden kann, der 88% des Durchmessers der herkömmlichen Konstruktion gleicht.

[0033] Dadurch kann eine Wanderfeldröhre erhalten werden, die kompakter ist als eine herkömmliche Wanderfeldröhre. Insbesondere trägt die Verwendung der vorliegenden Ausführungsform der Wanderfeldröhre in einem System, wie beispielsweise in einer Phased-Array-Antenne, in dem mehrere Antennenelemente vorgesehen sind, wesentlich zur Realisierung eines kompakteren Systems bei.

Zweite Ausführungsform

[0034] [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion einer zweiten Ausführungsform des Kollektors einer erfindungsgemäßen Wanderfeldröhre und zum Darstellen der Beziehung zwischen den Hochspannungszuleitungen und den Keramik-Isolierteilen; und [Fig. 7](#) zeigt eine Querschnittsansicht zum Darstellen der Konstruktion eines in [Fig. 6](#) dargestellten Keramik-Isolierteils.

[0035] Der in [Fig. 6](#) dargestellte Kollektor hat eine Konstruktion mit vier Kollektorelektrodenstufen, wobei dies eine Konstruktion darstellt, gemäß der jede Hochspannungszuleitung zum Zuführen einer Spannung zu jeder Kollektorelektrode sich durch Löcher erstreckt, die in den Keramik-Isolierteilen ausgebildet sind und nach außen führen. [Fig. 6](#) zeigt einen Fall, in dem Hochspannungszuleitungen durch den Bereich geführt sind, in dem die Keramik-Isolierteile in der radialen Richtung am dicksten sind (unterster Abschnitt), wenn sich jedoch, wie in der vorliegenden Ausführungsform, vier Hochspannungszuleitungen durch die Keramik-Isolierteile erstrecken, erstrecken sich die Hochspannungszuleitungen tatsächlich durch Punkte, die etwas über dem untersten Abschnitt angeordnet sind. Mit Ausnahme dieses Merkmals entspricht die Konstruktion der ersten Ausführungsform, so dass sie nicht näher erläutert wird.

[0036] Der Kollektor der vorliegenden Ausführungsform ist derart konstruiert, dass Löcher **6**, die zum Hindurchführen der Hochspannungszuleitungen in

den Keramik-Isolierteilen ausgebildet sind, sich gemäß der Position der Kollektorelektroden unterscheiden.

[0037] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt ist, ist, wenn beispielsweise der Kollektor aus vier Stufen von Kollektorelektroden besteht, wie in [Fig. 6](#) dargestellt ist, ein Loch **6₁** zum Hindurchführen einer Hochspannungszuleitung im Keramik-Isolierteil ausgebildet, das die Kollektorelektrode der ersten Stufe hält (C1 in [Fig. 6](#)), und zwei Löcher **6₁** und **6₂** sind im Keramik-Isolierteil ausgebildet, das die Kollektorelektrode der zweiten Stufe hält (C2 in [Fig. 6](#)). Außerdem sind Löcher **6₁–6₃** im Keramik-Isolierteil ausgebildet, das die Kollektorelektrode der dritten Stufe hält (C3 in [Fig. 6](#)), und vier Löcher **6₁–6₄** sind im Keramik-Isolierteil ausgebildet, das die Kollektorelektrode der letzten Stufe hält (C4 in [Fig. 6](#)).

[0038] Indem veranlasst wird, dass gemäß der Position der entsprechenden Kollektorelektrode die Anzahl der Löcher, die in jedem Keramik-Isolierteil ausgebildet sind, der Anzahl von Hochspannungszuleitungen entspricht, die durch das Innere jedes Keramik-Isolierteils geführt sind, wird eine Verminderung des Verarbeitungsaufwands erreicht, der zum Ausbilden der Löcher in den Keramik-Isolierteilen erforderlich ist, wodurch eine Senkung der Einheitskosten der Keramik-Isolierteile und eine Senkung der Kosten der Wanderfeldröhre erreicht wird.

[0039] Obwohl bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung spezifischer Ausdrücke beschrieben worden sind, dient diese Beschreibung lediglich zur Darstellung und Erläuterung, und innerhalb des durch die folgenden Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der Erfindung können Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden.

Patentansprüche

1. Wanderfeldröhre mit:
 mehreren Kollektorelektroden (**1**);
 mehreren isolierenden Keramikelementen (**2**) mit einer vorgegebenen Isoliereigenschaft zum Befestigen der Kollektorelektroden an einer Vakuumumhüllung (**3**), wobei die Anzahl der Keramikelemente derjenigen der Kollektorelektroden entspricht; und
 mehreren Hochspannungszuleitungen (**4**), die sich durch in den isolierenden Keramikelementen ausgebildete Löcher erstrecken, zum Verbinden der Kollektorelektroden mit der Außenseite der Vakuumumhüllung zum Zuführen vorgegebener Spannungen von außen zu den Kollektorelektroden;
 wobei:
 die isolierenden Keramikelemente in der Form eines Zylinders ausgebildet sind, wobei die Mittelachse des Innendurchmessers des Zylinders bezüglich der Mittelachse des Außendurchmessers divergiert; und

die Löcher an Stellen größerer Dicke in der radialen Richtung ausgebildet sind.

2. Wanderfeldröhre nach Anspruch 1, wobei die isolierenden Keramikelemente derart ausgebildet sind, dass von den zwischen dem Außenumfang der Löcher und der Vakuumumhüllung angeordneten Abschnitten die Dicke des Abschnitts mit der kleinsten Dicke größer oder gleich der Dicke der Position mit der kleinsten Dicke in der radialen Richtung ist.

3. Wanderfeldröhre nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anzahl der in dem isolierenden Keramikelement ausgebildeten Löcher der Anzahl der sich durch das isolierende Keramikelement erstreckenden Hochspannungszuleitungen gleicht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

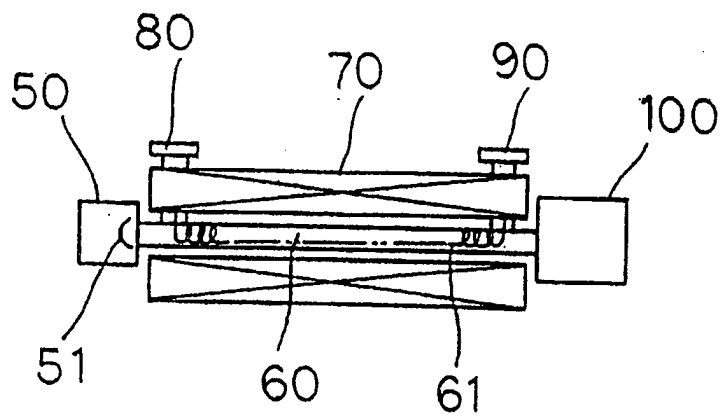


FIG. 1 Stand der Technik

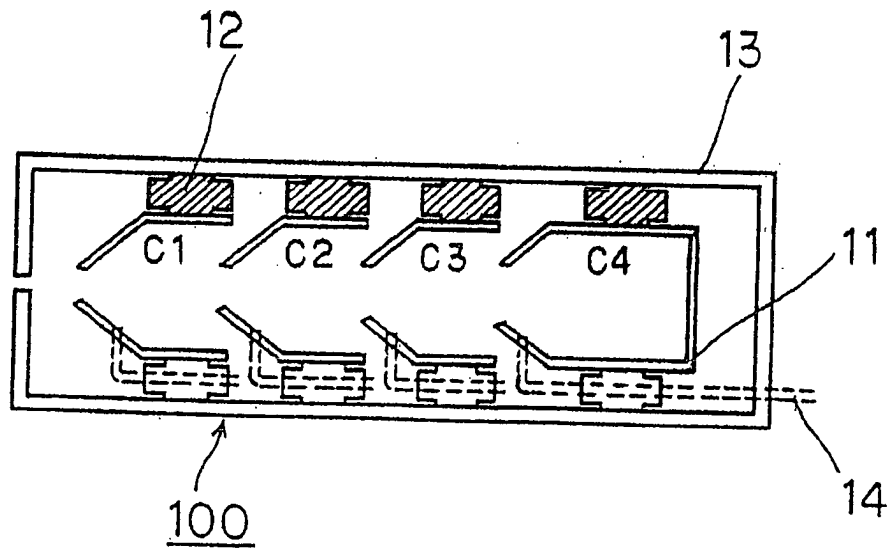


FIG. 2 Stand der Technik

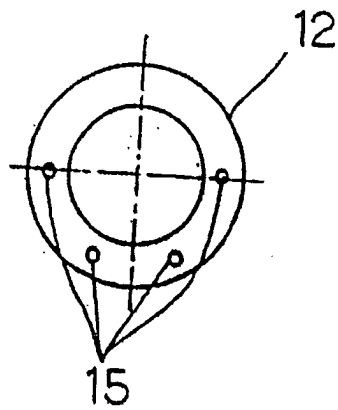


FIG. 3 Stand der Technik

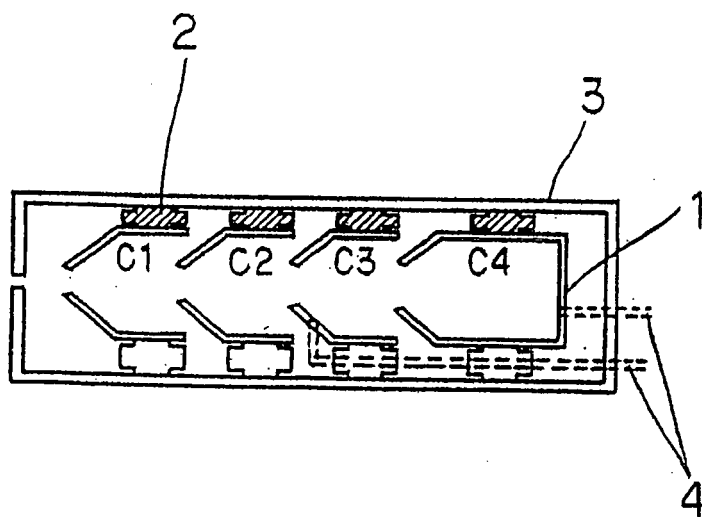


FIG. 4

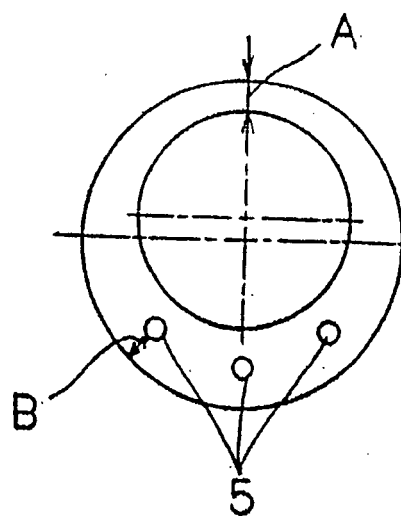


FIG. 5

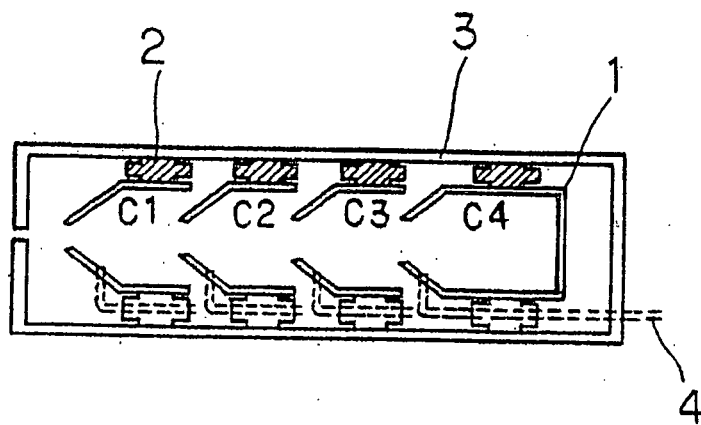


FIG. 6

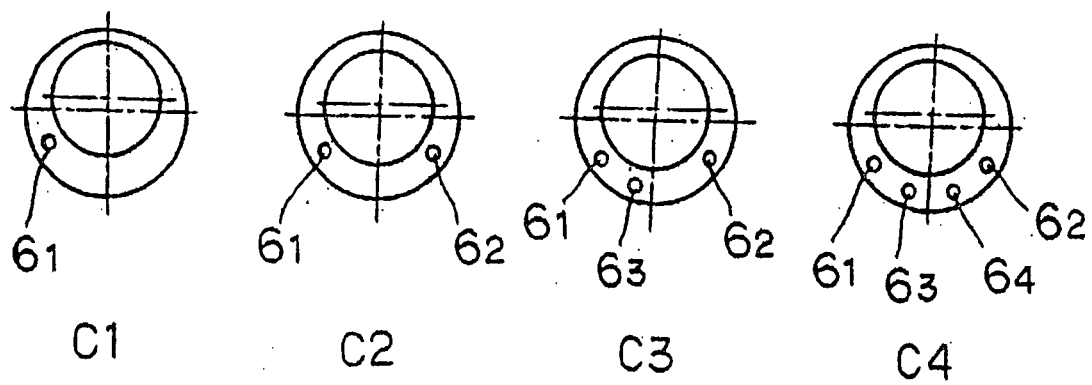


FIG. 7