

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 795 926 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.7: **H01Q 13/10**, H01Q 1/22,
H04B 7/08, H01Q 9/04

(21) Anmeldenummer: **97102472.4**

(22) Anmeldetag: **15.02.1997**

(54) **Flache dreidimensionale Antenne**

Flat, three-dimensional antenna

Antenne plane tridimensionnelle

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **13.03.1996 CH 66796**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.09.1997 Patentblatt 1997/38

(73) Patentinhaber: **Ascom Systec AG**
5506 Mägenwil (CH)

(72) Erfinder:
• **Liebendörfer, Matthias**
4056 Basel (CH)
• **Dersch, Ulrich, Dr.**
5512 Wohlenschwil (CH)

(74) Vertreter:
Roshardt, Werner Alfred, Dipl.-Phys. et al
Keller & Partner
Patentanwälte AG
Schmiedenplatz 5
Postfach
3000 Bern 7 (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 226 390 **EP-A- 0 637 094**
FR-A- 2 552 937 **GB-A- 2 147 744**
US-A- 5 309 164

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no.**
295 (E-360), 21. November 1985 & JP 60 134605
A (MITSUBISHI DENKI KK), 17. Juli 1985

EP 0 795 926 B1

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).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Bei der drahtlosen Kommunikation in lokalen Netzwerken (LAN) treten zu den üblichen Erfordernissen (wie angepasste Eingangsimpedanz, gute Abstrahlcharakteristik, Effizienz) neue Vorgaben hinzu. So ist es z. B. erwünscht, dass die Antenne bzw. ein Diversity-Antennensystem auf einer PCMCIA-Karte Platz hat. Bei kommunikationsfähigen Laptop-Computern sind nämlich horizontale Einsteckschlitze für solche Karten vorgesehen. Ein auf einer PCMCIA-Karte integriertes Antennensystem sollte deshalb in der horizontalen Ebene in alle Richtungen etwa gleich gut abstrahlen. Damit eine Antenne auf einer Karte dieser Art integriert werden kann, darf sie diestandardmässig zugelassene Höhe nicht überschreiten. Es ist deshalb in vielen Frequenzbereichen nicht möglich, eine einfache Monopol-Antenne für die geschilderte Kommunikation einzusetzen.

[0002] Es ist bekannt, eine flache dreidimensionale Antenne so zu realisieren, dass in einer ersten Ebene eine Grundplatte und in einer zweiten Ebene ein angesteuertes Element angeordnet sind.

[0003] In der US 5,309,164 wird ein Antennen-Array mit Patch-Antennen beschrieben. Alle Antennen-Elemente sind in einer gemeinsamen vertikalen Ebene angeordnet. Die Patch-Antennen sind geschlitzt. Die Antennen-Anordnung verfügt über zwei geringfügig beabstandete Grundplatten und eine Resonanzstruktur in derselben Ebene wie die Patch-Antennen, welche die Aufgabe haben, die Winkelselektivität zu verbessern.

[0004] In der EP 0 226 390 A 2 ist u.a. eine SMA-Struktur mit drei beabstandeten Ebenen beschrieben. Das angesteuerte Element ist über einer Grundplatte mit zwei seitlich hochgezogenen Teilen angeordnet. Über dem angesteuerten Element ist ein passives Element zur Vergrößerung der Bandbreite vorgesehen.

[0005] Die FR 2 552 937 zeigt eine Mikrostreifenantenne mit zwei Struktur-Ebenen, welche durch Leiterbahnschichten und Metallisierungen geformt ist.

Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine flache, kompakte dreidimensionale Antenne anzugeben, welche sich für die drahtlose Übertragung von digitalen Daten in lokalen Netzwerken eignet. Die Antenne soll eine möglichst omnidirektionale Abstrahlcharakteristik und eine geringe Abhängigkeit der Anpassung von benachbarten externen Gegenständen haben.

[0007] Die erfindungsgemässe Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Demzufolge ist die Antenne in drei Ebenen aufgebaut. In einer ersten Ebene befindet sich eine Grundplatte, in einer zweiten ist ein U-förmig gebogener Schlitzteiler und in einer dritten eine Resonanzstruktur angeordnet. Der Schlitzteiler ist

in der zweiten Ebene U-förmig abgewinkelt, so dass ein Mittelteil und zwei seitliche Schenkel gebildet werden. Die Schenkel des Schlitzteilers sind mit der Grundplatte kurzgeschlossen, so dass ein erster Antennenschlitz zwischen Grundplatte und Schlitzteiler gebildet wird. Die Resonanzstruktur ist durch Flankenelemente mit den Schenkeln des Schlitzteilers kurzgeschlossen, so dass ein zweiter Antennenschlitz zwischen Schlitzteiler und Resonanzstruktur gebildet wird.

[0008] Diese Antenne ist äusserst kompakt und strahlt vorwiegend in die durch die Grundplatte definierten Raumrichtungen (d. h. "horizontal"). Durch die Resonanzstruktur erhält die Antenne eine äusserst grosse Bandbreite (z.B. 20% bis 30%). Dadurch kann der Einfluss von benachbarten Umgebungsgegenständen klein gehalten werden. Die Existenz einer leitenden Grundplatte unterstützt diesen Vorteil zusätzlich.

[0009] Vorzugsweise ist die Antenne durch einen Streifenleiter gespeist, welcher in der zweiten Ebene zwischen die beiden Schenkel geführt ist und den Schlitzteiler am Mittelteil kontaktiert. Die Anpassung der Eingangsimpedanz der Antenne kann durch Variieren der Breite und der Länge des Streifenleiters erfolgen. Der Streifenleiter kann z. B. den Bereich zwischen den Schenkeln vollständig ausfüllen. Die Länge des Streifenleiters ist vorzugsweise kleiner als die Länge der Schenkel, so dass durch die Speisung nicht mehr Platz beansprucht wird, als von der Antenne ohnehin gebraucht wird. Es ist aber auch möglich, den Streifenleiter länger zu machen (d. h. quasi in der zweiten Ebene aus der Antenne herauszuführen und z. B. die Breite zu reduzieren). Die Speisung der Antenne kann je nach Ausführungsform über einen Mikrostreifenleiter oder eine (durch die Grundplatte hindurchgeführte) Koaxialleitung vorgenommen werden.

[0010] Der Mittelteil des Schlitzteilers hat z. B. die Länge $\lambda/4$ (λ = Wellenlänge bei der Resonanzfrequenz). Die beiden Schenkel sind dann je $\lambda/8$ lang. An den Enden der Schenkel ist der Schlitzteiler mit der Grundplatte verbunden. Die Länge des Mittelteils kann auch etwas länger oder kürzer sein. Entsprechend wird die Antenne mehr oder weniger länglich.

[0011] Die Resonanzstruktur ist durch (elektrisch leitende) Flankenelemente auf den Schenkeln des Schlitzteilers abgestützt. Wenn die Antenne in einem dielektrischen Medium eingebettet ist, dann wird die mechanische Abstützfunktion im Prinzip durch das dielektrische Medium wahrgenommen. Die Flankenelemente können dann geeignet angebrachte Metallisierungen sein zum Verbinden der Resonanzstruktur mit dem Schlitzteiler. Für den Fall, dass die Antenne oder zumindest die Resonanzstruktur in Luft sein soll, kann die ganze Antenne im Prinzip durch Biegen einer Platte mit geeignetem Schnittmuster erfolgen. Die Resonanzstruktur kann z. B. in der Mitte einen Spalt aufweisen, so dass sie durch zwei plattenförmige spiegelsymmetrische Elemente gebildet wird. Der Spalt hat elektrisch betrachtet keine Bedeutung, da in der Mitte der Resonanzstruktur ohnehin

ein Stromknoten vorhanden ist.

[0012] Vorzugsweise ist ein zwischen Grundplatte und Schlitzteiler gebildeter erster Antennenschlitz grösser als ein zwischen Schlitzteiler und Resonanzelement gebildeter zweiter Antennenschlitz. Die Länge des zweiten Antennenschlitzes kann variiert werden, wobei die Bandbreite der Antenne entsprechend ändert. Im Extremfall ist es möglich, eine Antenne mit zwei getrennten Resonanzen zu konstruieren (Dual Frequency Mode). Umgekehrt können die Resonanzen auch sehr nahe zueinander gebracht werden, was zu einer schmalen Bandbreite führt.

[0013] Die erfindungsgemässe Antenne kann in unterschiedlicher Weise aufgebaut sein. Denkbar ist z. B., dass die Antenne aus einem gestanzten oder geätzten Blech geformt wird und auf eine Grundplatte (z. B. eine metallisierte Leiterplatte) aufgelötet wird. Zwischen der ersten und zweiten Ebene der Antenne kann ein Dielektrikum vorhanden sein. So kann z. B. der Schlitzteiler als Leiterbahnstruktur auf die obere Seite einer geeignet dicken Leiterplatte aufgedruckt sein, wobei die Grundplatte durch eine Metallisierung auf der Rückseite des Substrats gebildet wird. Die Resonanzstruktur in der dritten Ebene kann dann z. B. wie ein flaches umgekehrtes U-Profil (Platte mit zwei endseitig gegenüberliegenden Flanken) ausgeführt sein (wobei die Flanken auf die Leiterbahnstrukturen gelötet sind).

[0014] Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Antenne auf einem Keramikblock ausgebildet. Die Resonanzstruktur ist dann eine Metallisierung auf einer ersten (oberen) Hauptfläche des Keramikblocks. Der Schlitzteiler in der zweiten Ebene wird z. B. durch eine Metallisierung auf den schmalen Seitenflächen des Keramikblocks dargestellt. Die Grundplatte kann durch eine Metallisierung auf der zweiten (unteren) Hauptfläche des Keramikblocks oder durch eine Metallfläche gebildet sein, auf welche der Keramikblock gelötet wird. Zwischen den beiden Hauptflächen kann ein metallisierter Schlitz im Keramikblock vorgesehen sein, in welchem der Streifenleiter zur Speisung der Antenne angeordnet ist. Eine derart aufgebaute Antenne ist nicht nur äusserst kompakt (wegen der relativen Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 1$), sondern auch sehr robust. Sie kann wie ein sonstiges elektronisches Bauteil (SMD = Surface Mounted Device) gehandhabt und aufgelötet werden. Aufgrund der Kleinheit der Antenne wird auch die Beschädigungsgefahr vermieden (keine aus dem Gehäuse vorstehende Antenne).

[0015] Zur Anpassung der Antenne ist u. U. eine Induktivität vorzusehen. Diese wird vorzugsweise im bzw. vor dem Streifenleiter integriert.

[0016] Die erfindungsgemässe Antenne eignet sich auch gut für den Diversity-Empfang. Dies betrifft sowohl Raum- als auch Winkeldiversity, manchmal auch Pattern diversity genannt.

[0017] Bemerkenswerterweise wird durch unmittelbares Nebeneinanderstellen eine sektorisierende Winkeldiversity erzielt. Das heisst, jede der beiden Anten-

nen ist in einer Richtung besonders empfindlich, in welcher die andere nur eine äusserst geringe Empfindlichkeit hat. Durch Schalten oder Kombinieren der beiden Antennenspeisungen kann die Performance eines Empfängers erhöht werden (Diversity gain). Es wird z. B. von der einen Antenne auf die andere umgeschaltet, wenn das Signal der erstgenannten zu schwach wird. Werden die Antennensignale zusätzlich gegeneinander phasenverschoben, dann kann das Empfindlichkeitspattern im Raum gedreht werden.

[0018] Zur Erreichung von Raumdiversity können mehrere Antennen in einem gewissen Abstand (z. B. $\lambda/3$ bis $\lambda/2$) nebeneinander gesetzt werden. Mit dem nachfolgend beschriebenen Antennenelement kann z. B. ein 3-fach-Raumdiversity-Antennensystem aufgebaut werden, das in einem Volumen von $54 \times 28 \times 5.2$ mm³ (welches einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte entspricht) gepackt werden.

[0019] Die erfindungsgemässe Antenne eignet sich vorzüglich für HIPERLAN-Anwendungen und Handfunktelefone (einschliesslich schnurloser Telefone). Die für solche Anwendungen vorgesehenen Frequenzbereiche liegen typischerweise über 1 GHz (z. B. bei 5.2 GHz im European Telecommunication Standard-HIPERLAN).

[0020] Die Antenne eignet sich ausserdem zur Anwendung in einem Antennenarray, da die grosse Bandbreite auch im Umfeld der Nachbarantennen eine Anpassung erlaubt.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Eine schematische perspektivische Darstellung einer erfindungsgemässen Antenne in Luft;

Fig. 2 eine schematische perspektivische Darstellung einer erfindungsgemässen Antenne auf einem Keramikblock;

Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung der Ausführungsform gemäss Fig. 2 von hinten gesehen;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Antennensystems zur Erzielung eines Diversity-Empfangs.

[0023] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0024] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemässe Antenne in Luft. Sie ist in drei Ebenen bzw. Schichten aufgebaut. Die erste Ebene wird durch eine Grundplatte 1 definiert. Es kann sich um eine Wand einer Metallbox oder eine Metallisierung auf einer Leiterplatte handeln.

[0025] In der zweiten Ebene befindet sich der Schlitzteiler. Es handelt sich im Prinzip um einen U-förmigen Metallstreifen mit einem Mittelteil 2 und zwei Schenkeln 3, 4. Die Länge des Mittelteils 2 beträgt vorzugsweise $\lambda/4$, diejenige der Schenkel 3, 4 beträgt $\lambda/8$. Der Schlitzteiler ist an den beiden Enden der Schenkel 3, 4 über zwei Beine 5, 6 mit der Grundplatte 1 kurzgeschlossen.

[0026] In einer dritten Ebene befindet sich eine Resonanzstruktur. Im vorliegenden Beispiel wird diese durch zwei symmetrische Platten 9, 10 gebildet. Diese sind durch vertikale Seitenflächen 12, 13 an den Aussenseiten der abgewinkelten Schenkel 3, 4 des Schlitzteilers abgestützt. Die beiden Platten 9, 10 sind durch einen Spalt 11 getrennt. Elektrisch gesehen hat dieser keine Bedeutung, da er in einem Stromknoten liegt. Wie leicht aus Fig. 1 zu erkennen ist, ermöglicht er dagegen das Formen der Antenne aus einer ebenen, geeignet geschnittenen Blechform.

[0027] Zur Speisung der Antenne ist z. B. ein Streifenleiter 7 vorgesehen, der über ein Bein 8 mit einem Koaxialanschluss unterhalb der Grundplatte 1 verbunden ist. Ist die Grundplatte als Leiterplatte ausgebildet, so kann auch eine weitere Mikrostreifenleitung an die Stelle des Koaxialanschlusses treten. Der Streifenleiter füllt entsprechend der erforderlichen Impedanzanpassung den zwischen den beiden Schenkeln 3, 4 gebildeten Bereich vollständig aus (wobei er nur durch zwei Spalte 14, 15 von den Schenkeln 3, 4 getrennt ist).

[0028] Zur Dimensionierung ist folgendes zu sagen:

Die beiden Platten 9, 10 decken im wesentlichen die vom U-förmig gebogenen Schlitzteiler aufgespannte Fläche ab. Der Abstand zwischen Resonanzstruktur und Schlitzteiler ist vorzugsweise kleiner als der Abstand zwischen dem Schlitzteiler und der Grundplatte 1. In diesem Sinn kann z. B. die zweite Ebene auf einer Höhe von 2.6 mm ($\lambda/20$) und die dritte Ebene in einer Höhe von 4.2 mm ($\lambda/8$) über der Grundplatte angeordnet sein (Mittelfrequenz $f_0 = 6.4$ GHz, $\lambda \approx 4.7$ cm).

[0029] Zwischen der Resonanzstruktur und dem Schlitzteiler ist ein Antennenschlitz vorhanden, der in der Länge durch die Seitenflächen 12, 13 begrenzt ist. Die Länge dieses Schlitzes kann variiert werden, um die Bandbreite festzulegen. Sind die Seitenflächen 12, 13 z. B. gleich lang wie die Schenkel 3, 4, dann ist der Antennenschlitz gleich lang wie der Mittelteil 2. Im Prinzip können die vertikalen Seitenflächen 12, 13 sogar um die Ecke herum auf den Mittelteil 2 geführt sein. Umgekehrt können sie auch nur einen kleinen Teil der Schenkel 3,

4 beanspruchen und nahe bei den Enden bzw. Beinen 5, 6 plaziert sein. Entsprechend wäre dann der obere Antennenschlitz etwa gleich gross wie der untere Antennenschlitz zwischen Schlitzteiler und Grundplatte 1.

[0030] Im Prinzip handelt es sich bei der erfindungsgemässen Antenne um zwei aufeinandergestapelte und abgewinkelte $\lambda/2$ -Schlitze mit unterschiedlichen Schlitzlängen.

[0031] Die Impedanzanpassung erfolgt über die Dimensionierung des Streifenleiters 7. Beim oben angefangenen Zahlenbeispiel anknüpfend hat er eine Breite von z. B. 11 mm (0.24λ) und eine Tiefe von z. B. 5.5 mm (0.12λ). Die beiden Schenkel 3, 4 haben je eine Breite von z. B. 0.75 mm (0.015λ). Der Spalt 11 ist z. B. 1 mm ($\lambda/50$) breit. Die gesamte Antenne hat eine Breite von z. B. 0.28λ und eine Tiefe von z. B. 0.14λ .

[0032] Der Streifenleiter 7 kann u. U. auch weniger breit sein und/oder aus dem durch die beiden Schenkel 3, 4 aufgespannten Bereich herauslaufen. Insbesondere ist er zur Speisung via Mikrostreifenleiter geeignet.

[0033] Der in Fig. 1 gezeigte Antennenaufbau kann teilweise oder ganz in ein dielektrisches Medium eingebettet werden (selbstverständlich unter Anpassung der Dimensionierung aufgrund der höheren relativen Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 1$). So können z. B. der Schlitzteiler (Schenkel 3, 4, Mittelteil 2) und der Streifenleiter 7 als Leiterbahnstruktur auf ein dielektrisches Substrat aufgebracht werden (Printplatte). Die Grundplatte 1 kann als Metallisierung auf der Rückseite des Substrats vorgesehen sein, wobei die Beine 5, 6, 8 (in Form von Stiften) durch das Substrat hindurchgeführt sind.

[0034] Die Resonanzstruktur kann in diesem Fall eine durchgehende rechteckige Platte sein, welche wiederum über Seitenflächen 12, 13 mit den Schenkeln 3, 4 elektrisch verbunden und gleichzeitig auf dem Substrat abgestützt sind. Am einfachsten wird ein Blechstück geschnitten, das eine durch die Schenkel 3, 4 aufgespannte Fläche abzudecken vermag und mit seitlichen Laschen zur Bildung der Seitenflächen 12, 13 (durch rechtwinkliges Abbiegen) ausgestattet ist. Der Spalt 11 ist bei dieser Ausführungsform weder nötig noch erwünscht (mechanische Stabilität).

[0035] Auch zwischen der zweiten und der dritten Ebene kann ein Dielektrikum vorgesehen sein. Dies kann z. B. durch selektives Auflaminieren eines dielektrischen Materials in der gewünschten Schichtdicke erreicht werden. Die Seitenflächen 12, 13 können an entsprechenden Begrenzungsflächen der auflaminierten Schicht aufgebracht sein. Die plattenförmige Resonanzstruktur kann auf die Oberfläche der auflaminierten Schicht aufgedruckt werden.

[0036] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform soll anhand der Fig. 2 und 3 erläutert werden. In Fig. 2 ist schematisch ein Keramikblock 16 dargestellt. Er weist eine obere und eine untere Hauptfläche 17 bzw. 18 auf. Auf der oberen Hauptfläche 17 ist ganzflächig eine Metallisierung als Resonanzstruktur vorgesehen.

Die untere Hauptfläche 18 kann ebenfalls metallisiert sein (um so z. B. die Grundplatte 1 zu bilden oder den Keramikblock einfach auf eine Grundplatte oder eine Metallbox löten zu können).

[0037] Der Keramikblock 16 verfügt über zwei kurze und zwei lange Seitenflächen 19, 20 bzw. 21, 22. Der Schlitzteiler wird dadurch gebildet, dass auf den Seitenflächen 19, 21, 20 eine durchgehende streifenartige Metallisierung zur Bildung einer U-förmig umlaufenden Leiterbahn vorgesehen ist. Die genannte Leiterbahn wird durch einen streifenförmigen Bereich 25, 26 etwa in der Mitte zwischen den beiden Hauptflächen 17, 18 gebildet. Am hinteren Ende (gemäss der in Fig. 2 gewählten Darstellung) der Seitenfläche 19 ist eine Metallisierung 24 nach unten zur Hauptfläche 18 geführt. Die elektrische Verbindung zwischen der Resonanzstruktur und dem Schlitzteiler wird ebenfalls durch eine auf der Seitenfläche 19 angebrachte Metallisierung 27 hergestellt. Die Seitenfläche 20 ist spiegelsymmetrisch zur Seitenfläche 19 selektiv metallisiert. Es leuchtet ein, dass die Metallisierung 24 dem Bein 6, die Metallisierung 25 dem Schenkel 4, die Metallisierung 26 dem Mittelteil 2 und die ganzflächige Metallisierung der Hauptfläche 17 den beiden Platten 9, 10 in Fig. 1 entspricht.

[0038] Was bis jetzt noch fehlt, ist eine dem Streifenleiter 7 entsprechende Metallisierung. Zu diesem Zweck ist nun aber ein flacher, durchgehender Schlitz 23 vorgesehen. Dieser erstreckt sich von der Seitenfläche 21 zur Seitenfläche 22 und ist z. B. vollständig metallisiert. Zur Speisung ist dann nur noch eine vom Schlitz 23 auf der Seitenfläche 22 nach unten geführte Metallisierung 32 (siehe Fig. 3) vorzusehen. Der genannte Schlitz kann schon in der Form vor dem Härten angebracht werden oder durch Bohren hergestellt sein. Denkbar ist aber auch, dass zwei dünne Keramikblöcke zu einem dicken verbunden werden, wobei der Streifenleiter und eventuell auch der Schlitzteiler in einer flachen Ausführung zwischen ihnen ausgebildet ist.

[0039] Um den Eingangswiderstand auf $50\ \Omega$ zu bringen, kann es erforderlich sein, eine Induktivität (von z. B. 1 - 2 nH) vorzusehen. Eine solche lässt sich elegant integrieren. Eine mögliche Variante soll anhand der Fig. 3 erläutert werden. Diese Figur zeigt in überzeichneter perspektivischer Darstellung den Keramikblock 16 von hinten. Der Schlitz 23 hat einen rechteckigen Querschnitt und somit vier Innenflächen 28, 29, 30, 31, welche alle metallisiert sind. Zur Speisung ist nun auf der Seitenfläche 22 die (bereits erwähnte) selektive Metallisierung 32 vorgesehen. Sie kontaktiert den Innenbereich des Schlitzes 23. Die Induktivität wird nun dadurch erzeugt, dass der Strom zunächst entlang des Schlitzrandes 34, 35, 36 in einer Schleife geführt wird, bevor er in Durchgangsrichtung des Schlitzes 23 fliessen kann. Um dies zu erreichen, ist ein nicht leitender linienförmiger Bereich 33 vorgesehen, welcher das hintere Ende der Schlitzmetallisierung abtrennt. In Fig. 3 ist eine Variante dargestellt, bei welcher der nicht leitende Bereich 33 etwa die halbe Breite der Innenfläche 28, die

ganze Breite der Innenfläche 29 und etwa die halbe Breite der Innenfläche 30 von der Metallisierung im Schlitz abtrennt. Der Strom muss also um den halben Schlitzumfang fliessen, was eine entsprechende Induktivität erzeugt. Die Grösse der Induktivität kann einfach dadurch variiert werden, dass die Länge des nicht leitenden Bereichs 33 geeignet gewählt wird.

[0040] Im Prinzip kann die Induktivität auch durch eine entsprechende Schleifenführung des Stroms auf der Seitenfläche 22 erzwungen werden. Das heisst, der Strom muss zuerst um ein bestimmtes Mass um den Schlitz herum fliessen, bevor er in ihn hineingeführt wird.

[0041] Im Dielektrikum wird die Antenne bei gleicher Frequenz kleiner. Um die gleichzeitig kleiner werdende Bandbreite innerhalb der physikalischen Limiten zu optimieren, ist z. B. die Länge des oberen Schlitzes (zwischen zweiter und dritter Ebene) zu vergrössern. Für die bevorzugten Anwendungen ist aber auch im Dielektrikum genügend Reserve in der Bandbreite vorhanden. Zu beachten ist weiter, dass die durch das Dielektrikum bedingten Verluste nicht allzu gross sein sollen. In Luft hat die erfindungsgemässe Antenne nämlich eine sehr hohe Effizienz von über 90%. Es sind auch Keramikmaterialien mit sehr günstigen $\tan\delta$ -Werten bekannt.

[0042] Ganz allgemein zeichnet sich die Antenne durch eine grosse Bandbreite (in Luft z. B. 20% bis 30%) und durch eine Abstrahlung mit geringer bzw. vernachlässigbar kleiner Leistung senkrecht zur Grundplatte 1 aus. In Richtung der Grundplatte ist eine gute omnidirektionale Charakteristik gegeben.

[0043] Eine wichtige Anwendung der erfindungsgemässen Antenne liegt im Bereich von drahtlosen LANs (z. B. HIPERLAN). Für diese Anwendung kann die Antenne auf eine PCMCIA-Karte montiert werden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, zwei oder mehr Antennen der beschriebenen Art zu positionieren. Es kann auf diese Weise ein Diversity-Empfang verwirklicht werden.

[0044] Zur Erreichung von Raumdiversity werden mehrere Antennenelemente in einem gewissen Abstand ($\lambda/3$ bis $\lambda/2$) nebeneinander plaziert. (Ein Raumdiversity-Effekt stellt sich selbst dann ein, wenn sich die Antennen berühren.) Eine beispielhafte Anordnung von drei Antennen im Abstand 0.4λ zeigt, dass sich die Antennen relativ wenig gegenseitig beeinflussen, d. h. dass jede Antenne ihr omnidirektionales Verhalten weitgehend beibehält. Die von den verschiedenen Antennen empfangenen Signale sind verhältnismässig unabhängig voneinander. In der erwähnten beispielhaften Anordnung konnte das Antennensystem in ein Volumen von $54 \times 28 \times 5.2\text{ mm}^3$ (welches einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte entspricht) gepackt werden.

[0045] Fig. 4 zeigt beispielhaft eine U-förmige Anordnung von drei Antennenelementen 37, 38, 39 auf einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte 40. Die benachbarten Antennenelemente 37 und 38 bzw. 38 und 39 sind jeweils im rechten Winkel zueinander plaziert. Aus Platzgründen werden die Antennenelemente 37, 38, 39

(welche jeweils z. B. wie in Fig. 1 gezeigt ausgebildet sind) möglichst nahe am entsprechenden Rand der PCMCIA-Karte 40 angeordnet.

[0046] Zur Erzielung von Winkeldiversity können zwei Antennen mit den Schmalseiten (d. h. den abgewinkelten Schenkeln) unmittelbar nebeneinander aufgebaut werden.

[0047] In dieser Anordnung weisen die beiden Antennen eine Winkelselektivität auf, die sie als Einzelantenne nicht (resp. nicht in ausgeprägter Form) haben. Je nachdem, aus welcher Richtung ein starkes Signal einfällt, kann der Empfänger auf die geeignete Antenne geschaltet werden. Die Antennensignale können auch vorteilhaft kombiniert werden. Durch Phasendrehung des Signals der einen Antenne gegenüber demjenigen der anderen Antenne kann die Winkelselektivität je nach Bedarf auch gedreht werden.

[0048] Die Antenne eignet sich auch als Element für sogenannte Antennenarrays. Es werden in diesem Fall mehrere Einzelantennen isoliert oder im Verbund zweckmässig angeordnet, um durch Kombination ihrer Signale eine gewünschte Abstrahl-/Empfangscharakteristik zu erreichen.

[0049] Geeignet ist die Erfindung aber auch für Handfunktelefone (schnurlose Telefone, GSM-Handies etc.). Insbesondere bei der Keramikblockvariante kann die Antenne als kompakter Bauteil oben auf das Handy gesetzt werden, um die erwünschte Abstrahlungscharakteristik zu zeigen. Denkbar ist sogar, dass die erfindungsgemässe Antenne für den Empfang von zwei benachbarten Frequenzen ausgelegt werden kann (Dual Frequency Mode).

[0050] Die beschriebene Antenne hat eine grosse Zahl von Vorteilen. Zusammenfassend sollen folgende erwähnt werden: Grosse Bandbreite, Variierbarkeit der Bandbreite, gute Möglichkeiten zur impedanzmässigen Anpassung, kleiner Platzbedarf, omnidirektionales Abstrahlungspattern in einer Ebene und keine Abstrahlung senkrecht zur Ebene, Kompatibilität mit einer PCMCIA-Karte (insbesondere auch als System aus mehreren Antennenelementen) und Eignung für den Diversity-Empfang.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Grundplatte
2	Mittelteil
3, 4	Schenkel
5, 6	Bein
7	Streifenleiter
8	Bein
9, 10	Platte

(fortgesetzt)

11	Spalt
12, 13	Seitenfläche
14, 15	Spalt
16	Keramikblock
17, 18	Hauptfläche
19, 20, 21, 22	Seitenfläche
23	Schlitz
24, 25, 26, 27	Metallisierung
28, 29, 30, 31	Innenfläche
32	Metallisierung
33	nicht leitender Bereich
34, 35, 36	Schlitzrand
37, 38, 39	Antennenelement
40	PCMCIA-Karte

Patentansprüche

1. Fläche dreidimensionale Antenne, bei welcher in einer ersten Ebene eine Grundplatte (1), in einer zweiten Ebene ein mit der Grundplatte (1) kurzgeschlossener Schlitzteiler und in einer dritten Ebene über dem Schlitzteiler eine Resonanzstruktur (9, 10) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitzteiler U-förmig gebogen ist und somit einen Mittelteil (2) und zwei Schenkel (3, 4) bildet, wobei die Schenkel (3, 4) des Schlitzteilers mit der Grundplatte (1) kurzgeschlossen sind und so einen ersten Antennenschlitz zwischen der Grundplatte (1) und dem Schlitzteiler begrenzen und dass die Resonanzstruktur (9, 10) durch Flankenelemente (12, 13) mit den Schenkeln (3, 4) des Schlitzteilers kurzgeschlossen ist, welche so einen zweiten Antennenschlitz zwischen dem Schlitzteiler und der Resonanzstruktur (9, 10) begrenzen.

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitzteiler durch einen Streifenleiter (7) gespeist ist, welcher in der zweiten Ebene zwischen die beiden Schenkel (3, 4) geführt ist, um den Mittelteil (2) zu kontaktieren.

3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonanzstruktur (9, 10) in der Mitte durchtrennt (11) ist.

4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand zwischen Grundplatte (1) und Schlitzteiler (2, 3, 4) grösser ist als ein Abstand zwischen Schlitzteiler (2,

3, 4) und Resonanzstruktur (9, 10), somit ist der erste Antennenschlitz grösser als der zweite Antennenschlitz.

5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen erster und zweiter Ebene ein dielektrisches Substrat vorhanden ist. 5
6. Antenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitzteiler als Leiterbahnschicht auf dem Substrat aufgebracht ist, dass die Grundplatte (1) durch eine Metallisierung auf einer Rückseite des Substrats gebildet ist und dass die Resonanzstruktur auf der Leiterbahnschicht aufgebaut ist. 10
7. Antenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie auf einem Keramikblock (16) ausgebildet ist, wobei der Schlitzteiler durch Leiterbahnen (24, 25, 26) auf Seitenflächen (19, 20, 21) gebildet ist, dass die Resonanzstruktur auf einer oberen Fläche (17) des Keramikblocks ausgebildet ist und dass ein Schlitz (23) für die Speisung in der zweiten Ebene vorgesehen ist. 15
8. Antenne nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Speisung eine Induktivität integriert ist. 20
9. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie durch Variation einer Breite und einer Länge des Streifenleiters (7) impedanzmässig angepasst werden kann. 25
10. Antenne nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bandbreite der Antenne durch Variation des zweiten Antennenschlitzes veränderbar ist. 30
11. Antennenarray mit mehreren Antennen nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 35
12. PCMCIA-Karte mit vorzugsweise mindestens zwei Antennen nach einem der Ansprüche 1 bis 10 für die digitale Kommunikation unter Anwendung eines Raum- und/oder Winkeldiversity-Empfangs. 40
13. Handfunktelefon mit mindestens einer Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 45

Claims

1. Flat, three-dimensional antenna, in which a base plate (1) is disposed in a first plane, a slot divider which is short-circuited to the base plate (1) is disposed in a second plane and a resonant structure (9, 10) is disposed above the slot divider in a third 55

plane, **characterised in that** the slot divider is bent in the shape of a U and therefore forms a centre part (2) and two limbs (3, 4), wherein the limbs (3, 4) of the slot divider are short-circuited to the base plate (1) and therefore define a first antenna slot between the base plate (1) and the slot divider, and that the resonant structure (9, 10) is short-circuited by flank elements (12, 13) to the limbs (3, 4) of the slot divider, which thus define a second antenna slot between the slot divider and the resonant structure (9, 10).

2. Antenna according to Claim 1, **characterised in that** the slot divider is fed by a stripline (7), which is routed in the second plane between the two limbs (3, 4), in order to contact the centre part (2).
3. Antenna according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the resonant structure (9, 10) is divided (11) in the centre.
4. Antenna according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** a spacing between the base plate (1) and the slot divider (2, 3, 4) is greater than a spacing between the slot divider (2, 3, 4) and the resonant structure (9, 10), so that the first antenna slot is larger than the second antenna slot.
5. Antenna according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** a dielectric substrate is provided between the first and the second plane.
6. Antenna according to Claim 5, **characterised in that** the slot divider (2, 3, 4) is applied as a conductor track layer to the substrate, that the base plate (1) is formed by metallization on the back of the substrate, and that the resonant structure is built up on the conductor track layer.
7. Antenna according to Claim 5, **characterised in that** it is constructed on a ceramic block (16), wherein the slot divider is formed by conductor tracks (24, 25, 26) on side faces (19, 20, 21), that the resonant structure is constructed on an upper face (17) of the ceramic block, and that a slot (23) for the feed is provided in the second plane.
8. Antenna according to Claim 7, **characterised in that** an inductor is integrated into the feed.
9. Antenna according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** it can be adapted in terms of impedance by varying a width and a length of the stripline (7).
10. Antenna according to any one of Claims 4 to 9, **characterised in that** a bandwidth of the antenna can be varied by varying the second antenna slot.

11. Antenna array with a plurality of antennae according to any one of Claims 1 to 10.

12. PCMCIA card with preferably at least two antennae according to any one of Claims 1 to 10 for digital communication using space and/or angle diversity reception.

13. Handheld cordless telephone with at least one antenna according to any one of Claims 1 to 10.

Revendications

1. Antenne plane tridimensionnelle, pour laquelle, dans un premier plan, il est disposé une plaque de base (1), dans un deuxième plan un séparateur à fente court-circuité avec la plaque de base (1) et, dans un troisième plan, il est disposé une structure de résonance (9, 10) au-dessus du séparateur à fente, **caractérisée en ce que** le séparateur à fente est cintré en forme de U et forme ainsi une partie médiane (2) et deux branches (3, 4), de telle sorte que les branches (3, 4) du séparateur à fente sont court-circuitées avec la plaque de base (1) et délimitent ainsi une première fente d'antenne entre la plaque de base (1) et le séparateur à fente, et **en ce que** la structure de résonance (9, 10) est court-circuitée par des éléments de flancs (12, 13) avec les branches (3, 4) du séparateur à fente qui délimitent ainsi une seconde fente d'antenne entre le séparateur à fente et la structure de résonance (9, 10).
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le séparateur à fente est alimenté par un conducteur à ruban (7) qui est guidé dans le second plan entre les deux branches (3, 4) pour entrer en contact avec la partie médiane (2).
3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la structure de résonance (9, 10) est sectionnée au centre (11).
4. Antenne selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'un** espacement entre la plaque de base (1) et le séparateur à fente (2, 3, 4) est supérieur à un espacement entre le séparateur à fente (2, 3, 4) et la structure de résonance (9, 10), et par conséquent la première fente d'antenne est supérieure à la seconde fente d'antenne.
5. Antenne selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'un** substrat diélectrique est disposé entre le premier et le second plan.
6. Antenne selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le séparateur à fente est appliqué en tant

que couche de piste conductrice sur le substrat, **en ce que** la plaque de base (1) est formée par une métallisation sur le côté arrière du substrat et **en ce que** la structure de résonance est disposée sur la couche de piste conductrice.

7. Antenne selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'elle** est formée sur un bloc de céramique (16), moyennant quoi le séparateur à fente est formé par des pistes conductrices (24, 25, 26) sur des faces latérales (19, 20, 21), **en ce que** la structure de résonance est formée sur une face supérieure (17) du bloc de céramique (16) et **en ce qu'il** est prévu une fente (23) pour l'alimentation dans le second plan.
8. Antenne selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'une** inductance est intégrée dans l'alimentation.
9. Antenne selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que**, par variation d'une largeur et d'une longueur du conducteur à ruban (7), elle peut être adaptée en impédance.
10. Antenne selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce qu'une** largeur de bande de l'antenne est modifiable par variation de la seconde fente d'antenne.
11. Réseau d'antennes avec plusieurs antennes selon l'une des revendications 1 à 10.
12. Carte PCMCIA avec, de préférence, au moins deux antennes selon l'une des revendications 1 à 10 pour la communication numérique en utilisant une réception à diversité spatiale et/ou angulaire.
13. Téléphone récepteur-émetteur à main avec au moins une antenne selon l'une des revendications 1 à 10.

Fig.1

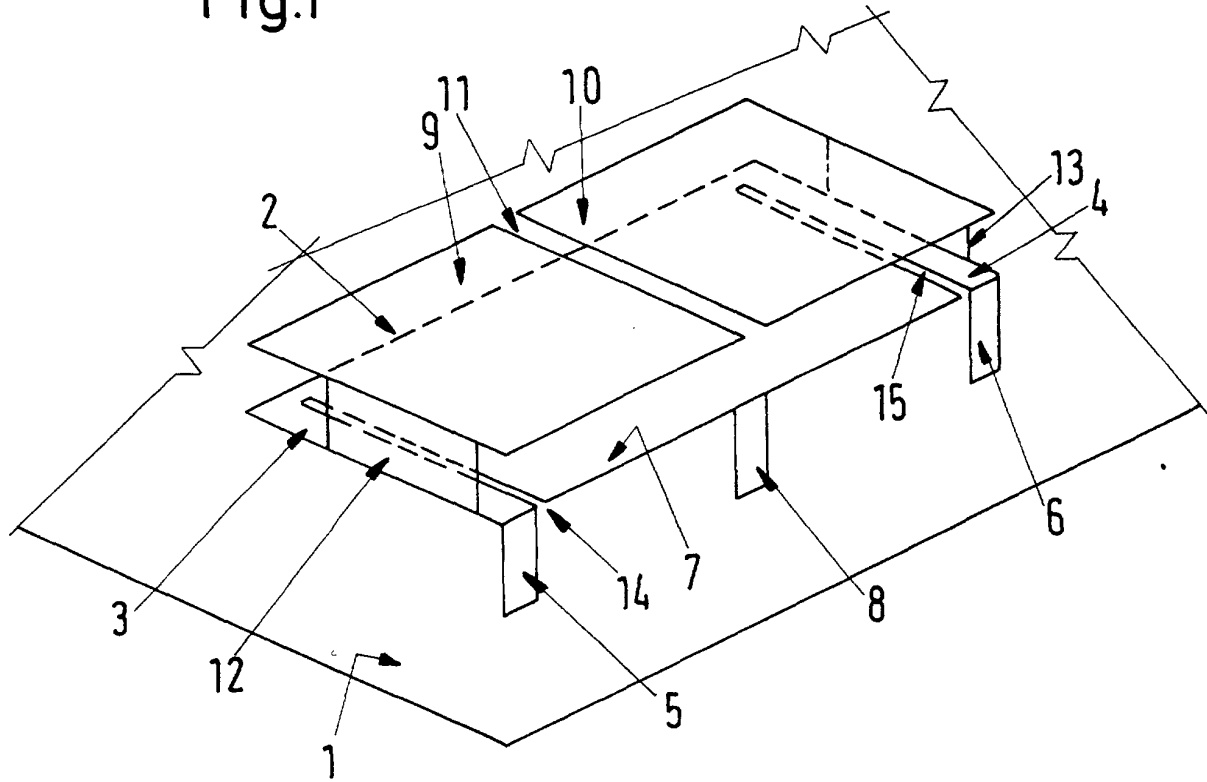


Fig.4

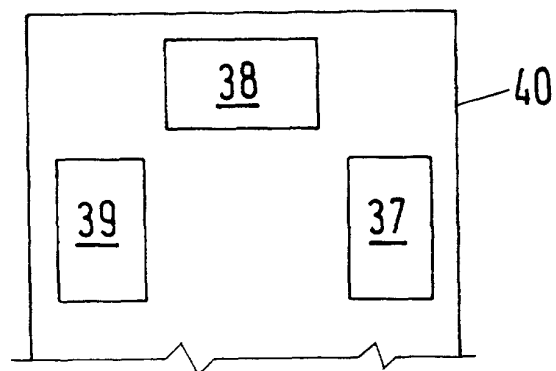


Fig.2

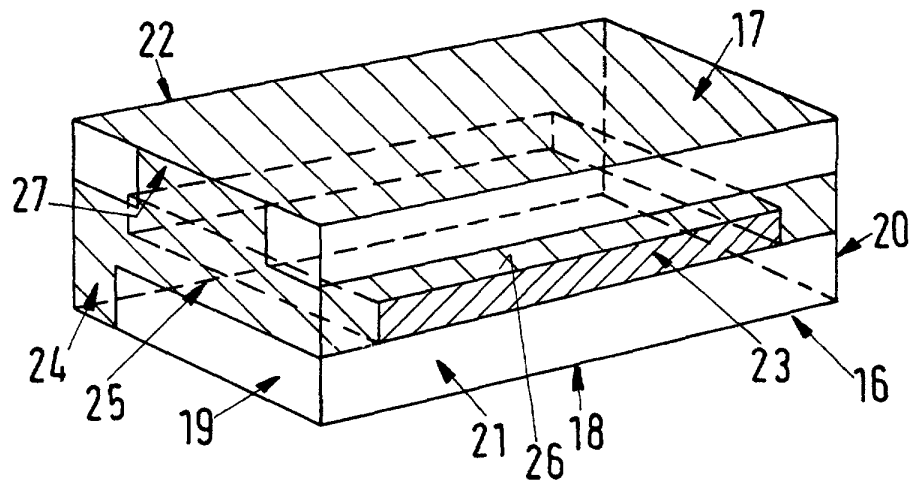


Fig.3

