

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 683 539 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **95105692.8**

51 Int. Cl.⁶: **H01P 5/10**

22 Anmeldetag: **15.04.95**

30 Priorität: **21.05.94 DE 4417976**

71 Anmelder: **ANT Nachrichtentechnik GmbH**
Gerberstrasse 33
D-71522 Backnang (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.11.95 Patentblatt 95/47

72 Erfinder: **Bischof, Werner, Dr. Dipl.-Ing.**
Friedrich-List-Strasse 7
D-71522 Backnang (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

54 Mikrowellenleitungsstruktur.

57 Mikrowellenleitungsstruktur, die eine auf einem Substrat aufgebrachte erste Leiterbahn und eine zweite Leiterbahn aufweist, die im Abstand über der ersten Leiterbahn auf Pfosten gestützt verläuft, wobei auf dem Substrat außer der durch die erste und zweite Leiterbahn gebildeten Mikrostreifenleitung eine mit dieser gekoppelte Koplanarleitung angeordnet ist und die Mikrostreifenleitung zwischen den beiden Leiterbahnen der Koplanarleitung verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß an dem einen Ende der Koplanarleitung deren beiden Leiterbahnen miteinander und mit der ersten Leiterbahn elektrisch leitend verbunden sind,

daß an dem anderen Ende der Koplanarleitung dieselbe offen ist, daß die Länge der Koplanarleitung etwa gleich einem Viertel der Wellenlänge der mittleren Betriebsfrequenz ist und daß an die erste und zweite Leiterbahn an kurzgeschlossenen Ende (Tor A) der Koplanarleitung eine unsymmetrische Leitung und am offenen Ende (Tor B) der Koplanarleitung eine symmetrische Doppelleitung ankoppelbar ist.

Vielseitig verwendbare Symmetrierschaltung in monolithisch integrierter Koplanarmikrowellentechnik für über 60 GHz. Anwendung in Mischern, Modulatoren, Verstärkern usw. der Richtfunkgeräte.

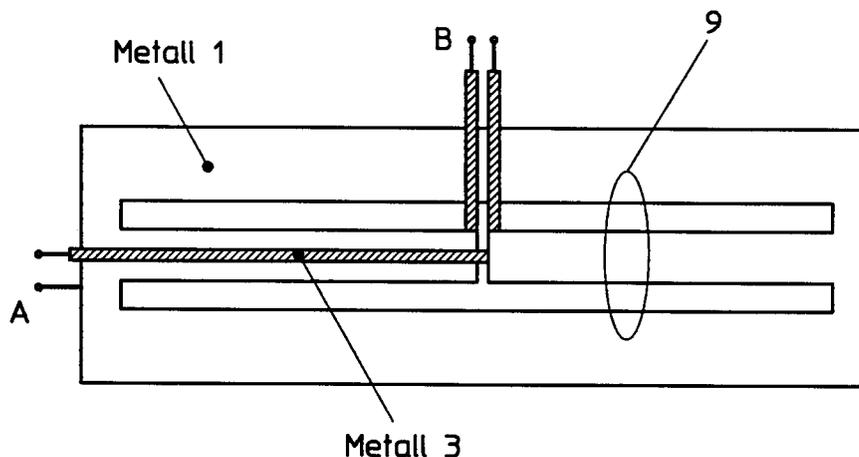


Fig.3

EP 0 683 539 A1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Mikrowellenleitungsstruktur gemäß Oberbegriff des Anspruches 1.

Für Schaltungen der Mikrowellentechnik werden bekannterweise planare Leitungen verwendet, z.B. in Gestalt von Mikrostreifenleitern oder koplanare Leitungen. Wie beispielsweise in dem Buch "Streifenleitungen" von Geschwinde und Krank, Winterische Verlagshandlung, 1960, Seiten 1 bis 4, beschrieben ist, bestehen Mikrostreifenleiter aus zwei auf gegenüberliegenden Seiten eines Substrats aufgebrachtten planaren Leitungen. Koplanare Leitungen weisen zwei oder drei auf einer Substratseite nebeneinander verlaufende Leitungen auf. Eine Mikrowellenleitungsstruktur, wie sie einleitend dargelegt ist, kann man der Deutschen Patentschrift 40 32 260 entnehmen. Hier ist eine Mikrostreifenleitung zwischen den beiden Leiterbahnen einer Koplanarleitung angeordnet.

In der Hochfrequenztechnik wird der Übergang von einer unsymmetrischen Leitung, beispielsweise Koaxleitung, auf eine symmetrische Leitung, z.B. Zweidrahtleitung, durch ein Symmetrierglied bewerkstelligt, welches auch unter dem Namen Balun in die Fachliteratur eingegangen ist. Ausführungsbeispiele für solche Symmetrierglieder zeigt das Buch Zinke, Brunswick: "Lehrbuch der Hochfrequenztechnik" Band 1, Seite 104.

In der Mikrowellentechnik werden zunehmend integrierte Schaltkreise verwendet, sogenannte monolithisch integrierte Mikrowellen-Schaltkreise MMIC.

Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Mikrowellenleitungsstruktur der eingangs genannten Art anzugeben, die es erlaubt, eine Symmetrierschaltung für monolithisch integrierte Schaltungen in planarer Form herzustellen und in einem breiten Frequenzbereich einzusetzen.

Diese Aufgabe wurde mit den Merkmalen des ersten bzw. des zweiten Anspruches gelöst. Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße Mikrowellenleitungsstruktur erlaubt einen Symmetrierübergang von einem unsymmetrischen Leitungstyp, z.B. Mikrostreifenleitung, Koplanarleitung, auf einen symmetrischen Leitungstyp, z.B. Zweidrahtleitung, oder auf zwei unsymmetrische Leitungen mit Gegentaktanregung oder in umgekehrter Betriebsweise und zwar in monolithisch integrierbarer Planarschaltungstechnik. Mit der Lösung gemäß Anspruch 1 wird eine relativ große Betriebsfrequenz-Bandbreite ermöglicht, mit der Lösung des Anspruches 2 dagegen eine noch wesentlich erweiterte Bandbreite, beispielsweise von 5 bis 75 GHz.

Es folgt nun die Beschreibung anhand der Figuren.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Mikrostreifenleitung, die Figur 2 bietet eine Draufsicht auf eine Anordnung gemäß Anspruch 1 und die Figur 3 eine solche gemäß Anspruch 2.

In Figur 3a ist ein Ersatzschaltbild zur Anordnung gemäß Figur 3 dargestellt.

Der Figur 1 ist eine Mikrostreifenleitung zu entnehmen, welche eine erste Leiterbahn 1 aufweist, die auf einer Seite eines Substrats aufmetallisiert ist. Als Substrate können vorzugsweise Halbleitermaterialien wie Galliumarsenid, Indiumphosphid oder Silizium, aber auch Keramik oder Quarzglas verwendet werden. Eine zweite zu der Mikrostreifenleitung gehörende Leitung 3 ist im Abstand über der auf dem Substrat aufliegenden Leitung 1 hinweggeführt. Den Abstand zwischen den beiden Leitungen 1 und 3 halten Pfosten 4, die aus der auf dem Substrat 2 metallisierten Leitung 1 herausragen und als Stützen für die Leitung 3 dienen. Die die Leitung 3 tragenden Pfosten 4 sind in geeigneten Abständen aneinandergereiht, so daß der Raum zwischen den beiden Leitungen 1 und 3 hauptsächlich mit Luft gefüllt ist. Unter diesen Umständen ist eine 50-Ohm-Mikrostreifenleitung realisierbar, bei der die über die Pfosten 4 geführte Leitung 3 nicht so schmal dimensioniert werden muß, so daß zwischen dieser Leitung und weiteren auf dem Substrat metallisierten Leitungen noch ausreichende Kopplungen zustandekommen können. Die Pfosten 4 bestehen entweder aus einem dielektrischen oder einem leitenden Material. Für den letzteren Fall ist es erforderlich, sie gegenüber der metallisierten Leiterbahn 1 auf dem Substrat 2 zu isolieren. Wie dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 zu entnehmen ist, sind für diesen Fall in der Leiterbahn 1 Aussparungen 5 vorgesehen. Weiterhin kann eine zu beiden Seiten der Mikrostreifenleitung sich erstreckende Koplanarleitung mit den beiden Leiterbahnen 6 und 7, die ebenfalls auf das Substrat 2 aufmetallisiert sind, entnommen werden. Durch diese räumlich nahe Anordnung entsteht eine Kopplung zwischen zwei verschiedenen Leitungstypen, nämlich der Mikrostreifenleitung und der Koplanarleitung. Diese gekoppelte Leitungsanordnung ist der Grundbestandteil der vorliegenden Symmetrierschaltung. Der Wellenleiter 1, 3 führt eine elektromagnetische Welle, die an seinem unsymmetrischen Eingang Tor A eingeführt wird (Fig. 2). An diesem Eingang Tor A sind die beiden Leiterbahnen 6 und 7 der Koplanarleitung miteinander und mit dem ersten Leiter der Mikrostreifenleitung verbunden. Die Länge der Koplanarleitung beträgt etwa $1/4$ der Wellenlänge der Betriebsfrequenz. Da sie am anderen Ende offen ist, handelt es sich hier um eine kurzgeschlossene koplanare Stichleitung, welche bei $\lambda/4$ -Resonanz am anderen Ende einen Leerlauf bildet, so daß Rückströme auf

dem ersten Leiter 1 verhindert werden. Damit wird der erste Leiter 1 an Tor B massiefrei.

Das bedeutet, daß an diesem symmetrischen Tor B massiefrei eine Last angeschlossen werden kann, insbesondere auch eine erdsymmetrische Zweidrahtleitung.

Die Reaktanz der Koplanarstichleitung verschlechtert das Verhalten der Anordnung außerhalb der Resonanzfrequenz. Durch eine weitere koplanare Stichleitung 9 gemäß Figur 3 kann der Reaktanzverlauf über einen großen Frequenzbereich kompensiert werden. Wie aus Figur 3 zu entnehmen ist, ist der Leiter 1 etwa in der Mitte unterbrochen und an seinen beiden Enden eine symmetrische Leitung Tor B herausgeführt. Werden die beiden erdsymmetrischen Leiter am Tor B direkt mit zwei unsymmetrischen Leitungen verbunden, so erhält man zwei Ausgänge mit Gegentaktsignalen. Die Phasendifferenz bleibt dabei über einen sehr sehr weiten Frequenzbereich nahezu exakt 180°.

Die erfindungsgemäßen Anordnungen sind natürlich auch reziprok einsetzbar und können so als Leistungsteiler oder als Leistungsaddierer verwendet werden.

Die Geometrie des Wellenleiters 1, 3 kann entsprechend der Anforderung verändert dimensioniert werden, so daß zusätzlich eine Impedanztransformation zwischen den Toren A und B erfolgt.

Es ist klar, daß der monolithische Herstellungsprozess mindestens zwei Metallisierungsebene beherrschen muß, um erfindungsgemäße Schaltungsanordnungen realisieren zu können. Von weiterem Vorteil ist, daß auf dem Halbleitersubstrat der erfindungsgemäßen Symmetrierschaltung kompakterweise auch aktive Schaltungselemente monolithisch integriert werden können.

Patentansprüche

1. Mikrowellenleitungsstruktur, die eine auf einem Substrat aufgebrachte erste Leiterbahn und eine zweite Leiterbahn aufweist, die im Abstand über der ersten Leiterbahn auf Pfosten gestützt verläuft, wobei auf dem Substrat (2) außer der durch die erste und zweite Leiterbahn (1, 3) gebildeten Mikrostreifenleitung eine mit dieser gekoppelte Koplanarleitung (6, 7) angeordnet ist und die Mikrostreifenleitung zwischen den beiden Leiterbahnen (6, 7) der Koplanarleitung verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß an dem einen Ende der Koplanarleitung (6, 7) deren beiden Leiterbahnen (6, 7) miteinander und mit der ersten (1) Leiterbahn elektrisch leitend verbunden sind, daß an dem anderen Ende der Koplanarleitung (6, 7) dieselbe offen ist, daß die Länge der Koplanarleitung (6, 7) etwa

gleich einem Viertel der Wellenlänge der mittleren Betriebsfrequenz ist und

daß an die erste und zweite Leiterbahn (1, 3) am kurzgeschlossenen Ende (Tor A) der Koplanarleitung eine unsymmetrische Leitung und am offenen Ende (Tor B) der Koplanarleitung (6, 7) eine symmetrische Doppelleitung ankoppelbar ist.

2. Mikrowellenleitungsstruktur, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem einen Ende der Koplanarleitung (6, 7) deren beiden Leiterbahnen (6, 7) miteinander und mit der ersten (1) Leiterbahn elektrisch leitend verbunden sind, daß an dem anderen Ende der Koplanarleitung (6, 7) deren beiden Leiterbahnen (6, 7) miteinander und mit der ersten (1) Leiterbahn elektrisch leitend verbunden sind, daß die Länge der Koplanarleitung etwa gleich der Hälfte der Wellenlänge der mittleren Betriebsfrequenz beträgt, daß die erste Leiterbahn (1) etwa in der Mitte unterbrochen ist, daß die zweite Leiterbahn (3) nur über die Unterbrechungsstelle der ersten Leiterbahn reicht bzw. bis über die Unterbrechungsstelle der ersten Leiterbahn geführt ist und dort mit dem Ende des unterbrochenen, abgetrennten Teils (1b) der ersten Leiterbahn (1) verbunden ist, und daß an die erste und zweite Leiterbahn (1, 3) am kurzgeschlossenen Ende der Koplanarleitung (Tor A) eine unsymmetrische Doppelleitung und an der Unterbrechungsstelle (Tor B) der ersten Leiterbahn (1) eine symmetrische Doppelleitung ankoppelbar ist.
3. Mikrowellenleitungsstruktur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der ersten und zweiten Leiterbahn (1, 3) am offenen Ende (Tor B, Anspruch 1) bzw. an der Unterbrechungsstelle der ersten Leiterbahn (Tor B, Anspruch 2) jeweils mit einer unsymmetrischen Doppelleitung verbunden ist, deren andere Ader mit einer der Leiterbahnen der Koplanarleitung verbunden ist oder kontaktiert ist.
4. Mikrowellenleitungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenwiderstände der beiden Leiterbahnen (1, 3) und der Koplanarleitung (6, 7) übereinstimmen.
5. Mikrowellenleitungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfosten (4) aus leitendem Material bestehen und auf dem Substrat (2) in Aussparungen (5) der ersten Leiterbahn (1)

stehen.

6. Mikrowellenleitungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenwiderstände der beiden Leiterbahnen und der Koplanarleitung übereinstimmen. 5
7. Mikrowellenleitungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Abmessungen der beiden Leiterbahnen der μ Strip Leitung (1, 3) betreffend Breite, Abstand oder Dielektrikum in ihrem Verlauf unterschiedlich dimensioniert sind, so daß eine Impedanztransformation stattfindet. 10
15
8. Mikrowellenleitungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der der ersten Leiterbahn (1) gegenüberliegenden Substratseite eine weitere Leiterbahn (8) aufgebracht ist, die zusammen mit der ersten Leiterbahn (1) eine Mikrostreifenleitung bildet. 20

25

30

35

40

45

50

55

4

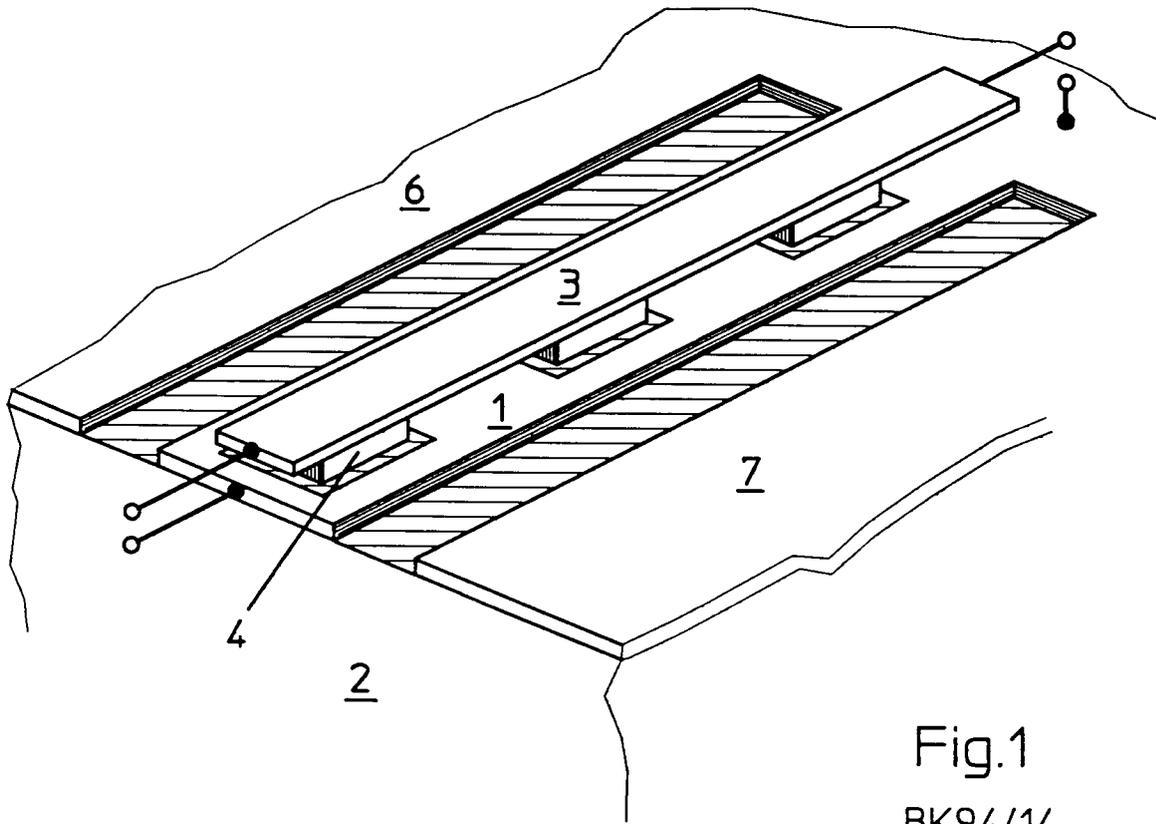


Fig.1
BK94/14

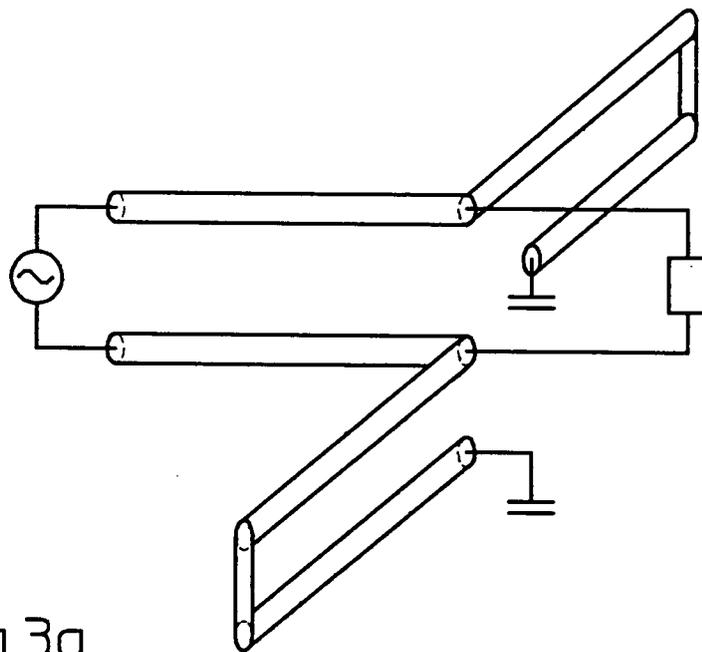


Fig.3a

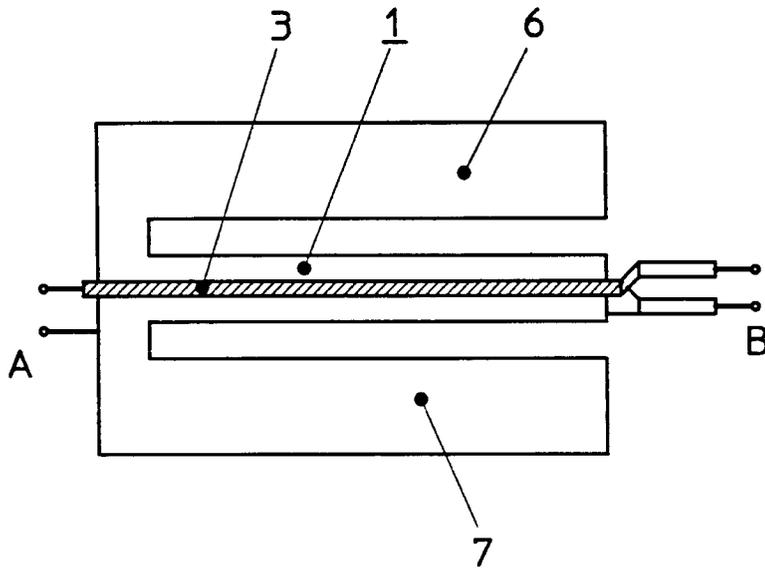


Fig.2

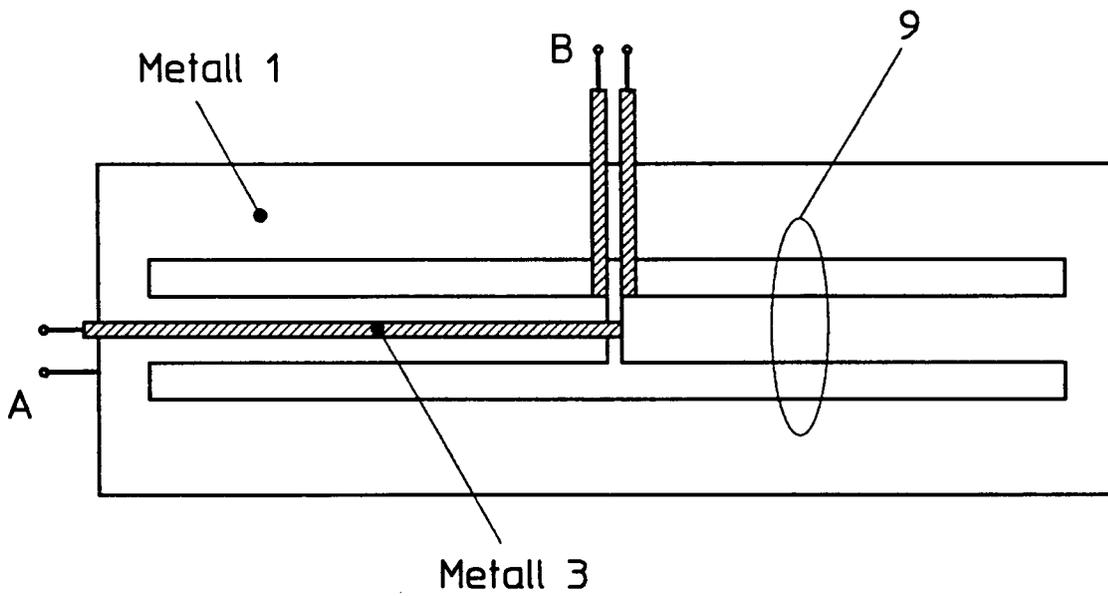


Fig.3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE-A-40 32 260 (ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH) * Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 19; Abbildungen 1,2 * ---	1,2,5	H01P5/10
A	1979 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM, 30.April 1979 - 2.Mai 1979 ORLANDO,US, Seiten 116-118, M. HOUDART ET AL. 'Various excitation of coplanar waveguide' * Abbildung 2 * ---	1,2	
A	US-A-4 125 810 (PAVIO) * Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 6, Zeile 33; Abbildungen 9-16 * ---	1,2	
A	ZINKE ET AL. 'Lehrbuch der Hochfrequenztechnik,Band 1' 1986 , SPRINGER-VERLAG , BERLIN * Seite 117 - Seite 126; Abbildung 3.2.6 * -----	1-4,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4.August 1995	Prüfer Den Otter, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	