



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 902 496 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.10.2005 Patentblatt 2005/43

(51) Int Cl.7: **H01P 5/08**

(21) Anmeldenummer: **98402039.6**

(22) Anmeldetag: **11.08.1998**

(54) **Modenfilter zur Verbindung von zwei elektromagnetischen Hohlleitern**

Mode filter for the connection of two electromagnetic waveguides

Filtre à modes pour la connection de deux guides d'ondes électromagnétiques

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **10.09.1997 DE 19739589**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.03.1999 Patentblatt 1999/11

(73) Patentinhaber: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder: **Schulz, Dietmar**
30900 Wedemark (DE)

(74) Vertreter: **Brose, Gerhard et al**
Alcatel,
Intellectual Property Department Stuttgart
70430 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-B- 1 271 229 US-A- 3 758 882
US-A- 3 818 383

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 284 (E-357) [2007], 12. November 1985 (1985-11-12) & JP 60 125001 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 4. Juli 1985 (1985-07-04)**
- **HUANG J ET AL: "FREQUENCY-DOMAIN TLM ANALYSIS OF THE TRANSITION FROM RECTANGULAR TO CIRCULAR WAVEGUIDES" IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST, US, NEW YORK, IEEE, 1994, Seiten 705-708, XP000516648 ISBN: 0-7803-1779-3**

EP 0 902 496 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Modenfilter zur Verbindung von zwei elektromagnetischen Hohlleitern mit unterschiedlichen Querschnittsformen, bestehend aus einem Rohrstück, das an seinen Enden Öffnungen hat, deren Querschnitte den Querschnitten der beiden unterschiedlichen Hohlleiter entsprechen und dessen Innenraum von der einen Querschnittsform in die andere übergeht, bei welchem im Innenraum des Rohrstücks Mittel zur Minimierung unerwünschter Moden der zu übertragenden elektromagnetischen Wellen vorhanden sind.

[0002] Aus der Druckschrift Patent Abstract of Japan Band 9 Nr. 284 12. November 1985 JP60125001 ist ein Hohlleiterübergang bekannt, bei dem eine Konversion von einem rechteckigen auf einen runden Querschnitt erfolgt. Aus der Veröffentlichung "Frequency Domain TLM Analysis of the transition from rectangular to circular Waveguides" IEEE MTT-S International Microwave symposium digest, US, New Yourk, IEEE, 1994, Seiten 705 - 708 ist ebenfalls ein Hohlleiterübergang bekannt.

[0003] Hohlleiter werden wegen der geringen Dämpfung der zu übertragenden elektromagnetischen Wellen insbesondere bei höheren Frequenzen beispielsweise als Versorgungsleitungen für Antennen verwendet. Die Dämpfung kann aber unter Umständen immer noch zu hoch sein, wenn beispielsweise die Sendeleistung gering ist oder wenn keine ausreichend grossen Reflektoren verwendet werden können. Die Hohlleiter können dann übermodiert betrieben werden, d. h. mit höheren Frequenzen als für ihre Abmessungen an sich vorgesehen. Dadurch werden in den Hohlleitern neben dem gewünschten Grundmode auch unerwünschte, höhere Moden angeregt. Das führt zu einer Welligkeit (ripples) der Gruppenlaufzeit und der Amplitude des Grundmodes, d. h. zu einer Schwankung der Amplitude desselben. Das kann nicht vollständig verhindert, durch den Einsatz von Modenfiltern aber minimiert werden.

[0004] Ein Modenfilter, wie es eingangs beschrieben ist, wird von der Firma RFS kabelmetal, Hannover, vertrieben. Mit einem solchen Modenfilter werden die unerwünschten Moden ausgekoppelt. Dazu sind in der Wandung des als Rohrstück ausgebildeten Modenfilters Blenden angebracht, die zu aussen am Rohrstück befestigten Absorbern führen. Die Absorber werden während des Betriebes gekühlt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs geschilderte Modenfilter in seinem Aufbau zu vereinfachen.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäss Anspruch 1 gelöst.

[0007] Dieses Modenfilter ist sehr einfach aufgebaut. Es kann in üblicher, beispielsweise für Übergänge bekannter Technik hergestellt werden. Die beiden flachen, elektrisch leitenden Elemente, bei denen es sich beispielsweise um Bleche oder Stifte handelt, können beispielsweise durch Schlitze im Rohrstück leicht montiert

und justiert werden. Es hat sich überraschend herausgestellt, daß allein durch die richtig positionierten flachen Elemente eine weitestgehende Unterdrückung unerwünschter Moden erreicht wird. Absorber werden nicht benötigt. Eine Kühlung ist nicht erforderlich, da keine wesentliche Erwärmung stattfindet. Das Modenfilter ist daher mit Vorteil auch für hohe Leistungen verwendbar. Die Welligkeit der Gruppenlaufzeit und der Amplitude der gewünschten, zu übertragenden Welle wird so für einen breiten Leistungsbereich auf einfache Weise auf ein akzeptables Minimum reduziert.

[0008] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den Zeichnungen dargestellt.

[0009] Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Anordnung mit einem Modenfilter nach der Erfindung.

Fig. 2 und 3 Längsschnitte durch das Modenfilter in zwei unterschiedlichen Ebenen in vergrößerter Darstellung.

Fig. 4 das Bild nach Fig. 2 ohne Innenleben.

Fig. 5 einen Schnitt durch Fig. 4 längs der Linie V - V.

Fig. 6 einen Schnitt durch Fig. 4 längs der Linie VI - VI.

Fig. 7 einen Schnitt durch Fig. 2 längs der Linie VII - VII.

[0010] Die im Modenfilter vorhandenen "flachen Elemente" können Bleche sein. Die Bleche können ohne Ausnehmungen aber auch kammartig mit in den Innenraum des Modenfilters weisenden "Zinken" ausgeführt sein. Jedes Element kann aber auch aus nebeneinander angeordneten Stiften oder Streifen bestehen. Die Elemente sind mit dem Wort "flach" als flächige Gebilde gekennzeichnet. Sie verlaufen bei gleichbleibender Dicke im Rohrstück i. w. in radialer Richtung. Stellvertretend für alle möglichen Ausführungsformen wird im folgenden das Blech als "flaches Element" beschrieben.

[0011] In Fig. 1 ist ein parabolischer Reflektor 1 einer Antenne dargestellt, an den unter Zwischenschaltung eines Modenfilters 2 ein elektromagnetischer Hohlleiter 3 angeschlossen ist. Die Querschnittsformen des Hohlleiters 3 und des Hohlleitereingangs der Antenne sind an sich beliebig. In dem im folgenden erläuterten Ausführungsbeispiel hat der Hohlleiter 3 gemäß Fig. 5 einen elliptischen Querschnitt, während der Hohlleitereingang der Antenne gemäß Fig. 6 rechteckig ist. Das Modenfilter 2 verbindet dementsprechend einen elliptischen Hohlleiter 3 mit einem rechteckigen Hohlleitereingang, dessen lichte Abmessungen außerdem deutlich kleiner als die des Hohlleiters 3 sind.

[0012] Das Modenfilter 2 ist gemäß Fig. 2 als Rohrstück 4 ausgebildet, an dessen beiden Enden Flansche 5 und 6 angebracht sind. Der Flansch 5 dient zum Anschluß des Hohlleiters 3. Er hat eine zentrale, durchgehende Öffnung 7 mit einem elliptischen Querschnitt, der gleich dem elektrisch wirksamen Querschnitt des Hohlleiters 3 ist. Am gegenüber liegenden Ende des Rohr-

stücks 4 befindet sich der Flansch 6 mit einer zentralen, durchgehenden Öffnung 8, deren rechteckiger Querschnitt gleich dem elektrisch wirksamen Querschnitt des Hohlleitereingangs der Antenne ist. Mittels des Flansches 6 kann das Modenfilter 2 am Reflektor 1 befestigt werden. In den umlaufenden Nuten 9 und 10 der beiden Flansche 5 und 6 können Dichtungselemente angeordnet werden.

[0013] Die Flansche 5 und 6 können in üblicher Technik maßgenau hergestellt werden. Zweckmäßig wird das Rohrstück 4 durch galvanische Abscheidung auf einem Kern erzeugt, dessen äußere Kontur genau der gewünschten Kontur des Innenraums 11 des Rohrstücks 4 bzw. des Modenfilters 2 entspricht. Dabei werden die beiden Flansche 5 und 6 gleich mit an das Rohrstück 4 angalvanisiert. Bei der Herstellung des Rohrstücks 4 ist es auch möglich, in dessen Wandung an zwei einander diametral gegenüber liegenden Stellen Schlitz 12 und 13 (Fig. 4) auszuformen, die zur Aufnahme von Blechen 14 und 15 dienen.

[0014] Der Innenraum 11 des Rohrstücks 4 ist so geformt, daß sich vorzugsweise ein kontinuierlicher, absatzloser Übergang vom elliptischen Querschnitt des Hohlleiters 3 zum rechteckigen Querschnitt des Hohlleitereingangs der Antenne ergibt. Der Innenraum 11 könnte aber auch mit Stufen versehen sein. Es ergäbe sich dann ein gestufter Übergang von der einen Querschnittsform zur anderen. In diesem Übergangsbereich des Rohrstücks 4 sind die Bleche 14 und 15 angeordnet. Sie ragen radial in das Rohrstück 4 hinein und verlaufen in Achsrichtung desselben. Ihre axiale Länge ist klein im Verhältnis zur Länge des Rohrstücks 4. Die Bleche 14 und 15 fluchten miteinander und liegen einander gemäß Fig. 7 in der gleichen Ebene diametral gegenüber. Sie sind durch einen Zwischenraum 16 voneinander getrennt, der über ihre ganze axiale Länge gleichbleibend sein kann. Der Zwischenraum 16 kann gemäß Fig. 2 auch konisch ausgeführt sein. Er kann mit etwa konischem Verlauf auch Stufen aufweisen. Das bietet sich beispielsweise beim Einsatz von Stiften anstelle der Bleche an. In der dargestellten und beschriebenen Ausführungsform haben der Hohlleiter 3 und die Öffnung 7 des Flansches 5 einen elliptischen Querschnitt. Die Bleche 14 und 15 liegen vorzugsweise in der großen Achse der Ellipse, so wie es in Fig. 7 dargestellt ist.

[0015] Der Abstand A der beiden Bleche 14 und 15 voneinander und ihre axiale Länge richten sich nach der Frequenz der im Hohlleiter 3 geführten Grundwelle. Er wird durch Justieren der beiden Bleche 14 und 15 so bemessen, daß unerwünschte höhere Moden weitestgehend unterdrückt werden und daß deren Einfluß auf die Grundwelle minimiert wird. Das bedeutet, daß die Größe der durch Überlagerung der unterschiedlichen Moden entstehenden "ripples" möglichst klein gehalten wird, so daß die Welligkeit der Grundwelle in engen Grenzen gehalten werden kann.

[0016] Die Bleche 14 und 15 bestehen aus elektrisch gut leitendem Material, wie Kupfer oder Aluminium. In

bevorzogter Ausführungsform werden sie aus Bronze oder Messing hergestellt. Sie können beispielsweise nach Fertigstellung des Rohrstücks 4 mit angeschlossenen Flanschen 5 und 6 durch die Schlitz 12 und 13 des Rohrstücks 4 in dasselbe eingesteckt werden. Ihre Position, d. h. ihr Abstand A voneinander, wird dabei beispielsweise mittels einer in das Rohrstück 4 hineinragenden Schablone eingestellt. In dieser Position werden die Bleche 14 und 15 mit dem Rohrstück 4 fest verbunden, beispielsweise verlötet. Abschließend werden über das Rohrstück 4 hinausragende Teile der Bleche 14 und 15 abgetrennt, so daß sich eine glatte Oberfläche für das Rohrstück 4 ergibt. Die Schablone braucht für einen bestimmten Typ des Modenfilters nur einmal angefertigt zu werden. Sie kann dann zur reproduzierbaren Herstellung einer großen Anzahl von Modenfiltern eingesetzt werden.

[0017] In einer anderen Ausführungsform des Herstellungsverfahrens können die Bleche 14 und 15 ebenso wie die Flansche 5 und 6 beim Galvanisieren des Rohrstücks 4 mit eingalvanisiert werden. Der entsprechende Kern braucht für einen Typ des Modenfilters ebenso wie die oben erwähnte Schablone nur einmal hergestellt zu werden.

Patentansprüche

1. Modenfilter zur Verbindung von zwei elektromagnetischen Hohlleitern mit unterschiedlichen Querschnittsformen, bestehend aus einem Rohrstück, das an seinen Enden Öffnungen hat, deren Querschnitte den Querschnitten der beiden unterschiedlichen Hohlleiter entsprechen und dessen Innenraum von der einen Querschnittsform in die andere übergeht, bei welchem im Innenraum des Rohrstücks Mittel zur Minimierung unerwünschter Moden der zu übertragenden elektromagnetischen Wellen vorhanden sind, und dass im Innenraum (11) des Rohrstücks (4) im Übergangsbereich zwischen den beiden Querschnittsformen zwei in radialer Richtung in dasselbe hineinragende und in seiner Achsrichtung verlaufende, flache Elemente aus elektrisch gut leitendem Material angebracht sind die Elemente von der Wandung des Rohrstücks (4) ausgehend durch einen Zwischenraum (16) voneinander getrennt und miteinander fluchtend in der gleichen Ebene einander diametral gegenüber liegend angeordnet sind, deren axiale Länge kurz ist im Verhältnis zur Länge des Rohrstücks (4) **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum (11) des Rohrstücks (4) mit kontinuierlichem, absatzlosen Übergang von der einen Querschnittsform zur anderen ausgebildet ist wobei der Abstand (A) der beiden flachen Elemente (14 und 15) voneinander und ihre axiale Länge sich nach der Frequenz der im Hohlleiter (3) geführten Grundwelle richten und der Abstand (A) durch Justieren der bei-

den flachen Elemente (14 und 15) so bemessen wird, dass unerwünschte höhere Moden weitestgehend unterdrückt werden und dass deren Einfluss auf die Grundwelle minimiert wird, so dass die Größe der durch Überlagerung der unterschiedlichen Moden entstehenden "ripples" möglichst klein gehalten wird, und die Welligkeit der Grundwelle in engen Grenzen gehalten werden kann.

2. Modenfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als flache Elemente Bleche (14, 15) eingesetzt sind. 5
3. Modenfilter nach Anspruch 1. **dadurch gekennzeichnet, dass** die flachen Elemente durch Stifte gebildet sind. 10
4. Modenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Ausbildung des einen der zu verbindenden Hohlleiter (3) als elliptischer Hohlleiter, die Ebene, in welcher die flachen Elemente angeordnet sind, in der grossen Achse des elliptischen Teils des Innenraums (11) des Rohrstücks (4) liegen. 20
5. Modenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flachen Elemente aus Bronze bestehen. 25
6. Modenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flachen Elemente aus Messing bestehen. 30

Claims 35

1. A mode filter for connecting two electromagnetic waveguides having different cross-sectional shapes, comprising a tubular section that has openings at its ends whose cross sections correspond 40
to the cross sections of the two different waveguides and whose internal space merges from the one cross-sectional shape into the other, in which, in the internal space of the tubular section, means are present for minimizing undesirable 45
modes of the electromagnetic waves to be transmitted and two slim elements that project into the tubular section (4) in the radial direction and extend in its axial direction and that are made of material with good electrical conduction are provided in the 50
interior (11) of the tubular section in the transition region between the two cross-sectional shapes, the elements proceeding from the wall of the tubular section (4) being separated from one another by a gap (16) and being disposed in line with one another 55
diametrically opposite one another in the same plane, their axial length being short compared with the length of the tubular section (4), **characterized**

in that the interior (11) of the tubular section (4) is designed with a continuous, shoulder-free transition from the one cross-sectional shape to the other, the distance (A) of the two slim elements (14 and 15) from one another and their axial length depending on the frequency of the fundamental wave conducted in the waveguide (3) and the distance (A) being dimensioned by aligning the two slim elements (14 and 15) in such a way that undesirable higher modes are suppressed to the greatest possible extent and that their influence on the fundamental wave is minimized so that the magnitude of the "ripples" produced by overlapping of the different modes is kept as small as possible and the ripples in the fundamental wave can be kept within narrow limits.

2. Mode filter according to Claim 1, **characterized in that** metal sheets (14, 15) are used as slim elements.
3. Mode filter according to Claim 1, **characterized in that** the slim elements are formed by pins.
4. Mode filter according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that**, in the construction of one of the waveguides (3) to be joined as an elliptical waveguide, the plane in which the slim elements are disposed is situated on the major axis of the elliptical part of the interior (11) of the tubular section (4).
5. Mode filter according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the slim elements are composed of bronze.
6. Mode filter according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the slim elements are composed of brass.

Revendications

1. Filtre à un filtre à modes pour la connexion de deux guides d'ondes électromagnétiques dont les sections transversales sont de formes différentes, composé d'un élément tubulaire qui présente à ses extrémités des ouvertures dont les sections transversales correspondent aux sections transversales des deux guides d'ondes différents et dont l'espace intérieur transite de l'une des formes de section transversale à l'autre, avec lequel il existe dans l'espace intérieur de l'élément tubulaire des moyens destinés à réduire les modes non souhaités des ondes électromagnétiques à transmettre, et que dans l'espace intérieur (11) de l'élément tubulaire (4), dans la zone de transition entre les deux formes de la section transversale sont montés des éléments plats en matériau bon conducteur d'électricité qui

pénètrent dans le sens radial dans l'élément tubulaire (4) et s'étendent dans son sens axial, les éléments sont séparés l'un de l'autre par un espace intermédiaire (16) en partant de la paroi de l'élément tubulaire (4) et sont disposés dans l'alignement l'un de l'autre en étant diamétralement opposés dans le même plan, leur longueur axiale étant courte par rapport à la longueur de l'élément tubulaire (4), **caractérisé en ce que** l'espace intérieur (11) de l'élément tubulaire (4) est configuré avec une transition continue et sans paliers d'une section transversale à l'autre, l'écart (A) entre les deux éléments plats (14 et 15) et leur longueur axiale étant définis en fonction de la fréquence de l'onde fondamentale guidée dans le guide d'ondes (3) et l'écart (A) étant dimensionné en ajustant les deux éléments plats (14 et 15) de manière à atténuer le plus possible les modes plus élevés non souhaités et à réduire leur influence sur l'onde fondamentale, de manière à ce que la taille des ondulations provoquées par la superposition des différents modes soit maintenue la plus petite possible et que l'ondulation de l'onde fondamentale puisse être maintenue dans des limites étroites.

2. Filtre à modes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments plats utilisés sont des tôles (14, 15).
3. Filtre à modes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments plats sont formés par des broches.
4. Filtre à modes selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** lorsque le guide d'ondes (3) à relier est réalisé sous la forme d'un guide d'ondes elliptique, le plan dans lequel sont disposés les éléments plats se trouve dans le grand axe de la partie elliptique de l'espace intérieur (11) de l'élément tubulaire (4).
5. Filtre à modes selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les éléments plats sont en bronze.
6. Filtre à modes selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les éléments plats sont en laiton.

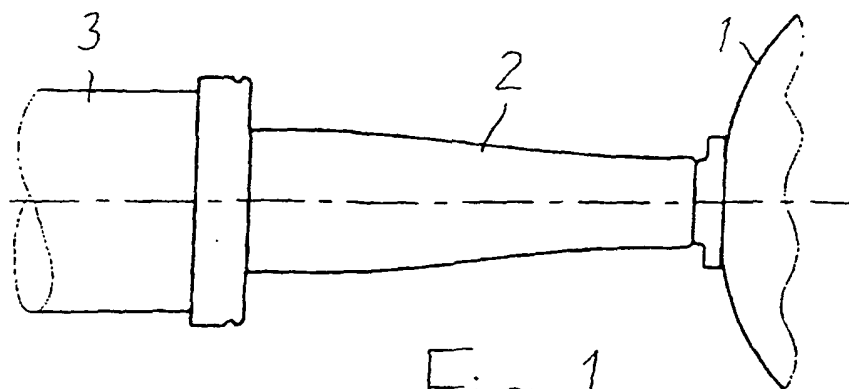


Fig. 1

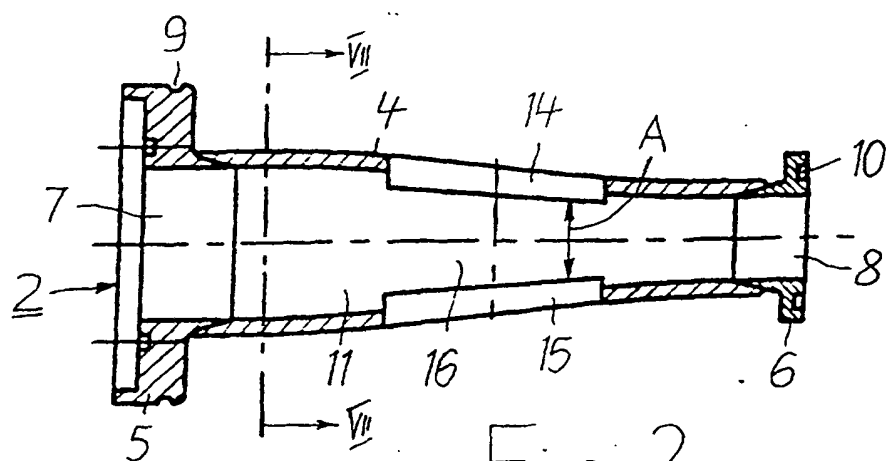


Fig. 2

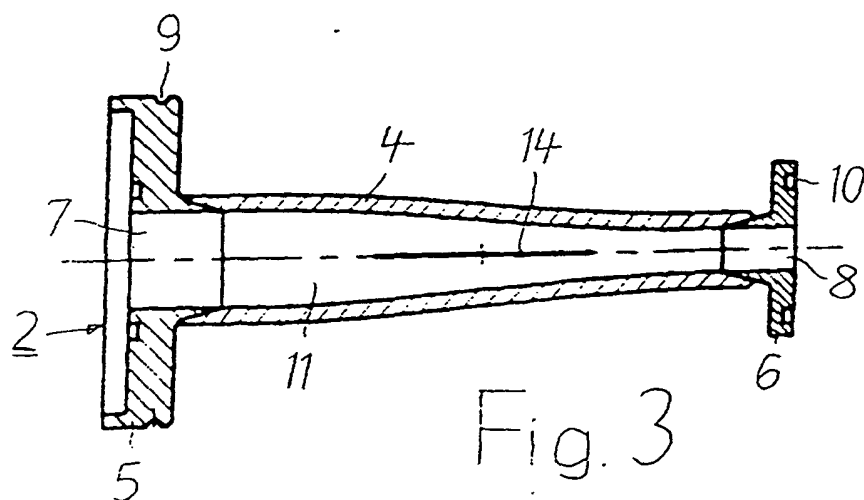


Fig. 3

