

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 246 561
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 87107005.8

51 Int. Cl.⁴: **H01P 1/161**, H01P 1/17

22 Anmeldetag: 14.05.87

30 Priorität: 22.05.86 DE 3617143

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.11.87 Patentblatt 87/48

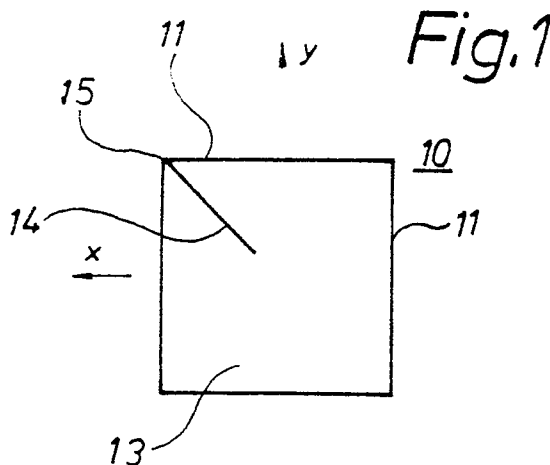
64 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

71 Anmelder: **HANS KOLBE & CO.**
Bodenburger Strasse
D-3202 Bad Salzdetfurth(DE)

72 Erfinder: **Hinken, Johann, Prof. Dr.-Ing.**
Danziger Strasse 3
D-3303 Vechelde(DE)
Erfinder: **Henze, Frank**
Charlottenhöhe 25A
D-3300 Braunschweig(DE)
Erfinder: **Jedamski, Knut**
Politzer Strasse 8
D-2820 Bremen 77(DE)

54 **Hohlleiter.**

57 Gemäß der Erfindung wird ein Hohlleiter mit einer in den Hohlraum eintauchenden Flosse versehen, deren Profil so gewählt ist, daß eine höhere Eigenwelle angeregt wird, so daß für eine gewünschte Phasendifferenz über eine möglichst große Nutzbandbreite ein annähernd konstanter Verlauf der Phasendifferenz ermöglicht wird.



EP 0 246 561 A2

Hohlleiter

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hohlleiter gemäß dem Oberbegriff des Anspruches I. Derartig ausgebildete Hohlleiter sind allgemein bekannt, z. B. in Anwendung bei einem Polarisator bzw. Polarisationswandler. Ein Polarisator bzw. Polarisationswandler ist eine Vorrichtung, die horizontal oder vertikal polarisierte Wellen in zirkular polarisierte Wellen umsetzt oder umgekehrt.

Derartige Polarisationswandler gewinnen derzeit immer mehr an Interesse im Zusammenhang mit der Satelliten-Kommunikation. Beispielsweise werden den installierten Satelliten die Fernsehprogramme in Form von zirkular polarisierten Signalen zugeführt und die Satelliten strahlen diese Signale ebenfalls in zirkular polarisierter Form ab. Dazu sind auf der Senderseite einerseits und auf der Empfängerseite andererseits auf der Erde die oben genannten Polarisatoren bzw. Polarisationswandler erforderlich.

Die von den Polarisatoren bzw. Polarisationswandlern zu verarbeitenden Signale liegen innerhalb eines bestimmten sogenannten Nutzfrequenzbandes, das für die Fernsehsignale beispielsweise im Bereich von 11,7 - 12,5 GHz liegt. Innerhalb dieses Nutzfrequenzbandes muß eine Vielzahl von Kanälen, die sich jeweils durch ihre Frequenz unterscheiden, einwandfrei übertragen werden können. Für die Polarisatoren bzw. Polarisationswandler bedeutet dies, daß die Phasendifferenz zwischen den beiden orthogonalen Komponenten der einfallenden Welle über das gesamte Nutzfrequenzband möglichst konstant bleiben soll, und zwar möglichst 90 Grad betragen soll. Bei den bisher bekannten Bauarten verändert sich jedoch die Phasendifferenz mit wachsender Frequenz, d. h. der Phasenwinkel zwischen zwei linear polarisierten Wellen wird mit wachsender Frequenz kleiner. Dies bedeutet, daß für die Kanäle am Anfang des Nutzfrequenzbandes eine größere Phasendifferenz als für die Kanäle am Ende des Nutzfrequenzbandes vorliegt. Wenn man voraussetzt, daß die gewünschte Phasenverschiebung von 90 Grad genau in der Mitte des Nutzfrequenzbandes liegt, so führt dies zu Qualitätsverschlechterungen durch Übersprechen bei Frequenzdoppelausnutzung für die Kanäle am Anfang und am Ende des Nutzfrequenzbandes, was unerwünscht ist.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Hohlleiter der eingangs genannten Art mit einer geringen Eingangsreflektion zu schaffen, der für eine gewünschte Phasendifferenz über eine möglichst große Nutzbandbreite einen annähernd konstanten Verlauf der Phasendifferenz ermöglicht. Insbesondere soll bei Anwendung des Hohlleiters für einen Polarisator oder einen Polari-

sationswandler eine geringe Eingangsreflektion und eine hohe Kreuzpolarisations-Entkopplung über eine möglichst große Bandbreite ermöglicht werden. Diese Aufgabe wird bei einem Hohlleiter der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches I gelöst. Diese erfindungsgemäß vorgesehene Anregung einer höheren Eigenwelle verändert den Phasengang der Grundwelle (H_{d1}). Eine Resonanzstelle oberhalb des Nutzfrequenzbandes bewirkt, daß der frequenzabhängige Phasendifferenz-Verlauf nunmehr im Bereich des Nutzfrequenzbandes konstant bzw. annähernd konstant ist. Diese Resonanzstelle kommt dadurch zustande, daß die durch die Zunge ermöglichte und angeregte höhere Welle nur in einem bestimmten Bereich der Zunge ausbreitungsfähig ist. Wie Versuche gezeigt haben, ist diese angeregte höhere Welle im wesentlichen im Bereich der maximalen Eintauchtiefe der Zunge ausbreitungsfähig. Der Phasengang ist der Verlauf der Phasendifferenz, die sich zwischen den beiden orthogonalen Komponenten (d_1 und d_2) der einfallenden Welle nach Durchlauf durch den Hohlleiter ergibt. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt die Zunge, ausgehend von ihrer Basis an einer Innenwandung des Hohlleiters, in Eintauchrichtung einen Mittelbereich mit einer maximalen Erstreckung zur Basis und beiderseits davon identische Seitenbereiche mit kontinuierlich abfallenden Konturen. Eine derartig gestaltete Zunge besitzt einen definierten Bereich, mit dem sie maximal in den Innenraum des Hohlleiters eintaucht. Je nach Ausbildung dieses definierten Maximalbereiches kann die Lage der Resonanzstelle gewählt werden. Wie Versuche gezeigt haben, sind für die genaue Bestimmung des Resonanzpunktes insbesondere zwei Werte des Mittelbereiches der Zunge maßgebend, mit dem diese in den Hohlleiter eintaucht. Bei diesen Werten handelt es sich einmal um die maximale Erstreckung des Mittelbereiches in Eintauchrichtung und zum anderen um die maximale Erstreckung des Mittelbereiches in Längsrichtung des Hohlleiters.

Besonders gute Werte werden nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, daß der Mittelbereich der Zunge gegenüber den Seitenbereichen stufig abgesetzt ist und mit einer parallel zur Grundlinie verlaufenden Kante versehen ist, daß die Kanten der kontinuierlich abfallenden Seitenbereiche gekrümmt sind, und daß die Seitenbereiche der Zunge an den Enden rechtwinklig zur Grundlinie der Zunge abgesetzt sind. Durch die zum Innenraum des Hohlleiters gekrümmt verlaufenden Kanten der Seitenbereiche wird eine geringe Eingangsreflexion bei kurzer

Baulänge erreicht. Ferner kann durch Verändern der Erstreckung des Mittelbereiches in Längsrichtung und Eintauchtiefe eine genaue Anpassung an die gewünschten Werte erfolgen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

In der Zeichnung ist in Fig. 1 - 8 ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes gemäß der Erfindung nebst zugehörigen Diagrammen - schematisch dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine Stirnansicht eines quadratischen Hohlleiters mit einer eingebrachten metallischen Zunge,

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Hohlleiters gemäß Fig. 1,

Fig. 3 zeigt eine in einen Hohlleiter einsetzbare Zunge (Septum),

Fig. 4 zeigt ein zugehöriges Koordinatensystem,

Fig. 5a zeigt in einem Diagramm den Verlauf der durch Versuche ermittelten Grenzfrequenz in Abhängigkeit von der Erstreckung der Zunge in Eintauchrichtung,

Fig. 5b zeigt einen der Messung zugrundegelegten quadratischen Hohlleiter,

Fig. 6 zeigt in einem Diagramm den Verlauf der Phasendifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz,

Fig. 7 zeigt in einem Diagramm den Verlauf der berechneten und gemessenen Isolation in Abhängigkeit von der Frequenz und

Fig. 8 zeigt den berechneten und gemessenen Verlauf der Rückflußdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz.

Gemäß Fig. 1 und 2 besitzt der Hohlleiter 10 eine quadratische Form mit einer Kantenlänge l_1 und einer Gesamtlänge l_2 . Mit 13 ist der Innenraum des Hohlleiters 10 bezeichnet. Gemäß Fig. 1 ragt in den Innenraum 13 von der linken oberen Ecke aus eine metallische Zunge 14, die an ihrer Basis 15 in der Ecke des Hohlleiters 10 befestigt ist und mit den benachbarten Wänden einen Winkel von 45 Grad einschließt. Die Zunge 14 besitzt einen Mittelbereich 16 und zwei Seitenbereiche 17. Der Mittelbereich 16 hat eine parallel zur Basis 15 verlaufende Kante 18, und die beiden Seitenbereiche 17 haben kontinuierlich sich verjüngende Kanten 19. Mit l ist die maximale Erstreckung des Mittelbereiches in z-Richtung bezeichnet. Mit $s(z)$ ist die sich in z-Richtung ändernde Eintauchtiefe der Zunge 14 bezeichnet. Mit $s_{\max}$ ist die größte Eintauchtiefe der Zunge 14 im Mittelbereich 16 bezeichnet.

In Fig. 3 ist eine spezielle Ausgestaltung der Zunge dargestellt und mit 14' bezeichnet. Diese Zunge 14' unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten durch ausgeprägte Absätze 20 zwi-

schen dem Mittelbereich 16' und den Seitenbereichen 17' und ferner durch nach außen gekrümmte Kanten 19', die im Endbereich der Zunge 14' rechtwinklig gegen die Basis 15' abfallen.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Polarisationswandler zur Umwandlung von zirkular polarisierten Signalen in horizontal und vertikal polarisierte Signale. Die Figuren 1 bis 3 zeigen den prinzipiellen Aufbau eines Polarisationswandlers mit einem schräg verlaufenden metallischen Septum (metallische Zunge). Einfallende zirkular polarisierte H_{10}/H_{01} -Wellen werden in x- und y-Richtung linear polarisierte Wellen umgewandelt, d. h. in H_{01} - und H_{10} -Wellen. Die H_{d1} -Welle, die eine in d₁-Richtung lineare Kombination der H_{10} - und H_{01} -Welle ist, sollte im Idealfall entlang der Zunge 14 einen Phasenunterschied von $= -90$ Grad gegenüber der H_{d2} -Welle erhalten, die in ihrer Phasenkonstante fast nicht gestört ist.

Fig. 5a zeigt den Verlauf der experimentell ermittelten unteren Grenzfrequenz in Abhängigkeit von der Erstreckung der Zunge 14, 14' in Eintauchrichtung. Bei $s = 0$ hat die Grundwelle mit ihren Komponenten H_{d1} und H_{d2} eine Grenzfrequenz von etwa 9,4 GHz, während die höhere Welle H_2 eine Grenzfrequenz von etwa 18,8 GHz aufweist. Mit wachsender Eintauchtiefe der Zunge 14, 14', d. h. bei wachsendem s , sinkt die Grenzfrequenz der höheren Welle H_2 und der Komponente H_{d1} der Grundwelle, während sich die Grenzfrequenz der H_{d2} -Welle nicht verändert. In Fig. 5b ist schematisch der Hohlleiter angedeutet, der den experimentell ermittelten Werten zugrunde gelegt wurde. Dabei hat die Kantenlänge einen Wert von 15,5 mm. Mit s ist die Erstreckung der Zunge in Richtung des Innenraumes 13 des Hohlleiters 10 bezeichnet.

Die höhere Eigenwelle H_2 wird durch eine bestimmte Bemessung und Eintauchtiefe der Zunge 14, 14' angeregt, so daß oberhalb eines Nutzfrequenzbandes 21 (s. Fig. 6) eine Resonanzstelle bei der Frequenz f_r auftritt. Diese Resonanzstelle kommt dadurch zustande, daß die höhere Welle H_2 nur im Bereich und in der näheren Umgebung der maximalen Eintauchtiefe der Zunge 14, 14' ausbreitungsfähig ist und somit dort eine Resonanz verursacht. In Fig. 6 ist der Verlauf der Phasendifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragen. Mit den Buchstaben a, b, c ist der berechnete Verlauf der Phasendifferenz aufgetragen, wobei keine Anregung der höheren Welle H_2 berücksichtigt wurde. Dabei sind den Buchstaben a, b und c jeweils unterschiedliche, mit der Buchstabenfolge wachsende Werte der Länge l des Mittelbereiches 16, 16' der Zunge 14, 14' zugeordnet; der Mittelbereich ist der Bereich, über den sich die maximale Eintauchtiefe der Zunge 14, 14' in Längsrichtung des Hohllei-

ters 10 erstreckt. $s_{\max}$ ist gemäß Fig. 6 z. B. so gewählt, daß alle Kurven a, b und c bei 12 GHz den gleichen Wert haben. Bei einer bestimmten Größe von $s_{\max}$ und l, d. h. bei einer bestimmten Eintauchtiefe und bei einer bestimmten Längserstreckung dieser Eintauchtiefe, wird jedoch die höhere Welle H_2 angeregt, und es bildet sich oberhalb des Nutzfrequenzbandes 2l eine Resonanzstelle f_r , so daß sich der Verlauf der Phasendifferenz in dem gemäß der Erfindung gewünschten Sinne verändert und nunmehr bei Berücksichtigung der Anregung den mit den Großbuchstaben A, B und C bezeichneten Verlauf aufweist. Dabei sind den mit A, B und C bezeichneten Kurven wieder verschiedene, in dieser Reihenfolge wachsende Werte von l zugeordnet. Daraus ist zu erkennen, daß der Verlauf der Phasendifferenz nunmehr in dem Nutzfrequenzband 2l praktisch konstant ist. Damit ergibt sich bei einer konstanten Phasendifferenz von 90 Grad eine hohe Kreuzpolarisations-Entkopplung über eine große Bandbreite. In erster Linie maßgebend für ein derartiges Verhalten ist eine bestimmte Bemessung der maximalen Eintauchtiefe $s_{\max}$ und der Länge l des $s_{\max}$ -Bereiches in Längserstreckung des Hohlleiters. Dieser konstante Bereich der Phasendifferenz im Verlauf der mit A, B und C bezeichneten Kurven kann innerhalb des Nutzfrequenzbandes 2l nach oben und unten verschoben werden, d. h. für verschiedene Phasenwinkel eingestellt werden.

Hinsichtlich der Bemessung kann in erster Näherung gesagt werden, daß bei der erfindungsgemäß bemessenen Zunge die Eintauchtiefe (s) größer und die Länge (l) kleiner gewählt sind als bei bisher bekannten Zungen im Hohlleiter.

In Fig. 7 ist die berechnete und gemessene Entkopplung a_K in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Im Bereich des Nutzfrequenzbandes 2l zeigen sich die gewünschten Verläufe.

Gemäß Fig. 8 ist, ebenfalls in Abhängigkeit von der Frequenz, der Verlauf der berechneten und gemessenen Rückflußdämpfung a_R (Reflexionsdämpfung, Anpassung) dargestellt. Auch hier zeigen sich im Bereich des Nutzfrequenzbandes 2l die gewünschten Werte.

Ansprüche

1. Hohlleiter (10) (Hohlleiterabschnitt) mit einer von einer Innenwandung ausgehenden und in den Innenraum eintauchenden, längsgerichteten, mit Anpassungskonturen (19, 19') ausgestatteten Zunge (14, 14') (Flosse) zur Beeinflussung der Phasenlage wenigstens einer Welle (H_{d1}), insbesondere zur Umwandlung von zirkular polarisierten Wellen in linear polarisierte Wellen oder umgekehrt, wobei die in den Innenraum eintauchende Zunge (14, 14')

(Flosse) auf der Winkelhalbierenden der Polarisationsrichtungen der linear polarisierten Wellen liegt, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) das Profil (s(z)) der Zunge (14, 14') (Flosse) ist so gewählt, daß eine höhere Eigenwelle (H_2) angeregt wird;

b) die Verkopplung, d.h. die Anregung der und Rückumwandlung von der H_2 -Welle, findet in einem (mehreren) Bereich(en) auf der Zunge (14, 14') (Flosse) statt;

c) in (zwischen) diesen Bereichen wird ein Teil der einfallenden Leistung der Grundwelle (H_{d1}) durch die höhere Eigenwelle (H_2) übertragen;

d) der Frequenzgang der Phasendifferenz der Grundwellen (H_{d1} , H_{d2}) wird durch diese Verkopplung beeinflusst.

2. Hohlleiter (10) (Hohlleiterabschnitt) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß:

a) eine Resonanz der höheren Eigenwelle im Bereich der Zunge angeregt wird;

b) diese Resonanzfrequenz ober-oder unterhalb des Nutzfrequenzbandes (2l) liegt;

c) der Frequenzgang der Phasendifferenz zwischen den beiden Grundwellen (H_{d1} , H_{d2}) durch die Resonanz der höheren Eigenwelle (H_2) so beeinflusst wird, daß relative Minima oder Maxima auftreten;

d) die Krümmung, und damit die Bandbreite der Baugruppe nach Anspruch 1, des Frequenzganges der Phasendifferenz zwischen den beiden Grundwellen (H_{d1} , H_{d2}) in den relativen Minima und Maxima durch die Stärke der Ankopplung der höheren Eigenwelle (H_2) und damit die belastete Güte des Resonators beeinflussbar ist;

e) an diesen relativen Maxima und Minima die Phasenverschiebung annähernd konstant 90 Grad beträgt.

3. Hohlleiter (10) (Hohlleiterabschnitt) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (Flosse) (14, 14') in Eintauchrichtung mit sich weitgehend kontinuierlich ändernden Konturen (18, 19; 18', 19') versehen ist.

4. Hohlleiter (10) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (Flosse) (14, 14'), ausgehend von ihrer Basis (15, 15') an einer Innenwandung des Hohlleiters (10), in Eintauchrichtung einen Mittelbereich (16, 16') mit einer maximalen Erstreckung ($s_{\max}$) zur Basis (15, 15') und beiderseits davon identische Seitenbereiche (17, 17') mit kontinuierlich abfallenden Konturen (19, 19') aufweist.

5. Hohlleiter (10) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelbereich (16') gegenüber den Seitenbereichen (17') durch Stufen (20) abgesetzt und mit einer parallel zur Basis (15') verlaufenden Kante (18') versehen ist, daß die Kanten (19') der kontinuierlich abfallenden Seitenbereiche (17') zum In-

nenraum (I3) hin gekrümmt sind, und daß die Seitenbereiche (I7') der Zunge (I4') (Flosse) an den Enden rechtwinklig zur Basis (I5') der Zunge (Flosse) (I4') abgesetzt sind.

6. Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche I bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (Flosse) (I4) annähernd kreisabschnittförmig ausgebildet ist. 5

7. Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche I bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (Flosse) (I4, I4') eine glatte Oberfläche aufweist. 10

8. Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche I bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) quadratischen Querschnitt hat und die Zunge (I4, I4') (Flosse) aus einer Ecke heraus unter 45° in den Innenraum (I3) eintaucht. 15

9. Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (Flosse) (I4, I4') im Anschluß an die Basis (I5, I5') mit einem Ansatz versehen ist und über diesen Ansatz zwischen zwei unter 45° aneinanderstoßenden Wandungsteilen (II) des Hohlleiters (I0) eingeklemmt bzw. eingespannt ist. 20 25

10. Hohlleiter (I0) (Hohlleiterabschnitt) nach einem der Ansprüche I bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunge (I4, I4') aus einem metallischen und sehr dünnen Werkstoff besteht. 30

30

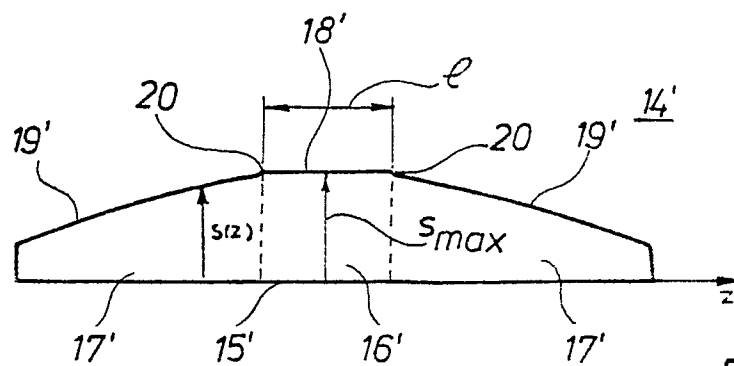
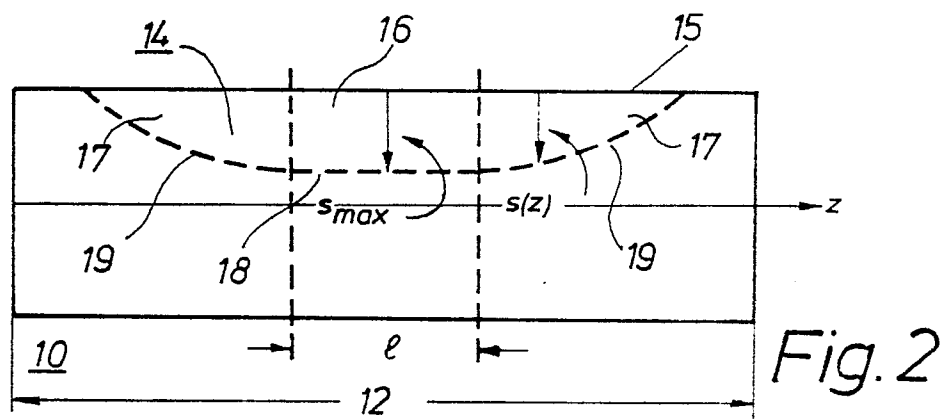
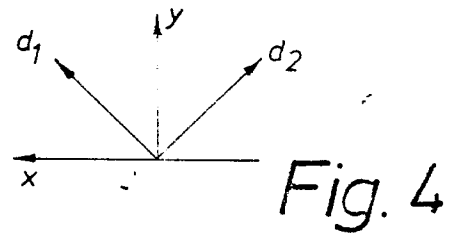
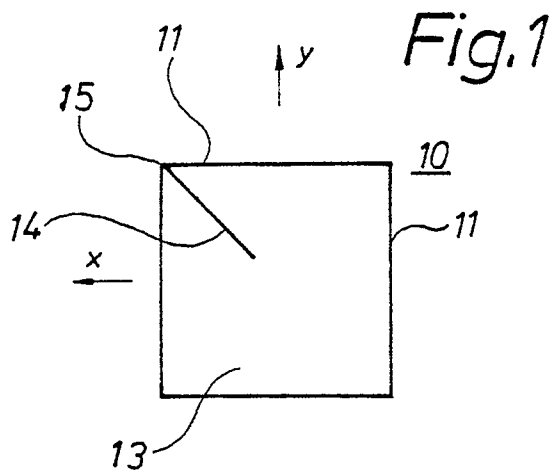
35

40

45

50

55



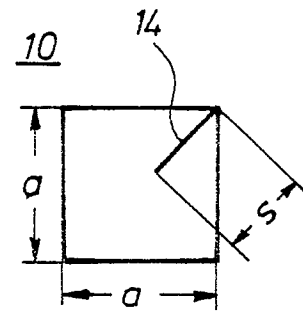
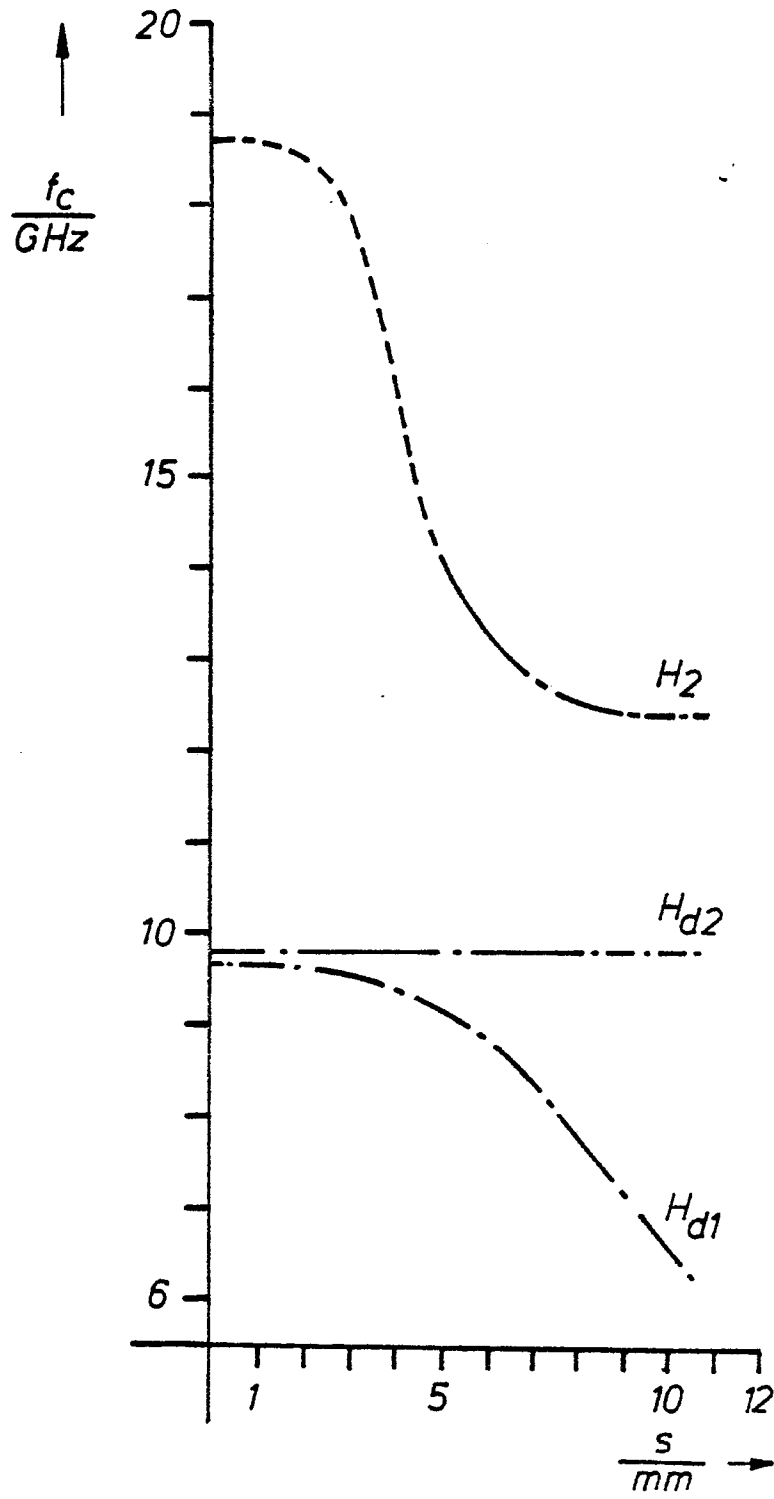


Fig. 5b

Fig. 5a



Fig. 6

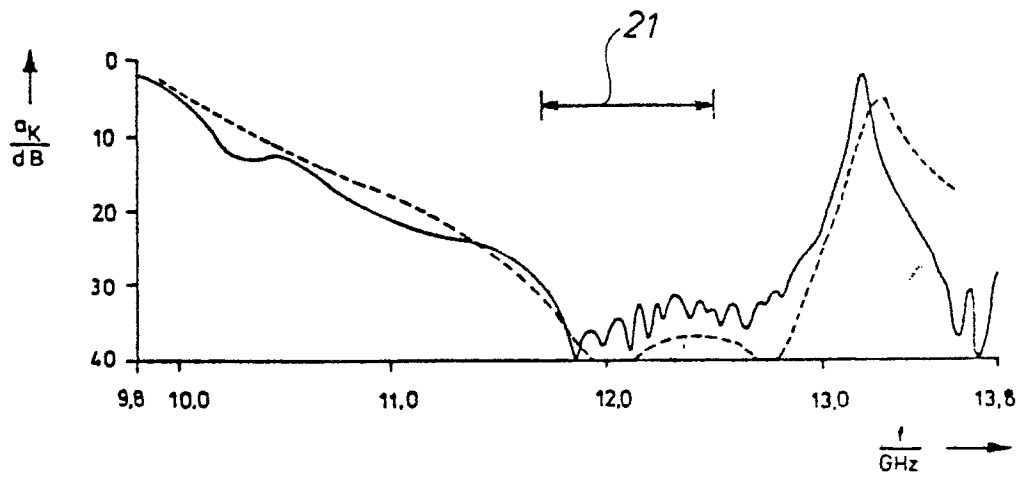


Fig. 7

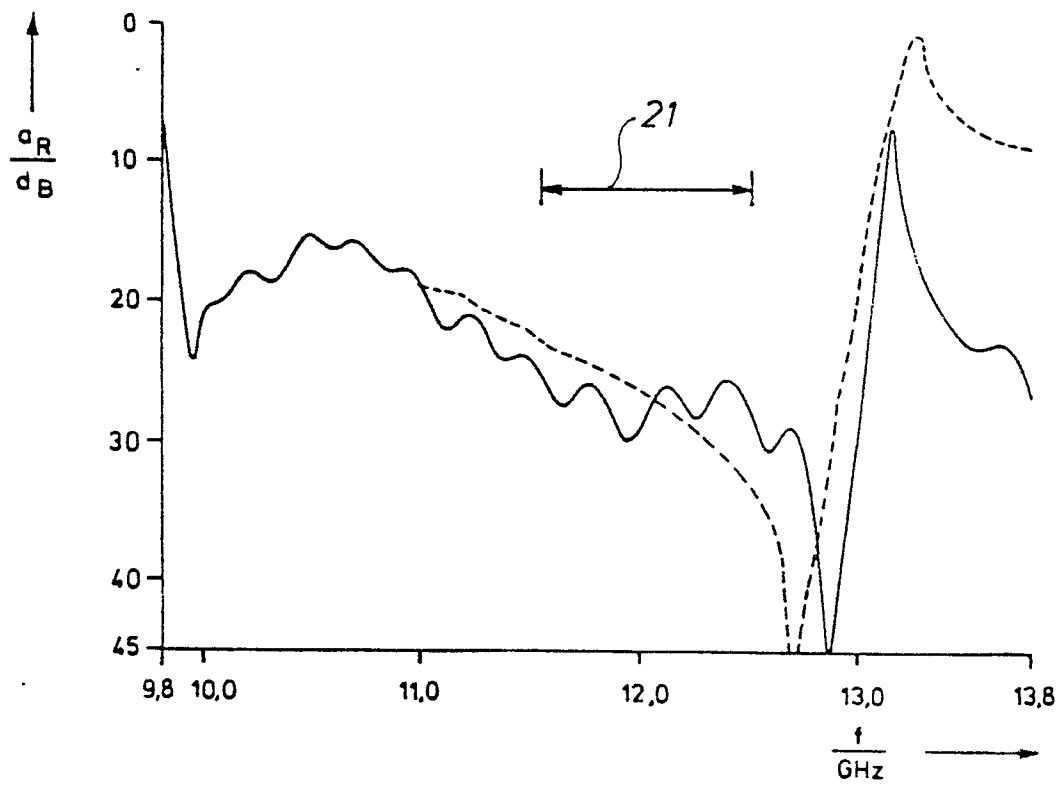


Fig. 8