



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 36 903 T2** 2008.05.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 954 055 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 5/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 36 903.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 400 922.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **15.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.11.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.05.2008**

(30) Unionspriorität:

9805542 30.04.1998 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, DE, ES, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:

Alcatel Lucent, Paris, FR

(72) Erfinder:

**Grangeat, Christophe, 92310 Sevres, FR; Herve,
Pascal, 75013 Paris, FR; Lorcy, Laurence, 77310 St
Fargeau Ponthierry, FR; Ngounou Kouam,
Charles, 91940 Les Ulis, FR**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte U. Knecht und Kollegen, 70435
Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **Antenne für zwei Frequenzen für die Radiokommunikation in Form einer Mikrostreifenleiterantenne**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Vorrichtungen für die Radiokommunikation, insbesondere tragbare Funktelefone, und sie betrifft im Besonderen Antennen in Form von Mikrostreifenleiterantennen zur Integration in derartige Vorrichtungen. Eine solche Antenne umfasst eine Anschlussfläche, die typischerweise durch Ätzen einer Metallschicht gebildet wird. Sie wird auf Englisch von den Fachleuten als "Microstrip Patch Antenna" für "Mikrostreifenleiter-Patchantenne" bezeichnet.

[0002] Die Mikrostreifenleitertechnik ist eine planare Technik, die gleichzeitig auf die Ausführung von Leitungen, welche Signale übertragen, als auch auf Antennen Anwendung findet, die eine Kopplung zwischen derartigen Leitungen und abgestrahlten Wellen vornehmen. Sie arbeitet mit leitenden Streifen und/oder Patches, die auf der oberen Fläche eines sehr dünnen dielektrischen Substrats gebildet werden, welches sie von einer leitenden Schicht trennt, die auf der unteren Fläche dieses Substrats verläuft und eine Masse der Leitung oder der Antenne bildet. Ein solcher Patch ist typischerweise größer als ein solcher Streifen, und seine Formen und Abmessungen stellen wichtige Kennzeichnungsmerkmale der Antenne dar. Die Form des Substrats ist typischerweise diejenige eines rechteckigen ebenen Blatts von konstanter Dicke, und der Patch ist ebenfalls typischerweise rechteckig. Doch dies ist keineswegs zwingend. Insbesondere ist bekannt, dass eine Veränderung der Dicke des Substrats, zum Beispiel nach einem exponentiellen Gesetz, die Möglichkeit bietet, die Bandbreite einer solchen Antenne zu erweitern, und dass die Form des Patches insbesondere kreisförmig sein kann. Die Linien des elektrischen Feldes verlaufen zwischen dem Streifen oder dem Patch und der Masseschicht, wobei sie das Substrat durchqueren.

[0003] Diese Technik unterscheidet sich von verschiedenen anderen Techniken, die ihrerseits ebenfalls leitende Elemente auf einem dünnen Substrat verwenden, und insbesondere von derjenigen der koplanaren Leitungen, bei der sich das elektrische Feld auf der oberen Fläche des Substrats und symmetrisch zwischen einerseits einem Teil eines zentralen leitenden Streifens und andererseits zwei leitenden Zonen aufbaut, die sich auf beiden Seiten dieses Streifens befinden, von dem sie jeweils durch zwei Spalte getrennt sind. Im Fall einer Antenne ist ein Patch von einer durchgehenden leitenden Zone umgeben, von welcher er durch einen Spalt getrennt ist.

[0004] Nach diesen Techniken ausgeführte Antennen bilden typischerweise, wenn auch nicht notwendigerweise, Resonanzstrukturen, welche dafür geeignet sind, den Sitz stehender Wellen zu bilden, was eine Kopplung mit den abgestrahlten Wellen ermög-

licht.

[0005] In einer zunächst schematischen Weise kann eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Arten von Resonanzstrukturen getroffen werden, die nach der Mikrostreifenleitertechnik ausgeführt werden können, wobei diese Typen jeweils unterschiedlichen Resonanzmodi dieser Strukturen entsprechen. Ein erster Typ ist der gebräuchlichste und kann als "Halbwelle" bezeichnet werden. Wenn angenommen wird, dass eine Abmessung des Patches eine Länge bildet und entlang einer Richtung verläuft, die als Längsrichtung bezeichnet wird, dann ist diese Länge typischerweise im Wesentlichen gleich einer Halbwelle, das heißt, gleich der Hälfte der Wellenlänge einer elektromagnetischen Welle, die sich in dieser Richtung in der Linie ausbreitet, die von der Masse, dem Substrat und dem Patch gebildet wird. Die Antenne wird dann als "Halbwellenantenne" bezeichnet. Diese Art der Resonanz kann allgemein durch das Vorhandensein eines Knotens des elektrischen Stroms an jedem der beiden Enden dieser Länge definiert werden, die folglich auch gleich der Halbwelle, multipliziert mit einer ganzen Zahl ungleich Eins, sein kann. Diese Zahl ist typischerweise ungerade. Die Kopplung mit den abgestrahlten Wellen erfolgt an den Enden dieser Länge, wobei sich diese Enden in Bereichen befinden, in denen die Amplitude des in dem Substrat herrschenden elektrischen Feldes maximal ist.

[0006] Ein zweiter Typ einer Resonanzstruktur, der nach derselben Technik ausgeführt werden kann, kann als "Viertelwelle" bezeichnet werden. Er unterscheidet sich vom Halbwellentyp einerseits durch den Umstand, dass der Patch typischerweise eine Länge von im Wesentlichen gleich einer Viertelwelle aufweist, das heißt, gleich dem Viertel einer Wellenlänge, wobei diese Länge des Patches und diese Wellenlänge wie oben definiert sind, wobei die Antenne in diesem Fall als "Viertelwellenantenne" bezeichnet wird. Er unterscheidet sich andererseits durch den Umstand, dass ein bedeutender Kurzschluss an einem Ende dieser Länge zwischen der Masse und dem Patch in der Weise ausgeführt wird, dass ein Resonanzmodus eines so genannten "Viertelwellentyps" aufgezwungen wird. Diese Art der Resonanz kann allgemein durch das Vorhandensein eines Knotens des elektrischen Feldes definiert werden, der durch diesen Kurzschluss an einem Ende der Länge des Patches festgelegt ist, und durch einen Knoten des elektrischen Stroms, der sich am anderen Ende dieser Länge befindet. Letztere kann folglich auch gleich einer ganzen Zahl von Halbwellen sein, die sich an die Viertelwelle anfügen. Die Kopplung mit den abgestrahlten Wellen erfolgt am andern Ende dieser Länge, wobei sich dieses andere Ende in dem Bereich befindet, in dem die Amplitude des elektrischen Feldes durch das Substrat maximal ist.

[0007] Noch weitere Resonanzmodi können sich in planaren Antennen aufbauen.

[0008] Diese Modi hängen insbesondere ab:

- von der Konfiguration der Patches, wobei letztere insbesondere Spalte, eventuell abstrahlende, aufweisen können;
- vom eventuellen Vorhandensein und der Positionierung der Kurzschlüsse sowie der elektrischen Modelle, die für diese Kurzschlüsse repräsentativ sind, wobei letztere nicht immer, auch nicht näherungsweise, mit vollkommenen Kurzschlüssen vergleichbar sind, deren Impedanzen gleich Null wären;
- und von Kopplungsvorrichtungen, die in diese Antennen integriert wurden, um die Möglichkeit zu bieten, ihre Resonanzstrukturen mit einem Signalverarbeitungsorgan, wie beispielsweise einem Sender, zu koppeln, sowie von der Positionierung dieser Vorrichtungen.

[0009] Außerdem können für eine gegebene Antennenkonfiguration mehrere Resonanzmodi auftreten und eine Nutzung der Antenne mit mehreren, diesen Modi entsprechenden Frequenzen ermöglichen.

[0010] Die vorliegende Erfindung wird insbesondere durch die Wahl bestimmter "Resonanzstrecken" gekennzeichnet, die weiter unten genauer beschrieben werden. Aus diesem Grund wird die weiter unten dem Ausdruck "Resonanzstrecke" zugewiesene Bedeutung wie folgt definiert:

Jeder Resonanzmodus kann so beschrieben werden, dass er aus der Überlagerung von zwei Wellen resultiert, die sich in zwei entgegengesetzten Richtungen auf demselben Weg ausbreiten, indem sie abwechselnd an den beiden Enden dieses Weges reflektiert werden. Dieser Weg ist durch die Bestandteile der Antenne vorgegeben. Sie bildet die so genannte "Resonanzstrecke" für diesen Resonanzmodus. Er ist geradlinig und längs gerichtet im Fall der zuvor erwähnten Halb- und Viertelwellenantennen. Er kann sich aber auch einem gebogenen abstrahlenden Spalt anpassen. In allen Fällen ist die Resonanzfrequenz umgekehrt proportional zu der Zeit, während der eine oben betrachtete Wanderwelle diese Resonanzstrecke durchläuft. Der Ausdruck "Resonanzmodus" wird an manchen Stellen durch den Begriff "Resonanz" ersetzt.

[0011] Die Kopplung einer Antenne mit einem Signalverarbeitungsorgan, wie beispielsweise einem Sender, erfolgt typischerweise über eine Anschlussbaugruppe, welche eine in dieser Antenne enthaltene Kopplungsvorrichtung und eine Anschlussleitung außerhalb dieser Antenne umfasst und welche die Kopplungsvorrichtung mit dem Signalverarbeitungsorgan verbindet.

[0012] Im Fall einer Sendeantenne mit Resonanz-

struktur haben die Kopplungsvorrichtung, die Anschlussleitung und die Antenne jeweils die folgenden Aufgaben: Die Aufgabe der Anschlussleitung besteht darin, ein Hochfrequenz- oder Ultrahochfrequenzsignal vom Sender bis zu den Klemmen der Antenne zu transportieren. Entlang einer solchen Leitung breitet sich das Signal in Form einer Wanderwelle aus, ohne, zumindest prinzipiell, eine merkliche Änderung seiner Merkmale zu erfahren. Die Aufgabe der Kopplungsvorrichtung besteht darin, das von der Anschlussleitung gelieferte Signal so umzuformen, dass dieses Signal eine Resonanz der Antenne anregt, das heißt, dass die Energie der Wanderwelle, die dieses Signal trägt, auf eine stehende Welle übertragen wird, die sich in der Antenne mit von letzterer definierten Merkmalen aufbaut. Diese Übertragung ist im Allgemeinen unvollkommen, das heißt, dass die Kopplungsvorrichtung einen Teil der Energie zur Anschlussleitung hin reflektiert, wodurch in letzterer eine parasitäre Stehwelle entsteht. Das dazugehörige Stehwellenverhältnis ändert sich in Abhängigkeit von der Frequenz, und das Diagramm dieser Änderung definiert die eine oder mehreren Bandbreite(n) der Antenne. Was die Antenne betrifft, so überträgt diese die Energie der nutzbaren stehenden Welle auf eine in den Raum abgestrahlte Welle. Das von dem Sender gelieferte Signal erfährt somit eine erste Umwandlung, um von der Form einer Wanderwelle in diejenige einer stehenden Welle überzugehen, und anschließend eine zweite Umwandlung, welche ihr die Form einer abgestrahlten Welle verleiht. Im Fall einer Empfangsantenne nimmt das Signal dieselben Formen in denselben Bauteilen an; es nimmt sie jedoch in umgekehrter Reihenfolge an.

[0013] Die Kopplungsvorrichtung und die Anschlussleitung können in einer anderen Technik als mit Mikrostreifenleitern ausgeführt sein, zum Beispiel in Form koaxialer oder koplanarer Leitungen. Ihre Arten und ihre Abmessungen werden so gewählt, dass eine gegenseitige Anpassung der Impedanzen der verschiedenen von den Signalen durchlaufenen Organe erzielt wird, und zwar, um Störreflexionen zu begrenzen.

[0014] Im Zusammenhang mit dem Fall von Sendeantennen wird die Anschlussbaugruppe einer Antenne oft so konzipiert, dass sie eine Speiseleitung dieser Antenne bildet.

[0015] Die vorliegende Erfindung betrifft Antennen, welche dafür geeignet sind, in Geräte unterschiedlicher Arten integriert zu werden. Diese Geräte sind insbesondere tragbare Funktelefone, Basisstationen für letztere, Kraftfahrzeuge und Flugzeuge oder Luftflugkörper. Im Fall eines tragbaren Funktelefons ermöglicht die Durchgängigkeit der unteren Masse-schicht einer Antenne in Form einer Mikrostreifenleiterantenne, auf einfache Weise die vom Körper des Benutzers des Gerätes aufgefangene Strahlungsleis-

tung zu begrenzen. Im Fall von Kraftfahrzeugen und vor allem in dem von Flugzeugen oder Luftflugkörpern, deren Außenfläche aus Metall besteht und ein gebogenes Profil aufweist, das die Möglichkeit bietet, einen schwachen aerodynamischen Widerstand zu erzielen, kann die Antenne an dieses Profil so angepasst werden, dass kein störender zusätzlicher aerodynamischer Widerstand auftritt.

[0016] Diese Erfindung betrifft im Besonderen den Fall, in dem eine Antenne dieser Art die folgenden Qualitäten aufweisen muss:

- sie muss für zwei Frequenzen ausgelegt sein, das heißt, sie muss wirksam abgestrahlte Wellen auf zwei durch einen bedeutenden Spektralabstand getrennten Frequenzen senden und/oder empfangen können;
- sie muss mit Hilfe einer einzigen Anschlussleitung für sämtliche Betriebsfrequenzen einer Funkkommunikationsvorrichtung an ein Signalverarbeitungsorgan angeschlossen werden können, ohne dass in dieser Leitung ein störendes Stehwellenverhältnis parasitärer Wellen entsteht;
- und es darf hierfür nicht erforderlich sein, einen Frequenzmultiplexer oder -demultiplexer einzusetzen.

[0017] Zahlreiche bekannte Antennen für zwei Frequenzen sind im Rahmen der Streifenleitertechnik ausgeführt oder vorgeschlagen worden. Sie unterscheiden sich voneinander durch die eingesetzten Mittel, um mehrere Resonanzfrequenzen zu erzielen. Vier solche Antennen werden nun untersucht:

Eine erste bekannte derartige Antenne ist in dem Dokument ORMISTON, T.D., u.a.: "Microstrip short-circuit patch design equations", "Microwave and optical technology letters", Band 16, Nr. 1, September 1997, Seiten 12-14, XP000198277, beschrieben worden. Der Patch dieser Antenne besitzt eine rechteckige Form, die es dieser Antenne ermöglicht, eine Resonanz des Viertelwellentyps entlang einer Resonanzstrecke aufzuweisen, die zwischen zwei gegenüberliegenden Rändern des Patches verläuft. Diese Antenne weist den Nachteil auf, dass sie nur eine einzige Viertelwellenresonanz aufweist.

[0018] Eine zweite bekannte derartige Antenne wird in der Patentschrift US-A-4,766,440 (Gan) beschrieben. Der Patch **10** dieser Antenne besitzt eine grundsätzlich rechteckige Form, die es dieser Antenne ermöglicht, zwei Halbwellenresonanzen aufzuweisen, deren Wege sich entlang einer Länge und einer Breite dieses Patches aufbauen. Im Übrigen weist sie einen gebogenen Spalt in U-Form auf, der sich vollständig innerhalb dieses Patches befindet. Dieser Spalt strahlt ab und lässt einen zusätzlichen Resonanzmodus zutage treten, der sich entlang eines anderen Weges aufbaut. Er ermöglicht außerdem durch eine geeignete Wahl seiner Form und seiner Abmessungen, die Frequenzen der Resonanzmodi auf ge-

wünschte Werte zu bringen, was die Möglichkeit bietet, eine Welle mit Kreispolarisation zu senden, und zwar dank der Zuordnung von zwei Modi, welche dieselbe Frequenz und gekreuzte lineare Polarisationen aufweisen. Die Kopplungsvorrichtung weist die Form einer Leitung auf, die nach der Mikrostreifenleitertechnik ausgeführt ist, von der jedoch auch gesagt wird, dass sie koplanar sei, und war deshalb, weil der Mikrostreifenleiter in der Ebene des Patches verläuft und zwischen zwei Kerben von letzterem eindringt. Diese Vorrichtung ist mit Mitteln zur Impedanzumwandlung ausgestattet, um sie an die verschiedenen Eingangsimpedanzen anzupassen, die jeweils von der Leitung für die verschiedenen Resonanzfrequenzen bereitgestellt werden, die als Betriebsfrequenzen genutzt werden.

[0019] Diese zweite bekannte Antenne weist insbesondere die folgenden Nachteile auf:

- Die Notwendigkeit, Mittel zur Impedanzumwandlung vorzusehen, macht die Ausführung komplizierter.
- Die genaue Einstellung der Resonanzfrequenzen an gewünschte Werte ist schwer zu realisieren.

[0020] Eine dritte bekannte Antenne unterscheidet sich von der vorhergehenden durch die Verwendung einer einzigen Resonanzstrecke. Sie ist in der Patentschrift US-A-4,77,291 (LO u. a.) beschrieben. Ihr Patch umfasst punktuelle Kurzschlüsse und Spalte, die entlang von Geradensegmenten jeweils innerhalb des Patches verlaufen. Diese Spalte und Kurzschlüsse ermöglichen, den Abstand zwischen zwei Frequenzen zu verringern, wobei diese Frequenzen zwei Resonanzen entsprechen, welche einen gemeinsamen Weg aufweisen, jedoch zwei gegenseitig unterschiedliche Resonanzmodi, welche durch die Ziffern (0,1) und (0,3) bezeichnet werden, das heißt, dass der gemeinsame Weg je nach betrachtetem Modus von einer Halbwelle oder von drei Halbwellen eingenommen wird. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Frequenzen kann somit von 3 auf 1,8 abgesenkt werden. Die punktuellen Kurzschlüsse werden von Leitern, die das Substrat durchqueren, gebildet.

[0021] Diese dritte bekannte Antenne weist insbesondere die folgenden Nachteile auf:

- Der Platzbedarf entspricht drei Halbwellen.
- Die Integration der punktuellen Kurzschlüsse macht die Ausführung der Antenne komplizierter.
- Die Kopplungsvorrichtung der Antenne in Form einer Koaxialleitung erfordert eine exakte Einstellung der Position der koaxialen Struktur, die das Substrat durchquert, um eine gute Anpassung an eine Speiseleitung mit einer Impedanz von 50 Ohm für die beiden Betriebsfrequenzen zu erreichen.

[0022] Eine vierte bekannte Antenne unterscheidet

sich von den vorhergehenden durch die Verwendung einer Viertelwellenresonanz. Sie wird in einem Artikel beschrieben: IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST, NEWPORT BEACH, 18.-23. JUNI 1995, Seiten 2124-2127, Boag u. a., "Dual Band Cavity-Backed Quarter-wave Patch Antenna". Eine erste Resonanzfrequenz ist durch die Abmessungen und die Merkmale des Substrats und des Patches dieser Antenne definiert. Eine Resonanz von im Wesentlichen derselben Art wird mit einer zweiten Frequenz auf derselben Resonanzstrecke dank der Verwendung eines Anpassungssystems erzielt.

[0023] Diese vierte bekannte Antenne weist insbesondere die folgenden Nachteile auf:

- Der Abstand zwischen den beiden Resonanzfrequenzen ist in einigen Anwendungsfällen zu klein.
- Die Notwendigkeit der Verwendung eines Anpassungssystems macht die Ausführung der Antenne komplizierter.
- Gleiches kann für die Ausführung der Kopplungsvorrichtung der Antenne in Form einer Koaxialleitung gelten.

[0024] Im Übrigen ist aus dem Dokument EP-A1-0735 609 eine Antennenstruktur bekannt, die über einen Koaxialpunkt gespeist wird, der in einer Ebene mit Potential Null angeordnet ist.

[0025] Die vorliegende Erfindung hat insbesondere die folgenden Ziele:

- Die Möglichkeit zu bieten, eine Antenne für zwei Frequenzen auf einfache Weise auszuführen, indem das Verhältnis der beiden genutzten Resonanzfrequenzen dieser Antenne freier als zuvor gewählt wird, und insbesondere eine solche Antenne so auszuführen, dass dieses Verhältnis zwischen 0,2 und 0,8 und insbesondere in der Nähe von 0,5 liegt.
- Dieser Antenne eine ausreichend breite Bandbreite um jede dieser beiden Resonanzfrequenzen herum zu geben, damit in diesem Band eine Sendefrequenz und eine Empfangsfrequenz liegen kann, ohne dass es zu Nebensprechen kommt;
- Eine einfache und präzise Einstellung dieser beiden Resonanzfrequenzen zu ermöglichen;
- Die Möglichkeit zu bieten, eine einzige und hinsichtlich der Impedanz leicht einstellbare Kopplungsvorrichtung für jede dieser beiden Resonanzfrequenzen zu verwenden und die Abmessungen dieser Antenne zu begrenzen.

[0026] Und zu diesem Ziel ist ihr Gegenstand insbesondere eine Antenne für zwei Frequenzen nach Anspruch 1. [Sie ist gekennzeichnet durch] den Umstand, dass ihre Kopplungsvorrichtung eine Symmetrieabweichung aufweist, durch welche sich ein Seitenrand des Patches gegenüber dem anderen Seiten-

rand des Patches unterscheidet, sodass es dieser Vorrichtung möglich ist, diese Antenne mit dem Signalverarbeitungsorgan nicht nur für die Resonanz vom Typ einer Viertelwelle zu koppeln, sondern auch für eine Resonanz vom Typ einer Halbwelle, die sich in dieser Antenne mit einer Resonanzstrecke aufbaut, die zwischen den beiden Seitenrändern des Patches verläuft.

[0027] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Vorrichtung für die Radiokommunikation mit zwei Frequenzen, wobei diese Vorrichtung umfasst:

- ein Signalverarbeitungsorgan, welches dafür geeignet ist, auf die Umgebung von mindestens zwei zuvor festgelegten Frequenzen abgestimmt zu werden, um ein elektrisches Signal auf jeder dieser beiden Frequenzen zu senden und/oder zu empfangen; und
- eine Antenne, die mit diesem Verarbeitungsorgan verbunden ist, um das elektrische Signal mit abgestrahlten Wellen zu koppeln. Diese Vorrichtung ist durch den Umstand gekennzeichnet, dass die andere zuvor festgelegte Frequenz eine Halbwellen-Resonanzfrequenz ist, welche durch die Frequenz einer Halbwellenresonanz gebildet wird, die sich in dieser Antenne mit einer Resonanzstrecke aufbaut, die zwischen den beiden Seitenrändern verläuft. Die im Rahmen dieser Erfindung betrachteten Resonanztypen sind in allgemeiner Form weiter oben definiert worden.

[0028] Gleich welcher Art die Antennenkopplungsvorrichtung ist, die genutzt wird, damit diese Radiokommunikationsvorrichtung in den zwei Spektralbändern betrieben werden kann, die auf die beiden Resonanzfrequenzen von einer Viertelwelle und einer Halbwelle zentriert sind – diese Erfindung weist einen Vorteil in dem Fall auf, in dem das Verhältnis zwischen zwei gewünschten Betriebsfrequenzen bestimmte Werte annimmt, und insbesondere in dem Fall, in dem dieses Verhältnis ungefähr zwischen 0,2 und 0,8 und insbesondere in der Nähe von 0,5 liegt. Dieser Vorteil besteht darin, dass es möglich ist, dieses gewünschte Verhältnis auf relativ einfache und wirksame Weise zu verwirklichen. Es wird dank der kombinierten Nutzung von zwei Resonanzmodi erzielt, von denen der eine einem so genannten Viertelwellentyp und der andere einem so genannten Halbwellentyp entspricht und die sich ausgehend von Wanderwellen aufbauen, welche einen Bereich in zwei jeweils wechselseitig gekreuzten Richtungen durchlaufen.

[0029] Verschiedene Aspekte der vorliegenden Erfindung werden mit Hilfe der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten schematischen Figuren besser verständlich werden. Wenn dasselbe Element auf mehreren dieser Figuren dargestellt ist, wird es mit denselben Bezugsziffern und/oder -buchsta-

ben bezeichnet.

[0030] [Fig. 1](#) stellt eine perspektivische Ansicht einer gemäß dieser Erfindung ausgeführten Radiokommunikationsvorrichtung dar.

[0031] [Fig. 2](#) stellt eine Draufsicht der Antenne der Vorrichtung von [Fig. 1](#) dar.

[0032] [Fig. 3](#) stellt ein Diagramm der Änderung eines Reflexionsfaktors dar, gemessen am Eingang eben dieser Antenne und aufgetragen auf der Ordinate in Abhängigkeit von der Frequenz eines Signals, welches diese Antenne speist, wobei diese Frequenz auf der Abszisse aufgetragen ist.

[0033] Gemäß den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) und in einer an sich bekannten Weise umfasst eine Antenne gemäß der vorliegenden Erfindung zunächst einmal eine Resonanzstruktur, die ihrerseits die folgenden Elemente umfasst:

- Ein dielektrisches Substrat **2**, welches zwei einander gegenüberliegende Hauptflächen aufweist, die in den in dieser Antenne definierten Richtungen verlaufen und horizontale Richtungen DL und DT bilden, wobei diese Richtungen von der betrachteten Zone der Antenne abhängen können. Dieses Substrat kann unterschiedliche Formen aufweisen, wie zuvor dargelegt. Seine beiden Hauptflächen bilden jeweils eine untere Fläche S1 und eine obere Fläche S2.
- Eine leitende untere Schicht, die sich zum Beispiel über diese gesamte untere Fläche erstreckt und eine Masse **4** dieser Antenne bildet.
- Eine leitende obere Schicht, die auf einer Teilfläche dieser oberen Fläche oberhalb der Masse **4** in der Weise verläuft, dass sie eine Anschlussfläche **6** des Typs bildet, der weltweit durch das englische Wort Patch bezeichnet wird. Im Allgemeinen besitzt dieser Patch eine Länge und eine Breite, die entlang von zwei so genannten horizontalen Richtungen verlaufen, die nachfolgend definiert werden und die jeweils eine Längsrichtung DL und eine Querrichtung DT bilden, und sein Umfang kann als von vier Rändern gebildet betrachtet werden, die paarweise im Wesentlichen entlang dieser beiden Richtungen verlaufen. Obwohl die Worte Länge und Breite üblicherweise auf die beiden zueinander senkrecht stehenden Abmessungen eines rechteckigen Gegenstandes Anwendung finden, wobei die Länge größer ist als die Breite, muss verstanden werden, dass der Patch **6** von der Form eines Rechtecks abweichen könnte, ohne den Rahmen dieser Erfindung zu verlassen. Insbesondere können die Richtungen DL und DT einen von 90 Grad abweichenden Winkel bilden, wobei die Ränder dieses Patches nicht geradlinig sein müssen und nicht durch eckige Spitzen voneinander getrennt sein müssen und wobei die so genannte Länge des Patches kürzer sein kann

als seine so genannte Breite. Einer dieser Ränder verläuft entlang der Querrichtung DT und bildet einen hinteren Rand **10**. Ein vorderer Rand **12** liegt diesem hinteren Rand gegenüber. Zwei Seitenränder **14** und **16** verbinden diesen hinteren Rand mit diesem vorderen Rand.

– Schließlich einen Kurzschluss C2, der den Patch **6** elektrisch vom hinteren Rand dieses Patches aus mit der Masse **4** verbindet. Dieser Kurzschluss wird von einer leitenden Schicht gebildet, die auf einer Schnittfläche des Substrats verläuft – einer Fläche, die typischerweise eben ist und somit eine Kurzschlussfläche bildet. Sie gibt einer Resonanz der Antenne vor, einen Knoten des elektrischen Feldes auf dem hinteren Rand **10** aufzuweisen und zumindest ungefähr dem Viertelwellentyp zu entsprechen. Die Frequenz dieser Resonanz wird nachfolgend "Viertelwellen-Resonanzfrequenz" genannt. Der hintere und vordere Rand und die Seitenränder und die Längs- und die Querrichtung sind durch die Position eines solchen Kurzschlusses in dem Maße definiert, in dem dieser Kurzschluss bedeutend genug ist, das heißt, insbesondere von ausreichend großer Ausdehnung ist und eine ausreichend tiefe Impedanz besitzt, um einer Antenne die Existenz einer Resonanz dieses Viertelwellentyps vorzuschreiben.

[0034] Die Antenne umfasst außerdem eine Kopplungsvorrichtung. Diese Vorrichtung umfasst einerseits einen von einem Kopplungsstreifen C1 gebildeten Hauptleiter, der auf der oberen Fläche S2 des Substrats verläuft und mit dem Patch **6** an einem inneren Anschlusspunkt **18** verbunden ist. Sie umfasst andererseits einen von der Schicht **4** gebildeten Masseleiter. Sie bildet die gesamte oder einen Teil einer Anschlussbaugruppe, welche die Resonanzstruktur der Antenne mit einem Signalverarbeitungsorgan **22** verbindet, zum Beispiel, um eine oder mehrere Resonanzen der Antenne ausgehend von diesem Organ für den Fall anzuregen, dass es sich um eine Sendeanenne handelt. Außerdem umfasst die Anschlussbaugruppe zusätzlich zu dieser Vorrichtung typischerweise eine Anschlussleitung, die sich außerhalb der Antenne befindet. Diese Leitung kann insbesondere dem koaxialen, dem Mikrostreifenleiter oder dem koplanaren Typ entsprechen.

[0035] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung entspricht zumindest ein Teil einer Länge dieser Anschlussleitung vorteilhafterweise dem Mikrostreifenleitertyp und umfasst insbesondere:

- einen Hauptleiter, der die Form eines Anschlussstreifens C3 aufweist, der auf der oberen Fläche S2 des Substrats **2** in Fortsetzung des Kopplungsstreifens C1 verläuft;
- und einen Masseleiter, der auf der unteren Fläche des Substrats in Fortsetzung der Antennenmasse verläuft. Dieser Leiter wird zum Beispiel,

wie diese Masse, von der unteren leitenden Schicht **4** gebildet.

[0036] In **Fig. 1** ist der übrige Teil der Anschlussleitung symbolisch in Form von zwei Leitungsdrähten C4 und C5 dargestellt worden, die jeweils die Masse **4** und den Streifen C3 mit den beiden Klemmen des Signalverarbeitungsorgans **22** verbinden. Es muss jedoch verstanden werden, dass dieser restliche Teil in der Praxis vorzugsweise in Form einer Mikrostreifenleitung oder einer Koaxialleitung ausgeführt werden würde.

[0037] Das Signalverarbeitungsorgan **22** ist dafür geeignet, mit zuvor festgelegten Betriebsfrequenzen betrieben zu werden, die zumindest in der Nähe der genutzten Resonanzfrequenzen der Antenne liegen, das heißt, die innerhalb von auf diese Resonanzfrequenzen zentrierten Bandbreiten liegen. Es kann aus mehreren Elementen zusammengesetzt sein und in diesem Fall ein Element umfassen, das dauerhaft auf jede dieser Betriebsfrequenzen abgestimmt ist. Es kann auch ein Element umfassen, das auf die verschiedenen Betriebsfrequenzen abgestimmt werden kann. Die genannte Viertelwellen-Resonanzfrequenz bildet eine solche Nutz-Resonanzfrequenz.

[0038] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine andere so genannte Nutz-Resonanzfrequenz eine Halbwellen-Resonanzfrequenz, die von einer Frequenz einer Resonanz dieses Halbwellentyps gebildet wird, die sich in dieser Antenne mit einer Resonanzstrecke aufbaut, die zwischen den Seitenrändern **14** und **16** verläuft.

[0039] Damit die erfindungsgemäße Radiokommunikationsvorrichtung betrieben werden kann, muss die Antennenkopplungsvorrichtung dafür geeignet sein, ihre Kopplungsfunktion für jede der beiden Resonanzfrequenzen von einer Viertelwelle und einer Halbwellen zu erfüllen. Nach einer Ausführungsform dieser Erfindung wird diese Fähigkeit durch den Umstand erzielt, dass diese Vorrichtung gegenüber einer nicht dargestellten Längsachse eine Symmetrieabweichung aufweist, durch welche sich einer der beiden Seitenränder des Patches vom anderen unterscheidet. Diese Symmetrieabweichung der Kopplungsvorrichtung kann auf verschiedene bekannte Weisen erreicht werden. Sie kann insbesondere die Position, die Richtung und/oder die Abmessungen der gesamten oder eines Teils dieser Vorrichtung betreffen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Ausführung von letzterer [d.h., der Vorrichtung] in Form einer Koaxialleitung ungeeignet wäre, zumindest, wenn diese Leitung vertikal verlief. Diese Vorrichtung kann vorteilhafterweise in einer planaren Technik an dem Patch und/oder an der Masse der Antenne gebildet sein.

[0040] Der Patch **6** besitzt insbesondere die Form

eines Rechtecks, und die Symmetrieabweichung der Kopplungsvorrichtung der Antenne kann vorteilhafterweise durch die folgende Anordnung ausgeführt sein: Der Patch **6** umfasst einen Kopplungseingangsspalt **20**, der in die Außenseite dieses Patches durch den ersten Seitenrand **14** dieses Patches mündet und von diesem ersten Seitenrand aus zum Beispiel in der Querrichtung DT bis zu einem Ende dieses Spalts verläuft. Ein Kopplungsstreifen C1 verläuft dann auf der oberen Fläche des Substrats in dem Kopplungseingangsspalt von dem ersten Seitenrand aus. Er ist mit diesem Patch am Ende dieses Spalts verbunden, wobei dieses Ende einen inneren Anschlusspunkt **18** bildet. Die Entfernungen dieses Punkts zu einem ersten Seitenrand **14** und zum hinteren Rand **10** bilden eine Anschlusstiefe L3 bzw. ein Anschlussmaß L4. Der Masseleiter der Antennenkopplungsvorrichtung wird von der Masse **4** der Antenne gebildet.

[0041] Vorzugsweise liegt das Verhältnis L1/L2 der Länge des Patches zu seiner Breite zwischen ungefähr 2,5 und 0,625.

[0042] Vorzugsweise liegt die Anschlusstiefe L3 ungefähr zwischen 8% und 25% der Breite L2 des Patches **6**.

[0043] Vorzugsweise liegt das Anschlussmaß L4 ungefähr zwischen 25% und 75% der Länge L1 des Patches **6**.

[0044] Vorzugsweise verläuft der Kurzschluss C2 nur auf einem Abschnitt des hinteren Randes **10** des Patches, und dieser Abschnitt weist eine Länge zwischen 10% und 90% der Breite L2 des Patches **6** auf.

[0045] Im Rahmen einer Ausführungsform einer Antenne gemäß dieser Erfindung werden nachfolgend als beziffertes Beispiel verschiedene Zusammensetzungen und Werte angegeben. Die Länge und die Breite des Substrats werden jeweils in Längsrichtung DL und in Querrichtung DT angegeben.

- Viertelwellen-Resonanzfrequenz: F1 = 980 MHz;
- Halbwellen-Resonanzfrequenz: F2 = 1900 MHz;
- Eingangsimpedanz: 50 Ohm;
- Zusammensetzung und Dicke des Substrats: Epoxidharz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante ϵ_r gleich 3 und einem dielektrischen Verlustfaktor $\tan\delta$ gleich 0,003;
- Dicke des Substrats: 2 mm;
- Zusammensetzung der leitenden Schichten: Kupfer;
- Dicke dieser Schichten: 17 Mikron;
- Länge des Substrats: 65 mm;
- Breite des Substrats: 70 mm;
- Länge des Patches: L1 = 60 mm;
- Breite des Patches: L2 = 60 mm;
- Anschlusstiefe: L3 = 10 mm;

- Anschlussmaß: L4 = 30 mm;
- Breite des Leiters C1 und des Leiters C3: 5 mm;
- Breite des Spalts 20: 0,7 mm;
- Breite des Kurzschlussleiters C2: 36 mm.

[0046] Das Diagramm von [Fig. 3](#) wurde anhand von Messungen gezeichnet, die an der Antenne vorgenommen wurden, deren bezifferte Merkmale oben angegeben wurden. In dieser Figur entspricht der Pegel 0 dB der oberen horizontalen Rasterlinie. Der Abstand zwischen zwei horizontalen Rasterlinien entspricht 3 dB. Die Extremwerte der Frequenzen der dargestellten Skala sind 200 und 2000 MHz. Der Abstand zwischen zwei vertikalen Rasterlinien entspricht 180 MHz. Die durch das Diagramm dargestellten Resonanz-Peaks entsprechen der zuvor angegebenen Viertelwellen-Resonanzfrequenz F1 und der Halbwellen-Resonanzfrequenz F2.

[0047] Die vorliegende Erfindung ist insbesondere vorteilhaft auf die Ausführung eines Funktelefonie-systems anwendbar. Es ist bekannt, dass ein solches System Basisstationen und tragbare Endgeräte umfasst und dass es im Rahmen einer GSM-Norm ausgeführt werden kann, die Frequenzen in der Nähe von 900 MHz nutzt, und/oder im Rahmen einer DCS-Norm, die Frequenzen in der Nähe von 1800 MHz nutzt. In einem solchen System können Basisstationen oder tragbare Endgeräte jeweils eine Radiokommunikationsvorrichtung gemäß dieser Erfindung umfassen. In einer solchen für diese Nutzungsweise angepassten Vorrichtung ist die Antenne dafür geeignet, in einem hohen Frequenzband in der Nähe der Halbwellen-Resonanzfrequenz und in einem tiefen Frequenzband in der Nähe der Viertelwellen-Resonanzfrequenz betrieben zu werden. Das Signalverarbeitungsorgan **22** kann dann auf vier sich voneinander unterscheidende Betriebsfrequenzen abgestimmt werden, die bilden:

- eine hohe Sendefrequenz, die in dem hohen Frequenzband liegt;
- eine hohe Empfangsfrequenz, die in diesem hohen Frequenzband liegt;
- eine tiefe Sendefrequenz, die in dem tiefen Frequenzband liegt; und
- eine tiefe Empfangsfrequenz, die in diesem tiefen Frequenzband liegt;

[0048] Es ist dafür geeignet, ein Signal zu senden oder ein Signal zu empfangen, wenn es auf eine solche Sendefrequenz bzw. auf eine solche Empfangsfrequenz abgestimmt ist.

[0049] Diese Erfindung ermöglicht, jedem dieser beiden Frequenzbänder eine ausreichende Breite zu geben, und zwar nicht nur, um Nebensprechen zwischen den Sende- und Empfangs-Spektralkanälen zu vermeiden, die in diesem Band liegen, sondern auch, um die Möglichkeit zu bieten, zwischen mehreren möglichen Positionen dieser Kanäle in diesem

Band zu wählen. Das tiefe Frequenzband entspricht der GSM-Norm und das hohe Frequenzband der DCS-Norm. Somit werden auf wirtschaftliche Weise Basisstationen und/oder Endgeräte für zwei Modi ausgeführt, das heißt, die dafür geeignet sind, in Rahmen jeder beliebigen dieser Normen betrieben zu werden.

[0050] Lediglich als Beispiel können im Fall der Antenne, deren Zahlenwerte weiter oben angegeben wurden, die oberen Sende- und Empfangsfrequenzen 1750 bzw. 1840 MHz und die unteren Sende- und Empfangsfrequenzen 890 bzw. 940 MHz betragen.

Patentansprüche

1. Antenne für zwei Frequenzen in Form einer Mikrostreifenleiterantenne, wobei diese Antenne umfasst:

- ein dielektrisches Substrat (**2**), aufweisend zwei einander gegenüberliegende Hauptflächen, die in den in dieser Antenne definierten Richtungen verlaufen und horizontale Richtungen (DL und DT) bilden, wobei diese beiden Hauptflächen jeweils eine untere Fläche (S1) und eine obere Fläche (S2) bilden;
- eine leitende untere Schicht, die auf dieser unteren Fläche verläuft und eine Masse (**4**) dieser Antenne bildet;
- eine leitende obere Schicht, die auf einer Teilfläche der genannten oberen Fläche oberhalb der genannten Masse in der Weise verläuft, dass sie die Anschlussfläche ("Patch") (**6**) bildet;
- einen Patch (**6**), der einen mit einem Kurzschluss versehenen Rand besitzt und einen hinteren Rand (**10**) bildet, wobei dieser Patch auch einen vorderen Rand (**12**) besitzt, der diesem hinteren Rand gegenüberliegt, sowie zwei Seitenränder (**14**, **16**), die diesen hinteren Rand mit diesem vorderen Rand verbinden, wobei der Kurzschluss (C2) einer Resonanz vom Typ einer Viertelwelle die Möglichkeit bietet, sich in der Antenne aufzubauen, und zwar mit einem Knoten des elektrischen Feldes, der durch diesen Kurzschluss festgelegt ist, und einer Resonanzstrecke, die zwischen dem hinteren Rand und dem vorderen Rand verläuft; und
- eine Antennenkopplungsvorrichtung, welche ermöglicht, diese Antenne mit einem Signalverarbeitungsorgan (**22**) zu koppeln, wobei die Antennenkopplungsvorrichtung (**20**, C1, **4**) eine Symmetrieabweichung aufweist, durch welche sich ein Seitenrand (**14**) des Patches gegenüber dem anderen Seitenrand (**16**) des Patches unterscheidet, sodass es dieser Vorrichtung möglich ist, diese Antenne mit dem Signalverarbeitungsorgan (**22**) nicht nur für die Resonanz vom Typ einer Viertelwelle zu koppeln, sondern auch für eine Resonanz vom Typ einer Halbwellen, die sich in dieser Antenne mit einer Resonanzstrecke aufbaut, die zwischen den beiden Seitenrändern des Patch verläuft;

wobei die Antenne **dadurch gekennzeichnet**, dass sie umfasst:

- den Kurzschluss (C2), wobei dieser Kurzschluss diesen Patch (6) elektrisch mit der Masse (4) vom hinteren Rand (10) dieses Patches aus verbindet, wobei dieser Rand entlang einer horizontalen Richtung verläuft, die eine Querrichtung (DT) bildet, wobei eine Länge (L1) dieses Patches zwischen diesem hinteren Rand und dem vorderen Rand (12) entlang einer Längsrichtung (DL) verläuft, die von einer horizontalen Richtung gebildet wird, wobei die beiden Seitenränder des Patches jeweils einen ersten Seitenrand (14) und einen zweiten Seitenrand (16) bilden, wobei eine Breite (L2) dieses Patches zwischen diesen beiden Seitenrändern verläuft; und
- die Antennenkopplungsvorrichtung, wobei diese Vorrichtung selbst umfasst:
 - einen Hauptleiter (C1); und
 - einen Masseleiter (4) in der Weise, dass es möglich ist, die Antenne über diese Vorrichtung mit einem Signalverarbeitungsorgan (22) zu koppeln; wobei der Patch (6) einen Kopplungseingangsspalt (20) umfasst, der in die Außenseite dieses Patches durch den ersten Seitenrand (14) dieses Patches (6) mündet und von diesem ersten Seitenrand aus im Wesentlichen in der Querrichtung bis zu einem Ende (18) dieses Spalts verläuft, wobei der Hauptleiter (C1) der Antennenkopplungsvorrichtung die Form eines Kopplungsstreifens aufweist, der auf der oberen Fläche des Substrats in dem Kopplungseingangsspalt von dem ersten Seitenrand des Patches aus verläuft, wobei dieser Streifen mit dem Patch an dem genannten Ende dieses Spalts verbunden ist, wobei der Masseleiter der Antennenkopplungsvorrichtung von der Masse (4) der Antenne gebildet wird.

2. Vorrichtung für zwei Frequenzen für die Radiokommunikation, wobei diese Vorrichtung umfasst:

- ein Signalverarbeitungsorgan (22), welches dafür geeignet ist, auf die Umgebung von mindestens zwei zuvor festgelegten Frequenzen abgestimmt zu werden, um ein elektrisches Signal auf jeder dieser beiden Frequenzen zu senden und/oder zu empfangen; und
- eine Antenne (1) nach Anspruch 1, die mit diesem Verarbeitungsorgan verbunden ist, um das elektrische Signal mit abgestrahlten Wellen zu koppeln; wobei diese Vorrichtung durch den Umstand gekennzeichnet ist, dass die andere zuvor festgelegte Frequenz eine Halbwellen-Resonanzfrequenz ist, welche durch die Frequenz einer Halbwellenresonanz gebildet wird, die sich in dieser Antenne mit einer Resonanzstrecke aufbaut, die zwischen den beiden Seitenrändern verläuft (14, 16).

3. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch den Umstand, dass der Patch (6) einen Kopplungseingangsspalt umfasst, der in die Außenseite dieses Patches durch den ersten Seitenrand (14) dieses Patches mündet

und von diesem ersten Seitenrand aus im Wesentlichen in der Querrichtung bis zu einem Ende dieses Spalts verläuft, wobei der Hauptleiter (C1) der Antennenkopplungsvorrichtung die Form eines Kopplungsstreifens aufweist, der auf der oberen Fläche des Substrats in dem Kopplungseingangsspalt von dem ersten Seitenrand des Patches aus verläuft, wobei dieser Streifen mit dem Patch an dem genannten Ende dieses Spalts verbunden ist, wobei dieses Ende einen inneren Anschlusspunkt (18) bildet, wobei die Entfernungen dieses Punkts zum ersten Seitenrand (14) und zu dem hinteren Rand (10) eine Anschlusstiefe (L3) bzw. ein Anschlussmaß (L4) bildet, wobei der Masseleiter der Antennenkopplungsvorrichtung von der Antennenmasse gebildet wird.

4. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 3, wobei das Verhältnis (L1/L2) der Länge des Patches zur Breite des Patches ungefähr zwischen 2,5 und 0,625 liegt.

5. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 4, wobei die Anschlusstiefe (L3) ungefähr zwischen 8 % und 25 % der Breite (L2) des Patches (6) liegt.

6. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 4, wobei das Anschlussmaß (L4) ungefähr zwischen 25 % und 75 % der Länge (L1) des Patches (6) liegt.

7. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 4, wobei der Kurzschluss (C2) auf einem Abschnitt des hinteren Randes (10) des Patches verläuft, wobei dieser Abschnitt eine Länge zwischen 10 % und 90 % der Breite (L2) des Patches aufweist.

8. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach Anspruch 3, wobei die Vorrichtung außerdem eine Anschlussleitung (C3, 4) umfasst, die außerhalb der Antenne verläuft, um die Antennenkopplungsvorrichtung mit dem Signalverarbeitungsorgan zu verbinden, wobei mindestens ein Teilstück einer Länge dieser Anschlussleitung umfasst:

- einen Hauptleiter, der die Form eines Anschlussstreifens (C3) aufweist, der auf der oberen Fläche des Substrats (2) in Fortsetzung des Kopplungsstreifens (C1) verläuft; und
- einen Masseleiter (4), der auf der unteren Fläche des Substrats in Fortsetzung der Antennenmasse verläuft.

9. Vorrichtung für die Radiokommunikation nach einem beliebigen der Ansprüche 2 bis 8, wobei die Antenne dafür geeignet ist, in einem hohen Frequenzband in der Umgebung der Halbwellen-Resonanzfrequenz und in einem tiefen Frequenzband in der Umgebung der Viertelwellen-Resonanzfrequenz betrieben zu werden, wobei das Signalverarbeitungsorgan (22) abstimmbar ist auf vier zuvor festgelegte,

gegenseitig unterschiedliche Frequenzen, welche bilden:

- eine hohe Sendefrequenz, die in dem hohen Frequenzband liegt,
- eine hohe Empfangsfrequenz, die in diesem hohen Frequenzband liegt;
- eine tiefe Sendefrequenz, die in dem tiefen Frequenzband liegt; und
- eine tiefe Empfangsfrequenz, die in diesem tiefen Frequenzband liegt;

wobei dieses Verarbeitungsorgan dafür geeignet ist, ein Signal zu senden oder ein Signal zu empfangen, wenn es auf eine solche Sendefrequenz bzw. auf eine solche Empfangsfrequenz abgestimmt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG.1

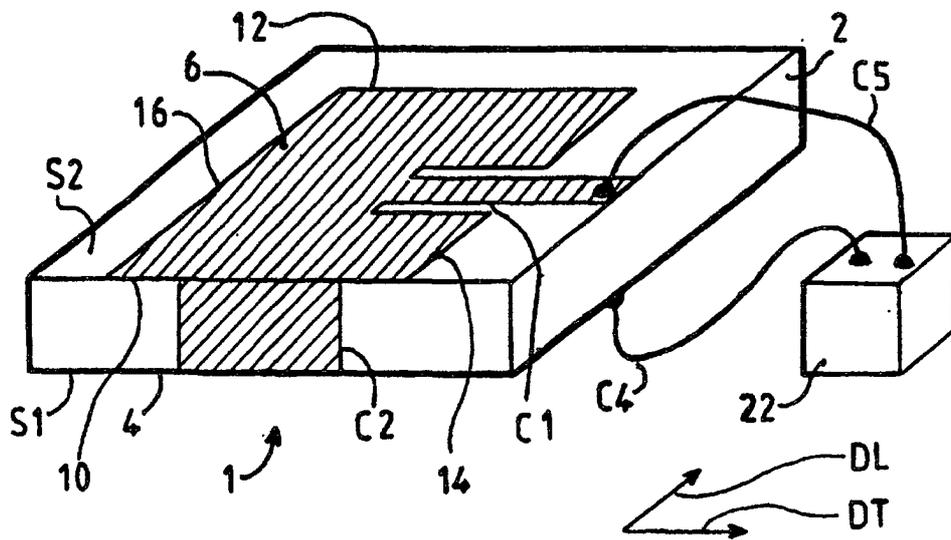


FIG.2

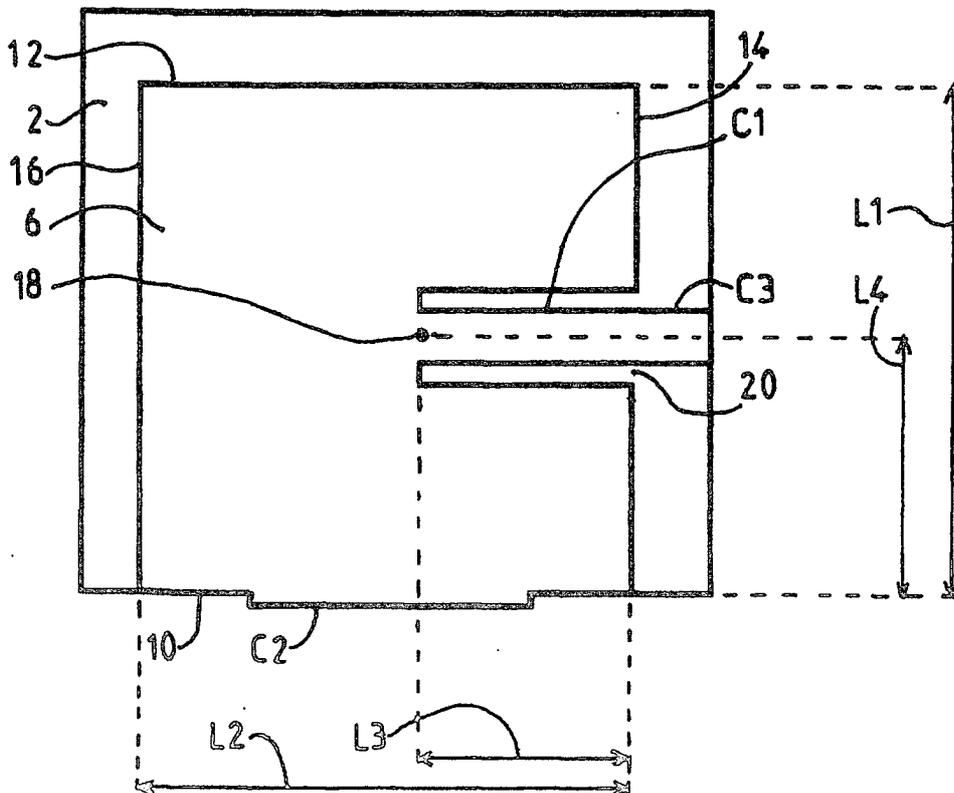


FIG.3

