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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 169 472**
A2

(12) # EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85108839.3**

(22) Anmeldetag: **15.07.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 P 1/00**

(30) Priorität: **24.07.84 DE 3427283**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.01.86 Patentblatt 86/5

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(71) Anmelder: **Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.**
Bunsenstrasse 10
D-3400 Göttingen(DE)

(72) Erfinder: **Spensberger, Wilhelm**
Hildeboldstrasse 27
D-8000 München 40(DE)

(74) Vertreter: **von Bezold, Dieter, Dr. et al,**
Patentanwälte Dr. D. von Bezold, Dipl.-Ing. P. Schütz, Dipl.-Ing. W. Heusler Maria-Theresia-Strasse 22 Postfach 86 02 60
D-8000 München 86(DE)

(54) **Hohlleiterelement für Mikrowellen.**

(57) Es wird ein Hohlleiterelement für Mikrowellenhohlleiteranordnungen beschrieben, dessen Wand mindestens zum Teil aus einem Sinterwerkstoff besteht, um einen Gasaustauch zwischen dem Inneren und der äußeren Umgebung des Hohlleiterelements zu ermöglichen. Bei hochbelasteten, gasgefüllten Hohlleitern lassen sich dadurch Entladungsprodukte leicht abführen, die durch einen Überschlag im Inneren des Hohlleiters entstanden sind.

EP 0 169 472 A2

./...

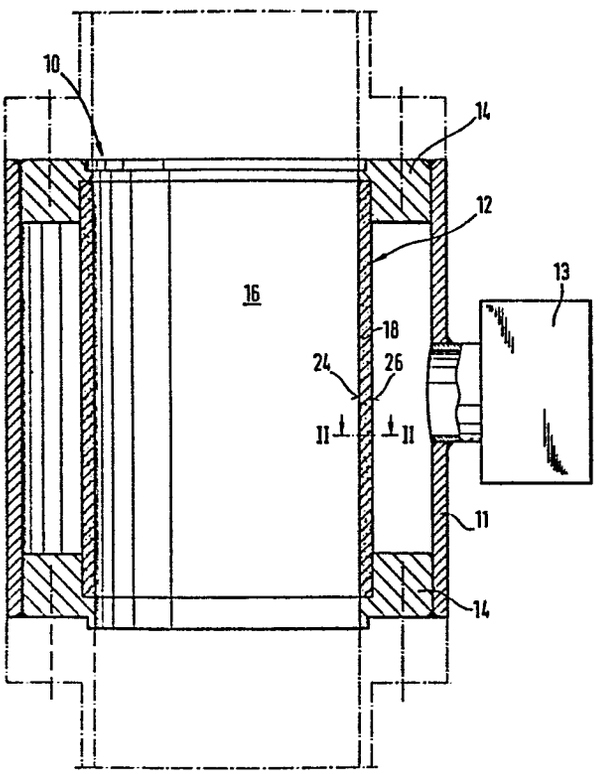

Fig. 1

DR. DIETER V. BEZOLD
DIPL. ING. PETER SCHÜTZ
DIPL. ING. WOLFGANG HEUSLER
PATENTANWÄLTE
MARIA-THERESIA-STRASSE 22
POSTFACH 860260
D-8000 MUENCHEN 86

ZUGELASSEN BEIM
EUROPÄISCHEN PATENTAMT
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
MANDATAIRES EN BREVETS EUROPÉENS

0169472

TELEFON (089) 4706006
TELEX 522638
TELEGRAMM SOMBEZ
FAX GR II + III (089) 2[illegible]043

26. Juni 1985
11635/EP Dr.v.B/Schä/48

1

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung der Wissenschaften e.V.,
Bunsenstrasse 10, 3400 Göttingen

Hohlleiterelement für Mikrowellen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hohlleiterelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Hohlleiterelement für eine gasgefüllte Mikrowellen-Hohlleiteranordnung vorgegebener Nennwellenlänge, das einen Gasaustausch zwischen dem Inneren der Hohlleiteranordnung und der äußeren Umgebung ermöglicht.

Hohlleiteranordnungen für große Mikrowellenleistungen von beispielsweise mehreren 100 kW pro Hohlleiter bei Frequenzen bis wesentlich über 300 MHz werden z.B. in der Plasmaphysik, bei Fusionsreaktoren, Beschleunigern und dergl. benötigt. Bei Frequenzen von etwa 100 GHz haben die Hohlleiter bereits relativ kleine Durchmesser, so daß bei hohen Mikrowellenleistungen im Inneren der Hohlleiter sehr hohe elektrische Feldstärken auftreten. Zur Beherrschung der hohen elektrischen Feldstärken ist es bekannt, Mikrowellen-Hohlleiter mit einem gut isolierenden, gegebenenfalls unter Überdruck stehenden Gas

zu füllen. Trotzdem führen die hohen Feldstärken gelegentlich zu inneren Überschlägen. Bei einem solchen Überschlag entstehen gasförmige Verbindungen, die die Durchschlagsfestigkeit des Gases im Inneren des Hohlleiters beeinträchtigen. Um diese unerwünschte Folge eines inneren Überschlages zu vermeiden, ist es erforderlich, das sich im Inneren des Hohlleiter befindende isolierende Gas laufend auszutauschen.

Es ist zwar aus der AT-PS 228 843 ein Hohlraumresonator bekannt, dessen Mantel aus mindestens einem Ferritring besteht, dessen innere Fläche mit einer dünnen Silberschicht überzogen ist. Ferrite werden zwar im allgemeinen durch ein Sinterverfahren hergestellt, sie sind jedoch nicht porös.

Aus der DE-PS 892 150 ist eine Hohlleiteranordnung (Hohlraumresonator, Hohlleiter) bekannt, dessen Gehäuse innen mit einer Art von geflochtener Hochfrequenzlitze ausgekleidet ist. Selbst wenn diese Auskleidung gasdurchlässig wäre, würde ein Gasaustausch zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Hohlraums durch das undurchlässige Gehäuse verhindert.

Bisher gibt es jedenfalls noch keine Hohlleiterelemente, die einen Gasaustausch ermöglichen, ohne gleichzeitig die Fortleitung der Mikrowellenenergie zu dämpfen oder Mikrowellenenergie nach außen durchzulassen.

Der vorliegenden Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, ein Hohlleiterelement anzugeben, das sowohl einen Austausch des in seinem Inneren befindlichen Gases ermöglicht, trotzdem keine Mikrowellenenergie in die Umgebung austreten läßt und die sich in seinem Inneren ausbreitende Mikrowellenenergie nicht wesentlich dämpft.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch daß mindestens ein Teil der Wand aus einem Sinterwerkstoff besteht, der Poren enthält, die

von der Innenseite zur Außenseite der Wand des Hohlraumes durchgehen und deren maximale Abmessungen an der Innenseite der Wand klein gegen die Nenn-Wellenlänge der Mikrowellen-Hohlleiteranordnung ist.

Das vorliegende Hohlleiterstück oder -element, dessen Wand ganz oder teilweise aus gasdurchlässigem, zumindest an der Innenseite elektrisch leitfähigem Sinterwerkstoff, insbesondere Sintermetall, besteht, ermöglicht einen schnellen Gasaustauch, ohne die Mikrowellenenergie nennenswert zu dämpfen. Gleichzeitig wird auch die Kühlung der Wand verbessert.

Das Hohlleiterelement kann ein Hohlleiterstück mit z.B. rechteckigem, rundem oder elliptischem Querschnitt sein und an seinen Enden öffnungen und Anschlüsse aufweisen, die denen der übrigen Hohlleiteranordnung entsprechen. Das Hohlleiterelement kann also bei einer Hohlleiteranordnung mit rundem Querschnitt kreisrunde öffnungen gleichen Durchmessers wie die Hohlleiter der übrigen Hohlleiteranordnung aufweisen und bei Rechteckhohlleitern rechteckige öffnungen gleicher Abmessungen.

Der Sinterwerkstoff kann aus einem reinen Metall oder einer Metallegierung bestehen. Die Wand des Hohlleiterelements kann aber auch aus innen porös metallisierter Sinterkeramik bestehen. Auch bei Verwendung von Sintermetall kann die innere Oberfläche des Hohlleiterelements durch Beschichten mit einem gut leitendem Metall (Metallspritzen, Bedampfen oder galvanisches Metallisieren) für die Fortleitung von Mikrowellen gewünschter Schwingungsmuster weitgehend entdämpft werden. Die leitfähige Beschichtung darf selbstverständlich die öffnungen der Poren nicht verschließen.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Axialschnitt eines Mikrowellen-Hohlleiterelements mit rundem Querschnitt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 2 eine stark vergrößerte Querschnittsansicht eines Teiles der Wand des in Fig. 1 dargestellten Hohlleiterelements in einer Ebene II-II mit einer zusätzlichen Innenbeschichtung.

In Fig. 1 ist ein Hohlleiterelement in Form eines Hohlleiterabschnittes 10 dargestellt, der ein Hohlleiterstück 12 mit im Querschnitt kreisförmiger Wand enthält, die einen an beiden Enden offenen langgestreckten Hohlraum 16 einschließt und an den Enden mit Anschlußflanschen 14 versehen ist.

Das Hohlleiterstück ist außen mit Abstand von einem gasdichten und druckfesten Mantel 11 umgeben, der mit den Flanschen 14 gasdicht verbunden ist. Der Mantel 11 ist über einen Gasanschlußstutzen mit einem Gaszuführungs- oder Gasableitungssystem 13 verbunden, das eine Druckgasquelle oder eine Pumpe sowie ein einstellbares oder beliebig zu öffnenden oder zu schließenden Ventil zur Druckhaltung und zur Regulierung des Gasaustausches vom Inneren des Hohlleiterstückes nach außen enthalten kann.

Die das Hohlleiterstück 12 bildende Wand 18 besteht aus einem Sinterwerkstoff 20, z. B. Sintermetall, der offene Poren 22 aufweist, die von der Innenseite zur Außenseite 26 der Wand 18 durchgehen wie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Innenseite der Wand kann eine die Öffnungen der Poren im wesentlichen frei lassende, im Vergleich zur Dicke der Wand dünne Schicht 28 aus einem elektrisch gut leitenden Metall, z.B. Silber tragen, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Die maximalen Abmessungen d der Poren 22 sind zumindest an der

Innenseite 24 der Wand wesentlich kleiner als die Nennwellenlänge der Mikrowellenleiteranordnung, vorzugsweise kleiner als 1/100 der Nennwellenlänge.

Der Hauptteil der Wand 18 kann auch aus Sinterkeramik bestehen, in diesem Falle ist dann die leitfähige Schicht 28 auf der Innenseite notwendig. Es kann auch nur ein Teil der Wand 18 aus porösem Sinterwerkstoff bestehen. Bei einem Rechteckhohlleiter können z. B. die Schmalseiten aus porösem Sinterwerkstoff hergestellt werden.

Eine praktische Ausführungsform des Hohlleiterelements gem. Fig. 1 hat folgende Parameter:

Nennfrequenz	28 GHz
Axiale Länge	100 mm
Innendurchmesser	63,4 mm
Wanddicke des Sintermaterialteils 12	3 mm

Das Sinterteil ist aus Edelstahl mit der Bezeichnung X5CrNiMo1810 ("Siperm R" (Wz), Fa. Deutsche Edelstahlwerke). Der Teilchengrößebereich dieses Materials ist ca. 0,2 bis 1,3 mm und die maximale Porengröße ist 65 µm. Die Flansche 14 bestehen aus Kupfer und dienen zum Anschluß an ein aus Kupfer bestehendes Hohlleitersystem. Der Sintermaterialteil 12 hatte keine zusätzliche Innenbeschichtung.

Die Erfindung läßt sich auch bei anderen Hohlleiterelementen als dem beschriebenen geraden Hohlleiterstück anwenden, z.B. Richtungskopplern, Verzweigungen, Hohlraumresonatoren und dergl. Bei inhomogener Strombelastung der Innenwand des Hohlleiterelements kann man die beschriebene Verwendung von Sinterwerkstoff auf die weniger hoch belasteten Wandteile beschränken. Das System 13 kann auch an eine andere Stelle des Hohlleitersystems angeschlossen werden.

Patentansprüche

1. Hohlleiterelement für eine gasgefüllte Hohlleiteranordnung für Mikrowellen vorgegebener Nennwellenlänge, welches eine einen Hohlraum (16) begrenzende Wand (18) aufweist, welche mindestens teilweise aus Sinterwerkstoff und mindestens an ihrer inneren, an den Hohlraum angrenzenden Seite aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Sinterwerkstoff (20) Poren (22) enthält, die von der Innenseite zur Außenseite der Wand des Hohlraums (16) durchgehen und deren maximale Abmessungen (d) an der Innenseite der Wand klein gegen die Nennwellenlänge der Mikrowellen-Hohlleiteranordnung ist.

2. Hohlleiterelement nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zum Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen der Innenseite und der Außenseite der Wand.

3. Hohlleiterelement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die den Hohlraum (16) begrenzende Wand (18) mit Abstand von einem druckfesten und gasdichten Mantel (11) umgeben ist, der einen Gasanschluß aufweist.

4. Hohlleiterelement nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die innere Oberfläche des aus Sinterwerkstoff bestehenden Teiles der Wand mit einem elektrisch gut leitenden Metall beschichtet ist.

5. Hohlleiterelement nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Sinterwerkstoff aus einem Metall oder einer Metallegierung besteht.

6. Hohlleiterelement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Sinterwerkstoff aus Sinterkeramik besteht.

0169472

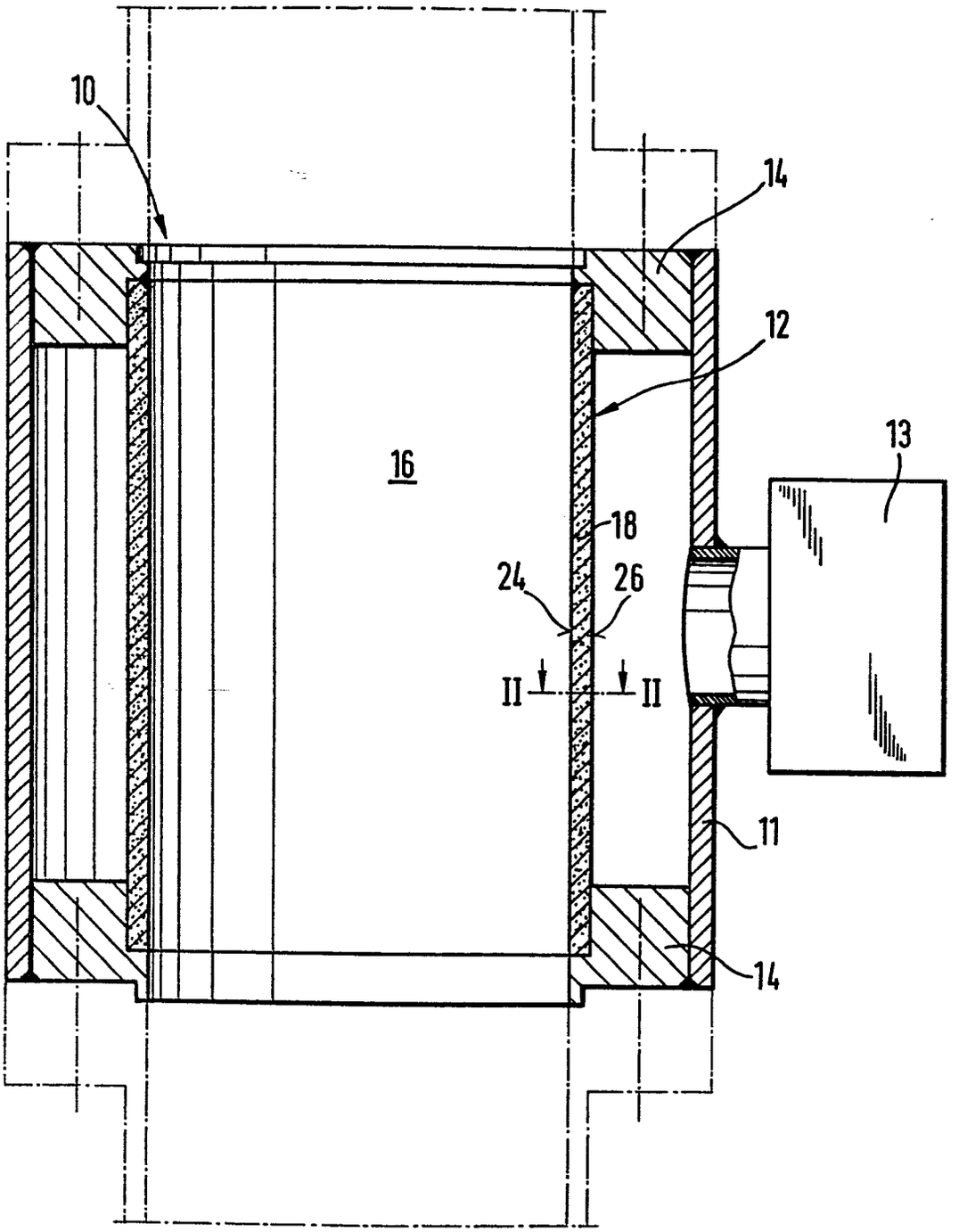

Fig. 1

0169472
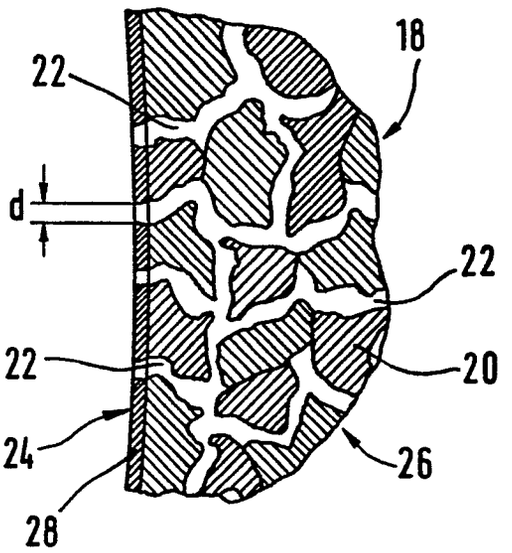
Fig. 2