

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Dezember 2000 (21.12.2000)

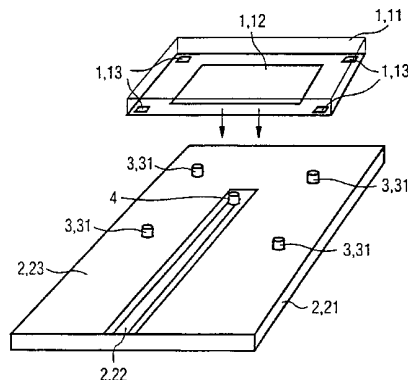
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/77886 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01Q 1/38, München (DE). HEIDE, Patric [DE/DE]; Tannenstrasse 1/22, 9/04 23 A, D-85579 Neubiberg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01449 (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Mai 2000 (09.05.2000) (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 26 465.1 10. Juni 1999 (10.06.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). Veröffentlicht: — Mit internationalem Recherchenbericht.
- (72) Erfinder; und Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VON KERSSEN-BROCK, Thomas [DE/DE]; Hochstrasse 2, D-81669

(54) Title: ANTENNA

(54) Bezeichnung: ANTENNE



(57) Abstract: The invention relates to an antenna, comprising a radiation element (1), which contains at least one substrate (11) and at least one planar resonator (12) that is applied to said substrate (11), and a planar waveguide (2). The inventive antenna is characterized in that the resonator (12) is separated from the waveguide (2) by a gap which lies parallel to a plane of the resonator (12).

(57) Zusammenfassung: Antenne, aufweisend ein Abstrahlelement (1), das mindestens ein Substrat (11) und mindestens einen auf dem Substrat (11) aufgebracht planaren Resonator (12) enthält, einen planaren Wellenleiter (2), dadurch gekennzeichnet, daß der Resonator (12) vom Wellenleiter (2) durch einen Spalt getrennt ist, der parallel zu einer Ebene des Resonators (12) liegt.



WO 00/77886 A1

Beschreibung

Antenne

- 5 Die Erfindung betrifft eine Antenne für hohe Frequenzen und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Antenne.

In: J.-F. Zürcher, F.E. Gardiol, "Broadband Patch-Antennas", Artech-House 1995, Seiten 3 bis 47, werden verschiedene Aus-
10 führungsformen von Patch-Antennen beschrieben. Dabei werden mehrere Formen von Resonatoren (sog. "Patches") und Wellenleitern ("wave guides") dargestellt. Der Resonator ist entweder auf dem gleichen Träger wie der Wellenleiter aufgebracht oder mittels einer weiteren Schicht von diesem getrennt.

15

In: O. Zinke, H. Brunswig, "Hochfrequenztechnik 1", 5. Aufl. Springer, Seiten 157 bis 177 sind verschiedene Wellenleiter bzw. Speisernetzwerke beschrieben wie die Mikrostreifen-
leitung ("Mikrostrip"), koplanare Leitungen und die offene
20 Schlitzleitung ("Slotline").

Aus P. Petre et al., "Simulation and Performance of Passive Microwave and Millimeter Wave Coplanar Waveguide Circuit De-
vices with Flip Chip Packaging", Electrical Performance of
25 Electronic Packaging, IEEE, New York, NY, 1997, conference paper, San Jose, CA, 27-29 October 1997 ist ein Koplanar-Wellenleiter ("Coplanar Wave Guide", CPW) bekannt, welcher Mikrowellen oder Millimeterwellen in einen monolithischen Mikrowellen-Schaltkreis ("Monolithic Microwave Integrated Cir-
30 cuit", MMIC) einspeist. Der MMIC ist mit dem CPW mittels Flip-Chip-Technik verbunden worden.

In W. Heinrich et al., "Millimeterwave characteristics of Flip-Chip interconnects for multi-chip modules" werden
35 Schaltkreis-Einheiten ("Chips") in Viellagenbauweise beschrieben, welche mittels eines CPWs gespeist werden.

Die Flip-Chip-Technik zur Kontaktierung von Halbleiterchips wird beispielsweise in Hans-Jürgen Hacke: Montage Integrierter Schaltungen, Springer Verlag, 1987, seiten 108 bis 118 beschrieben.

5

Ein Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Antenne mit einem hohen Wirkungsgrad bereitzustellen.

Ein weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin,
10 eine Antenne mit einer hohen Bandbreite bereitzustellen.

Es ist auch eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine einfach montierbare Antenne bereitzustellen.

15 Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfach herstellbare Antenne bereitzustellen.

Die vorliegende Erfindung soll auch an bestehende Speisetzwerke bzw. Wellenleiter anschließbar sein.

20

Die Aufgaben werden durch eine Antenne gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung derselben gemäß Patentanspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den jeweiligen Unteransprüchen entnehmbar.

25

Die Antenne weist ein Abstrahlelement auf, welches mindestens ein Substrat und mindestens einen planaren Resonator auf jedem Substrat enthält. Im einfachsten Fall ist dies ein einziger auf einem Substrat aufgebracht Resonator. Es können
30 aber auch mehrere Resonatoren auf einem Substrat aufgebracht sein und / oder mehrere Substrate verwendet werden.

Weiterhin ist ein planarer Wellenleiter vorhanden. Mittels des Wellenleiters kann die Antenne z. B. an einen Wellenerzeuger angeschlossen werden. Über den Wellenleiter können
35 Wellen, insbesondere Mikrowellen und Millimeterwellen, in den Resonator eingespeist werden.

Der Resonator ist vom Wellenleiter durch einen Spalt getrennt. Der Spalts liegt dabei parallel zu einer Ebene des Resonators. Diese Bedingung ist z. B. gegeben, wenn der Resonator und der Wellenleiter parallel übereinander angeordnet sind.

Eine solche Antenne besitzt den Vorteil, daß durch den Spalt ein Bereich geringer Permittivität zwischen Wellenleiter und Resonator erzeugt wird. Daraus ergibt sich wiederum ein hoher Wirkungsgrad der Antenne, analog einem geringen Leistungsverlust, sowie eine höhere Bandbreite.

Diese Antenne ist zudem einfach herstellbar, weil das Abstrahlelement und der Wellenleiter in Flip-Chip-Technik getrennt hergestellt werden können.

Es ist vorteilhaft, wenn der planare Wellenleiter ein Koplanar-Wellenleiter (CPW) ist, weil dieser unter anderem einen geringen Leitsungsverlust aufweist und eine einfache Struktur besitzt. Ein CPW besitzt mindestens einen Mittelleiter ("CPW-Feed") und eine Masse ("Ground"), die typischerweise auf einer Seite eines elektrisch isolierenden Substrats aufgebracht sind.

Falls der Wellenleiter ein CPW ist, ist es günstig, daß der Mittelleiter mit dem Resonator elektrisch verbunden ist, und zwar vorteilhafterweise so, daß die Einspeisungsimpedanz optimal ist.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn der Wellenleiter ein Mikrostreifen-Wellenleiter ("Microstrip wave guide") ist, weil dieser eine geringe Einfügedämpfung aufweist und zudem weit verbreitet ist. In diesem Fall ist ein Streifen - typischerweise eine Metallisierung - oberhalb einer Masse positioniert, typischerweise durch ein Substrat getrennt.

Es ist vorteilhaft, wenn das Substrat des Abstrahlelementes elektrisch isolierend und verlustarm ist. Zur Anwendung des Flip-Chip-Verfahrens ("Flip-Chip-Bondens") ist es auch günstig, wenn dieses Substrat eine Temperatur $T \geq 300$ °C beim Thermokompressions-Bonden schädigungsfrei widersteht. Beide Vorteile werden erlangt, wenn das Substrat aus Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiC, SiO_2 , Teflon oder Duroid gefertigt wird. Dabei wird eine Verwendung von Al_2O_3 oder Glas besonders bevorzugt. Glas ist etwas weniger verlustarm als Al_2O_3 , aber einfacher herzustellen bzw. zu formen als eine Keramik.

Die gleichen Vorteile gelten auch für ein Substrat des Wellenleiters.

Auch ist es vorteilhaft, wenn der Resonator aus einem gut leitenden Material besteht. Dabei wird die Verwendung eines Edelmetalls aufgrund der guten Korrosionsbeständigkeit besonders bevorzugt. Dem Fachmann geläufig sind z. B. Au, Ag, Cu, Pt oder eine diese Metalle enthaltende Legierung, z. B. AgAu oder PtRd.

Es ist vorteilhaft, wenn der Wellenleiter mit dem Abstrahlelement mittels der Flip-Chip-Technik verbunden wird, weil diese eine einfache Herstellung der Einzelteile und eine preisgünstige Montage ermöglicht. Auch ist so der Spalt einfach herstellbar. Zudem läßt sich die Höhe des Spaltes in einfacher Weise einstellen.

Der Spalt wird in der Regel der Umgebung ausgesetzt, so daß er sich mit Luft füllen kann. Ein Luftspalt erzeugt aufgrund seiner geringen Permittivität eine günstig geringe Verlustleistung. Außer mit Luft oder auch Vakuum kann der Spalt aber auch mit beliebigen anderen Gasen gefüllt werden.

Der Spalt kann aber auch nach der Anwendung der Flip-Chip-Technik mit einer aushärtenden Flüssigkeit möglichst niedriger Permittivität und mit einem möglichst geringen Verlust

bei hohen Frequenzen gefüllt werden, z. B. mit einem Harz oder einem Schaum. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß das Abstrahlelement besser fixiert wird und gegen Verunreinigungen geschützt ist. Günstigerweise ist die Flüssigkeit während
5 des Ausfüllens des Spalts so dünnflüssig, daß der Spalt gleichmäßig ausfüllbar ist.

Zur einfachen insbesondere Herstellung, insbesondere mittels der Flip-Chip-Technik, ist es vorteilhaft, wenn das Abstrahlelement mittels eines Abstandshalters in Form mehrerer Stütz-
10 Bumps am Wellenleiter fixiert ist.

Zudem kann der Resonator im Falle einer elektrischen Verbindung zwischen Wellenleiter und Resonator mittels eines HF-Bumps mit der Wellenzuführung, z. B. dem Mittelleiter des CPW
15 oder dem Streifen des Mikrostreifen-Wellenleiters, des Wellenleiters verbunden sein. Es ist aber auch eine Feldkopplung (Aperturkopplung) möglich

Die Höhe der Bumps entspricht in etwa der Höhe des Spaltes. Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn die Höhe der Bumps zwischen 40 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 50 μm und 70 μm , beträgt ("Microbumps"). Die Höhe kann aber auch
20 problemlos bis zu 1000 μm betragen.

25 In den folgenden Ausführungsbeispielen wird die Antenne schematisch näher ausgeführt.

Die Figuren 1 zeigt eine Antenne vor einem Zusammenbau, Figur 2 zeigt eine Antenne nach dem Zusammenbau
30 die Figur 3 zeigt eine Antenne nach dem Zusammenbau, die Figuren 4a bis 4c zeigen verschiedenen Möglichkeiten der Wellenzuführung (Speisenetzwerk) nach Zürcher et al., die Figur 5 zeigt mehrere Ausführungsformen von Resonatoren nach Zürcher et al.,
35 die Figuren 6a bis 6f zeigen mehrere Ausführungsformen von Antennen mit unterschiedlichen Anschlußarten nach Zürcher et al.

Figur 4a zeigt als Schnittdarstellung in Frontansicht einen Wellenleiter in Form eines Mikrostreifen-Wellenleiters nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 3.

5 Auf entgegengesetzten Flächen eines Substrats 14 sind ein Streifen 15' und eine flächige Masse 15 aufgebracht. Bei der Mikrostreifenleitung wird das Feld zwischen Streifen 15' und Massefläche 15 geführt. Der wesentliche Teil des Feldes befindet sich im Substrat, ein kleinerer Teil in der Luft.

10

Figur 4b zeigt als Schnittdarstellung in Frontansicht einen Wellenleiter in Form eines Schlitzleiters ("Slotline wave guide") nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 3.

Auf der gleichen Fläche des Substrats 14 sind ein linke Masse 15 16' und eine rechte Masse 16 aufgebracht. Das Feld wird zwischen linker Masse 16' und rechter Masse 16 geführt.

Figur 4c zeigt als Schnittdarstellung in Frontansicht einen Wellenleiter in Form eines Koplanar-Wellenleiters, CPW nach 20 J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 3. Hierbei sind ein Mittelleiter 17' ("CPW-Feed") und zwei flächige Metallschichten als Masse 17 auf einer Seite des Substrats 14 aufgebracht. Das Feld wird zwischen dem Mittelleiter 17' und den beiden Masseflächen 17 geführt.

25

Den planaren Leitungen ist gemeinsam, daß sie eine kostengünstige Alternative zu konventionelle Wellenleitern, insbesondere Hohlleitern, darstellen. Die Parameter (Streifenbreite, Höhe und Permittivität des Substrats etc.) bestimmen 30 die Qualität der Leiter (siehe auch O. Zinke et al.)

Figur 5 zeigt verschiedene Arten von planaren Resonatoren nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 20.

Die Resonatoren 121 sind in Mikrostreifen-Technik auf dem 35 Substrat 14. Man erkennt die vielfältigen planaren Antennenformen, wie z. B. viereckig, dreieckig etc..

Figur 6a zeigt eine Antenne mit Mikrostreifen-Wellenleiter nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 27. Hierbei ist der Streifen 15' mit dem Resonator 121 elektrisch verbunden.

5 Figur 6b zeigt eine Antenne mit Mikrostreifen-Wellenleiter nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 29.
Der Resonator 121 wird mittels eines auf der gleichen Seite des Substrats 14 aufgebrachten Streifens 15' durch Feldkopplung gespeist. Der Streifen 15' ist vom Resonator 121 seitlich
10 lich getrennt angebracht.

Figur 6c zeigt eine Antenne mit Mikrostreifen-Wellenleiter nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 30.
Der Streifen 15' ist unterhalb des Resonators 121 angebracht
15 und von diesem durch eine zusätzliche isolierende Schicht 14' getrennt. Der Resonator 121 wird über den Streifen 15' mittels Feldkopplung betrieben.

Figur 6d zeigt eine weitere Ausführungsform einer Antenne in
20 SSFIP- ("Strip-Slot-Foam-Inverted Patch"-) Ausführung nach J.-F. Zürcher et al. (s.o.), Seite 47.
Hierbei ist der Streifen 15' von einer mit einem Schlitz ausgestatteten Schicht durch ein Substrat 14 getrennt und die Schicht wiederum vom Resonator 121 durch eine Lage 15'' aus
25 gehärtetem Schaum. Das Patch ist direkt auf dem Schaum mittels einer flexiblen Folie aufgeklebt.

Figur 1 zeigt in Schrägansicht eine Antenne vor ihrer Montage
mittels Flip-Chip-Technik.
30

Ein koplanarer Wellenleiter 2 (CPW) besteht aus einem Substrat 21 aus Al_2O_3 , das mit einem Mittelleiter 22 in Form einer metallischen Zunge beschichtet ist. Davon elektrisch isoliert ist die Masse 23 in Form einer metallischen Schicht auf
35 dem Substrat 21 aufgebracht. Auf der Masse 23 sind als Abstandshalter 3 Stütz-Bumps 31 aufgebracht. Auf dem Wellenlei-

ter ist ein elektrisch leitender HF- (Hochfrequenz-)Bump 4 befestigt.

5 Ebenfalls vorhanden ist ein Abstrahlelement 1, das aus einem Substrat 11, einem darauf angebrachten Resonator 12 und vier Metallisierungen 13 besteht. Die Metallisierungen 13 sind so positioniert, daß sie der Verteilung der Stütz-Bumps 31 entsprechen.

10 Zur Montage wird das Abstrahlelement 1 so auf den Wellenleiter 2 geklappt, daß die Metallisierungen 13 auf den Stütz-Bumps 31 aufliegen und dann das Abstrahlelement 1 und der Wellenleiter 2 aufeinander gepreßt werden (angedeutet durch die Pfeile).

15

Dies geschieht mittels Thermokompressions-Bondens bei einer Temperatur T zwischen 250 °C und ca. 300 °C. Wegen seiner hohen Temperaturbeständigkeit ist dazu ein Substrat 13,21 aus Al_2O_3 gut geeignet.

20

Durch das Aufpressen entsteht eine feste Verbindung des Abstrahlelementes 1 mit dem Wellenleiter 2. Der Preßvorgang wird so gesteuert, daß der Resonator 12 einen konstanten Abstand db vom Wellenleiter 2 aufweist. Gleichzeitig wird bei 25 Verpressen auch der Mittelleiter 22 mit dem Resonator 12 mittels des HF-Bumps 4 verbunden.

Figur 2 zeigt als Schnittdarstellung in Frontansicht die Antenne aus Figur 1 nach der Montage.

30

Das Substrat 21 des Wellenleiters 2 aus Al_2O_3 weist eine Dicke $d_s = 635 \mu\text{m}$ auf. Außer Al_2O_3 ist auch eine Verwendung anderer nichtleitender Materialien möglich, z. B. SiC, Si_3N_4 , Teflon oder Duroid, welche zudem den Vorteil aufweisen, die 35 zum Thermokompressions-Bonden notwendigen Temperaturen auszuhalten.

Das Abstrahlelement 1 weist ebenfalls ein Al_2O_3 -Substrat 13 der Dicke $d_p = 127 \mu\text{m}$ auf.

Selbstverständlich kann der Resonator 12 auch mittels anderer Flip-Chip-Techniken mit dem Wellenleiter verbunden werden, z. B. Rückfluß-Bonden ("reflow bonding") oder Adhäsiv-Bonden.

Die Stütz-Bumps 31 liegen auf der Masse 23 des Wellenleiters 2 in Form der metallischen Schicht und auf der Metallisierung 13 des Abstrahlelementes auf, der HF-Bump 4 auf dem Mittel-leiter 22 und auf dem Resonator 12. Durch das Flip-Chip-Bonden eine Höhe d_b der Bumps 4,31 von $60 \mu\text{m}$ eingestellt. Mittels des Flip-Chip-Bondens kann diese Höhe d_b mit einer Genauigkeit $< 1 \mu\text{m}$ eingestellt werden, was bei hohen Frequenzen, z. B. Millimeterwellen mit $f > 20 \text{ GHz}$, von großer Bedeutung ist. Wire-Bond oder Draht-Bonds zeigen demgegenüber eine deutlich höhere Störung der Wellenausbreitung.

Beim Thermokompressions-Bonden ist ein Einsatz von Bumps 4,31 aus Gold besonders vorteilhaft.

20

Der durch die Bumps 31 hergestellte Spalt zwischen Resonator 12 und Wellenleiter 2 ist in der Regel mit Luft gefüllt. Innerhalb des Spaltes bildet sich ein elektrisches Feld E zwischen dem Resonator 12 und der metallischen Schicht 23 aus.

Diese Anordnung ist analog zu einer Mikrostreifen-Leitung, bei der der Resonator 12 dem Streifen 15' entspricht. Das Substrat 14 besteht dann im wesentlichen aus dem Inhalt des Spaltes, z.B. Luft oder Vakuum.

In diesem Ausführungsbeispiel grenzt der Resonator 12 direkt an den Spalt. Es ist aber auch möglich, daß zwischen dem Resonator 12 und dem Spalt zusätzlich eine oder mehrere Schichten aufgebracht sind. Dies ist mit der Flip-Chip-Technik problemlos möglich, weil das Abstrahlelement 1 vor dem Bonden gesondert fertiggestellt werden kann. So ist es beispielsweise ohne besonderen Mehraufwand möglich, ein MMIC mit einer Antenne zu kombinieren.

Diese Antenne besitzt somit den Vorteil, daß aufgrund der geringen Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Spaltinhaltes die Abstrahleffizienz sehr hoch, bzw. im Fall der Luft optimal ist.

5

Figur 3 zeigt eine Auftragung des Betrags der Anpassung bzw. Eingangsreflexion ($\text{mag } S_{11}$) in dB gegen die Abstrahlfrequenz f in GHz. Jeder Graph entspricht einer anderen Höhe h der Bumps 4,31 und damit einer anderen Spalthöhe.

10

Es ist erkennbar, daß sich durch eine Einstellung der Spalthöhe die Mittenfrequenz der Antenne in einem weiten Bereich von ca. 10 GHz problemlos einstellen läßt.

Patentansprüche

1. Antenne, aufweisend

– ein Abstrahlelement (1), das mindestens ein Substrat (11)
5 und mindestens einen auf dem Substrat (11) aufgebracht
planaren Resonator (12) enthält,

– einen planaren Wellenleiter (2),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß

– der Resonator (12) vom Wellenleiter (2) durch einen Spalt
10 getrennt ist, der parallel zu einer Ebene des Resonators
(12) liegt.

2. Antenne nach Anspruch 1, bei der

das Abstrahlelement (1) mittels mehrerer Stütz-Bumps (31) am
15 Wellenleiter (2) fixiert ist.

3. Antenne nach Anspruch 2, bei der

die Bumps (4,31) zwischen 40 µm und 1000 µm, insbesondere
zwischen 40 µm und 100 µm, hoch sind.

20

4. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der
der Wellenleiter (2) ein Koplanar-Wellenleiter ist.

5. Antenne nach Anspruch 4, bei der

25 der Resonator (12) dem Wellenleiter (2) zugewandt und mit ei-
nem Mittelleiter (22) des Wellenleiters (2) elektrisch ver-
bunden ist.

6. Antenne nach Anspruch 5, bei der

30 der Resonator (12) mit dem Mittelleiter (22) mittels minde-
stens eines HF-Bumps (4) elektrisch verbunden ist.

6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der

der Wellenleiter (2) ein Mikrostreifen-Wellenleiter ist

35

7. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der wenigstens das Substrat (11) des Abstrahlelementes (1) oder ein Substrat (21) des Wellenleiters (2) aus Al_2O_3 oder Glas besteht.

5

8. Verfahren zur Herstellung einer Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Abstrahlelement (1) mittels einer Flip-Chip-Technik auf dem Wellenleiter (2) befestigt wird.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der Spalt nach der Anwendung der Flip-Chip-Technik mit einer aushärtenden Flüssigkeit gefüllt wird.

1/5

FIG 1

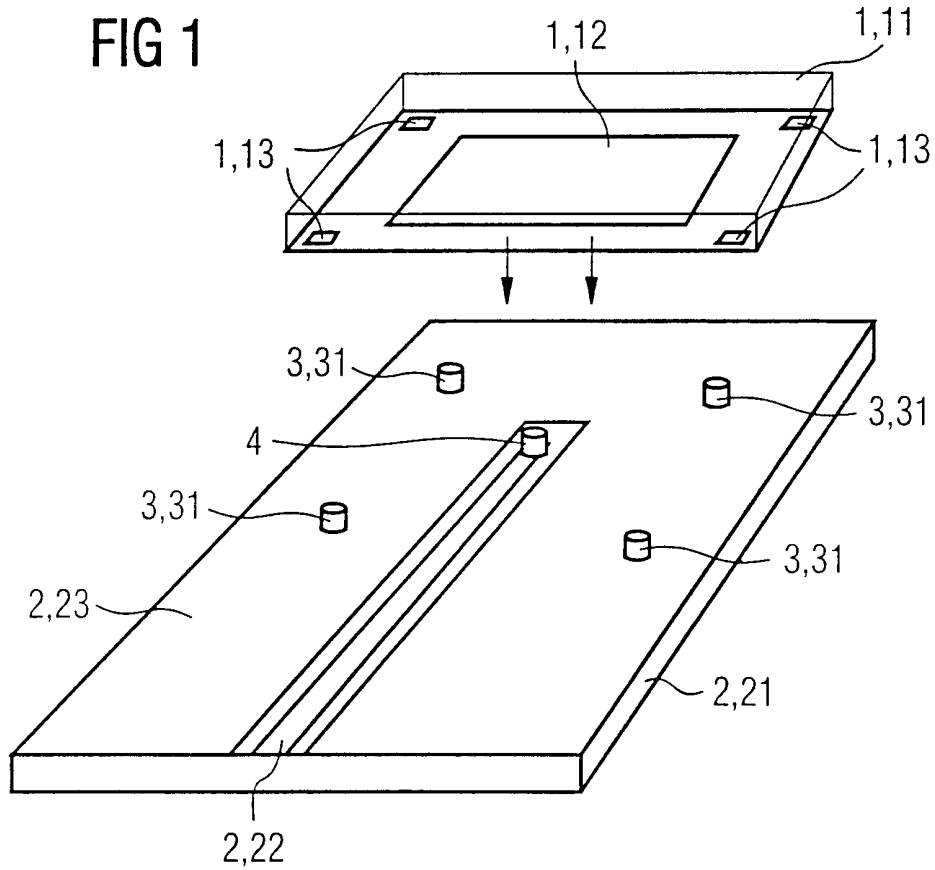
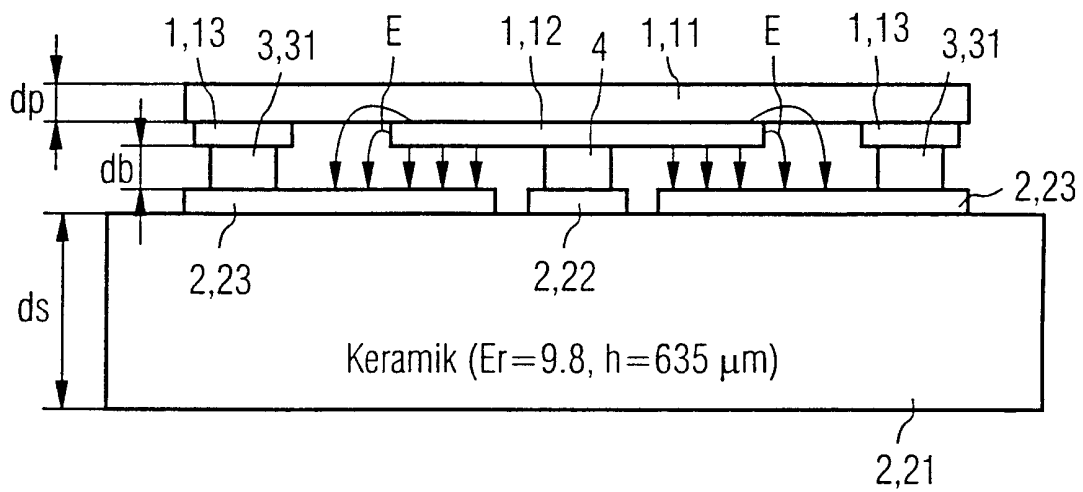


FIG 2



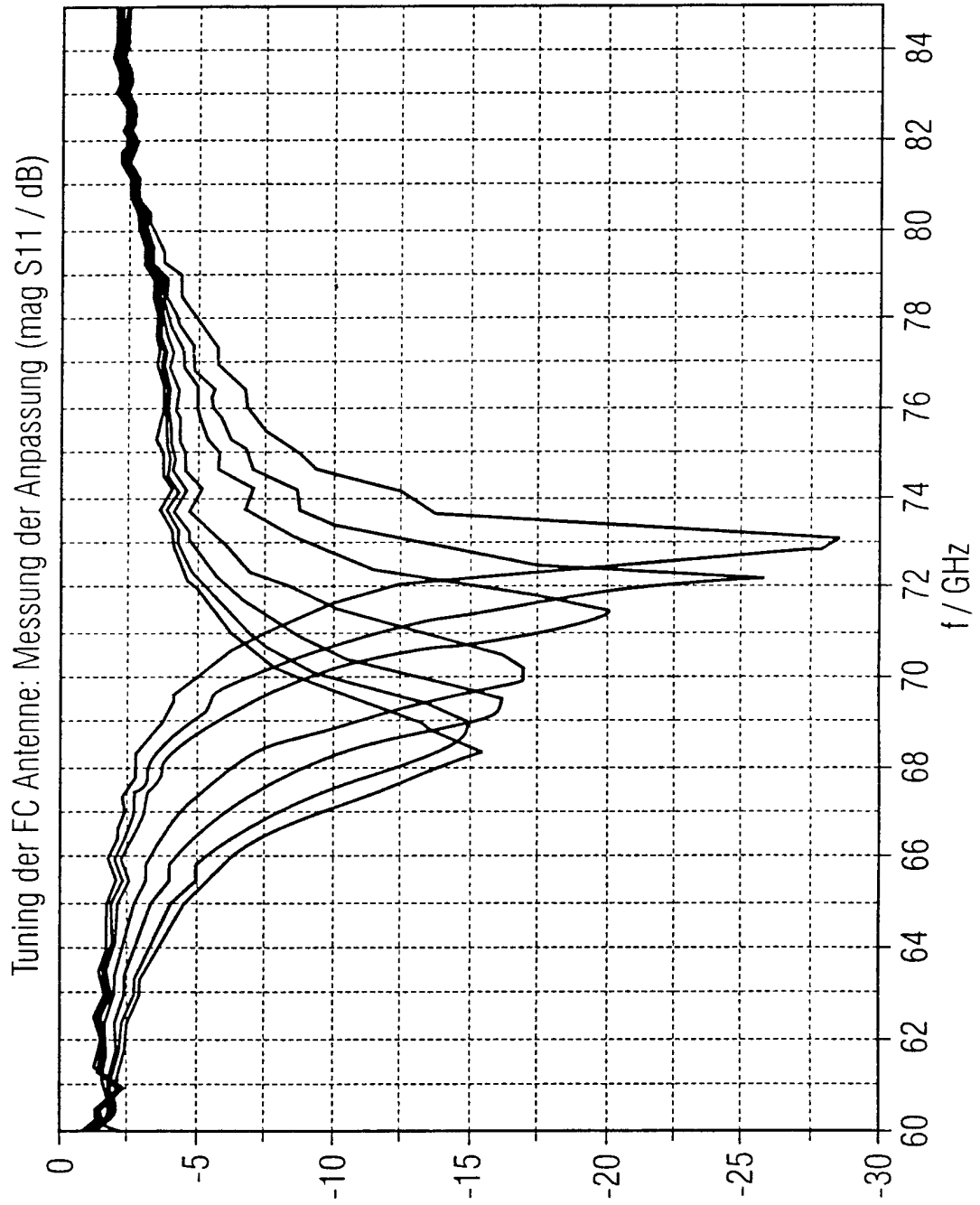


FIG 3

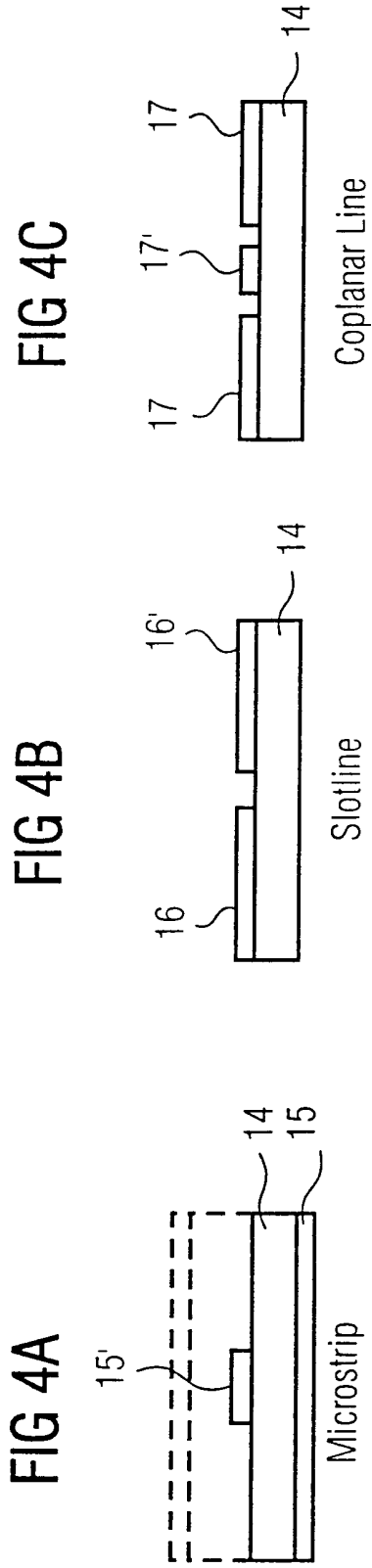


FIG 4C

FIG 4B

FIG 4A

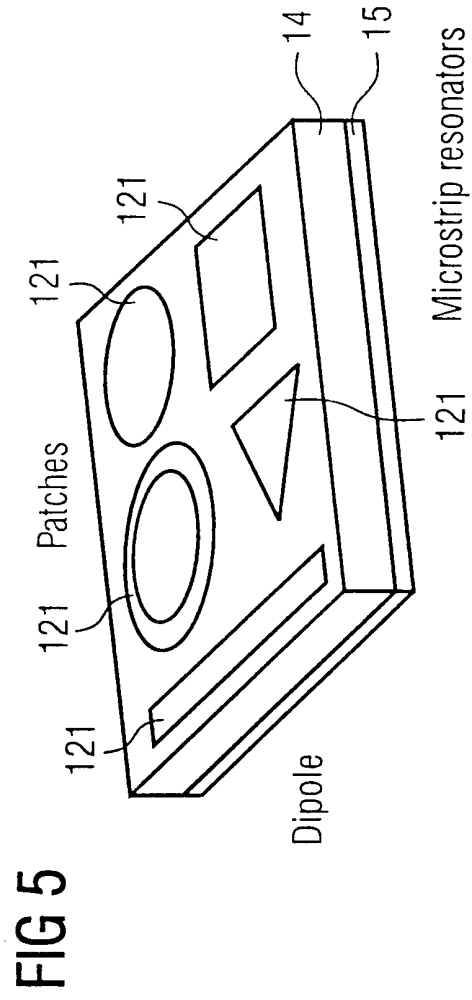


FIG 5

FIG 6A

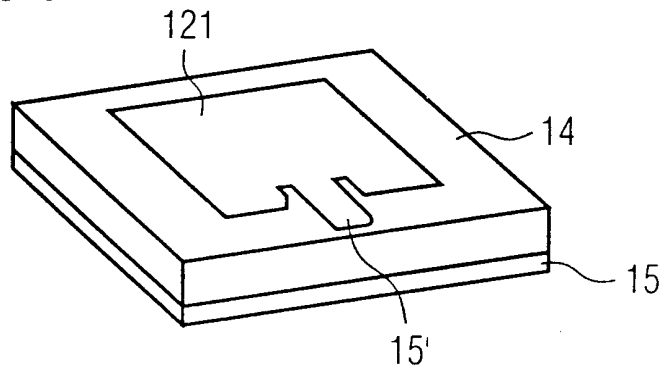


FIG 6B

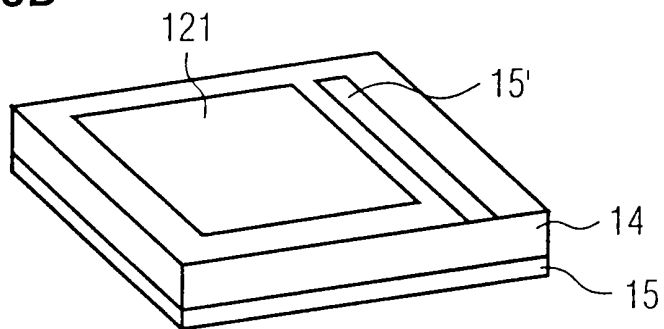


FIG 6C

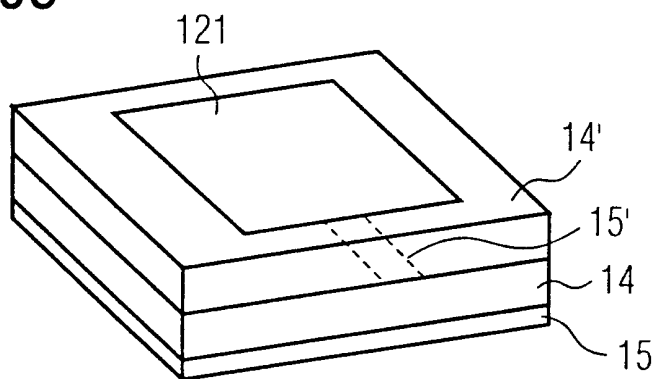
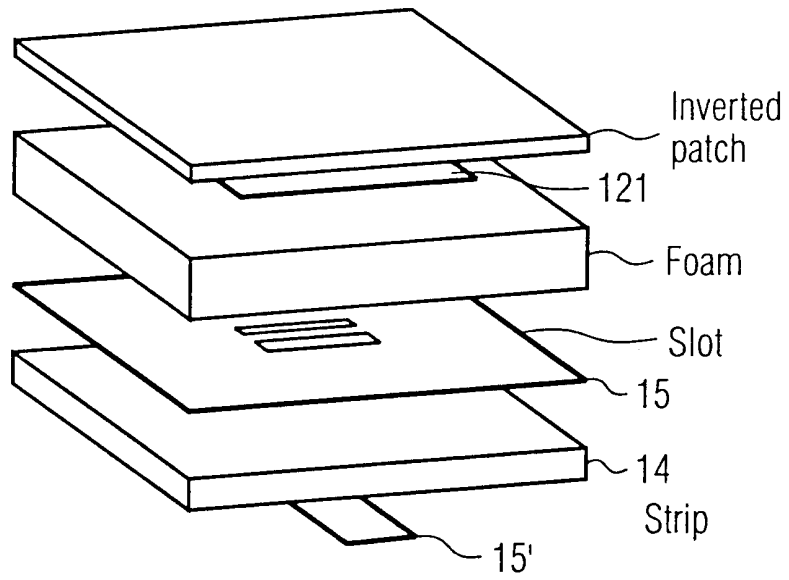


FIG 6D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No
PCT/DE 00/01449

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01Q1/38 H01Q1/22 H01Q9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 903 239 A (TAKAHASHI KAZUAKI ET AL) 11 May 1999 (1999-05-11) column 3, line 66 -column 4, line 41; figure 3	1-8
Y	---	9
X	US 5 898 405 A (IWASAKI HISAO) 27 April 1999 (1999-04-27) column 4, line 22-42; figure 1	1,4,5
Y	EP 0 388 011 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 19 September 1990 (1990-09-19) column 4, line 18 -column 5, line 3; figure 1	9
	--- -/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 2000

Date of mailing of the international search report

24/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Dooren, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/01449

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>SIMONS R N ET AL: "COPLANAR-WAVEGUIDE/MICROSTRIP PROBE COUPLER AND APPLICATIONS TO ANTENNAS" ELECTRONICS LETTERS, GB, IEE STEVENAGE, vol. 26, no. 24, 22 November 1990 (1990-11-22), pages 1998-2000, XP000175613 ISSN: 0013-5194 the whole document</p>	1
A	<p>US 5 757 074 A (LARSON LAWRENCE E ET AL) 26 May 1998 (1998-05-26) column 4, line 22-42</p>	3
A	<p>PETRE P ET AL: "Simulation and performance of passive microwave and millimeter wave coplanar waveguide circuit devices with flip chip packaging" ELECTRICAL PERFORMANCE OF ELECTRONIC PACKAGING, 27 - 29 October 1997, pages 203-206, XP002144787 San Jose, CA, USA cited in the application Abschnitt 1: Introduction figure 1</p>	4,6,7
A	<p>CARVER KC AND MINK JW: "Microstrip antenna technology" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, vol. AP-29, January 1989 (1989-01), pages 2-24, XP002144795 New York, USA table 1</p>	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01449

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5903239	A	11-05-1999	JP	8056113 A	27-02-1996
US 5898405	A	27-04-1999	JP	8181532 A	12-07-1996
EP 0388011	A	19-09-1990	DE	69022087 D	12-10-1995
			DE	69022087 T	21-03-1996
			JP	2755696 B	20-05-1998
			JP	3108734 A	08-05-1991
			US	5071787 A	10-12-1991
US 5757074	A	26-05-1998	US	5629241 A	13-05-1997
			CA	2198088 A	30-01-1997
			EP	0782766 A	09-07-1997
			JP	10505466 T	26-05-1998
			WO	9702733 A	30-01-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01449

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01Q1/38 H01Q1/22 H01Q9/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 903 239 A (TAKAHASHI KAZUAKI ET AL) 11. Mai 1999 (1999-05-11) Spalte 3, Zeile 66 -Spalte 4, Zeile 41; Abbildung 3	1-8
Y	---	9
X	US 5 898 405 A (IWASAKI HISAO) 27. April 1999 (1999-04-27) Spalte 4, Zeile 22-42; Abbildung 1	1,4,5
Y	---	9
	EP 0 388 011 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 19. September 1990 (1990-09-19) Spalte 4, Zeile 18 -Spalte 5, Zeile 3; Abbildung 1	

	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. August 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Dooren, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>SIMONS R N ET AL: "COPLANAR-WAVEGUIDE/MICROSTRIP PROBE COUPLER AND APPLICATIONS TO ANTENNAS" ELECTRONICS LETTERS, GB, IEE STEVENAGE, Bd. 26, Nr. 24, 22. November 1990 (1990-11-22), Seiten 1998-2000, XP000175613 ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument</p>	1
A	<p>US 5 757 074 A (LARSON LAWRENCE E ET AL) 26. Mai 1998 (1998-05-26) Spalte 4, Zeile 22-42</p>	3
A	<p>PETRE P ET AL: "Simulation and performance of passive microwave and millimeter wave coplanar waveguide circuit devices with flip chip packaging" ELECTRICAL PERFORMANCE OF ELECTRONIC PACKAGING, 27. - 29. Oktober 1997, Seiten 203-206, XP002144787 San Jose, CA, USA in der Anmeldung erwähnt Abschnitt 1: Introduction Abbildung 1</p>	4,6,7
A	<p>CARVER KC AND MINK JW: "Microstrip antenna technology" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Bd. AP-29, Januar 1989 (1989-01), Seiten 2-24, XP002144795 New York, USA Tabelle 1</p>	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01449

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5903239 A	11-05-1999	JP 8056113 A	27-02-1996
US 5898405 A	27-04-1999	JP 8181532 A	12-07-1996
EP 0388011 A	19-09-1990	DE 69022087 D	12-10-1995
		DE 69022087 T	21-03-1996
		JP 2755696 B	20-05-1998
		JP 3108734 A	08-05-1991
		US 5071787 A	10-12-1991
US 5757074 A	26-05-1998	US 5629241 A	13-05-1997
		CA 2198088 A	30-01-1997
		EP 0782766 A	09-07-1997
		JP 10505466 T	26-05-1998
		WO 9702733 A	30-01-1997