



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(51) Int Cl.7: **H01P 5/107**

(21) Anmeldenummer: **02010542.5**

(22) Anmeldetag: **10.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Scheffer, Norbert, Dr.**
89257 Illertissen (DE)

(74) Vertreter: **Meel, Thomas**
Patentassessor,
c/o Dornier GmbH
L H G
88039 Friedrichshafen (DE)

(30) Priorität: **13.07.2001 DE 10134204**

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
81663 München (DE)

(54) **Hohlleiter-Mikrostreifen-Übergang**

(57) Die Erfindung betrifft einen Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang für elektromagnetische Wellen im Mikrowellen- und Millimeterwellenbereich, umfassend

- eine aus einer ersten und mindestens einer zweiten dielektrischen Schicht (14) mit dazwischen liegenden leitenden Schichten (13) aufgebauten Mehrlagenkeramik (6), wobei die dielektrischen Schichten (14) eine low temperature co-fired ceramic umfassen,
- in den dielektrischen Schichten (14) ausgeführte Vias (11), die als eine oder mehrere Viareihen (12) angeordnet, einen dielektrisch gefüllten Hohlleiter (15) bilden,
- eine leitfähige Beschichtung (2) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14), welche Aussparungen (4, 5) im Bereich der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) aufweist,

- eine Mikrostreifenleitung (3) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14).

Gemäß der Erfindung ist die Mikrostreifenleitung (3) in der Aussparung (4, 5) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14) derart angeordnet, dass in der einen Aussparung (4) eine Koplanarleitung und in der anderen Aussparung (5) über der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) eine Schlitzleitung entsteht, wobei eine elektromagnetische Welle von der Mikrostreifenleitung (3) über die Koplanarleitung zur Schlitzleitung gelangt und von dort ohne Abstrahlung von Hochfrequenz in den dielektrisch gefüllten Hohlleiter (15) einkoppelbar ist. Außerdem ist in einem Abstand (9) zwischen 0,02 mm und 1,0 mm, insbesondere 0,5 mm, unterhalb des in der Mehrlagenkeramik (6) dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) eine Öffnung eines zweiten Hohlleiters (7) angeordnet, wobei dieser zweite Hohlleiter (7) eine Chokestruktur aufweist.

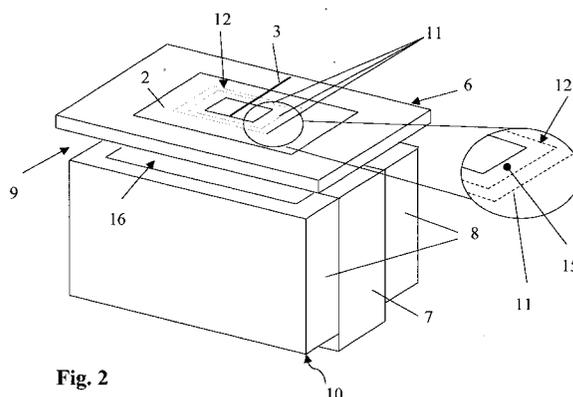


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang für elektromagnetische Wellen im Mikrowellen- und Millimeterwellenbereich gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Für sehr viele Anwendungen auf dem Gebiet der Mikro- und Millimeterwellen-Technik werden planare Schaltungen, sei es in hybrid oder monolithisch integrierter Form verwendet. Eine häufig eingesetzte Leitungsform ist die Mikrostreifenleitung. Trotz aller Vorteile der planaren Leitungen werden immer wieder Übergänge auf Hohlleiter benötigt, so basieren z.B. viele Antennen auf Hohlleitertechniken.

[0003] In US 5,912,598 wird ein Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang beschrieben, bei dem ein Substrat über einer Öffnung eines Hohlleiters angeordnet ist. Das Substrat deckt dabei die Öffnung des Hohlleiters vollständig ab, wodurch der Hohlleiter an dieser Stelle abgedichtet wird. Auf dem Substrat ist eine Mikrostreifenleitung aufgebracht, wodurch eine Kopplung mit dem Hohlleiter gewährleistet wird. Über dem Substrat ist ein Rahmen angeordnet, der mittels eines Deckels geschlossen wird. Dadurch entsteht über der Mikrostreifenleitung ein Resonator, auch als Backshort bezeichnet. Mittels des Backshorts wird eine Abstrahlung der Hochfrequenz von der Mikrostreifenleitung an die Umgebung verhindert. Als problematisch erweist sich allerdings, dass das Substrat und der Hohlleiter fest miteinander verbunden sind.

[0004] Als nachteilig erweist sich dabei die unterschiedliche Ausdehnung der verschiedenen Materialien infolge von Wärmeeinwirkung. Außerdem ist die feste Verbindung problematisch hinsichtlich ihrer galvanischen Leitfähigkeit und der mechanischen Kraftübertragung zwischen Substrat und Hohlleiter.

[0005] Ein Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang bei welchem die Mikrostreifenleitung auf einem Substrat auf Basis einer Mehrlagenkeramik, insbesondere einer Low Temperature Co-fired Ceramic (LTCC) aufgebracht ist, ist in EP 0 920 071 A2 beschrieben. Die Mehrlagenkeramik wird dabei durch die abwechselnde Anordnung von dielektrischen und leitenden Schichten gebildet, wobei die erste Schicht der Mehrlagenkeramik eine dielektrische Schicht ist. In den dielektrischen Lagen sind Löcher ausgeführt, die in sogenannten Viereihen angeordnet, in der Mehrlagenkeramik einen dielektrisch gefüllten Hohlleiter bilden. Diese Löcher sind üblicherweise metallisch beschichtet oder mit einem metallischen Material gefüllt und werden auch als Vias bezeichnet.

[0006] Die in EP 0 920 071 A2 beschriebene Mehrlagenkeramik weist Aussparungen derart auf, dass unterhalb - allerdings noch innerhalb der Mehrlagenkeramik - ein weiterer luftgefüllter Hohlleiter vorhanden ist. Hieraus entstehen Nachteile hinsichtlich der mechanischen Festigkeit der Mehrlagenkeramik. Außerdem muß der luftgefüllte Hohlleiter elektrisch an den dielektrisch gefüllten Hohlleiter angepaßt werden.

[0007] An den luftgefüllten Hohlleiter werden dann weitere Komponenten z.B. Antennen angeschlossen. Hierbei entstehen Probleme hinsichtlich Wärmeübertragung, galvanischer Leitfähigkeit und mechanischer Kraftübertragung.

[0008] Die Oberseite der ersten dielektrischen Schicht der in EP 0 920 071 A2 beschriebenen Mehrlagenkeramik weist eine leitfähige Beschichtung mit Aussparungen, d.h. mit unbeschichteten Bereichen auf, in denen eine Mikrostreifenleitung angeordnet ist. Die Mikrostreifenleitung ist zur Einkopplung der elektromagnetischen Wellen in den dielektrisch gefüllten Hohlleiter mit einem T-förmigen Koppelstift verbunden.

[0009] Die Mehrlagenkeramik ist von einem Rahmen umgeben, der von einer Metallplatte abgedeckt wird. Dadurch wird entsprechend des in US 5,912,598 beschriebenen Übergangs ein Backshort realisiert. Der Nachteil hierbei ist dabei, dass der Backshort üblicherweise eine komplizierte Struktur besitzt und somit zeitaufwendig und kostenintensiv zu fertigen ist. Ein weiteres Problem stellt außerdem die sehr toleranzempfindliche Positionierung des Backshorts dar.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang ohne Backshort zu realisieren und daher eine Verbesserung des Anschlusses von weiteren Antennenkomponenten zu erzielen.

[0011] Diese Aufgabe wird mit dem Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0012] Die Mikrostreifenleitung ist in der Aussparung auf der Oberseite der ersten dielektrischen Schicht derart angeordnet, dass in der einen Aussparung eine Kopplanarleitung und in der anderen Aussparung über der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters eine Schlitzleitung entsteht, wobei eine elektromagnetische Welle von der Mikrostreifenleitung über die Kopplanarleitung zur Schlitzleitung gelangt und von dort ohne Abstrahlung von Hochfrequenz in den dielektrisch gefüllten Hohlleiter einkoppelbar ist. Außerdem ist erfindungsgemäß in einem Abstand zwischen 0,02 mm und 1,0 mm, insbesondere 0,5 mm, unterhalb des in der Mehrlagenkeramik dielektrisch gefüllten Hohlleiters eine Öffnung eines zweiten Hohlleiters angeordnet, wobei dieser zweite Hohlleiter eine Chokestruktur aufweist.

[0013] Durch diese Anordnung der Mikrostreifenleitung wird die Polarisation des elektromagnetischen Feldes beim Übergang von der Mikrostreifenleitung in die Kopplanarleitung um 90° gedreht. Beim Übergang von der Kopplanarleitung in die Schlitzleitung dreht sich die Polarisation des elektromagnetischen Feldes derart, dass sich die elektromagnetische Welle von der Schlitzleitung in den dielektrisch gefüllten Hohlleiter ausbreiten kann. Es kommt zu keiner Abstrahlung von Hochfrequenz an die Umgebung. Somit wird für den erfindungsgemäßen Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang kein Backshort benötigt. Dies hat Vorteile hinsichtlich des Raumbedarfs eines solchen Übergangs sowie hinsichtlich des Fertigungsaufwandes und der Fertigungs-

kosten.

[0014] In dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter der Mehrlagenkeramik sind Moden höherer Ordnung ausbreitungsfähig. Diese höheren Moden werden bei der Kopplung zwischen der Schlitzleitung und dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter angeregt. Dadurch wird die Kopplung zwischen der Mikrostreifenleitung und dem dielektrisch verbesserten Hohlleiter verbessert. Beim Übergang in den zweiten Hohlleiter sind die höheren Moden nicht ausbreitungsfähig und werden weggedämpft. Die angeregten höheren Moden verhalten sich dabei wie Parallel Reaktanzen, die Resonanzen haben können. Eine geeignete Wahl von Breite und Höhe des dielektrisch gefüllten Hohlleiters in der Mehrlagenkeramik führt dazu, dass einige Moden Resonanzen innerhalb des Durchlaßbereichs des Übergangs zwischen dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter und dem zweiten Hohlleiter aufweisen. Diese Resonanzen können dazu genutzt werden, die Bandbreite des Übergangs zwischen dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter und dem zweiten Hohlleiter zu erhöhen.

[0015] Durch einen geeigneten Abstand, z.B. ein Luftspalt, werden der dielektrisch gefüllte Hohlleiter und der zweite Hohlleiter hinsichtlich galvanischer Leitfähigkeit und Kraftübertragung voneinander getrennt. Dieser Aufbau ist außerdem unempfindlich gegenüber der unterschiedlichen, infolge von Wärmeeinwirkung auftretenden thermischen Ausdehnung der verschiedenen Materialien. Außerdem können mittels des Abstands Aufbautoleranzen des Übergangs zwischen den beiden Hohlleitern kompensiert werden.

[0016] Durch die vorteilhaft verwendete Chokestruktur ist der zweite Hohlleiter, der insbesondere metallische Hohlleiterwände aufweist, bezüglich der Hochfrequenz leitend mit dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter der Mehrlagenkeramik verbunden. Der Vorteil ist dabei, dass durch den Abstand zwischen den beiden Hohlleitern keine Hochfrequenz abgestrahlt wird. Außerdem kann der Luftspalt im Hinblick auf Umwelteinflüsse, z.B. durch Abkleben, hermetisch dicht gemacht werden, ohne dass eine Abstrahlung der Hochfrequenz erfolgt.

[0017] Die Unteransprüche geben Ausführungsformen der Erfindung an. In einer ersten vorteilhaften Ausführung der Erfindung werden zwei Chokekanäle an zwei sich gegenüberliegenden Außenwänden des zweiten Hohlleiters angebracht, wobei die eine Öffnung der Chokekanäle mit der Öffnung des zweiten Hohlleiters abschließt und die andere Öffnung der Chokekanäle, also die der Mehrlagenkeramik abgewandte Öffnung, kurzgeschlossen ist. Die Breite der Chokekanäle entspricht dabei insbesondere der Breite des zweiten Hohlleiters. Diese Anordnung wird auch als integrierte Chokestruktur bezeichnet.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung beträgt die geometrische Länge der Chokekanäle vom kurzgeschlossenen Ende bis zur Öffnung des zweiten Hohlleiters eine halbe Hohlleiterwellenlänge des zweiten Hohlleiters. Somit wird das kurzge-

schlossene Ende der Chokekanäle elektrisch auf den Spalt zwischen dem dielektrisch gefüllten Hohlleiter und dem zweiten Hohlleiter abgebildet. Dadurch wird gewährleistet, dass keine Hochfrequenz abgestrahlt wird.

Des Weiteren ist es möglich, die Geometrie des Querschnitts der Chokekanäle zu verändern, z.B. quadratisch oder rechteckig.

[0019] Bevorzugt können die Chokekanäle mit einem Dielektrikum gefüllt werden. Dadurch wird eine Verkürzung der Chokekanäle gegenüber luftgefüllten Chokekanälen erreicht, woraus sich weitere Vorteile hinsichtlich der Baugröße und des Gewichts ergeben.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist der Abstand der Vias in einer Reihe kleiner als ein Zehntel der Hohlleiterwellenlänge des dielektrisch gefüllten Hohlleiters. Dadurch wird verhindert, dass es zwischen benachbarten Vias zu einer Abstrahlung von Hochfrequenz kommt. Insbesondere ermöglicht dies zwei oder mehrere in einer dielektrischen Schicht der Mehrlagenkeramik benachbart zueinander angeordnete Viareihen eine höhere Abschirmung der Hochfrequenzstrahlung.

[0021] Außerdem können die Viareihen in benachbarten dielektrischen Lagen der Mehrlagenkeramik bevorzugt übereinander und versetzt zueinander angeordnet sein. Dadurch wird die Mehrlagenkeramik stabil und bruchstabil.

[0022] Der beanspruchte Übergang kann vorteilhaft für Anwendungen in einem Frequenzbereich von 1 GHz bis 50 GHz, insbesondere aber bei 29,75 GHz eingesetzt werden.

[0023] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergangs ist die Kompatibilität mit integrierten Mikrowellenschaltungen (MMIC).

[0024] Die Erfindung wird im weiteren anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in Draufsicht die Oberseite der Mehrlagenkeramik mit Mikrostreifenleitung, Kopplanarleitung und Schlitzleitung.

Fig. 2 in Seitenansicht einen erfindungsgemäßen Hohlleiter-Mikrostreifen-Übergang mit integrierter Chokestruktur.

Fig. 3 eine schematisierte Darstellung der Mehrlagenkeramik in Seitenansicht mit den versetzt zueinander angeordneten Viareihen.

[0025] In Fig. 1 ist in Draufsicht die Oberseite der Mehrlagenkeramik gezeigt. Mit Bezugsziffer 1 ist dabei die Oberfläche der ersten dielektrischen Schicht 14 der Mehrlagenkeramik 6 bezeichnet. Eine metallische Beschichtung auf der Mehrlagenkeramik 6 ist mit Bezugsziffer 2 bezeichnet. Die metallische Beschichtung 2 weist eine erste Aussparung 5 im Bereich der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters 15, der durch die,

in den Schichten (nicht dargestellt) der Mehrlagenkeramik 6 ausgeführten Viareihen 12 gebildet wird. Eine weitere Aussparung 4 verläuft von der Innenseite 2a zur Außenseite 2b der metallischen Beschichtung 2.

[0026] Die Mikrostreifenleitung 3 verläuft von einem Fußpunkt 2c auf der Innenseite 2a der Beschichtung 2, der sich auf der gegenüberliegenden Innenseite 2a der Aussparung 4 befindet, ohne Berührung mit der Beschichtung 2 durch die Aussparung 4 an den Rand der Mehrlagenkeramik 6. Dadurch werden in der Aussparung 4 eine Koplanarleitung und in der Aussparung 5 eine Schlitzleitung erzeugt.

[0027] Fig. 2 zeigt in Seitenansicht einen erfindungsgemäßen Hohlleiter-Mikrostreifenleitung-Übergang mit integrierter Chokestruktur. Die Mehrlagenkeramik 6 mit der metallischen Beschichtung 2 sowie der Mikrostreifenleitung 3 befindet sich von einem Spalt 9 getrennt, über einem weiteren Hohlleiter 7. An zwei sich gegenüberliegenden Seitenwänden des Hohlleiters 7 sind zwei Chokekanäle 8 angeordnet.

Die Chokekanäle 8 sind dabei derart angeordnet, dass die der Mehrlagenkeramik 6 zugewandte Öffnung 16 der Chokekanäle 8 mit der Öffnung (nicht dargestellt) des zweiten Hohlleiters 7 abschließt. Die der Mehrlagenkeramik 6 abgewandte Öffnung 10 der Chokekanäle 8 ist kurzgeschlossen.

[0028] Des weiteren sind in Fig. 2 die in der Mehrlagenkeramik 6 vorhandenen Vias 11, welche in Reihen 12 angeordnet sind, dargestellt. Die Viareihen 12 sind dabei zur Verbesserung der Abschirmung der Hochfrequenzstrahlung doppelt ausgeführt. Mittels der Vias 11 in den Viareihen 12 wird in der Mehrlagenkeramik 6 der dielektrisch gefüllten Hohlleiter 15 gebildet.

[0029] Fig. 3 zeigt eine schematisierte Darstellung der Mehrlagenkeramik in Seitenansicht mit den versetzt zueinander angeordneten Viareihen. Die Mehrlagenkeramik 6 ist dabei schichtweise abwechselnd durch dielektrische Schichten 14 und leitende Schichten 13 aufgebaut.

[0030] In den dielektrischen Schichten sind Vias 11 vorhanden, die in der jeweiligen Schicht eine Viareihe 12 bilden. Dabei sind die Vias 11 derart angeordnet, dass in benachbarten dielektrischen Schichten 14 die Vias versetzt zueinander angeordnet sind, d.h. die Vias 11 der Viareihen 12 liegen nicht fluchtartig übereinander. Dadurch wird die Festigkeit der Mehrlagenkeramik 6 vergrößert.

[0031] Die in Fig. 3 dargestellte Mehrlagenkeramik 6 weist 4 dielektrische Schichten 14 und somit 4 zueinander versetzte Viareihen 12 auf. Selbstverständlich ist es auch möglich eine Mehrlagenkeramik mit mehr als 4 Schichten zu verwenden.

[0032] Zwischen den Schichten sind leitende Schichten 13, z.B. Metallschichten, vorhanden, wodurch die Vias 11 der Viareihen 12 leitend miteinander verbunden sind.

Patentansprüche

1. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang für elektromagnetische Wellen im Mikrowellen- und Millimeterwellenbereich, umfassend

- eine aus einer ersten und mindestens einer zweiten dielektrischen Schicht (14) mit dazwischen liegenden leitenden Schichten (13) aufgebauten Mehrlagenkeramik (6), wobei die dielektrischen Schichten (14) eine low temperature co-fired ceramic umfassen,
- in den dielektrischen Schichten (14) ausgeführte Vias (11), die als eine oder mehrere Viareihen (12) angeordnet, einen dielektrisch gefüllten Hohlleiter (15) bilden,
- eine leitfähige Beschichtung (2) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14), welche Aussparungen im Bereich der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) aufweist,
- eine Mikrostreifenleitung (3) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14),

dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostreifenleitung (3) in der Aussparung (4, 5) auf der Oberseite (1) der ersten dielektrischen Schicht (14) derart angeordnet ist, dass in der einen Aussparung (4) eine Koplanarleitung und in der anderen Aussparung (5) über der Öffnung des dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) eine Schlitzleitung entsteht, wobei eine elektromagnetische Welle von der Mikrostreifenleitung (3) über die Koplanarleitung zur Schlitzleitung gelangt und von dort ohne Abstrahlung von Hochfrequenz in den dielektrisch gefüllten Hohlleiter (15) einkoppelbar ist und dass in einem Abstand (9) zwischen 0,02 mm und 1,0 mm, insbesondere 0,5 mm, unterhalb des in der Mehrlagenkeramik (6) dielektrisch gefüllten Hohlleiters (15) eine Öffnung eines zweiten Hohlleiters (7) angeordnet ist, wobei dieser zweite Hohlleiter (7) eine Chokestruktur aufweist.

2. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Chokekanäle (8) an gegenüberliegenden Außenwänden des zweiten Hohlleiters vorhanden sind, wobei die eine Öffnung (16) der Chokekanäle (8) mit der Öffnung des zweiten Hohlleiters (7) abschließt und die andere Öffnung (10) der Chokekanäle (8) kurzgeschlossen ist.

3. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Länge der Chokekanäle (8) vom kurzgeschlossenen Ende (10) bis zur Öffnung des zweiten Hohlleiters eine halbe Hohlleiterwellenlänge des zweiten Hohllei-

ters (7) beträgt.

4. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Chokekanäle (8) mit einem Dielektrikum gefüllt sind. 5
5. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der Vias (11) in den Viareihen (12) kleiner als ein Zehntel der Hohlleiterwellenlänge ist. 10
6. Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Viareihen (12) in benachbarten dielektrischen Lagen (14) der Mehrlagenkeramik (6) übereinander und versetzt zueinander angeordnet sind. 15
20
7. Verwendung des Hohlleiter-Mikrostreifenleitungs-Übergang nach einem der vorangehenden Ansprüche in einem Frequenzbereich von 1 GHz bis 50 GHz. 25

30

35

40

45

50

55

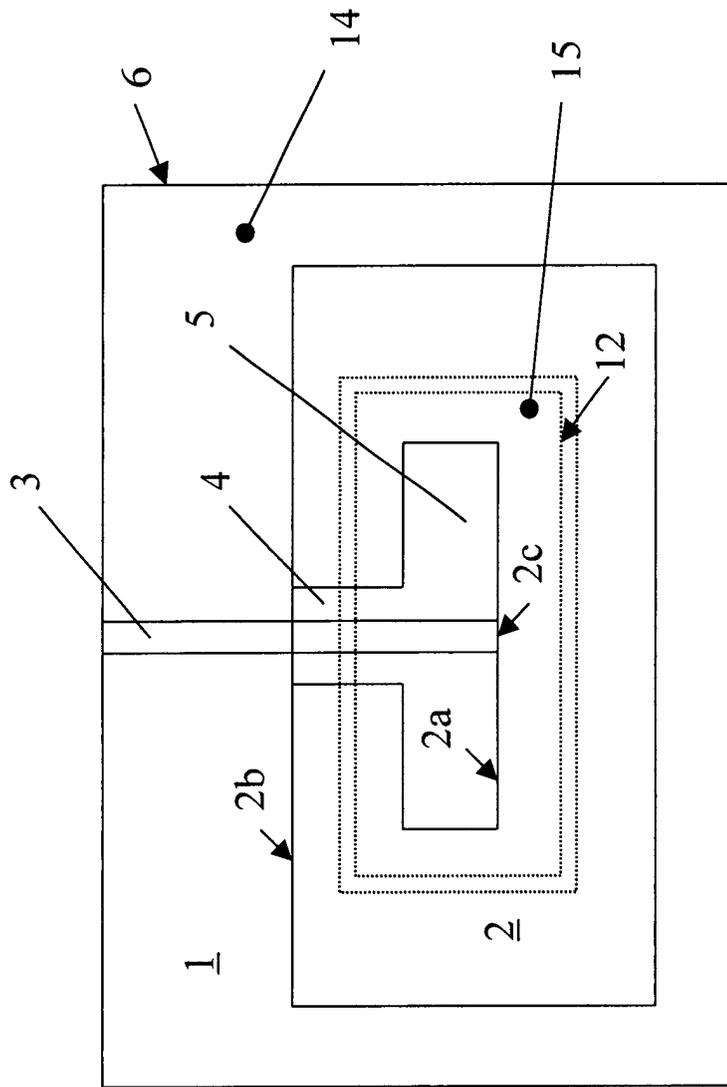


Fig. 1

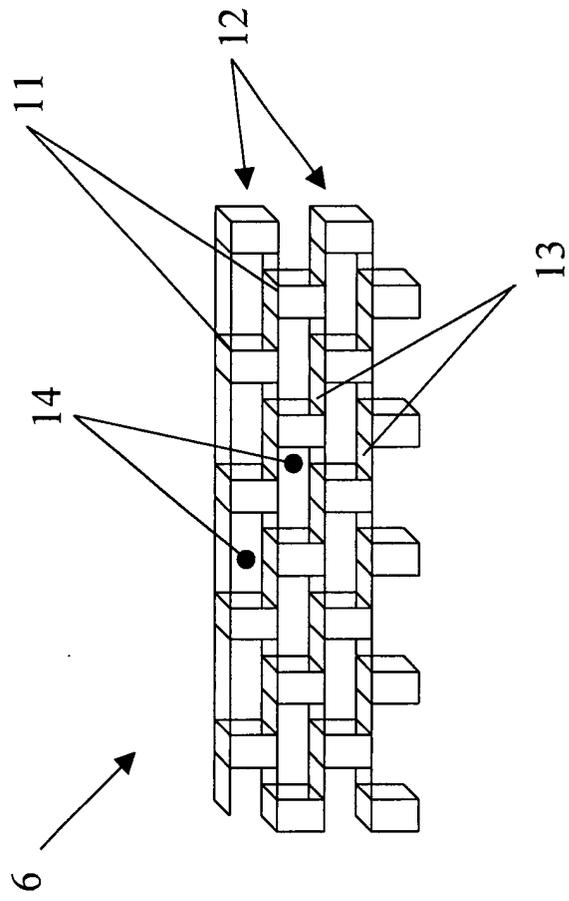


Fig. 3