(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 867 003 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.09.2008 Patentblatt 2008/39

(21) Anmeldenummer: **06707501.0**

(22) Anmeldetag: **09.03.2006**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/002189

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/105847 (12.10.2006 Gazette 2006/41)

(54) **HOCHFREQUENZKOPPLER ODER LEISTUNGSTEILER, INSBESONDERE SCHMALBANDIGER UND/ODER 3dB-KOPPLER ODER LEISTUNGSTEILER**

HIGH-FREQUENCY COUPLER OR POWER SPLITTER, ESPECIALLY A NARROW-BAND 3DB COUPLER OR POWER SPLITTER

COUPLEUR HAUTE FREQUENCE OU DIVISEUR DE PUISSANCE, NOTAMMENT COUPLEUR HAUTE FREQUENCE 3 DB OU DIVISEUR DE PUISSANCE A BANDE ETROITE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.04.2005 DE 102005016054**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.12.2007 Patentblatt 2007/51

(73) Patentinhaber: **Kathrein-Werke KG**
83022 Rosenheim (DE)

(72) Erfinder:
- **ROTTMOSER, Franz**
83135 Schechen (DE)
- **HEROLD, Joachim**
83126 Fintsbach (DE)

(74) Vertreter: **Flach, Dieter Rolf Paul et al**
Andrae Flach Haug
Adlzreiterstrasse 11
83022 Rosenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 593 208
US-A1- 2002 113 667
US-A1- 2004 017 267
US-A1- 2004 113 717
US-A1- 2004 119 559
US-A1- 2005 017 821

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 005, Nr. 125 (E-069), 12. August 1981 (1981-08-12) -& JP 56 062402 A (FUJITSU LTD), 28. Mai 1981 (1981-05-28)**

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).

EP 1 867 003 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen HF-Koppler oder HF-Leistungsteiler, insbesondere schmalbandigen HF-Koppler oder HF-Leistungsteiler nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, bekannt aus der US 2005/0017821 A1.

[0002] In hochfrequenztechnischen Anlagen ist es oft notwendig, ein Signal beispielsweise mit einer Leistung P auf zwei Signale mit einer Leistung von jeweils P/2 aufzuteilen. Hierzu werden häufig Ringkoppler verwendet. Derartige Ringkoppler sind beispielsweise aus Zinke Brunswig "Hochfrequenztechnik", Springer-Verlag, 6. Auflage, 2000 bekannt, und zwar dort aus Seite 192.

[0003] Diese Ringkoppler werden häufig in Mikrostreifenleitertechnik ausgeführt.

[0004] Darüber hinaus sind aber auch Hochfrequenzkoppler bekannt, bei denen das Maß der Verkopplung in der Regel über stirn- oder längsseitig gekoppelte Leitungen eingestellt wird. Für höhere Koppelgrade, wie für einen Leistungsteiler notwendig, werden diese Abstände oft sehr gering oder sogar zu gering, um noch wirtschaftlich gefertigt werden zu können.

[0005] So ist beispielsweise auch aus der EP 1 291 959 A1 ein direktionaler Koppler bekannt geworden, der beispielsweise in Suspended-Substrat-Technik aufgebaut ist. In anderen Worten ist auf einem Substrat auf der einen Seite eine Koppelstrecke in Streifenleitungstechnik vorgesehen, die mit zwei ebenfalls in Streifenleitungstechnik ausgebildeten ersten und zweiten Anschlüssen auf dem Substrat in Verbindung stehen. Auf der gegenüberliegenden Seite ist dann eine zweite Koppelstrecke angeordnet, die zu einem dritten und vierten Ausgang oder Anschluss führen. In Draufsicht sind die beiden Koppelstrecken zumindest teilweise überlappend angeordnet.

[0006] Gemäß der vorstehend genannten Vorveröffentlichung EP 1 291 959 A1 können dabei ferner auch noch an den beiden gegenüberliegenden Enden der beiden Koppelstrecken jeweils Kondensatoren angeschlossen sein, deren zweite Anschlussstelle jeweils auf Masse liegt.

[0007] Aus der gleichen Vorveröffentlichung sind aber auch andere Ausführungsbeispiele zu ersehen, bei welchen der Koppler in Koplanartechnik aufgebaut ist. In diesem Fall sind die beiden Koppelleitungen jeweils mit ihren beiden Anschlussstellen auf einer gemeinsamen Seite des Substrates angeordnet, wobei die Koppelstrekken in möglichst geringem Abstand parallel zueinander verlaufen.

[0008] Schließlich ist aber auch beispielsweise aus der EP 1 014 472 B1 ein direktionaler Koppler bekannt geworden, der wiederum ebenfalls in Suspended-Substrat-Technik aufgebaut ist. Es handelt sich bei diesem vorbekannten Richtkoppler um einen Breitbandrichtkoppler mit zumindest zwei in Kaskade geschalteten Koppelabschnitten unterschiedlicher Koppeldämpfung, bei dem die Koppelabschnitte mit loser Kopplung aus stirnseitig verkoppelten Streifenleitern und die Koppelabschnitte mit fester Kopplung aus breitseitig verkoppelten Streifenleitern bestehen.

[0009] Um die entsprechende Koppelstrecke mit fester Kopplung zu realisieren sind in diesem Ausführungsbeispiel Durchkontaktierungen im Substrat vorgesehen. Alle Zuleitungen sind jedoch auf einer Seite des Substrates angeordnet.

[0010] Bezüglich der aus dem Stand der Technik vorbekannten Koppler kann also festgehalten werden, dass diese häufig in Mikrostreifenleitertechnik ausgeführt sind. Bedingt durch die relativ hohe Dämpfung der Mikrostreifenleitung und deren Sensibilität bezüglich Schwankungen der Dielektrizitätskonstanten liegen die Nachteile dieser Koppler im hohen Platzbedarf sowie den relativ großen elektrischen Verlusten und den hohen Kosten für hochwertiges Leiterplattenmaterial.

[0011] Die Nachteile der Richtkoppler in Suspended-Substrat-Technik sind einerseits hohe Anforderungen an die Positionierung des Substrates zwischen den beiden Masseflächen (Probleme bestehen hier bei der richtigen Positionierung in der Horizontalen aber auch bezüglich der exakten Berücksichtigung der Abstände zwischen Deckel und Boden). Diese Anforderungen an eine richtige oder optimale Positionierung verursachen hohe Kosten für die mechanische Bearbeitung und Montage. Andererseits wird dadurch beim Entwurf eines Kopplers bereits die Gehäusegeometrie festgelegt. Dies ist in Bezug auf eine Wiederverwendbarkeit bzw. Erzielung einer ausreichenden Flexibilität bezüglich der Realisierung und Umsetzung eines gewählten Konzeptes für einen Koppler sowie für den Einsatz für weitere Anwendungsfälle oft von Nachteil.

[0012] Zudem ist es aus elektrischer Sicht in dieser Technik nur schwer möglich, die unterschiedlichen Phasengeschwindigkeiten der Gleich- und Gegentaktwelle auszugleichen.

[0013] Die Hauptnachteile der Richtkoppler in Koplanar-Technik liegen schließlich in den geforderten Mindestabständen zwischen den längsseitig gekoppelten Leiterbahnen und dem insoweit auch begrenzten Koppelfaktor. Weiterhin ist der Koppelfaktor stark toleranzabhängig (Ätztoleranzen und Schwankungen der Dielektrizitätskonstanten des Substratmaterials üben einen nachteiligen Einfluss aus). Weiterhin ist ein Koppler in Koplanar-Technik bezüglich der elektrischen Verluste nicht optimal.

[0014] Nachteilig an allen drei Typen von Kopplern ist, wie vorstehend erläutert, dass sie insbesondere bei Verwendung für ein modernes nachrichtentechnisches System nicht die hierfür notwendigen geforderten Eigenschaften eines Hochfrequenzkopplers wie z.B. mit ausreichend geeignetem Koppelfaktor, Richtschärfe oder Symmetrie aufweisen oder bzw. nicht realisierbar sind oder nur unter erheblichem Entwicklungsaufwand.

[0015] Aus der GB 2 218 853 A ist ferner ein Hochfrequenzkoppler oder Leistungsteiler als bekannt zu entnehmen, der auf einem Substrat auf einer Seite zwei aus-

gebildete Koppelstrecken umfasst. Beide Koppelstrekken sind jeweils am Anfang und am Ende mit Anschlussleitern versehen, die zu versetzt liegenden Anschlüssen führen. Zwischen den beiden Koppelstrecken sind zudem Kondensatoren zur Verkopplung beider Koppelstrecken vorgesehen und ausgebildet.

[0016] Aus der EP 1 014 472 B1 ist ferner ein Richtkoppler als bekannt zu entnehmen. In Abweichung zum gattungsbildenden Stand der Technik ist dieser Richtkoppler auf einem Substrat so ausgebildet, dass die eine Koppelstrecke auf der einen Substratseite und die damit verkoppelte zweite Koppelstrecke auf der gegenüberliegenden Substratseite ausgebildet ist. Dabei ist jeweils an einer Seite der Koppelstrecke eine Durchverbindung durch das Substrat hindurch vorgesehen, um eine elektrisch-galvanische Verbindung einer Anschlussleitung zu einer gegenüberliegenden Koppelfläche herzustellen.

[0017] Aus der US 4,376,921 ist ferner ein Mikrowellenkoppler als bekannt zu entnehmen, der ebenfalls vier Anschlüsse und zwei Koppelstrecken aufweist, wobei zwischen den beiden Koppelstrecken - die vergleichsweise kurz gehalten sind - vom Anfang bis zum Ende Kondensatoren zur Verkopplung zwischen den Koppelstrecken vorgesehen sind.

[0018] Nachteilig an allen vorstehend genannten Typen von Kopplern ist, dass sie insbesondere bei Verwendung für ein modernes nachrichtentechnisches System nicht die hierfür notwendigen geforderten Eigenschaften eines Hochfrequenzkopplers z.B. mit ausreichendem Koppelfaktor, ausreichender Richtschärfe oder Symmetrie aufweisen oder nicht oder nur unter erheblichem Entwicklungsaufwand realisierbar sind. Ein gattungsbildender Koppler oder Leistungsteiler ist aus der US 2005/0017821 A1 bekanntgeworden. Auf dem Substrat sind zwei erste Anschlussleitungen vorgesehen, die zu einem Anfang und zu einem Ende einer ersten Koppelstrecke führen. Ferner ist eine zweite, mit der erste Koppelstrecke verkoppelte Koppelstrecke vorgesehen, zu deren Anfang und deren Ende zwei weitere Anschlussleitungen führen.

[0019] Die erwähnten beiden Koppelstrecken sind auf dem Substrat auf zwei gegenüberliegenden Seiten ausgebildet, wobei die gesamte Anordnung mit der unteren Koppelstrecke auf einem unteren Substrat aufliegt.

[0020] Aus der US 2004/0113717 A1 ist ein weiterer Koppler als bekannt zu entnehmen, der beispielsweise geerdete Interdigital-Kondensatoren umfasst, die der Verbesserung der elektrischen Eigenschaft dienen.

[0021] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher ausgehend von dem gattungsbildenden Stand der Technik, einen verbesserten Koppler oder Leistungsteiler zu schaffen, insbesondere einen schmalbandigen, vorzugsweise 3dB-Koppler zu schaffen, der bezüglich Kosten, Baugröße, Verlusten und Fertigungstoleranzen gegenüber herkömmlichen Lösungen optimiert ist.

[0022] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0023] Der erfindungsgemäße HF-Koppler oder Leistungsteiler weist eine Reihe positiver, sich von herkömmlichen Lösungen absetzende Vorteile auf. Der erfindungsgemäße Hochfrequenzkoppler ist schmalbandig aufgebaut.

[0024] Der erfindungsgemäße Koppler oder Leistungsteiler weist an den jeweils gegenüberliegenden End- oder Anschlussbereichen zu der jeweiligen Koppelstrecke Kondensatoren auf, wie sie grundsätzlich auch aus der EP 1 291 959 A1 bekannt sind. In Abweichung dazu werden jedoch keine diskreten Reaktanzen oder Kondensatoren verwendet, sondern sogenannte interdigitale Kondensatoren. Zwar offenbart die US 2004/0113717 A1 einen Koppler mit geerdeten Interdigital-Kondensatoren, wobei hier allerdings ein zweites Substrat ohne Durchkontaktierungen vorgesehen ist.

[0025] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird ein Leistungsteiler oder Koppler mit höchst geringem Platzbedarf realisiert, dessen elektrische Parameter in weiten Grenzen vergleichsweise frei einstell- oder vorwählbar sind. Er weist vor allem niedrige elektrische Verluste auf. Zudem ist der erfindungsgemäße Leistungsteiler oder Koppler auch durch seine hohe Richtschärfe gekennzeichnet. Vor allem auch dadurch, dass der erfindungsgemäße Koppler oder Leistungsteiler - der üblicherweise in einem Gehäuse eingebaut ist - im Bereich der unteren Koppelstrecke ebenfalls einen Abstand zu dem Gehäuse, d.h. einer Gehäusewand aufweist, hier also kein festes Dielektrikum unmittelbar benachbart vorgesehen ist, lässt sich ein niedrigeres ε realisieren und erzielen, was sich positiv auf die elektrischen Eigenschaften des Kopplers bzw. Leistungsteilers niederschlägt. Dadurch weist der erfindungsgemäße Koppler oder Leistungsteiler weitere Vorteile gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik auf.

[0026] Der erfindungsgemäße Koppler oder Leistungsteiler ist auch vergleichsweise robust gegenüber Gehäusetoleranzen. Dies zeigt sich vor allem bei der Wahl unterschiedlicher Deckelabstände. Diese Robustheit gegenüber Gehäusetoleranzen eröffnet auch die Möglichkeit, einzelne Entwürfe in weiteren Einsatzfällen wieder zu verwenden. Zudem ist der erfindungsgemäße Koppler auch vergleichsweise robust gegenüber Ätztoleranzen sowie gegenüber Schwankungen der Dielektrizitätskonstanten des Substratmaterials. Ferner sind grundsätzlich keine weiteren Bedrahtungen oder konzentrierte Bauelemente notwendig, obgleich sie grundsätzlich bei Bedarf mit eingesetzt werden könnten. Schließlich sind sämtliche Zuleitungen auf der selben Seite der Substratseite vorgesehen, was als vorteilhaft zu werten ist.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den anhand von Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen im einzelnen:

Figur 1: eine schematische Draufsicht auf ein erstes

Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kopplers;

Figur 2: eine rückseitige Ansicht des in Figur 1 wiedergegebenen erfindungsgemäßen Kopplers;

Figur 3: einen Schnitt längs Figur 1;

Figur 4: eine zu Figur 1 entsprechende Darstellung bezüglich eines gegenüber Figur 1 leicht abgewandelten Ausführungsbeispieles;

Figur 5: eine rückwärtige Ansicht auf das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4.

[0028] In Figur 1 ist die Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kopplers oder Leistungsteilers 1 gezeigt, der auf einem Substrat 3 in Form einer Leiterplatine aufgebaut ist.

[0029] Auf dem Substrat 3 sind auf der in Figur 1 sichtbaren Oberseite 3a des Substrats vier Flächenbereiche 5 sichtbar, die von Ausnehmungen 7 voneinander elektrisch-galvanisch getrennt sind. Bei diesem Flächenbereich 5 handelt es sich um Masseflächen 5.

[0030] In den Ausnehmungen 7 ist eine erste Koppelstrecke 9 in Streifenleitungstechnik ausgebildet, die in einer ersten Richtung oder Längsrichtung auf dem Substrat 3 verläuft.

[0031] Am Anfang 11a und am Ende 11b dieser Koppelstrecke 9 ist quer verlaufend eine erste und zweite Anschlussleitung 13a und 13b vorgesehen, die zu Anschlüssen 15a und 15b an dem einen Substratrand 3' führen.

[0032] Der nicht leitende ausgenommene Bereich 7 ist in Draufsicht in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 H-förmig gebildet. In unmittelbarer Verlängerung der Anschlussleitung 13a und 13b aber von diesen getrennt, sind zwei weitere Anschlussleitungen 17a und 17b zu sehen, die zum gegenüberliegenden Substratrand 3" führen und dort Anschlüsse 19a und 19b bilden.

[0033] An den zu den Anschlüssen 19a und 19b gegenüberliegenden Enden der Anschlussleitungen 17a, 17b sind diese benachbart zur ersten Koppelstrecke 9 mit Durchkontaktierungen 21 versehen, die durch Bohrungen 21' durch das Substrat 3 hindurch verlaufen.

[0034] Wie insbesondere aus der Unteransicht aus Figur 2 zu ersehen ist, ist auf der dort wiedergegebenen Unterseite 3b eine zweite Koppelstrecke 25 vorgesehen, die parallel zur ersten Koppelstrecke 9 verläuft und in Draufsicht sich bevorzugt mit dieser ganz oder zumindest teilweise überlappt. Die Länge und/oder Breite beider Koppelstrecken ist im gezeigten Ausführungsbeispiel auch zumindest näherungsweise gleich.

[0035] Wie aus der Unteransicht der Unterseite 3b des Substrates 3 gemäß Figur 2 zu ersehen ist, sind am Anfang 27a und am Ende 27b der zweiten Koppelstrecke 25 entsprechende mit der zweiten Koppelstrecke zwei elektrisch verbundene und in Streifenleitungstechnik ausgebildete Leitungserweiterungen 25' vorgesehen, in deren Mitte die Bohrungen 21' der Durchkontaktierung 21 enden. Von daher sind die zweiten Anschlussleitungen 17a und 17b über die erwähnten beiden Durchkontaktierungen mit der zweiten Koppelstrecke 25 elektrisch-galvanisch verbunden.

[0036] Die Länge der Koppelstrecken entspricht etwa $\lambda/4$. Die vier Zu- oder Anschlussleitungen 13a, 13b und 17a, 17b sind in Koplanar-Leitertechnik ausgeführt und verbinden den Koppler 1 mit weiteren im vorliegenden Ausführungsbeispiel im Einzelnen nicht gezeigten Hochfrequenzbaugruppen.

[0037] Zur Verbesserung der elektrischen Eigenschaften sind zudem im gezeigten Ausführungsbeispiel noch insgesamt zwölf Kondensatoren C vorgesehen, welche sich jeweils im Eingangs- und Ausgangsbereich, d.h. am jeweiligen Anfang 11a und am Ende 12b der ersten Koppelstrecke 9 bzw. am Anfang 11'a und am Ende 12'b der zweiten Koppelstrecke 25 befinden. Dort sind also die Kondensatoren C-9a und C-9b am einen Ende sowie die entsprechenden Kondensatoren C-9c und C-9d am anderen Ende der ersten Koppelstrecke 9 angeordnet. Entsprechende Kondensatoren sind auch am Anfang und Ende der zweiten Koppelstrecke 25 vorgesehen, nämlich die Kondensatoren C-25a und C-25b sowie am gegenüberliegenden Ende der Koppelstrecke 25 die Kondensatoren C-25c und C-25d. Diese Kondensatoren sind nicht unter Verwendung von diskreten Bauteilen aufgebaut, sondern in Form von Interdigital-Kondensatoren.

[0038] Aus Figuren 1 und 2 ist aber auch ersichtlich, dass im gezeigten Ausführungsbeispiel vorzugsweise auch im mittleren Bereich, also auf halber Länge der jeweiligen Koppelstrecke 9 bzw. 25 noch jeweils ein weiteres Kondensator-Paar C vorgesehen ist, das im gezeigten Ausführungsbeispiel als C-9e und C-9f sowie C-25e und C-25f bezeichnet ist.

[0039] Bei den Kondensatoren ist jeweils die eine Kondensatorfläche oder -hälfte leitend mit der jeweiligen Koppelstrecke 9 bzw. 25 verbunden und die jeweils damit zusammenwirkende elektrisch-galvanisch getrennte Kondensatorfläche oder - hälfte mit der zugehörigen Massefläche.

[0040] Dazu ist auch auf der Unterseite gemäß Figur 2 das Substrat 3 mit einer umlaufend geschlossenen Massefläche 31 versehen, in deren mittleren Bereich eine nicht leitende Ausnehmung 36 vorgesehen ist, innerhalb derer Längsrichtung die zweite Koppelstrecke 2 davon galvanisch getrennt verläuft.

[0041] Die Dimensionierung der Interdigital-Kondensatoren kann so erfolgen, dass hierüber bestimmte Koppeleigenschaften eingestellt bzw. vorgewählt werden. Die erwähnten Masseflächen sind aber notwendig, um einerseits für definierte Masseverhältnisse zu sorgen und zum anderen ein Massepotential für die Interdigital-Kondensatoren zu bilden. Die eigentliche Verkopplung erfolgt also durch die auf den beiden Seiten des Substrates 3 ausgebildeten Leitungen 9 und 25 (Suspended-

Substrat).

[0042] Wie sich aus der Querschnittsdarstellung gemäß Figur 3 ergibt, ist unterhalb des Koppelbereiches eine Vertiefung 37 in einem Gehäuse 29 ausgebildet, also ein Abstand 37 zu einer entsprechenden Gehäusewand 29 vorgesehen. Das Maß der Vertiefung, also das Maß des Abstandes zwischen dem Substrat und dem Gehäuse bzw. der Gehäusewand 29 sowie der Abstand zwischen dem Substrat und dem zugehörigen Deckel 41 kann innerhalb gewisser Grenzen frei gewählt werden.

[0043] Abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel können auch die in den Koppelstrecken bevorzugt in der Mitte vorgesehenen Kondensatoren auch von der Mitte abweichend eher zwischen den am Anfang und am Ende der jeweiligen Koppelstrecke vorgesehenen Kondensatoren vorgesehen sein. Gegebenenfalls können auch zwischen dem am Anfangs- und am Endbereich der jeweiligen Koppelstrecke vorgesehenen Kondensatoren auch noch weitere zusätzliche Kondensatoren vorgesehen sein, also mehr als in den gezeigten Ausführungsbeispielen.

[0044] Bezogen auf die gesamte Koppellänge vom Anfangsbereich 11a bis 12b bzw. vom Anfangsbereich 11'a bis zum Endbereich 12'b können die eingangs- wie ausgangsseitigen Kondensatoren C-9a, C-9b bzw. C-9c, C-9d und auf der gegenüberliegenden Seite die Kondensatoren C-25a, C-25b bzw. C-25c, C-25d auch eher zur Mitte hin versetzt liegen. Der Abstand vom Anfangs- und Endbereich kann dabei beispielsweise durchaus bis zu 30% der gesamten Länge der Koppelstrecke betragen, vorzugsweise aber weniger, insbesondere weniger als 25%, 20%, 15% bzw. 10% der gesamten Länge der Koppelstrecke. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Positionierung der Kondensatoren am Anfang und am Ende des Kopplers.die größte Wirkung entfalten.

[0045] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 4 und 5 entspricht weitgehend jenem nach den Figuren 1 bis 3.

[0046] Unterschiedlich ist lediglich, dass beispielsweise bei der Draufsicht auf das Substrat vergleichbar dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 die auf der einen Seite des Substrats liegende Koppelstrecke 9 nicht mit zwei zur gleichen Randbegrenzung 3' des Substrates führenden Anschlussleitungen versehen ist, sondern die in Figur 4 rechts liegende Anschlussleitung 15b, die mit der Koppelstrecke 9 elektrisch-galvanisch verbunden ist, zur gegenüberliegenden Seite 3" des Substrates zu dem dort ausgebildeten Anschluss 17b führt. Entsprechend ist die in Figur 4 oben liegende rechte Anschlussleitung 17b mit einer Durchkontaktierung 21 versehen, so dass der in Figur 4 oben rechts liegende Anschluss 19b mit dem in Figur 4 unten links liegenden Anschluss 19a elektrisch-galvanisch verbunden ist.

[0047] Aus den erläuterten Ausführungsbeispielen ergibt sich also, dass die Masseflächen auf beiden Seiten des Substrats im Bereich der Anschlussleitungen wie aber auch der Koppelabschnitte 9 und 25 Aussparungen 7 aufweisen. Der Abstand zwischen den Kopplerwegen 9 und 25 und den Masseflächen beträgt vorzugsweise das 1,5 bis 4-fache der Breite der Leitung. Ebenso beträgt der Abstand der Anschlussleitungen zu den angrenzenden Masseflächen etwa das 1,5 bis 4-fache der Breite dieser Anschlussleitungen.

[0048] Wie ebenfalls erwähnt wurde, sind die koplanaren Koppelleitungen 9 und 25 in geeigneter Weise zur Erzielung der erwünschten Kopplung angeordnet. In Draufsicht auf das Substrat, also senkrecht zur Substratebene, sollen von daher beide Koppelleitungen 9, 25 entweder übereinander licgen oder einen Seitenversatz aufweisen, der vorzugsweise kleiner als die Breite der Koppelleitung ist. Somit liegen die Koppelleitungen in Draufsicht nicht nebeneinander, sondern überlappen sich. Bevorzugt ist der Seitenversatz größer als die halbe Breite der Koppelleiterbahn 9 bzw. 25, so dass sich also beide Leitungen bei bevorzugt gleicher Breite zu fünfzig Prozent überdecken. Mit anderen Worten soll die Überdeckung vorzugsweise mehr als 0%, insbesondere mehr als 10%, mehr als 20%, mehr als 30% und vorzugsweise mehr als 50%, insbesondere bezogen auf die Breite der Koppelbahnen 9 und 25 betragen.

[0049] Aus dem geschilderten Aufbau des Kopplers oder Leistungsteilers ergibt sich, dass die vier Anschlussleiten 13a, 13b sowie 17a, 17b in Koplanar-Technik ausgebildet sind. Ebenso ergibt sich aus der Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung, dass die beiden Koppelstrecken 9 und 25 in Suspended-Substrat-Technik ausgebildet sind.

Patentansprüche

1. HF-Koppler oder HF-Leistungsteiler mit folgenden Merkmalen:

   - einem Substrat (3),
   - auf dem Substrat (3) sind zwei erste Anschlussleitungen (13a, 13b) vorgesehen, die zu einem Anfang (11a) und zu einem Ende (11b) einer ersten Koppelstrecke (9) führen,
   - es ist eine zweite, mit der ersten Koppelstrecke (9) verkoppelte Koppelstrecke (25) vorgesehen, zu deren Anfang (27a) und deren Ende (27b) zwei weitere Anschlussleitungen (17a, 17b) führen,
   - die vier Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) führen von der jeweiligen Koppelstrecke weg zu versetzt zueinander liegenden Anschlüssen (15a, 15b; 19a, 19b),
   - die vier Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) sind auf der gleichen Seite (3a) des Substrats (3) angeordnet,
   - die beiden Koppelstrecken (9; 25) sind auf dem Substrat auf zwei gegenüberliegenden Seiten (3a, 3b) ausgebildet,
   - die beiden Anschlussleitungen (13a, 13b) sind mit der ersten Koppelstrecke (9) elektrisch-galvanisch verbunden und sind dabei auf der glei-

chen Seite des Substrats (3) angeordnet wie die erste Koppelstrecke (9),
- die zweite Koppelstrecke (25) ist an ihrem Anfang und Ende (27a, 27b) über jeweils zumindest eine Durchkontaktierung (21) mit den zugehörigen weiteren Anschlussleitungen (17a, 17b) elektrisch-galvanisch verbunden, die auf der zur zweiten Koppelstrecke (25) gegenüberliegenden Seite (3a) des Substrats (3) liegen,

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merkmale

- unterhalb des Koppelbereiches der zweiten Koppelstrecke (25) ist eine Vertiefung in einer Gehäusewandung (29) vorgesehen,
- in Längsrichtung der beiden Koppelstrecken (9; 25) sind Interdigital-Kondensatoren (C) vorgesehen, die jeweils verkoppelt sind zwischen einer Koppelstrecke und Masse.

2. Koppler oder Leistungsteiler, insbesondere HF-Koppler oder HF-Leistungsteiler oder Koppler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest bezüglich einer Koppelstrecke (9, 25) zwischen dem Anfangs- bzw. Endbereich (11a, 11b; 18a, 18b) zumindest jeweils ein weiterer Interdigital-Kondensator (C-9e, C-9f; C-25e, C-25f) vorgesehen ist.

3. Koppler oder Leistungsteiler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere Kondensatoren (C-9e, C-9f; C-25e, C-25f) im mittleren Bereich der jeweiligen Koppelstrecke (9, 25) angeordnet sind.

4. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Koppelstrecke (9) mit den zugehörigen Anschlussleitungen (13a, 13b) in Draufsicht so angeordnet sind, dass die Anschlussleitungen (13a, 13b) bezogen auf die Koppelstrecke (9) zum gleichen Substratrand (3') führen und vorzugsweise in Draufsicht zumindest näherungsweise einen U-förmigen Leitungsweg bilden.

5. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die mit der zweiten Koppelstrecke (25) elektrisch-galvanisch über die Durchkontaktierung (21) verbundene Anschlussleitung (17a, 17b) in Draufsicht so angeordnet ist, dass die Anschlussleitungen (17a, 17b) bezogen auf die Koppelstrecke (25) zum gleichen Substratrand (3") führen und vorzugsweise in Draufsicht näherungsweise einen U-förmigen Leitungsweg bilden.

6. Koppler oder Leistungsteiler nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit der einen Koppelstrecke (9) verbundene Anschlussleitung (13a, 13b) zu dem einen Substratrand (3') führt, wohingegen die mit der zweiten Koppelstrecke (25) elektrisch-galvanisch verbundene Anschlussleitung (17a, 17b) zu dem gegenüberliegenden Substratrand (3") führt.

7. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Koppelstrecke (9) mit den zugehörigen Anschlussleitungen (13a, 13b) in Draufsicht so angeordnet sind, dass die eine Anschlussleitung (13a) bezogen auf die Koppelstrecke (9) zumindest mit einer Komponente in einer Richtung weg von der Koppelstrecke (9) vorzugsweise zu einem Substratrand (3') führt, wohingegen die zweite Anschlussleitung (13b) mit entgegengesetzt gerichteter Komponente von der Koppelstrecke (9) weg führt, vorzugsweise zu dem gegenüberliegenden Substratrand (3").

8. Koppler oder Leistungsteiler nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden mit der Koppelstrecke (9) am Anfang (11a) und am Ende (11b) verbundenen Anschlussleitungen (13a, 13b) mit entgegengesetzter Komponente vorzugsweise in entgegengesetzter Richtung von der Koppelstrekke (9) weg führen, so dass bevorzugt in Draufsicht zumindest näherungsweise ein Z-förmiger Leitungsweg gebildet ist.

9. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die mit der gegenüberliegenden Koppelstrecke (25) über die Durchkontaktierung (21) elektrisch-galvanisch verbundenen Anschlussleitungen (17a, 17b) am Anfang (27a) und am Ende (27b) dieser Koppelstrecke (25) mit entgegengesetzter Komponente und vorzugsweise in entgegengesetzter Richtung von der Koppelstrecke (25) weg führen, so dass bevorzugt in Draufsicht zumindest näherungsweise ein Z-förmiger Leitungsweg gebildet ist.

10. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Koppelstrecke (9, 25) und/oder im Bereich der Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) die auf der Ober- oder Unterseite des Substrats (3) ausgebildeten Masseflächen (5, 31) Ausnehmungen (7) aufweisen, in denen die Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) sowie die Koppelstrecken (9, 25) angeordnet sind.

11. Koppler oder Leistungsteiler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den Koppelstrecken (9, 25) und/oder den Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) und den Masseflächen (5, 31) zwischen 1,5 bis 4 mal der Breite

der Koppelstrecke (9, 25) bzw. der Breite der Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) entspricht.

12. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Koppelstrecken (9, 25) in Draufsicht senkrecht zur Fläche des Substrats (3) überlappen und der Überlappungsbereich bezogen auf die Breite der beiden Koppelstrecken (9, 25) zumindest 10%, vorzugsweise mehr als 40% oder insbesondere mehr als 70% beträgt.

13. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vier Anschlussleitungen (13a, 13b; 17a, 17b) in Koplanar-Technik ausgebildet sind.

14. Koppler oder Leistungsteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Koppelstrecken (9; 25) in Suspended-Substrat-Technik ausgebildet sind.

15. Koppler oder Leistungsverteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (37) oder die Vertiefung (37) unterhalb des Koppelbereiches der zweiten Koppelstrecke (25) in einem Gehäuse (29) ausgebildet ist.

Claims

1. HF-coupler or HF-power splitter, with the following features:

- a substrate (3),
- provided on the substrate (3) are two first connection lines (13a, 13b), which lead to a beginning (11a) and an end (11b) of a first coupling zone (9),
- a second coupling zone (25) is provided, coupled to the first coupling zone (9), to the beginning (27a) and end (27b) of which two further connection lines (17a, 17b) lead,
- the four connection lines (13a, 13b; 17a, 17b) lead from the individual coupling zone in each case to connections (15a, 15b; 19a, 19b) located offset to one another,
- the four connection lines (13a, 13b; 17a, 17b) are arranged on the same side (3a) of the substrate (3),
- the two coupling zones (9; 25) are formed on the substrate on two opposing sides (3a, 3b),
- the two connection lines (13a, 13b) are electrically-galvanically connected to the first coupling zone (9) and are arranged on the same side (3a) of the substrate (3) as the first coupling zone (9),
- the second coupling zone (25) is electrically-galvanically connected at its beginning and end (27a, 27b) in each case by means of at least one electroplated via hole (21) to the further connection lines (17a, 17b) belonging to it, which lie on the side (3a) of the substrate (3) opposite the second coupling zone (25),

characterised by the following further features:

- below the coupling area of the second coupling zone (25), an indentation is provided in a housing wall (29) and
- in the longitudinal direction of the two coupling zones (9, 25), inter-digital capacitors (C) are provided which in each case are coupled between a coupling zone and earth.

2. Coupler or power splitter, in particular an HF-coupler or HF-power splitter or coupler according to Claim 1, **characterised in that,** at least with regard to one coupling zone (9, 25), at least one further inter-digital capacitor (C-9e, C-9f; C-25e, C-25f) is provided in each case between the beginning and end areas (11a, 11b; 18a, 18b) respectively.

3. Coupler or power splitter according to Claim 2, **characterised in that** further capacitors (C-9e, C-9f; C-25e, C-25f) are arranged in the middle area of the individual coupling zone (9, 25).

4. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the one coupling zone (9) with the connection lines (13a, 13b) belonging to it is arranged in plan view in such a way that the connection lines (13a, 13b), related to the coupling zone (9), lead to the same substrate edge (3') and preferably in plan view form at least approximately a U-shaped conductor path.

5. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** also the connection line (17a, 17b) connected electrically-galvanically by the electroplated via hole (21) to the second coupling zone (25) is arranged in plan view in such a way that the connection lines (17a, 17b) related to the coupling zone (25) lead to the same substrate edge (3") and preferably in plan view form approximately a U-shaped conductor path.

6. Coupler or power splitter according to Claim 4 or 5, **characterised in that** the connection line (13a, 13b) connected to the one coupling zone (9) leads to the one substrate edge (3'), while by contrast the connection line (17a, 17b) connected electrically-galvanically to the second coupling zone (25) leads to the opposite substrate edge (3").

7. Coupler or power splitter according to any one of

Claims 1 to 3, **characterised in that** the one coupling zone (9) with the connection lines (13a, 13b) belonging to it is arranged in such a way in plan view that the one connection line (13a), related to the coupling zone (9) leads with at least one component in a direction away from the coupling zone (9), preferably to a substrate edge (3'), while by contrast the second connection line (13b) with a component pointing in an opposite direction leads away from the coupling zone (9), preferably to the opposite substrate edge (3").

8. Coupler or power splitter according to Claim 6 or 7, **characterised in that** the two connection lines (13a, 13b) connected to the coupling zone (9) at the beginning (11a) and the end (11b) with the opposed component lead preferably in the opposed direction from the coupling zone (9), so that, preferably, in the plan view a conductor path is formed which is at least approximately Z-shaped.

9. Coupler or power splitter according to any one of Claims 6 to 8, **characterised in that** also the connection lines (17a, 17b), electrically-galvanically connected to the opposite coupling zone (25) by the electroplated via hole (21) lead away at the beginning (27a) and at the end (27b) of this coupling zone (25), with opposed components and preferably in the opposed direction from the coupling zone (25), so that, preferably, in plan view a conductor path is formed which is at least approximately Z-shaped.

10. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 9, **characterised in that**, in the area of the coupling zone (9, 25) and/or in the area of the connection lines (13a, 13b; 17a, 17b), the earthing surfaces (5, 31) formed on the upperside or underside of the substrate (3) have cut-outs (7), in which the connection lines (13a, 13b; 17a, 17b) and the coupling zones (9, 25) are arranged.

11. Coupler or power splitter according to Claim 10, **characterised in that** the distance interval between the coupling zones (9, 25) and/or the connection lines (13a, 13b; 17a, 17b) and the earthing surfaces (5, 31) corresponds to between 1.5 to 4 times the width of the coupling zone (9, 25) and the width of the connection lines (13a, 13b; 17a, 17b).

12. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 11, **characterised in that** the coupling zones (9, 25) in plan view perpendicular to the surface of the substrate (3) overlap and the overlap area related to the width of the two coupling zones (9, 25) amounts to at least 10%, preferably more than 40%, or, in particular, more than 70%.

13. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 12, **characterised in that** the four connection lines (13a, 13b; 17a, 17b) are designed in coplanar technology.

14. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 13, **characterised in that** the two coupling zones (9; 25) are designed in suspended-substrate technology.

15. Coupler or power splitter according to any one of Claims 1 to 14, **characterised in that** the distance interval (37) or the indentation (37) beneath the coupling area of the second coupling zone (25) is formed in a housing (29).

Revendications

1. Coupleur HF ou diviseur de puissance HF, présentant les éléments suivants :

- il est prévu un substrat (3),
- sur le substrat (3) sont prévues deux premières lignes de connexion (13a, 13b) qui mènent à un début (11a) et à une fin (11b) d'un premier trajet de couplage (9),
- il est prévu un second trajet de couplage (25) couplé avec le premier trajet de couplage (9), au début (27a) et à la fin (27b) duquel mènent deux autres lignes de connexion (17a, 17b),
- les quatre lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b) mènent en éloignement du trajet de couplage respectif vers des bornes (15a, 15b ; 19a, 19b) décalées les unes des autres,
- les quatre lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b) sont agencées sur le même côté (3a) du substrat (3),
- les deux trajets de couplage (9 ; 25) sont réalisés sur le substrat sur deux côtés opposés (3a, 3b),
- les deux lignes de connexion (13a, 13b) sont reliées par voie électrique-galvanique au premier trajet de couplage (9) en étant agencées sur le même côté (3a) du substrat (3) que le premier trajet de couplage (9),
- le second trajet de couplage (25) est relié par voie électrique-galvanique, à son début et à sa fin (27a, 27b), via au moins un trou métallisé (21), aux autres lignes de connexion associées (17a, 17b) qui se trouvent sur le côté (3a) du substrat (3) opposé au second trajet de couplage (25),

caractérisé par les autres éléments suivants :

- au-dessous de la zone de couplage du second trajet de couplage (25) est prévu un renfoncement dans une paroi de boîtier (29),

- en direction longitudinale des deux trajets de couplage (9 ; 25) sont prévus des condensateurs interdigités (C) qui sont couplés chacun entre un trajet de couplage et la masse.

2. Coupleur ou diviseur de puissance, en particulier coupleur HF ou diviseur de puissance HF ou coupleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est prévu au moins un autre condensateur interdigité (C-9e, C-9f ; C-25e, C-25f) entre la zone initiale et la zone finale (11a, 11b ; 18a, 18b).

3. Coupleur ou diviseur de puissance selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** d'autres condensateurs (C-9e, C-9f ; C-25e, C-25f) sont agencés dans la zone médiane du trajet de couplage respectif (9, 25).

4. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'un des trajets de couplage (9) avec les lignes de connexion associées (13a, 13b) est agencé, en vue de dessus, de telle sorte que les lignes de connexion (13a, 13b) mènent vers le même bord de substrat (3') par rapport au trajet de couplage (9) et forment de préférence au moins approximativement un tracé de ligne en forme de U, en vue de dessus.

5. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la ligne de connexion (17a, 17b) reliée par voie électrique-galvanique au second trajet de couplage (25) via le trou métallisé (21) est agencée, en vue de dessus, de telle sorte que les lignes de connexion (17a, 17b) mènent au même bord de substrat (3") par rapport au trajet de couplage (25) et forment de préférence un tracé de ligne approximativement en forme de U, en vue de dessus.

6. Coupleur ou diviseur de puissance selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la ligne de connexion (13a, 13b) reliée à l'un des trajets de couplage (9) mène à l'un des bords de substrat (3'), tandis que la ligne de connexion (17a, 17b) reliée par voie électrique-galvanique au second trajet de couplage (25) mène au bord de substrat opposé (3").

7. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'un des trajets de couplage (9) avec les lignes de connexion associées (13a, 13b) est agencé de telle sorte que, en vue de dessus, l'une des lignes de connexion (13a), par rapport au trajet de couplage (9), mène au moins par une composante dans une direction en éloignement du trajet de couplage (9) de préférence vers un bord de substrat (3'), tandis que la seconde ligne de connexion (13b) mène avec une composante dirigée en sens opposé en éloignement du trajet de couplage (9), de préférence vers le bord de substrat opposé (3").

8. Coupleur ou diviseur de puissance selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les deux lignes de connexion (13a, 13b) reliées au trajet de couplage (9) au début (11a) et à la fin (11b) mènent par une composante opposée de préférence en sens opposés en éloignement du trajet de couplage (9), de sorte qu'il se forme de préférence au moins approximativement un tracé de ligne en forme de Z, en vue de dessus.

9. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** les lignes de connexion (17a, 17b) reliées par voie électrique-galvanique au trajet de couplage opposé (25) par le trou métallisé (21) mènent également avec une composante opposée et de préférence en sens opposés en éloignement du trajet de couplage (25), au début (27a) et à la fin (27b) de ce trajet de couplage (25), de sorte qu'il se forme de préférence au moins approximativement un tracé de ligne en forme de Z, en vue de dessus.

10. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** dans la zone du trajet de couplage (9, 25) et/ou dans la zone des lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b), les surfaces de masse (5, 31) réalisées sur le côté supérieur ou inférieur du substrat (3) présentent des évidements (7) dans lesquels sont agencés les lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b) ainsi que les trajets de couplage (9, 25).

11. Coupleur ou diviseur de puissance selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la distance entre les trajets de couplage (9, 25) et/ou les lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b) et les surfaces de masse (5, 31) est 1,5 à 4 fois la largeur du trajet de couplage (9, 25) ou la largeur des lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b).

12. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les trajets de couplage (9, 25) se chevauchent en vue de dessus perpendiculairement à la surface du substrat (3), et la zone de chevauchement est d'au moins 10 %, de préférence de plus de 40 % ou en particulier de plus de 70 % par rapport à la largeur des deux trajets de couplage (9, 25).

13. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les quatre lignes de connexion (13a, 13b ; 17a, 17b) sont réalisées en technique coplanaire.

14. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des

revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** les deux trajets de couplage (9, 25) sont réalisés en technique dite "suspended substrat" (à substrat suspendu).

15. Coupleur ou diviseur de puissance selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la distance (37) ou le renfoncement (37) est prévu(e) au-dessous de la zone de couplage du second trajet de couplage (25) dans un boîtier (29).

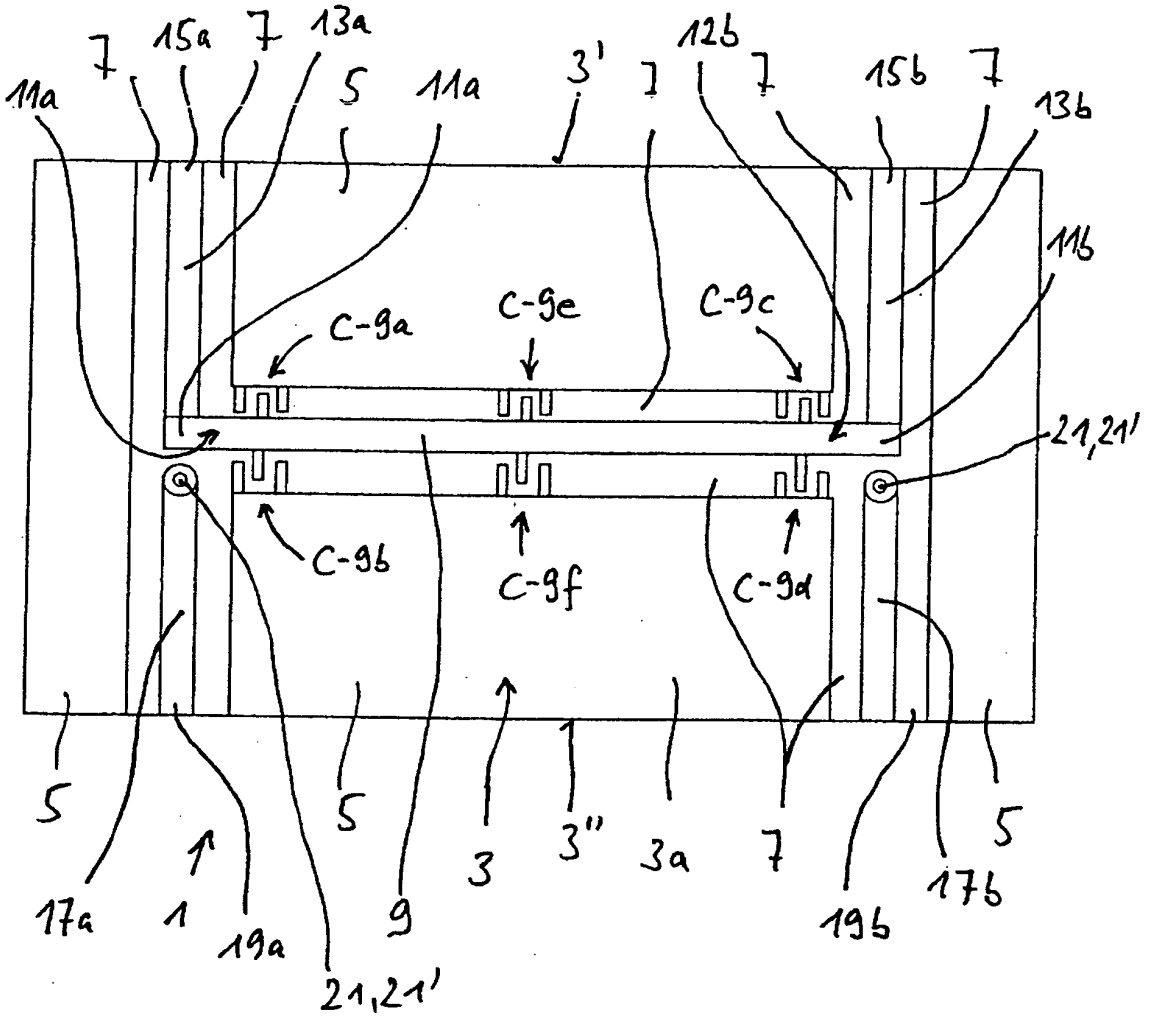
11a
7
15a
7
13a
5
11a
3'
7
12b
7
15b
7
13b
11b
C-9a
C-9e
C-9c
21,21'
C-9b
C-9f
C-9d
5
17a
1
19a
21,21'
5
9
3
3''
3a
7
19b
17b
5

Fig. 1

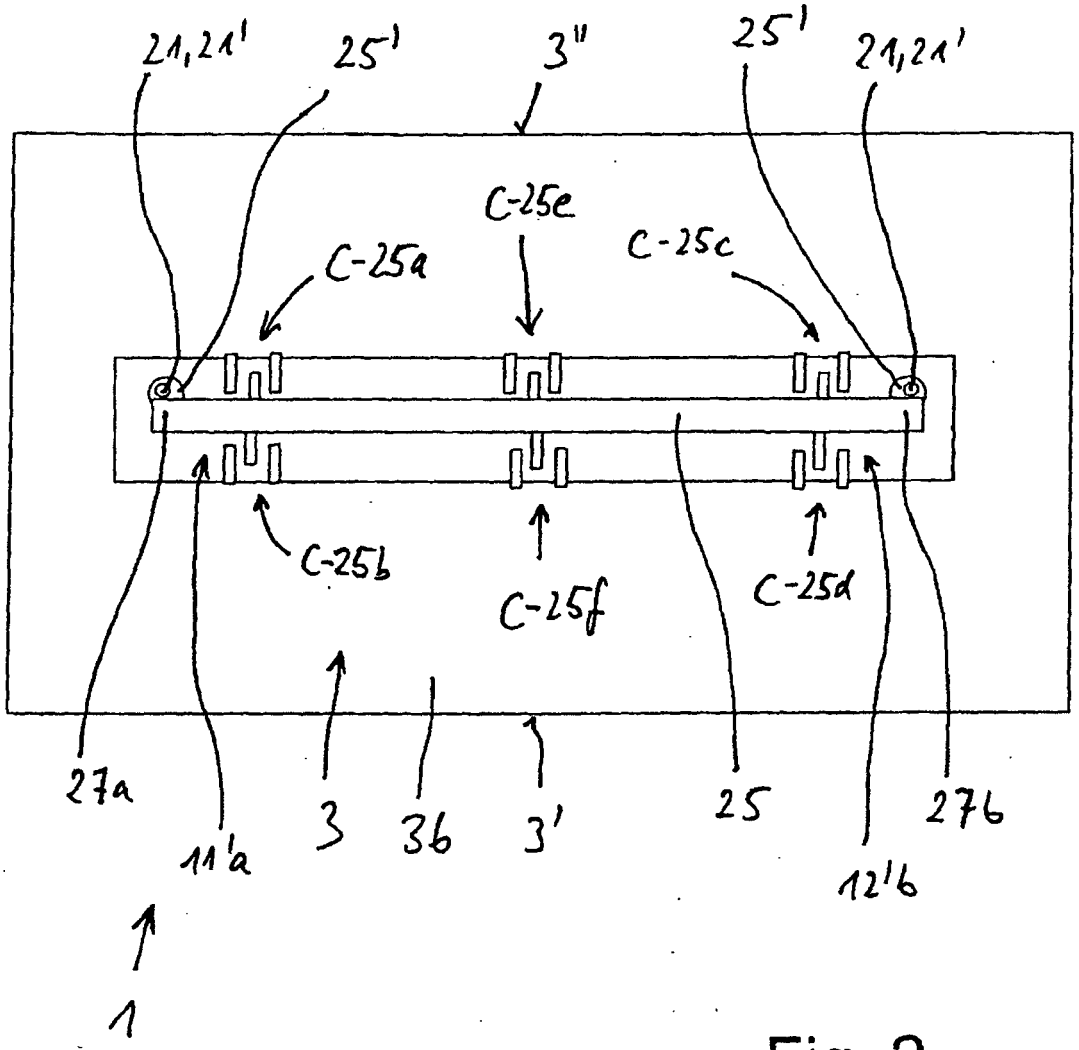
21,21'
25'
3"
25'
21,21'
C-25e
C-25a
C-25c
C-25b
C-25f
C-25d
27a
11'a
3
36
3'
25
12'b
27b
1

Fig. 2

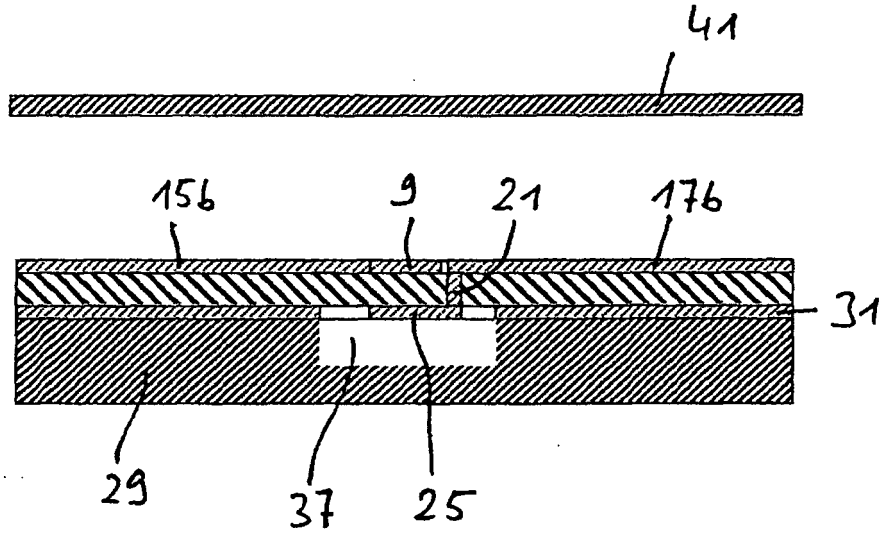

Fig. 3

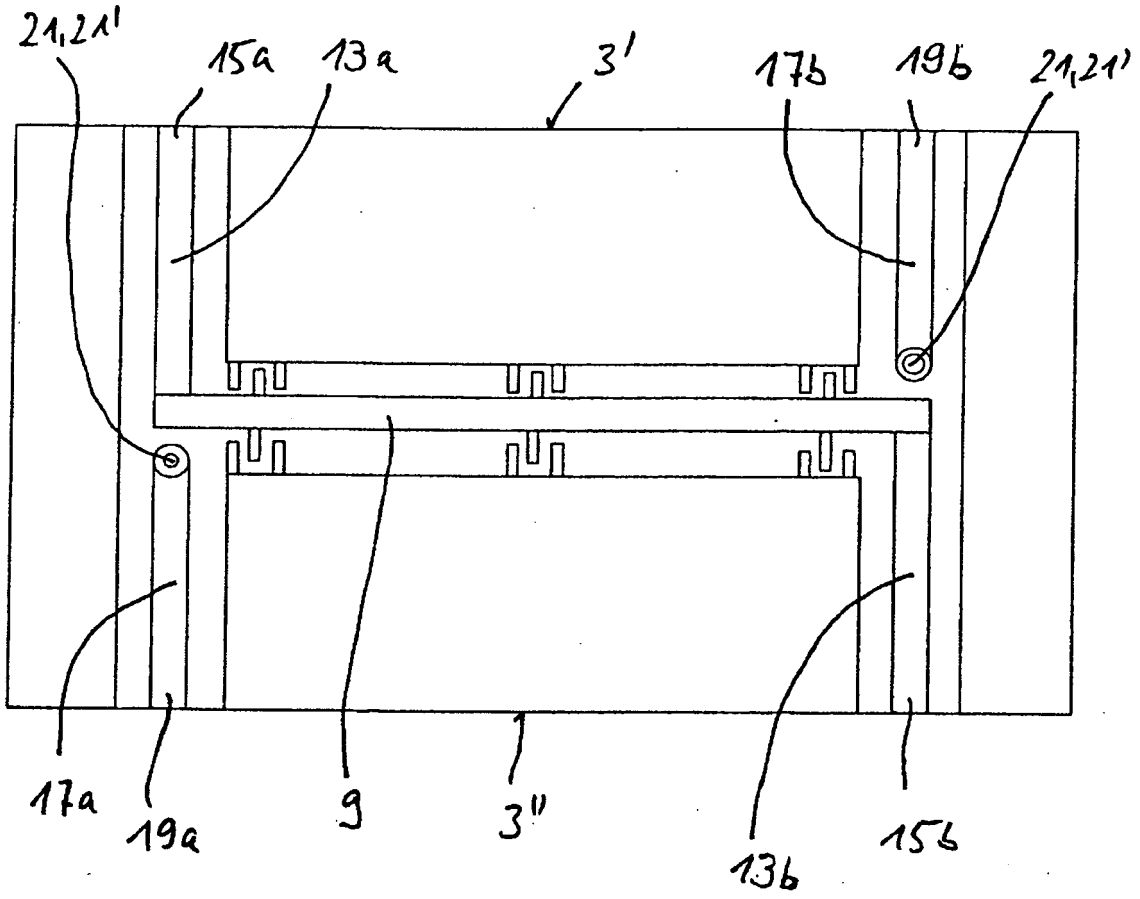

Fig. 4

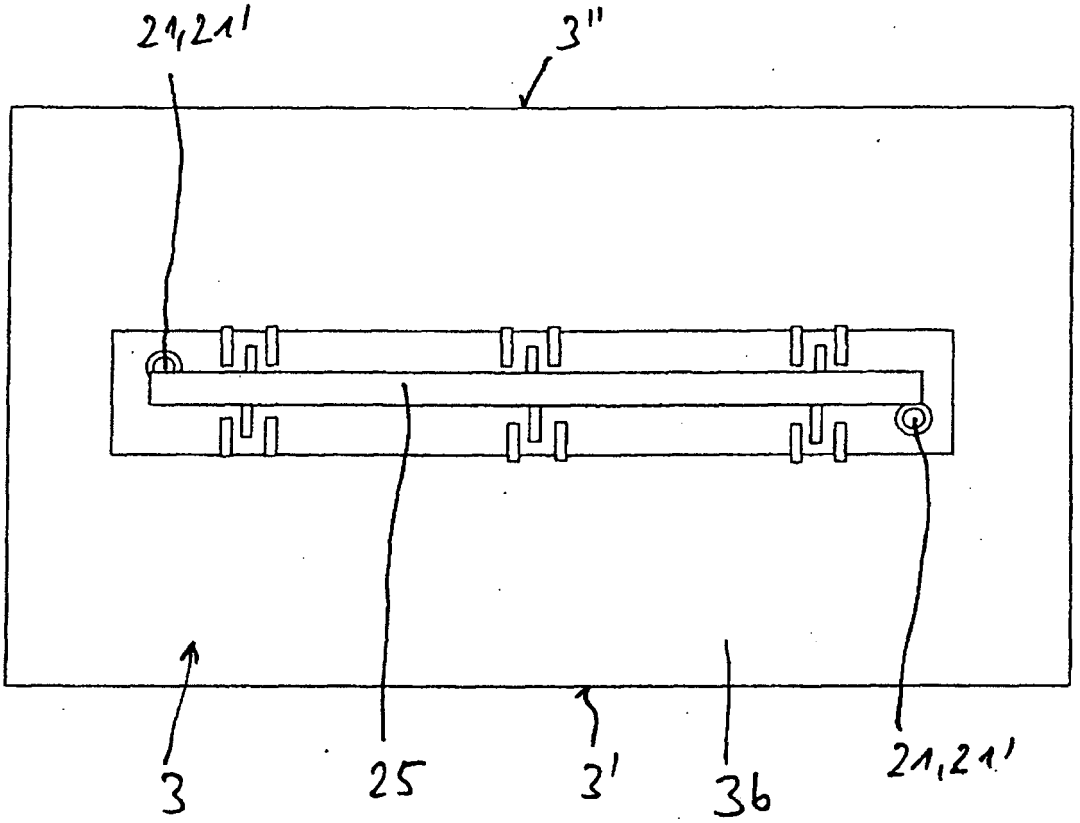

Fig. 5

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 20050017821 A1 **[0001] [0018]**
- EP 1291959 A1 **[0005] [0006] [0024]**
- EP 1014472 B1 **[0008] [0016]**
- GB 2218853 A **[0015]**
- US 4376921 A **[0017]**
- US 20040113717 A1 **[0020] [0024]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Hochfrequenztechnik. Springer-Verlag, 2000 **[0002]**