

(19)



(11)

EP 2 489 095 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.10.2017 Patentblatt 2017/40

(51) Int Cl.:
H01P 1/20 (2006.01) **H01P 1/201** (2006.01)
H01P 5/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10747815.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/004825

(22) Anmeldetag: **06.08.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/044965 (21.04.2011 Gazette 2011/16)

(54) **ANTENNENKOPPLER**

ANTENNA COUPLER

COUPLEUR D'ANTENNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **14.10.2009 EP 09173079**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.2012 Patentblatt 2012/34

(73) Patentinhaber: **Landis+Gyr AG**
6301 Zug (CH)

(72) Erfinder:
• **DREMELJ, Igor**
CH-6314 Unterägeri (CH)
• **HOHL, Heinz**
CH-6340 Baar (CH)

(74) Vertreter: **IPrime Rentsch Kaelin AG**
Dreikönigstrasse 7
Postfach
8022 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2005 017 821

- **S.S. BEDAIR AND INGO WOLF: "Fast and accurate analytic formulas for calculating the parameters of a general broadside-coupled coplanar waveguide for (M)MIC applications" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Bd. 37, Nr. 5, 1. Mai 1989 (1989-05-01), Seiten 843-850, XP002605986 Piscataway, USA**
- **"Chapter 10: Coplanar waveguides" In: Franco di Paolo: "Networks and devices using planar transmission lines" 2000, CRC Press LLC, Florida, USA, XP002605987 ISBN: 0-8493-1835-1 Absatz [10.12.2]; Abbildung 10.12.5**
- **CHIEH-PIN CHANG ET AL: "A 3-dB Quadrature Coupler Using Broadside-Coupled Coplanar Waveguides" IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. 18, Nr. 3, 1. März 2008 (2008-03-01), Seiten 191-193, XP011205042 ISSN: 1531-1309**

EP 2 489 095 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

FELD DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet Hochfrequenzleitungstechnik; sie betrifft einen Antennenkoppler zum Anschluss einer Hochfrequenzantenne nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In vielen technischen Geräten, die einen Hochfrequenz-Sender oder -Empfänger enthalten und gleichzeitig galvanisch mit einer erdbezogenen Hochspannung (Netzspannung) beaufschlagt sind, soll eine Antenne über ein Koaxialkabel angeschlossen werden. Die entsprechende Antenne und das Koaxialkabel müssen galvanisch vom Gerät isoliert sein, da ansonsten bei Berührung Lebensgefahr besteht.

[0003] Das Problem wurde bisher beispielsweise durch zwei parallel angeordnete Dipol-Antennen im Gerät gelöst, bei denen durch die ungewollte radiale Abstrahlung jedoch eine hohe Durchgangsdämpfung von mindestens 6dB für das Nutzsignal entsteht. Die ausgekoppelte Leistung wurde in ein Koaxialkabel eingespeist, um an eine abgesetzte Antenne weitergeleitet zu werden.

[0004] Eine bekannte Entkopplung über Kondensatoren (US4987391) besitzt entweder eine kleine Spannungsfestigkeit (1 kV) oder eine hohe Durchgangsdämpfung, da für eine hohe Spannungsfestigkeit der Kondensatoren eine große Bauform Voraussetzung ist, was sich aufgrund hohen induktiven Blindwiderstands und unerwünschter Abstrahlung negativ auf die Dämpfung auswirkt.

[0005] Aus der Publikation von S.S. BEDAIR und INGO WOLF: "Fast and accurate analytic formulas for calculating the parameters of a general broadside-coupled coplanar waveguide for (M) MIC applications" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Bd. 37, Nr. 5, 1. Mai 1989 (1989-05-01), Seiten 843-850, XP002605986 Piscataway, USA, ist ein Antennenkoppler zum Anschluss einer Hochfrequenzantenne an ein im Betrieb galvanisch mit einer Hochspannung beaufschlagbares Gerät bekannt, umfassend eine Mehrlagenleiterplatte mit Leiterebenen, die in Tiefenrichtung (z) der Mehrlagenleiterplatte von einander elektrisch isoliert sind, mindestens eine mit der Hochfrequenzantenne zu koppelnde oder gekoppelte erste Hochfrequenzleitung in einer ersten Leiterebene, mindestens eine geräteseitig zu koppelnde oder gekoppelte zweite Hochfrequenzleitung in einer zweiten Leiterebene der Mehrlagenleiterplatte, wobei die Mehrlagenleiterplatte eine elektrisch isolierende Leiterplattenkernschicht aufweist, wobei die erste und zweite Leiterebene sich auf derselben der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht erstrecken, wobei die geräteseitig zu koppelnde oder gekoppelte zweite Hochfrequenzleitung

mit größerem Abstand von der Leiterplattenkernschicht angeordnet ist als die erste Hochfrequenzleitung, und wobei der Antennenkoppler eine elektrisch leitfähige Abschirmstruktur aufweist, die sich zum Teil auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht erstreckt und die ausgebildet ist, die erste Hochfrequenzleitung gegen eine Wechselwirkung bei der Leitung von Hochfrequenzsignalen abzuschirmen.

[0006] Ferner zeigen die folgenden Publikationen ebenfalls Ausführungsformen von Antennenkopplern, nämlich

[0007] "Chapter 10: Coplanar waveguides" in Franco di Paolo: "Networks and devices using planar transmission lines" 2000, CRC Press LLC, Florida, USA, XP002605987, ISBN: 0-8493-1835-1,

[0008] CHIEH-PIN CHANG ET AL: "A 3-dB Quadrature Coupler Using Broadside-Coupled Coplanar Waveguides" IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. 18, Nr. 3, 1. März 2008 (2008-03-01) Seiten 191-193, XP011205042, ISSN: 1531-1309 und

[0009] US 2005/017821 A1.

[0010] Es ist aus dem Dokument US7545243 bekannt, dass sich Leitungsstrukturen zur galvanischen Entkopplung eignen. Ein Nachteil dieser bekannten Lösung liegt jedoch ebenfalls in der geringen Spannungsfestigkeit.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Antennenkoppler zum Anschluss einer Hochfrequenzantenne dahingehend weiter zu entwickeln, wobei die oben genannten Nachteile behoben werden können.

[0012] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 7. Der erfindungsgemäße Antennenkoppler zur galvanischen Trennung der Antenne von dem Sender/Empfänger erzielt eine hohe Isolationsspannungsfestigkeit von bis zu 12kV Gleichspannung und Netz-Wechselspannung, zugleich aber auch eine ausserordentlich geringe Durchgangsdämpfung für das Hochfrequenz-Nutzsignal. Der erfindungsgemäße Antennenkoppler kann eine besonders geringe Durchgangsdämpfung innerhalb gewünschter Frequenzgrenzen erreichen, da die Koppelleitungen, also die erste und zweite Hochfrequenzleitung, mit besonders geringem Abstand voneinander in Tiefenrichtung der Mehrlagenleiterplatte angeordnet werden können. Es kann die üblicherweise verwendete Schichtdicke der Mehrlagenleiterplatte als Abstand zwischen den Koppelleitungen genutzt werden. Ein Abstand von beispielsweise 0,3 mm ist realisierbar.

[0013] Es wird eine große nutzbare Hochfrequenz-Bandbreite erreicht, die mehr als eine Oktave betragen kann, beispielsweise von 800 MHz bis 2200 MHz. Er

kann durch Verwendung von Mehrlagenleiterplatten, beispielsweise 2-fach oder 4-fach Mehrlagenleiterplatten, kostengünstig hergestellt werden.

[0014] Der Antennenkoppler wird also bevorzugt als Mehrlagenleiterplatte ausgeführt. Der Koppler wird aus zwei in geeigneter Art gekoppelten Hochfrequenzleitungen gebildet. Die geometrische Anordnung der Metallflächen (insbesondere Kupferflächen) der Hochfrequenzleitungen bildet den Koppler. Die Abstände zwischen den Kupferflächen sowie das elektrisch isolierende Trägermaterial der Mehrlagenleiterplatte sorgen für die notwendige Isolationsspannungsfestigkeit.

[0015] Vorliegend sind die Hochfrequenzleitungen zwei Koplanarleitungen, die in zwei verschiedene Lagen der Mehrlagenleiterplatte übereinander eingebettet sind. Diese Leitungen bestehen vorzugsweise je aus mindestens einer Streifenleitung für den Innenleiter und mindestens zwei Streifenleitungen für den Aussenleiter.

[0016] Diese zweimal drei Leiter sind in einer bevorzugten Ausführungsform im Abstand und in der Breite der Leitungen so gewählt, dass die resultierende Leitung einen Wellenwiderstand von 50 Ohm besitzt. Dies ermöglicht eine stossstellenfreie und damit verlustarme Weiterleitung der Hochfrequenzleistung vom Koaxialkabel zum Sender/Empfänger im Inneren des Gerätes.

[0017] Die Dicke des Dielektrikums (dielektrisches Material) ist vorzugsweise so gewählt, dass eine im jeweiligen Anwendungsfall benötigte Spannungsfestigkeit erreicht wird.

[0018] In bevorzugten Ausführungsformen halten die Anschlüsse der Koplanarleitungen an der Oberfläche der Leiterplatte eine für die gewünschte Spannungsfestigkeit benötigte Kriechstromstrecke ein. Zu diesem Zweck ist in einem Ausführungsbeispiel die in der inneren Lage der Leiterplatte befindliche (typischerweise antennenseitige) Koplanarleitung über die Koppelzone hinaus mit veränderter Geometrie, also z.B. veränderter Leiterbreite und/oder Leiterabstände verlängert, bevor eine Kontaktierung zur Oberfläche hergestellt wird.

[0019] Die bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Antennenkopplers ist als einseitig geschirmte Koppelstruktur ausgebildet. Die geräteseitige Koplanarleitung ist durch eine mit Leiterplatten-Durchkontaktierungen verbundene zusätzliche Schirmfläche ergänzt. Die Schirmfläche ist erfindungsgemäss so angeordnet, dass sie zusammen mit den Streifenleitern der geräteseitigen Koplanarleitung die Koaxialleitung, also antennenseitige Koplanarleitung teilweise ummantelt. Auf diese Weise ist zumindest die Schirmseite weniger sensibel gegen eine Beeinflussung durch Metallteile im Inneren des Gerätes.

[0020] Zur Erzielung einer hohen Spannungsfestigkeit eignet sich als isolierendes Trägermaterial der Mehrlagenleiterplatte beispielsweise das bekannte Material FR-4, ein glasfaserverstärktes, epoxid-basiertes Material, welches eine Spannungsfestigkeit von mehr als 30kV/mm aufweist.

[0021] Es ist für ausreichend große Kriechstromstre-

cken an der Oberfläche der Leiterplatte zwischen den galvanisch isolierten Teilen zu sorgen. Für eine Spannungsfestigkeit von 12kV wird beispielsweise eine Kriechstromstrecke von etwas mehr als 10mm benötigt.

[0022] Der erfindungsgemässe Antennenkoppler wird nachfolgend mit Bezug auf die Figuren beschrieben. Nur ein Ausschnitt des Antennenkopplers, nämlich der Koppelbereich in der der Mehrlagenleiterplatte ist jeweils dargestellt.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0023] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. In den Figuren ist folgende Farbkodierung der dargestellten Strukturelemente verwendet:

Hellblau: Luft

[0024] Orangerot und gelbgrün: Metallflächen von Streifenleitungen. Dunkelblaue und dunkelgrüne Abschnitte an Enden von Streifenleitungen (Mittelleitern) sind wie orangerote Abschnitte zu lesen, also als integrale Bestandteile der jeweiligen Streifenleitung zu verstehen, und haben an diesen Strukturelementen trotz ihrer anderen Farbgebung keine von einer orangeroten bzw. gelbgrünen Farbgebung abweichende Bedeutung.

Dunkelgrün: Dielektrische Schichtisolation

Hellgrün: Deckelisolation oder Kernschicht (Core) der Mehrlagenleiterplatte.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemässen Antennenkopplers mit zwei von einander durch eine Schichtisolation beabstandete und isolierte Koplanarleitungen auf einer Seite einer Leiterplattenkernschicht und mit einer elektrisch leitfähigen Abschirmstruktur, die sich zum Teil auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht erstreckt und die ausgebildet ist, die erste Hochfrequenzleitung und geräteseitige Metallteile, die nicht Teil des Antennenkopplers sind, gegen eine Wechselwirkung bei der Leitung von Hochfrequenzsignalen abzuschirmen;

Fig. 2 vergrößerte perspektivische Ansicht eines geräteseitigen Endabschnitts des Antennenkopplers gemäss Fig. 1;

Fig. 3 vergrößerte perspektivische Ansicht des gegenüberliegenden antennenseitigen Endabschnitts des Antennenkopplers gemäss Fig. 1;

Fig. 4 Schnittansicht des eingangsseitigen Abschnitts -dargestellt: yz-Ebene- des Antennenkopplers; und eine

Fig. 5 weitere Schnittansicht -dargestellt: xz-Ebene- des Antennenkopplers.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0026] Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen erfindungsgemässen Antennenkoppler 1 mit zwei von einander durch eine Schichtisolation 13 beabstandete und isolierte Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b. Da die eine erste Kopplanarleitung 3a, 3b von der zweiten Kopplanarleitung 4a, 4b in dieser Darstellung konsequenterweise verdeckt wird, ist Fig. 4 für die Anordnung beider Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b zueinander zur Hilfe zu nehmen.

[0027] Die Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b sind auf einer Seite einer Leiterplattenkernschicht 6 angeordnet und mit einer elektrisch leitfähigen Abschirmstruktur 5 abgeschirmt, wobei sich diese Abschirmstruktur 5 zum Teil auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht 6 erstreckt und so ausgebildet ist, dass die erste Hochfrequenzleitung 3a, 3b und hier nicht dargestellte, geräteseitige Metallteile, die nicht Teil des Antennenkopplers sind, bei der Leitung von Hochfrequenzsignalen nicht in Wechselwirkung treten.

[0028] In Fig. 1 sind in y-Richtung des dargestellten Koordinatensystems beide Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b jeweils in der Abfolge Aussenleiter 3b, 4b- Innenleiter 3a, 4a- Aussenleiter 3b, 4b angeordnet. In z-Richtung des Koordinatensystems folgen aufeinander eine Metallfläche bzw. Schirmfläche 9 - eine Zwischenschicht aus dielektrischem Material 8 - antennenseitige, (erste) Kopplanarleitung 3a, 3b - Schichtisolation 13 - geräteseitige (zweite) Kopplanarleitung 4a, 4b.

[0029] Die Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b verlaufen in der Mehrlagenleiterplatte (2) in Längsrichtung x zueinander parallel; abgesehen von kurzen antennenseitigen und geräteseitigen Längsabschnitten (Streifenleitungen 10a, 10b, 11a, 11b) überdecken sich die Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b in Längsrichtung vollständig und sie überdecken sich in ihrer zur Längsrichtung x senkrecht stehenden Querrichtung y vollständig.

[0030] Als Beispielmasse für die hier dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemässen Antennenkopplers sind die folgenden Werte hilfreich, wobei die hier angegebenen Werte der Breite in y-Richtung zu betrachten sind, die Längenwerte in x-Richtung und die Dickenwerte in z-Richtung:

- Breite Innenleiter 3a, 4a: 3mm
- Breite Aussenleiter 3b, 4b: 2mm
- Länge Kopplanarleitungen 3a, 3b, 4a, 4b: 25mm
- Dicke Schichtisolation 13: 0,3mm

- relative Dielektrizitätszahl der Schichtisolation 13: $\epsilon_r=4,5$
- seitlicher Abstand Innenleitern 3a, 4a und Aussenleitern 3b, 4b: 1,2mm

[0031] In Fig. 1 sind ebenfalls Streifenleitungen 10a, 10b sichtbar, die in Längsrichtung x der ersten Kopplanarleitung bzw. der ersten Hochfrequenzleitung 3a, 3b über die zweite Kopplanarleitung bzw. zweite Hochfrequenzleitung 4a, 4b zwecks Anschlusses an eine hier nicht dargestellte Koaxialleitung zu einer Antenne hinausragen; in der folgenden Zusammenschau mit Fig. 3 wird dieser Sachverhalt noch deutlicher.

[0032] Mit 7 ist in Fig. 1 Luft als das den Antennenkoppler 1 umgebende Medium dargestellt; neben isolierenden Eigenschaften weist die Luft keine weitere Funktion auf.

[0033] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines geräteseitigen Endabschnitts des Antennenkopplers gemäss Fig. 1. Hier wird deutlich, dass die zweite Hochfrequenzleitung 4a, 4b mit Streifenleitungen 11a, 11b in x-Richtung über die erste Hochfrequenzleitung 3a, 3b zwecks Anschlusses an ein hier nicht näher gezeigtes Gerät hinausragt.

[0034] Wie bereits zur Fig. 1 andeutet, zeigt Fig. 3 in einer vergrößerten perspektivischen Darstellung den antennenseitigen Endabschnitt des Antennenkopplers mit den Streifenleitungen 10a, 10b zu der ersten Hochfrequenzleitung 3a, 3b.

[0035] In der Fig. 4 ist in einer Schnittansicht zur yz-Ebene sichtbar dargestellt, wie die zweite Hochfrequenzleitung 4a, 4b mit ihrem Aussenleiter 4b, jedoch nicht mit ihrem Innenleiter 4a, elektrisch leitfähig durch die Leiterplattenkernschicht 6 hindurch mit der Metallfläche 9 auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht 6 zwecks Schirmung verbunden ist. Eine weitere Schnittdarstellung zeigt in Fig. 5 die xz-Ebene des Antennenkopplers. Hierbei wird deutlich, dass eine Vielzahl von Verbindungen bzw. Leiterplatten-Durchkontaktierungen 12 den Aussenleiter 4b mit der Metallfläche 9 auf gleichem Potential halten.

[0036] Selbstverständlich ist die hier vorgestellte Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsformen sondern auf den Merkmalen der Ansprüche beschränkt. Es ist beispielsweise die zweite Hochfrequenzleitung 4a, 4b selbstverständlich auch antennenseitig koppelbar, während die erste Hochfrequenzleitung 3a, 3b geräteseitig koppelbar sein kann.

Bezugszeichenliste

[0037]

- | | |
|--------|---|
| 1 | Antennenkoppler |
| 2 | Mehrlagenleiterplatte |
| 3a, 3b | erste Hochfrequenzleitung mit Innenleiter und Aussenleiter, erste Kopplanarleitung |
| 4a, 4b | zweite Hochfrequenzleitung mit Innenleiter und Aussenleiter zweite Kopplanarleitung |

5	Abschirmstruktur	
6	Leiterplattenkernschicht	
7	Luft	
8	dielektrisches Material	
9	Metallfläche, Schirmfläche	5
10a, 10b	Streifenleitung zu 3a, 3b	
11a, 11b	Streifenleitung zu 4a, 4b	
12	Verbindung, Leiterplatten-Durchkontaktierungen	
13	Schichtisolation	10

Patentansprüche

1. Antennenkoppler (1) zum Anschluss einer Hochfrequenzantenne an ein im Betrieb galvanisch mit einer Hochspannung beaufschlagbares Gerät, umfassend

- eine Mehrlagenleiterplatte (2) mit Leiterebenen, die in Tiefenrichtung (z) der Mehrlagenleiterplatte (2) von einander elektrisch isoliert sind,
- mindestens eine mit der Hochfrequenzantenne zu koppelnde oder gekoppelte erste Hochfrequenzleitung (3a, 3b) in einer ersten Leiterebene,
- mindestens eine geräteseitig zu koppelnde oder gekoppelte zweite Hochfrequenzleitung (4a, 4b) in einer zweiten Leiterebene der Mehrlagenleiterplatte (2),

wobei die Mehrlagenleiterplatte (2) eine elektrisch isolierende Leiterplattenkernschicht (6) aufweist,

- wobei die erste und zweite Leiterebene sich auf derselben der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht (6) erstrecken,
- wobei die geräteseitig zu koppelnde oder gekoppelte zweite Hochfrequenzleitung (4a, 4b) mit größerem Abstand von der Leiterplattenkernschicht (6) angeordnet ist als die erste Hochfrequenzleitung (3a, 3b),
- und wobei der Antennenkoppler (1) eine elektrisch leitfähige Abschirmstruktur (5) aufweist, die sich zum Teil auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht (6) erstreckt und die ausgebildet ist, die erste Hochfrequenzleitung (3a, 3b) gegen eine Wechselwirkung bei der Leitung von Hochfrequenzsignalen abzuschirmen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die zweite Hochfrequenzleitung (4a, 4b) auf einer Aussenfläche der Mehrlagenleiterplatte (2) angeordnet ist,
- die Abschirmstruktur (5) eine Metallfläche (9) aufweist, die die erste Hochfrequenzleitung (3a,

3b) teilweise ummantelt,
- wobei die zweite Hochfrequenzleitung mit ihrem Aussenleiter (4b) elektrisch leitfähig durch die Leiterplattenkernschicht (6) hindurch mit der Metallfläche (9) auf der gegenüberliegenden anderen der beiden Seiten der Leiterplattenkernschicht (6) verbunden ist und dabei die erste Hochfrequenzleitung (3a, 3b) gegenüber der zweiten Hochfrequenzleitung (4a, 4b) und gegenüber der Metallfläche (9) isoliert ist.

2. Antennenkoppler (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Hochfrequenzleitung (3a, 3b, 4a, 4b) in der Mehrlagenleiterplatte (2) in Längsrichtung (x) der ersten und zweiten Hochfrequenzleitung (3a, 3b, 4a, 4b) zueinander parallel verlaufen.

3. Antennenkoppler (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochfrequenzleitungen (3a, 3b, 4a, 4b) - abgesehen von kurzen antennenseitigen- und geräteseitigen Längsabschnitten der Hochfrequenzleitungen (3a, 3b, 4a, 4b) - sich in Längsrichtung vollständig überdecken.

4. Antennenkoppler (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beabstandeten Hochfrequenzleitungen (3a, 3b, 4a, 4b) einander in ihrer zur Längsrichtung senkrecht stehenden Querrichtung (y) vollständig überdecken.

5. Antennenkoppler (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochfrequenzleitungen (3a, 3b, 4a, 4b) als Koplanarleitungen ausgebildet sind.

6. Antennenkoppler (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jeder Leiterebene mindestens eine Streifenleitung (10a, 11a) zur Kopplung an einen antennenseitigen bzw. geräteseitigen Innenleiter und mindestens zwei Streifenleitungen (10b, 11b) zur Kopplung an einen antennenseitigen bzw. geräteseitigen Aussenleiter aufweisen.

7. Antennenkoppler (1) nach Anspruch 6, bei dem die Streifenleitungen (10a, 10b, 11a, 11b) der ersten und zweiten Hochfrequenzleitungen (3a, 3b, 4a, 4b) einen jeweiligen seitlichen, also senkrecht zur Längsrichtung (x) der Streifenleitungen (10a, 10b, 11a, 11b) zu messenden Abstand voneinander in der betreffenden Leiterebene, und eine jeweilige, in der betreffenden Leiterebene in seitlicher Richtung (y) zu messende Breite aufweisen, die in Kombination einen Wellenwiderstand der betreffenden Hochfrequenzleitung von 50 Ohm bewirken.

Claims

1. An antenna coupler (1) for connecting a high frequency antenna to a device to which a high voltage may be galvanically applied during operation, comprising

- a multilayer printed circuit board (2) having conductor levels that are electrically insulated from one another in the depth direction (z) of the multilayer printed circuit board (2),
- at least one first high frequency line (3a, 3b) that is coupleable or coupled to the high frequency antenna in a first conductor level,
- at least one second high frequency line (4a, 4b) that is coupleable or coupled on the device side in a second conductor level of the multilayer printed circuit board (2),

wherein the multilayer printed circuit board (2) has an electrically insulating printed circuit board core layer (6),

- wherein the first and second conductor levels extend on the same side of the two sides of the printed circuit board core layer (6),
- wherein the second high frequency line (4a, 4b) that is coupleable or coupled on the device side is situated at a greater distance from the printed circuit board core layer (6) than is the first high frequency line (3a, 3b), and
- wherein the antenna coupler (1) has an electrically conductive shielding structure (5), part of which extends on the opposite, other of the two sides of the printed circuit board core layer (6) and which is designed for shielding the first high frequency line (3a, 3b) from interaction with the conduction of high frequency signals, **characterized in that**
- the second high frequency line (4a, 4b) is situated on an outer surface of the multilayer printed circuit board (2),
- the shielding structure (5) has a metal surface (9) that partially sheathes the first high frequency line (3a, 3b),
- wherein the second high frequency line (4b) is electrically conductively connected by its outer conductor (4b), through the printed circuit board core layer (6), to the metal surface (9) on the opposite, other of the two sides of the printed circuit board core layer (6), and the first high frequency line (3a, 3b) is at the same time insulated with respect to the second high frequency line (4a, 4b) and with respect to the metal surface (9).

2. The antenna coupler (1) according to Claim 1, **characterized in that** the first and second high frequency

lines (3a, 3b, 4a, 4b) in the multilayer printed circuit board (2) extend parallel to one another in the longitudinal direction (x) of the first and second high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b).

3. The antenna coupler (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b), except for short longitudinal sections of the high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b) on the antenna side and on the device side, completely overlap in the longitudinal direction.

4. The antenna coupler (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the spaced-apart high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b) completely overlap one another in their transverse direction (y) extending perpendicularly to the longitudinal direction.

5. The antenna coupler (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b) are designed as coplanar lines.

6. The antenna coupler (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** each conductor level has at least one stripline (10a, 11a) for coupling to an internal conductor on the antenna side and on the device side, respectively, and at least two striplines (10b, 11b) for coupling to an external conductor on the antenna side and on the device side, respectively.

7. The antenna coupler (1) according to Claim 6, in which the striplines (10a, 10b, 11a, 11b) of the first and second high frequency lines (3a, 3b, 4a, 4b) have a respective lateral distance from one another, i.e., a distance that is measurable perpendicular to the longitudinal direction (x) of the striplines (10a, 10b, 11a, 11b), in the respective conductor level, and have a respective width that is measurable in the lateral direction (y) in the conductor level in question, which in combination result in the respective high frequency line having a characteristic impedance of 50 ohms.

Revendications

1. Coupleur d'antenne (1) pour connecter une antenne haute fréquence à un appareil auquel une haute tension peut être appliquée de manière galvanique en cours de fonctionnement, comprenant

- une carte de circuits imprimés multicouche (2) avec des plans conducteurs électriquement isolés les uns par rapport aux autres dans le sens de la profondeur (z) de la carte de circuits im-

primés multicouche (2),

- au moins une première ligne haute fréquence (3a, 3b) à coupler ou couplée à l'antenne haute fréquence dans un premier plan conducteur,

- au moins une deuxième ligne haute fréquence (4a, 4b) à coupler ou couplée côté appareil dans un deuxième plan conducteur de la carte de circuits imprimés multicouche (2),

- dans lequel la carte de circuits imprimés multicouche (2) présente une couche centrale (6) de carte de circuits imprimés électriquement isolante,

- dans lequel les premier et deuxième plans conducteurs s'étendent sur la même des deux faces de la couche centrale (6) de carte de circuits imprimés,

- dans lequel la deuxième ligne haute fréquence (4a, 4b) à coupler ou couplée côté appareil est disposée à une distance supérieure de la couche centrale (6) de carte de circuits imprimés que la première ligne haute fréquence (3a, 3b),
- et dans lequel le coupleur d'antenne (1) présente une structure de blindage (5) électriquement conductrice qui s'étend en partie sur l'autre face opposée des deux faces de la couche centrale (6) de carte de circuits imprimés et qui est réalisée pour blinder la première ligne haute fréquence (3a, 3b) contre une interférence en cas de conduction de signaux haute fréquence,

caractérisé en ce que

- la deuxième ligne haute fréquence (4a, 4b) est disposée sur une surface extérieure de carte de circuits imprimés multicouche (2),

- la structure de blindage (5) présente une surface métallique enveloppant partiellement la première ligne haute fréquence (3a, 3b),

- dans lequel la deuxième ligne haute fréquence est reliée par son conducteur extérieur (4b) de manière électriquement conductrice à travers la couche centrale (6) de carte de circuits imprimés à la surface métallique (9) sur l'autre face opposée des deux faces de la couche centrale (6) de carte de circuits imprimés, et la première ligne haute fréquence (3a, 3b) est alors isolée par rapport à la deuxième ligne haute fréquence (4a, 4b) et par rapport à la surface métallique (9).

2. Coupleur d'antenne (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les première et deuxième lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b) s'étendent parallèlement l'une à l'autre dans la carte de circuits imprimés multicouche (2) dans le sens de la longueur (x) des première et deuxième lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b).

3. Coupleur d'antenne (1) selon la revendication 1 ou

2, **caractérisé en ce que** les lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b) se recouvrent complètement dans le sens de la longueur, en dehors de sections longitudinales courtes, côté antenne et côté appareil, des lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b).

4. Coupleur d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b) espacées se recouvrent complètement les unes les autres dans leur direction transversale (y) orienté perpendiculaire au sens de la longueur.

5. Coupleur d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b) sont réalisées sous forme de lignes coplanaires.

6. Coupleur d'antenne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente dans chaque plan conducteur, au moins une ligne triplaque (10a, 11a) à coupler à un conducteur intérieur côté antenne ou côté appareil, et au moins deux lignes triplaques (10b, 11b) à coupler à un conducteur extérieur côté antenne ou côté appareil.

7. Coupleur d'antenne (1) selon la revendication 6, dans lequel les lignes triplaques (10a, 10b, 11a, 11b) des première et deuxième lignes haute fréquence (3a, 3b, 4a, 4b) présentent une distance respective latérale, donc à mesurer perpendiculairement au sens de la longueur (x) des lignes triplaques (10a, 10b, 11a, 11b) les unes par rapport aux autres dans le plan conducteur concerné, et une largeur respective à mesurer dans le plan conducteur concerné dans la direction latérale (y), qui provoquent en combinaison une impédance caractéristique de 50 Ohm de la ligne haute fréquence concernée.

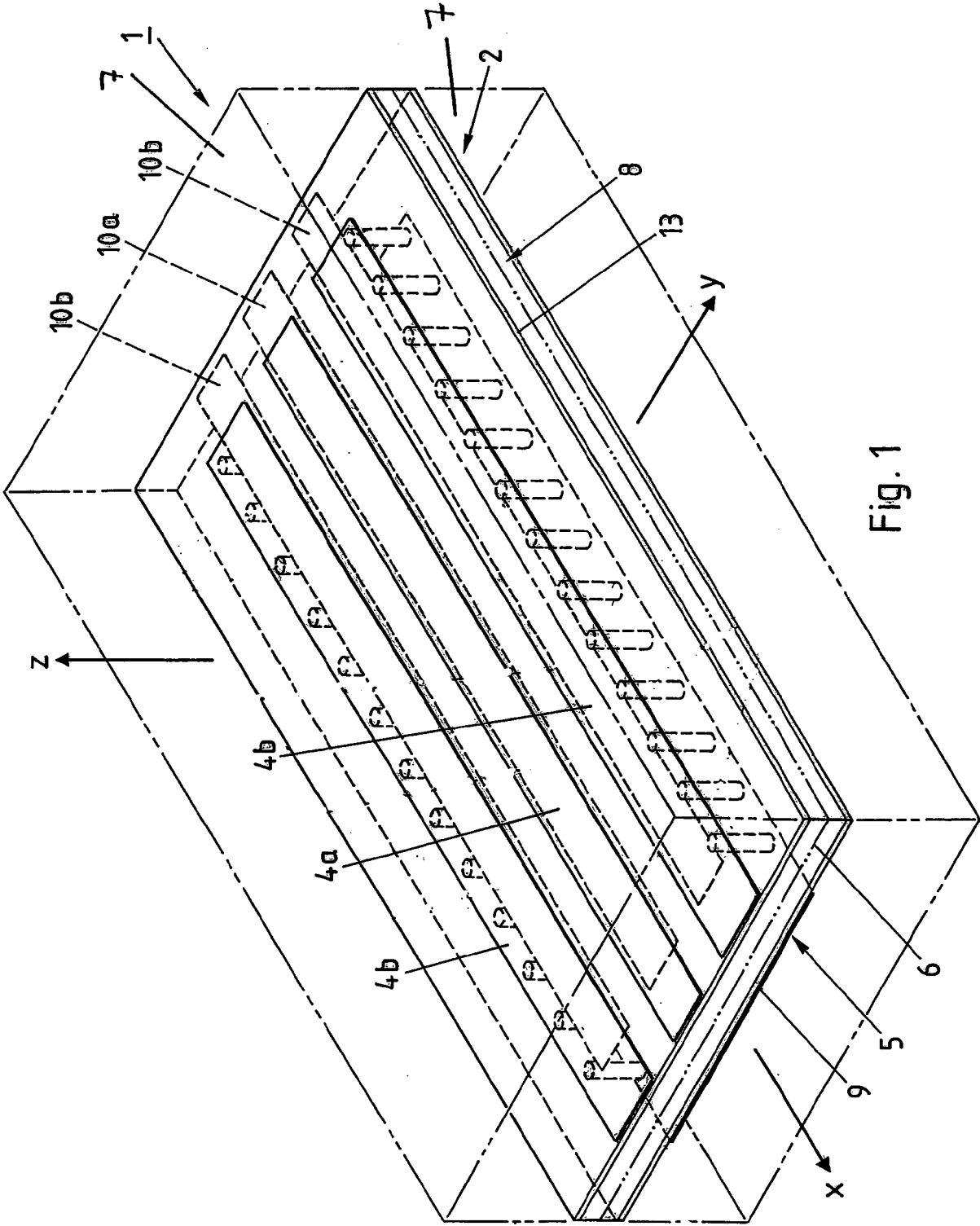


Fig. 1

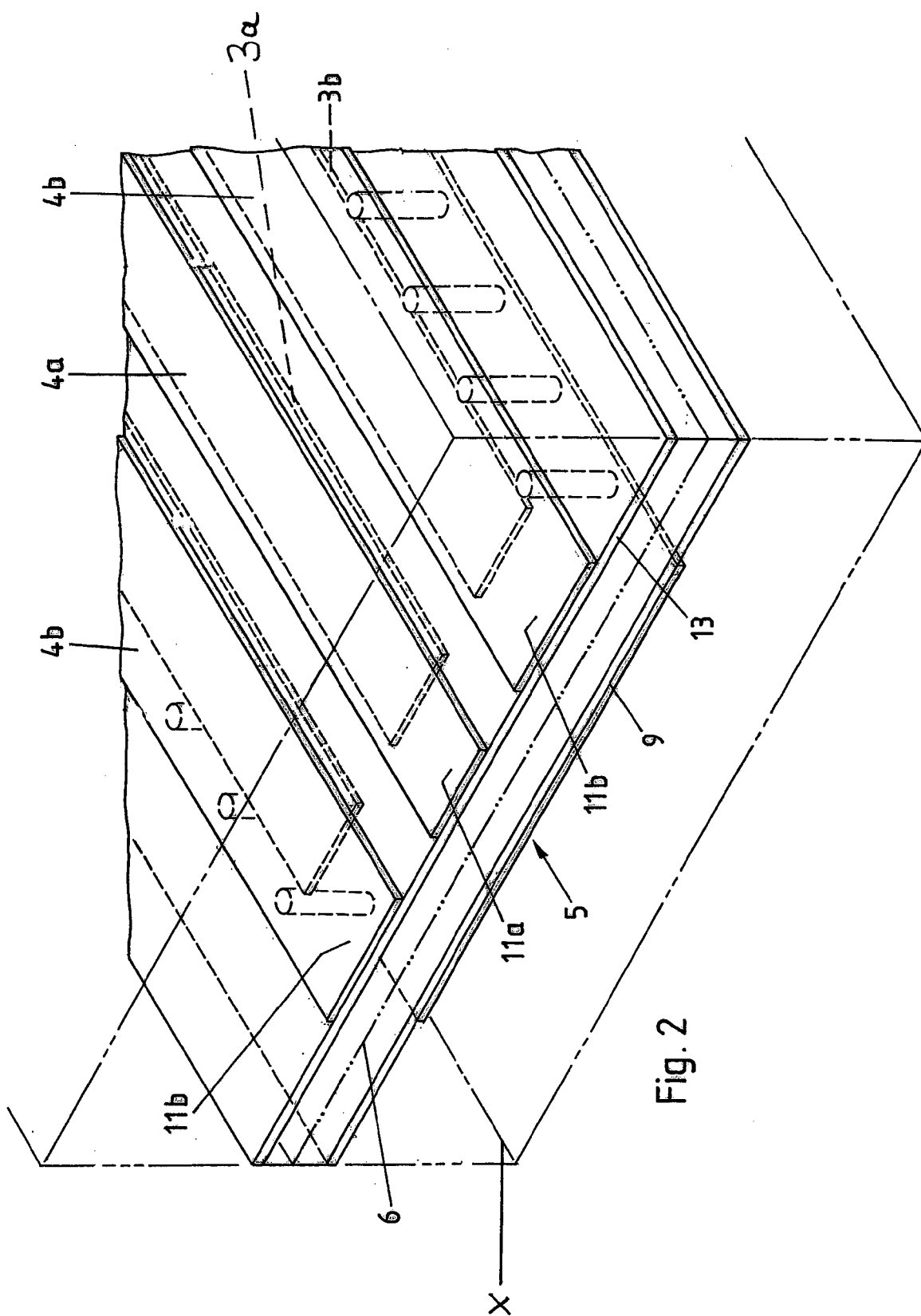


Fig. 2

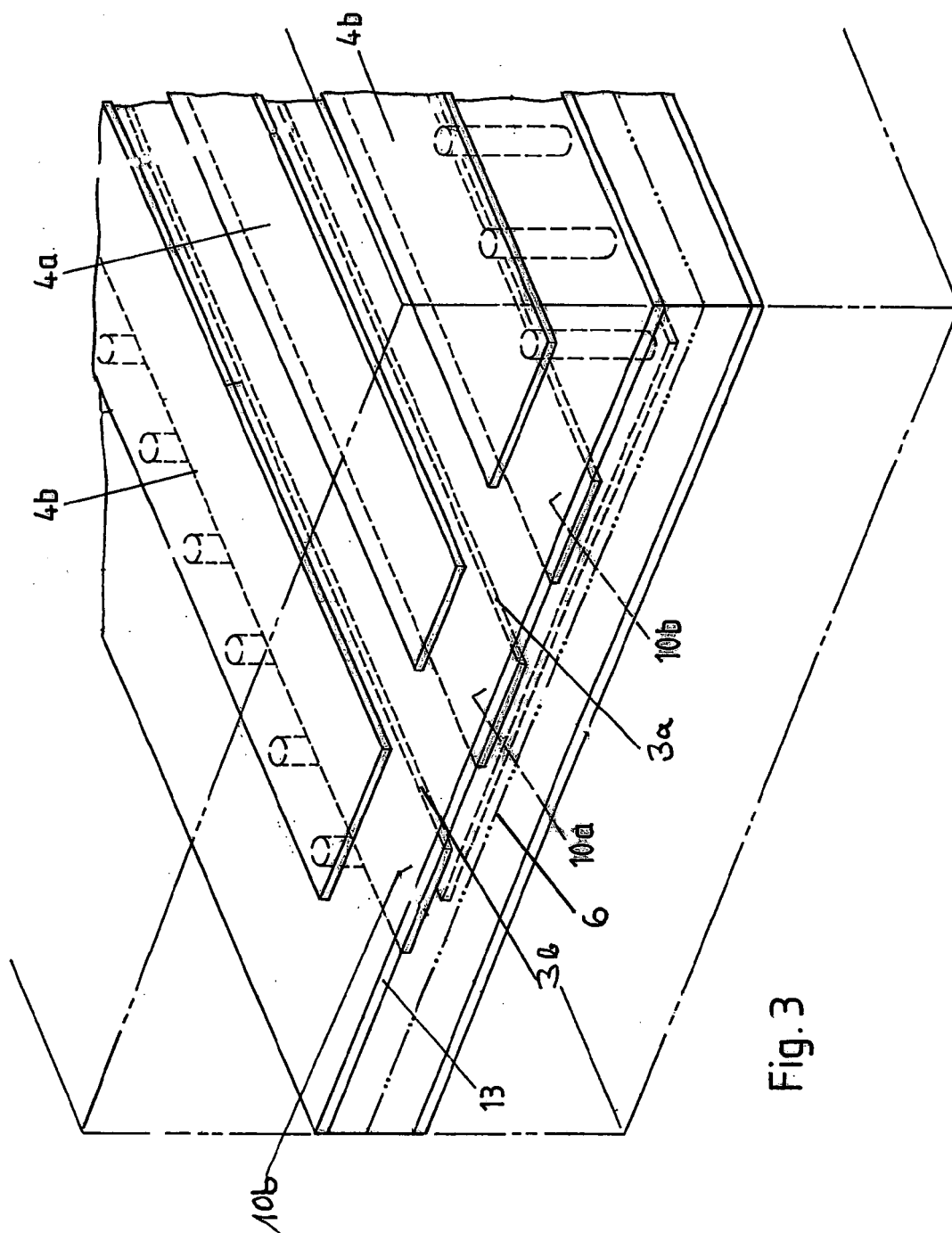


Fig. 3

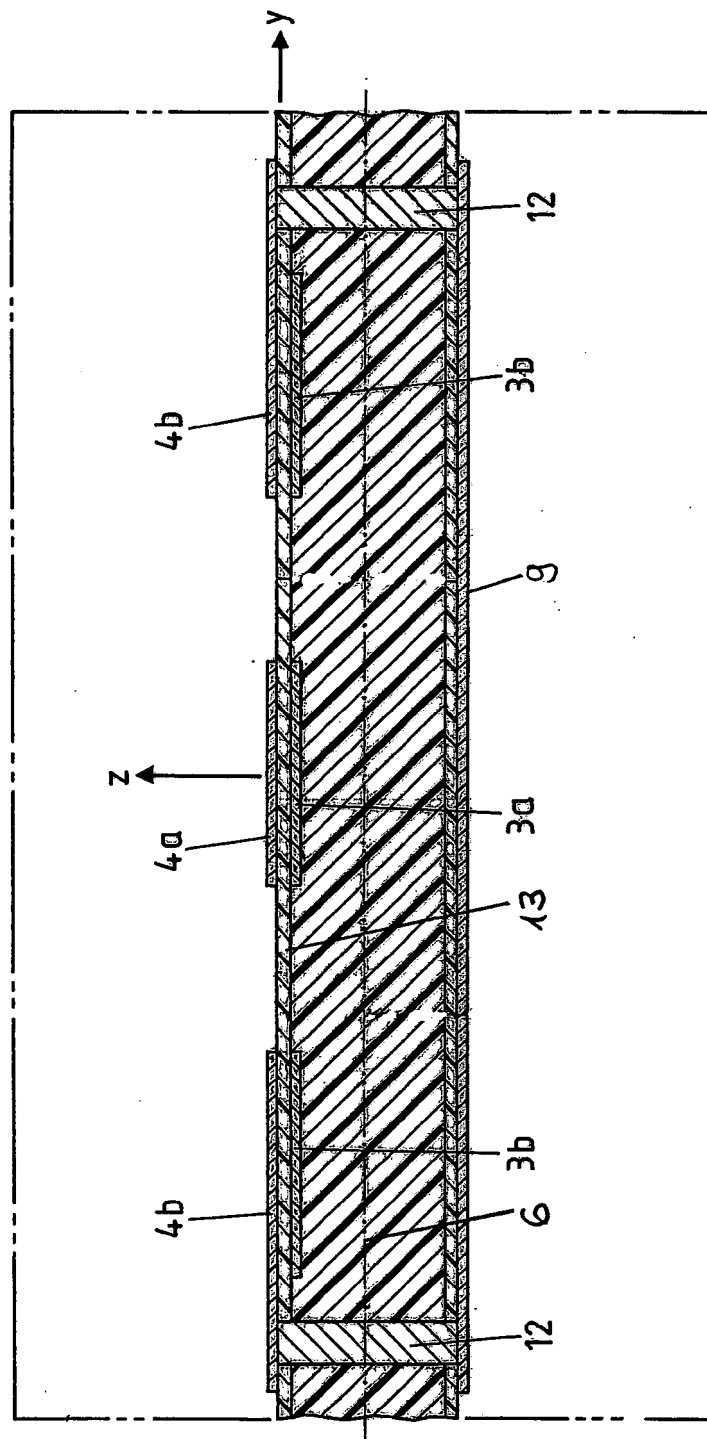


Fig. 4

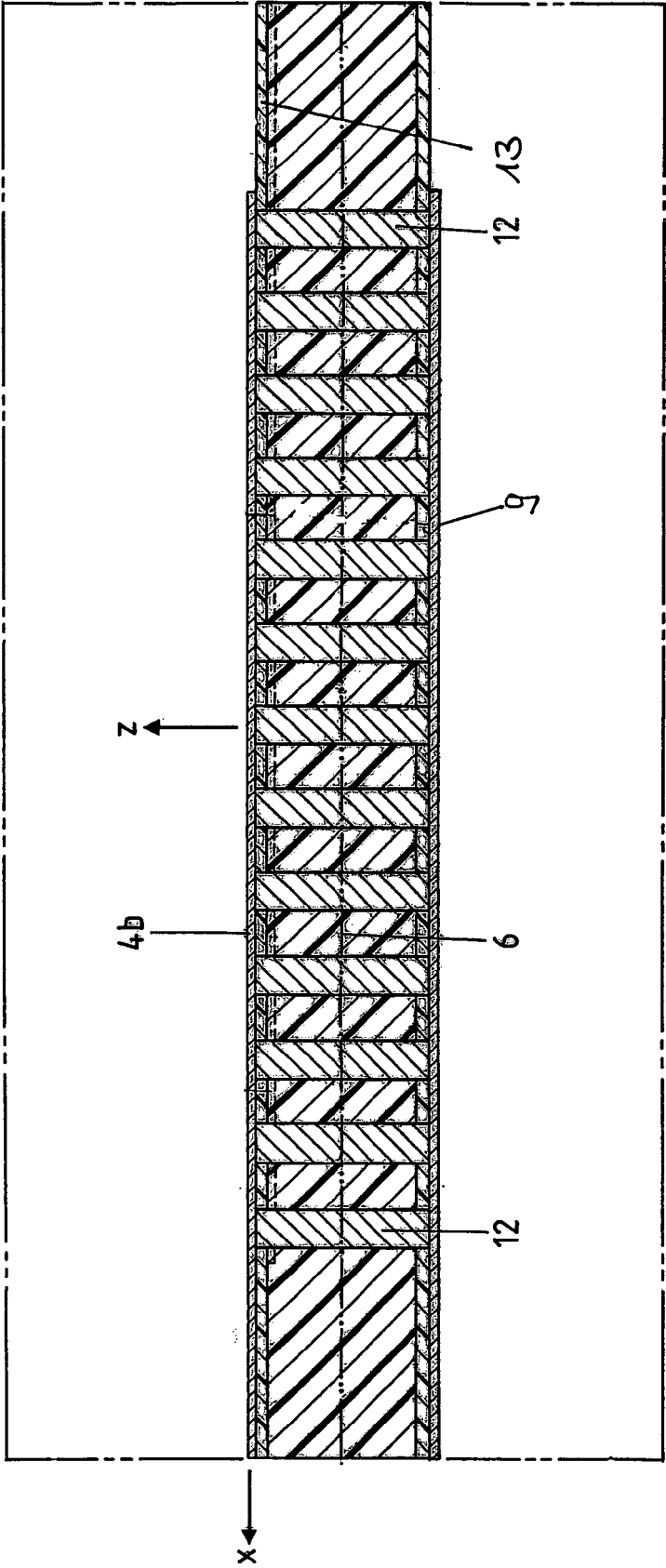


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4987391 A [0004]
- US 2005017821 A1 [0009]
- US 7545243 B [0010]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **VON S.S. BEDAIR ; INGO WOLF.** Fast and accurate analytic formulas for calculating the parameters of a general broadside-coupled coplanar waveguide for (M) MIC applications. *IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES*, 01. Mai 1989, vol. 37 (5), 843-850 [0005]
- **FRANCO DI PAOLO.** Networks and devices using planar transmission lines. CRC Press LLC, 2000 [0007]
- A 3-dB Quadrature Coupler Using Broadside-Coupled Coplanar Waveguides. **CHIEH-PIN CHANG et al.** *IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS*. IEEE SERVICE CENTER, 01. März 2008, vol. 18, 191-193 [0008]