



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 11 549 T2** 2007.10.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 396 907 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 9/04** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 11 549.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 292 142.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.03.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.10.2007**

(30) Unionspriorität:

0211114 09.09.2002 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Thomson Licensing, Boulogne-Billancourt, FR

(72) Erfinder:

Le Bolzer, Françoise, 35000 Rennes, FR; Nicolas, Corinne, 35520 La Chapelle des Fougeretz, FR; Cormos, Delia, 22410 Lantic, FR; Gillard, Raphael, 35043 Rennes, FR; Laisne, Alexandre, 50300 Avranches, FR

(74) Vertreter:

Roßmanith, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 30457 Hannover

(54) Bezeichnung: **Dielektrische Resonatorantenne**

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 bezieht sich auf Antennen vom kompakten dielektrischen Resonatortyp und insbesondere auf Antennen dieses Typs, die in RF-Schaltungen für die drahtlose Kommunikation, insbesondere für den Massenmarkt, verwendet werden sollen.

[0002] Im Rahmen der Entwicklung von Antennen, die Massenmarktprodukten für drahtlose Hausnetze zugeordnet sind, zeigen Antennen vom dielektrischen Resonatortyp oder DRA (dielektrische Resonatorantenne) hinsichtlich Durchlassbereich und Strahlung interessante Eigenschaften. Wie in US-B1-6323824 erläutert ist, ist dieser Antennentyp darüber hinaus ideal zur Verwendung in Form oberflächenmontierter diskreter Bauelemente oder CMS-Bauelemente geeignet. Genauer besteht eine Antenne vom dielektrischen Resonatortyp im Wesentlichen aus einem Block aus dielektrischem Material mit irgendeiner Form, der durch seine relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r charakterisiert ist. Wie insbesondere in dem Artikel „Dielectric Resonator Antenna – A Review And General Design Relations For Resonant Frequency And Bandwidth“, veröffentlicht in International Journal of Microwave and Millimeter-Wave Computer-Aided Engineering – Bd. 4, Nr. 3, S. 230-247, 1994, erwähnt ist, sind das Durchlassband und die Größe einer Antenne vom dielektrischen Resonatortyp umgekehrt proportional zur Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Materials, das den Resonator bildet. Somit ist die DRA umso breitbandiger, aber umso größer, je niedriger die Dielektrizitätskonstante ist; umgekehrt ist die Größe der DRA umso kleiner, wobei sie in diesem Fall aber ein schmales Durchlassband zeigt, je höher die Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Materials ist, das die DRA bildet. Um Antennen dieses Typs in drahtlosen Hausnetzen verwenden zu können, die dem WLAN-Standard entsprechen, ist es somit notwendig, einen Kompromiss zwischen der Größe des dielektrischen Resonators und dem Durchlassband zu finden, während ein minimales Volumen vorgeschlagen wird, was die Integration in die Ausrüstung ermöglicht.

[0003] Hinsichtlich verschiedener Lösungen, die die Größe dielektrischer Resonatoren zu verringern ermöglichen, besteht eine herkömmlich verwendete Lösung darin, die Symmetrie der Felder in dem Resonator zu nutzen, um Schnittebenen zu definieren, bei denen es möglich ist, elektrische oder magnetische Wandbedingungen anzuwenden. Eine Lösung dieses Typs ist insbesondere in dem Artikel mit dem Titel „Half volume dielectric resonator antenna designs“, veröffentlicht in Electronic Letters vom 06. November 1997, Bd. 33, Nr. 23, S. 1914 bis 1916, beschrieben. Unter Verwendung der Tatsache, dass das elektrische Feld in den mit konstantem x und z definierten Ebenen innerhalb einer dielektrischen Resonatorantenne in der TE_{11}^y -Mode eine gleichförmige Orientierung und eine Symmetrieachse in Bezug auf eine Gerade senkrecht zu dieser Orientierung zeigt, ist es möglich, die Theorie der Bilder anzuwenden und die Größe der DRA zu halbieren, indem ein Schnitt in der Symmetrieebene ausgeführt wird und die abgeschnittene Hälfte der DRA durch eine unendliche elektrische Wand, d. h. durch eine Metallisierung, ersetzt wird. Somit wird von einer in [Fig. 1](#) dargestellten rechtwinkligen Form der DRA zu den in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellten Formen übergegangen. Genauer zeigen die rechtwinkligen dielektrischen Resonatorantennen aus [Fig. 1](#) Abmessungen a , b und $2 \cdot d$, die für ein Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 12,6$ geschätzt worden sind, das bei einer Frequenz von 5,25 GHz gemäß der TE_{11}^y -Mode arbeitet, und die derart sind, dass $a = 10$ mm, $b = 25,8$ mm und $2 \cdot d = 9,6$ mm ist. Falls wie in [Fig. 2](#) dargestellt in der Ebene $z = 0$ eine erste dielektrische Wand hergestellt ist, zeigt die rechtwinklige DRA in diesem Fall die Abmessungen b und a , die gleich jenen der DRA aus [Fig. 1](#) sind, aber eine Höhe d , die halbiert ist. Darüber hinaus ermöglicht eine durch das Bezugszeichen **1** dargestellte Metallisierung, dass in der Ebene $z = 0$ eine elektrische Wand hergestellt wird. Gemäß der Ausführungsform aus [Fig. 3](#) kann unter Verwendung der Symmetrie der Ebene $z = d$ ein zweiter Schnitt vorgenommen werden, wobei in diesem Fall eine elektrische Wand erhalten wird, die bei $x = 0$ durch die Metallisierung **2** hergestellt ist. Somit zeigt der dielektrische Resonator Abmessungen, die gleich $b/2$, a , d sind. Somit ist die Größe der dielektrischen Resonatorantenne in Bezug auf ihre Grundtopologie um einen Faktor 4 verringert worden.

[0004] Die vorliegende Erfindung ermöglicht, die Abmessungen der dielektrischen Resonatorantenne noch weiter zu verringern, ohne ihre Strahlung zu vermindern.

[0005] Folglich ist ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung eine dielektrische Resonatorantenne, die einen Parallelepipedblock aus dielektrischem Material umfasst, von dem eine erste Fläche, die auf einer Erdoberfläche angebracht werden soll, mit einer ersten Metallschicht bedeckt ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine zweite Fläche, die zu der ersten Fläche senkrecht ist, über eine Breite, die kleiner als die Breite der zweiten Fläche ist, und über eine Höhe, die kleiner oder gleich der Höhe der zweiten Fläche ist, mit einer zweiten Metallschicht in Kontakt mit der ersten Metallschicht bedeckt ist, so dass die Dimensionen der dielektrischen Resonatorantenne bei einer gegebenen Frequenz verringert sind.

[0006] Um gute Ergebnisse zu erhalten, ist die Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, in Bezug auf die

Breite der zweiten Fläche vorzugsweise zentriert. Gemäß einer weiteren Eigenschaft der vorliegenden Erfindung ist die Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, über eine Metallschicht, die eine dritte Fläche, die parallel zu der ersten Fläche ist, bedeckt, verlängert. Vorzugsweise dehnt sich die Metallschicht, die die dritte Fläche bedeckt, über eine Breite aus, die kleiner als die Länge der dritten Fläche ist. Gemäß einer weiteren Eigenschaft ist die Breite der Metallschicht, die die dritte Fläche bedeckt, von der Breite der Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, verschieden.

[0007] Wie im Folgenden beschrieben wird, wird in diesem Fall eine noch kompaktere DRA als die oben beschriebenen DRAs erhalten. Die Wirkung der Verringerung der Größe kann durch die Verlängerung der Feldlinien in der dielektrischen Resonatorantenne erklärt werden. Genauer werden dem elektrischen Feld durch die Teilmetallisierungen neue Randbedingungen auferlegt, die die Feldlinien verformen, während sie sie verlängern.

[0008] Weitere Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen beim Lesen der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen hervor, wobei diese Beschreibung anhand der beigefügten Figuren gegeben wird, in denen:

[0009] [Fig. 1](#), die bereits beschrieben worden ist, eine graphische perspektivische Ansicht einer Zentralantenne vom dielektrischen Resonatortyp ist, die durch einen rechtwinkligen Block gebildet ist;

[0010] [Fig. 2](#), die bereits beschrieben worden ist, in der perspektivisch eine DRA mit rechtwinkliger Form repräsentiert, die mit einer metallisierten Fläche versehen ist, die auf einer weiten Erdebene gezeigt ist;

[0011] [Fig. 3](#), die bereits beschrieben worden ist, eine graphische perspektivische Ansicht einer Antenne vom kompakten dielektrischen Resonatortyp auf einer Erdebene ist;

[0012] [Fig. 4](#) eine graphische perspektivische Ansicht einer Antenne vom dielektrischen Resonatortyp gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0013] [Fig. 5](#) eine Ansicht ähnlich der aus [Fig. 4](#) gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0014] [Fig. 6a, 6b und 6c](#) eine dielektrische Resonatorantenne repräsentieren, die durch eine Mikrostreifenleitung gespeist wird;

[0015] [Fig. 7](#) eine Kurve repräsentiert, die den Reflexionskoeffizienten S_{11} in Abhängigkeit von der Frequenz für verschiedene Topologien einer kompakten DRA gibt.

[0016] In [Fig. 4](#) ist graphisch perspektivisch eine erste Ausführungsform einer Antenne vom kompakten dielektrischen Resonatortyp in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der dielektrische Resonator besteht im Wesentlichen aus einem Block **10** aus dielektrischem Material. Das dielektrische Material, das eine spezifische Dielektrizitätskonstante ϵ_r zeigt, kann ein Material sein, das auf einer Keramik oder auf einem metallisierbaren Kunststoff vom Polyetherimid-Typ (PEI-Typ), der mit einem Dielektrikum oder mit Polypropylen (PP) gefüllt ist, beruht. In der dargestellten Ausführungsform besitzt der Block eine rechtwinklige Form, wobei für den Fachmann auf dem Fachgebiet aber offensichtlich ist, dass der Block irgendeine andere Form, insbesondere eine quadratische Form oder sogar eine zylindrische oder mehrkantige Form, haben könnte. Die untere Oberfläche, die auf ein Substrat mit einer Erdebene gelegt werden soll, ist auf bekannte Weise mit einer Metallschicht **11** bedeckt, um die Größe des Blocks zu verringern. In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ist eine der Flächen, die senkrecht zu der mit der Metallschicht **11** bedeckten Fläche sind, ebenfalls mit einer Teilmetallschicht **12** bedeckt. Die Metallschichten sind z. B. aus Silber, Chrom, Nickel oder mit Kupfer/Nickel- oder Kupfer/Zinn-Mehrschichten hergestellt, wobei es möglich ist, dass die Ablagerung im Fall einer Keramikgrundlage wie etwa Aluminiumoxid entweder durch Siebdruck oder durch eine leitende Tinte ausgeführt wird oder im Fall eines metallisierbaren Kunststoffs durch elektrochemische Ablagerung ausgeführt wird. In diesem Fall wird vorzugsweise eine Mehrschicht verwendet, d. h. eine Schicht aus chemischem Kupfer zum Befestigen an dem Kunststoff, auf die ein elektrolytisches Kupfer folgt, um den Oberflächenzustand, der durch eine Ablagerung von Nickel oder Zinn bedeckt ist, zu verbessern, um irgendeine Korrosionserscheinung zu vermeiden. Die Metallisierung kann ebenfalls durch Vakuumbeschichten von Metallen vom Silber-, Chrom-, Nickeltyp ausgeführt werden. In diesem Fall ist die Dicke der Ablagerungen nahe einem Mikrometer.

[0017] Im Fall des Blocks aus [Fig. 4](#) ist die Metallisierungsschicht **12** über die gesamte Höhe des Blocks abgelagert worden.

[0018] Anhand von [Fig. 5](#) wird nun eine weitere Ausführungsform der folgenden Erfindung beschrieben. In diesem Fall besteht die dielektrische Resonatorantenne aus einem rechtwinkligen Block **20**, der aus dielektrischem Material mit der Dielektrizitätskonstante ϵ_r hergestellt ist. Auf der Seite **20** des Blocks ist ebenso wie für die Antenne aus [Fig. 4](#) eine Metallschicht **21** abgelagert worden. Diese Fläche ist auf dem Substrat mit der Erdebene angebracht. Gleichfalls ist in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung auf der Seite eine Metallschicht **22** mit einer kleineren Breite als der Breite einer der vertikalen Flächen des Blocks **20** abgelagert worden, wobei diese Schicht **22** in Übereinstimmung mit einer weiteren Eigenschaft der vorliegenden Erfindung über eine Metallschicht **23** verlängert ist, die auf der Fläche **20** des Blocks, die parallel zu der Fläche ist, die die Metallschicht **21** trägt, abgelagert ist. Wie in [Fig. 5](#) dargestellt ist, zeigt die Schicht **23** eine Länge m_h , die kleiner als die Länge der Fläche ist, auf der sie abgelagert ist.

[0019] Um die Größenverringern einer dielektrischen Resonatorantenne wie etwa einer gemäß den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) hergestellten dielektrischen Resonatorantenne zu veranschaulichen, ist eine Dimensionierung der verschiedenen Topologien auf der Grundlage einer Software für die elektromagnetische 3D-Simulation ausgeführt worden, die auf dem FDTD-Verfahren, dem „Finite-Differenz-Zeitbereichs“-Verfahren, beruht. Somit ist eine Antenne vom rechtwinkligen dielektrischen Resonatortyp simuliert worden, die über eine Mikrostreifenleitung durch einen Schlitz gespeist wird. Diese Struktur ist in den [Fig. 6a, 6b, 6c](#) dargestellt. In diesem Fall ist der Block **30**, der ebenso wie im Fall aus [Fig. 5](#) mit Metallisierungen versehen ist, auf einem Substrat **31** angebracht. Das Substrat **31** ist ein dielektrisches Substrat mit einer Dielektrizitätskonstante ϵ_r , das durch seine schwachen RF-Qualitäten charakterisiert ist, d. h., das beträchtliche Streuung in seinen dielektrischen Eigenschaften und beträchtliche dielektrische Verluste zeigt. Wie in [Fig. 6a](#) dargestellt ist, sind die zwei Außenflächen des Substrats **31** metallisiert worden, d. h. die obere Fläche durch eine Schicht **32**, die eine Erdebene bildet, und die untere Fläche durch eine Schicht, in die die Mikrostreifenleitung **33** geätzt worden ist. Die DRA wird auf herkömmliche Weise durch einen in der auf der oberen Oberfläche befindlichen Erdebene hergestellten Schlitz **34** durch die auf der unteren Seite geätzte Mikrostreifenleitung **33** gespeist. Die DRA ist gemäß den verschiedenen in den [Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) beschriebenen Topologien in einer Weise dimensioniert worden, dass sie auf einem Substrat vom Typ FR4 ($\epsilon_r = 4,4$, $h = 0,8$ mm) bei 5,25 GHz arbeitet. Die DRA ist in einem Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 12,6$ hergestellt worden. Wie in [Fig. 6b](#) dargestellt ist, ist das Speisesystem (Schlitz und Leitung) auf der Breite a der DRA zentriert: $D2 = a/2$. In diesem Fall zeigt die Speiseleitung eine charakteristische Impedanz von 50Ω ($w_m = 1,5$ mm), wobei die Dimensionen des Schlitzes **34** gleich w_s und L_s sind. Wie in [Fig. 6c](#) deutlich dargestellt ist, kreuzt die Mikrostreifenleitung **33** den Schlitz **34** senkrecht mit einem Vorsprung m in Bezug auf die Mitte des Schlitzes. Die Position des Schlitzes ist über die Dimension $D1$ beschriftet. Für die Konfigurationen, die den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) entsprechen, ist die DRA auf eine unendliche Erdebene gelegt, während die DRA für die Konfiguration, die [Fig. 5](#) entspricht, d. h. für eine der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wie in [Fig. 6b](#) dargestellt ist, am Rand der Erdebene angeordnet ist. Die für die verschiedenen Konfigurationen der DRA erhaltenen Dimensionen sind in der folgenden Tabelle 1 gegeben.

Tabelle 1

$\epsilon_r = 12,6$	a (mm)	b (mm)	Höhe (mm)	L_s (mm)	w_s (mm)	m (mm)	m_v (mm)	m_h (mm)	D1 (mm)
Basis-DRA	10	25,8	$2 * d$ $= 9,6$	6	2,4	3,3	0	0	0
DRA auf Erdebene	10	25,8	$d = 4,8$	6	2,4	3,3	0	0	0
$\frac{1}{2}$ -DRA	10	12,9	$d = 4,8$	7,5	1,2	3,6	10	0	9
DRA aus Fig. 6	8,5	6	$d = 4,8$	8	1,2	3	5	1,8	5,1

[0020] Wie deutlich zu sehen ist, zeigt die DRA aus [Fig. 6](#) anstelle einer Länge von 10 für die anderen DRAs

eine Länge a von 8,5, anstelle der Breiten, die zwischen 12,9 und 25,8 variieren, eine Breite b von 6 und anstelle einer Höhe, die zwischen 4,8 und 9,6 variiert, ein Höhe d gleich 4,8. Somit wird mit einer DRA in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ein weiterer Verkleinerungsfaktor von 3 in Bezug auf die 1/2-DRA erhalten.

[0021] Allgemeiner wird die dielektrische Resonatorantenne zunächst wie in dem oben erwähnten Electronics-Letters-Artikel beschrieben unter Verwendung des Schnittprinzips entlang zweier Symmetrieebenen dimensioniert. Wie oben beschrieben wurde, werden Teilmetallisierungen abgelagert. Die Teilmetallisierungen, deren Dimensionen insbesondere von dem verwendeten Material abhängen, verursachen eine Verringerung der Betriebsfrequenz der DRA. Folglich werden die Dimensionen a und b so angepasst, um auf die gewünschte Frequenz herunterzukommen.

[0022] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt ist, die den Reflexionskoeffizienten S11 in Abhängigkeit von der Frequenz gibt, ist darüber hinaus zu sehen, dass die DRA aus [Fig. 5](#) ein Anpassungsniveau gibt, das vergleichbar mit den DRAs der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist.

[0023] Die oben beschriebenen Ausführungsformen können durch Ausführungsform-Alternativen variiert werden. Insbesondere kann die Breite der Teilmetallisierungsschicht der zweiten Fläche von der Breite der Metallisierungsschicht der dritten Fläche verschieden sein.

[0024] Somit wird die Größe der DRA mit der Konfiguration der vorliegenden Erfindung deutlich verringert, während eine vergleichbare Leistungsfähigkeit erhalten wird.

Patentansprüche

1. Dielektrische Resonatorantenne, die einen Parallelepipedblock (**10, 20**) aus dielektrischem Material umfasst, von dem eine erste Fläche, die auf einer Erdebene angebracht werden soll, mit einer ersten Metallschicht (**11, 21**) bedeckt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine zweite Fläche, die zu der ersten Fläche senkrecht ist, über eine Breite, die kleiner als die Breite der zweiten Fläche ist, und über eine Höhe, die kleiner oder gleich der Höhe der zweiten Fläche ist, mit einer zweiten Metallschicht (**12, 22**) in Kontakt mit der ersten Metallschicht bedeckt ist, so dass die Dimensionen der dielektrischen Resonatorantenne für eine gegebene Frequenz verringert sind.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, in Bezug auf die Breite der zweiten Fläche zentriert ist.

3. Antenne nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, über eine Metallschicht (**23**), die eine dritte Fläche, die parallel zu der ersten Fläche ist, bedeckt, verlängert ist.

4. Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Metallschicht, die die dritte Fläche bedeckt, über eine Breite ausdehnt, die kleiner als die Länge der dritten Fläche ist.

5. Antenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der Metallschicht, die die dritte Fläche bedeckt, von der Breite der Metallschicht, die die zweite Fläche bedeckt, verschieden ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

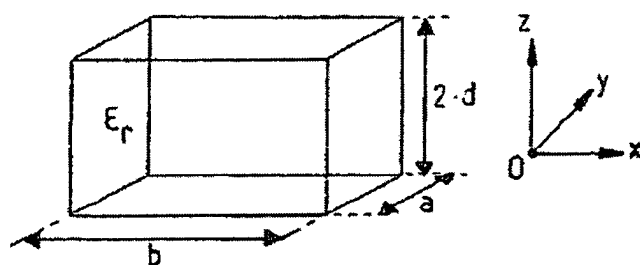


FIG.1

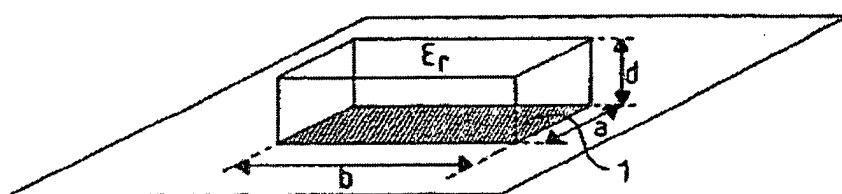


FIG.2

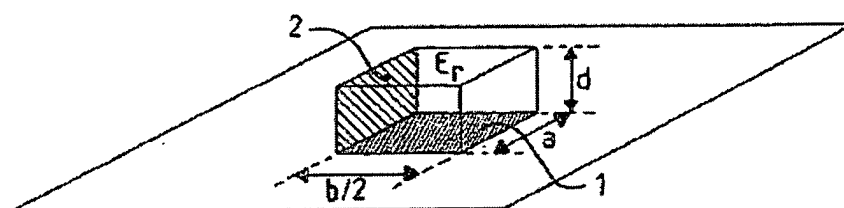


FIG.3

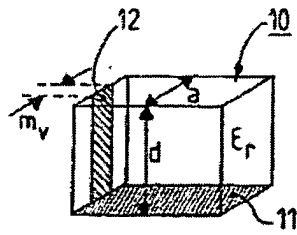


FIG. 4

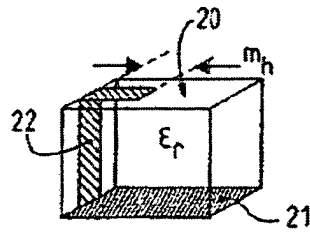


FIG. 5

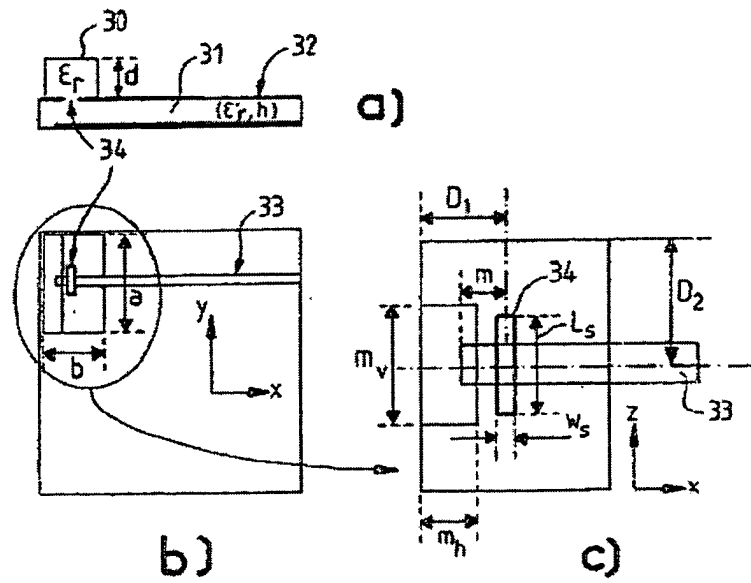


FIG. 6

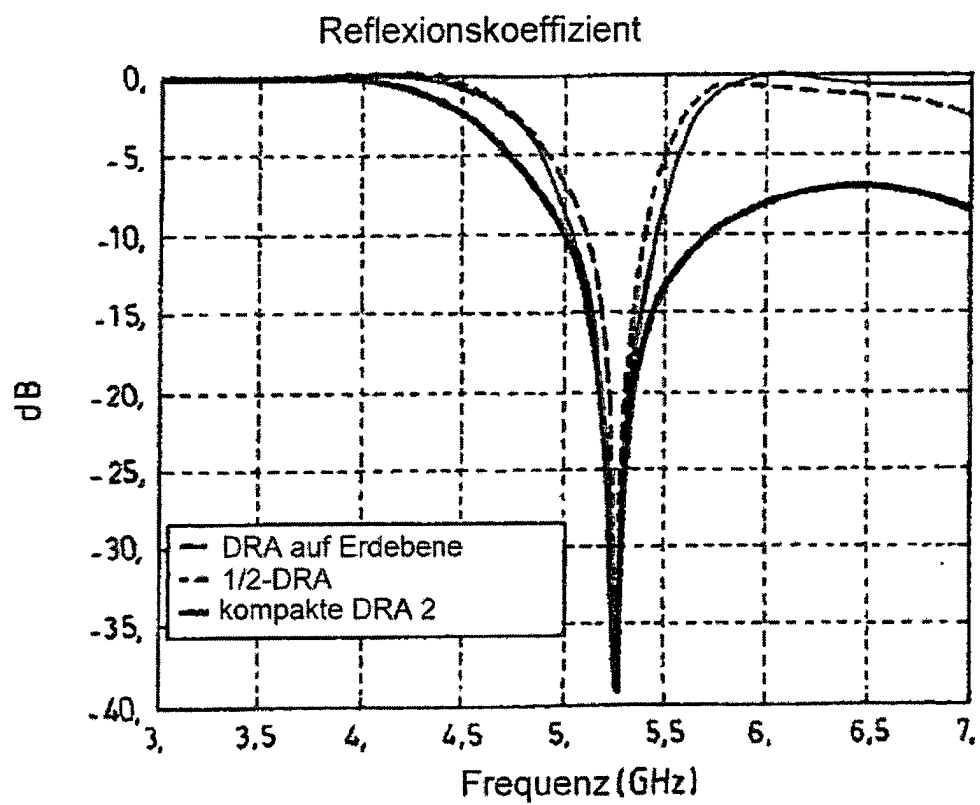


FIG.7