

(19)



(11)

EP 2 532 048 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2016 Patentblatt 2016/28

(51) Int Cl.:
H01Q 9/04 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10805580.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2010/001377

(22) Anmeldetag: **26.11.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/095144 (11.08.2011 Gazette 2011/32)

(54) **GESTAPELTE MIKROSTREIFEN-ANTENNE**

STACKED MICROSTRIP ANTENNA

ANTENNE À MICROBANDES EMPILÉE

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

(30) Priorität: **04.02.2010 DE 102010006809**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(73) Patentinhaber: **Airbus Defence and Space GmbH 85521 Ottobrunn (DE)**

(72) Erfinder: **SABIELNY, Michael 89077 Ulm (DE)**

(74) Vertreter: **Meel, Thomas et al Airbus Defence and Space GmbH Patentabteilung 88039 Friedrichshafen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 793 451 WO-A1-2007/149046
JP-A- 2 252 304 US-A1- 2004 189 527
US-B1- 6 333 719

EP 2 532 048 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine gestapelte Mikrostreifen-Antenne nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Der Fachliteratur folgend (z.B. R. B. Waterhouse, Ed., "Microstrip Patch Antennas - A Designers Guide", Kluwer Acad. Publishers, 2003, p. 90) darf die elektromagnetische Kopplung der beiden übereinander liegenden Mikrostreifen-Antennen-Elemente (im Folgenden auch kurz als Patch-Elemente bezeichnet) der Antenne nur schwach sein, damit eine breite Impedanzbandbreite erzielt werden kann. Die technische Konsequenz ist das Verwenden von HF-Schaummaterialien als Separator und Träger zwischen den beiden Patch-Elementen, da derartige Schäume eine niedrige Dielektrizitätskonstante ϵ_r aufweisen. Eine derartige Lösung mit HF-Schaummaterialien ist aus der US 7,636,063 B2 sowie aus der EP 1 793 451 A1 bekannt. Diese Schäume sind für Standard-PCB-Prozesse jedoch zu temperatur- und druckempfindlich, was zu komplizierten und kostspieligen Herstellungsverfahren führt.

[0003] In der bereits genannten US 7,636,063 B2 sowie der US 6,333,719 B1 wird darüber hinaus ein weiterer Ansatz beschrieben, bei der der Zwischenraum zwischen den beiden Patch-Elementen komplett von einem Hohlraum gebildet wird. Der dadurch notwendige äußere Träger für eines der beiden Patch-Elemente ist als Gehäuse oder Radom ausgebildet. Dies führt ebenfalls zu aufwändigen und kostspieligen Herstellungsverfahren.

[0004] In ZIVANOVIC, B.; WELLER, T.M.; MELAIS, S.; MEYER, T.; "The effect of alignment tolerance on multilayer air cavity microstrip patches," IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, 381-384, 9-15 June 2007, doi: 10.1109/APS.2007.4395510; URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4395510&isnumber=4395410> ist eine Mikrostreifen-Antenne aus einem einzelnen Mikrostreifen-Antennen-Element über einer Massefläche beschrieben, wobei der dazwischen liegende dielektrische Separator eine Kavität aufweist.

[0005] LAGER, I.E.; SIMEONI, M.; "Experimental investigation of the mutual coupling reduction by means of cavity enclosure of patch antennas," First European Conference on Antennas and Propagation, 1-5, 6-10 Nov. 2006, doi: 10.1109/EUCAP.2006.4584577; URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4584577&isnumber=4584476> beschreiben eine Maßnahme zur Entkopplung einzelner, auf einer HF-Leiterplatte nebeneinander angeordneter Mikrostreifenantennen einer HF-Gruppenantenne. Dabei werden die einzelnen Mikrostreifenantennen jeweils von Durchkontaktierungen umgeben.

[0006] US 7,050,004 B2 beschreibt eine Mikrostreifen-Antenne, deren Massefläche durch eine bewegliche Membran gebildet ist, deren Lage relativ zum Mikrostreifen-Antennen-Element durch Anlegen einer Spannung

verändert werden kann.

[0007] US 5,363,067 A beschreibt eine Mikrostreifen-Leitung mit zwei nebeneinander liegenden Leitern oberhalb einer Massefläche. Der Raum oberhalb der beiden Leiter wird durch jeweils eine Kavität innerhalb eines dielektrischen Substrats gebildet.

[0008] In der US 2004/0189527 A1 werden die dielektrischen Eigenschaften der Substratschichten, welche zwischen den beiden Patchelementen bzw. unterhalb des unteren Patchelements angeordnet sind, gezielt gesteuert, indem ein weiteres Material in mikroskopische Hohlräume innerhalb der Substratschicht eingebracht wird (sogenannte Metamaterialien).

[0009] WO 2007/149046 A1 beschreibt eine Antennenkonfiguration, bei der sich eine Luftkavität auf beiden Seiten des unteren Patchelements befindet. Der Separator, der das untere vom oberen Patchelement trennt, besteht aus einem das unter Patchelement umfassenden Rahmen sowie einer darauf angeordneten dielektrischen Schicht, welche das obere Patchelement trägt. Ähnlich wie in der WO 2007/149046 A1 ist auch in der JP 2 252304 A der Separator zwischen unterem und oberem Patchelement zweistückig aus einem das untere Patchelement umfassenden Rahmen und darauf angeordneter Platte aufgebaut. Das untere Patchelement sitzt dabei auf einem Vollmaterial ohne Hohlräume.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße gestapelte Mikrostreifen-Antenne zu schaffen, die herstellungstechnisch vorteilhaft ist, ohne dass die gebotene schwache elektromagnetische Kopplung der Patch-Elemente verloren geht.

[0011] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist Gegenstand eines Unteranspruchs.

[0012] Gemäß der Erfindung wird zwischen den beiden übereinander liegenden Patch-Elementen ein Separator angeordnet, in den, z.B. durch Bohren oder Fräsen, eine oder zwei Luftkavitäten eingebracht sind.

[0013] Dadurch ist es möglich, ein Separatormaterial zu verwenden, das herstellungstechnisch vorteilhaft ist, auch wenn dessen Dielektrizitätskonstante ϵ_r im Hinblick auf die gewünschte schwache Kopplung zwischen den Patch-Elementen nicht optimal (d.h. relativ hoch) ist. Die notwendige Anpassung erfolgt durch die in den Separator eingebrachten Kavitäten, welche die effektive Dielektrizitätskonstante zwischen den Patch-Elementen deutlich herabgesetzt. Die Folge ist eine deutliche Reduktion der elektromagnetischen Kopplung der Patch-Elemente.

[0014] Der erfindungsgemäße Separator reduziert sich somit auf eine Art von Halterahmen für die Struktur der Antenne, während die Luftkavitäten die effektive Dielektrizitätskonstante zwischen den Patch-Elementen deutlich heruntersetzen.

[0015] Als Separator kann besonders vorteilhaft ein konventionelles HF-Leiterplatten-Basismaterial (z.B. RO 4003® C der Firma Rogers Corporation, Microwave Materials Division, 100 S. Roosevelt Avenue, Chandler AZ 85226-3415, USA) verwendet werden. Derartige Mate-

rialien bestehen üblicherweise aus einem Harz mit darin eingebrachten Glasfasereinlagen. Die weisen eine gute Stabilität auf und sind herstellungstechnisch unproblematisch. Die gegenüber einem HF-Schaummaterial vergleichsweise hohe relative Dielektrizitätskonstante dieser Materialien wird durch die eine eingebrachte Kavität bzw. zwei Kavitäten kompensiert.

[0016] Mit der Erfindung werden insbesondere die folgenden Vorteile erzielt:

- Durch die niedrige effektive Dielektrizitätskonstante wird eine Bandbreitenvergrößerung der Antenne ermöglicht.
- Es können HF-Standardmaterialien und PCB-Standardprozesse zur Antennenherstellung verwendet werden, so dass kostengünstige Herstellungsverfahren ermöglicht werden.
- Die Verfügbarkeit von robusten und breitbandigen Antennen wird ermöglicht.
- Unabhängigkeit von technisch schwer herstellbaren, diffizilen Antennen-Lösungen basierend auf HF-Schäumen.
- Vielseitige Anwendung dieser Technologie z.B. als Strahlerelemente für 3D-T/R-Module oder als zirkular polarisierte, strukturintegrierte Antennen.
- Prinzipiell anwendbar für einen weiten Frequenzbereich.

[0017] Die Erfindung wird anhand von Fig. näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführung der erfindungsgemäßen Antenne;

Fig. 2 eine zweite Ausführung der erfindungsgemäßen Antenne.

[0018] Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils eine Ausführung der erfindungsgemäßen gestapelten Mikrostreifen-Antenne mit zwei übereinander angeordneten Mikrostreifen-Antennen-Elementen 1 und 10 sowie der Massefläche 100. Die genannten leitfähigen Teile 1,10,100 sind jeweils durch dielektrische Schichten 5,6,7 voneinander getrennt. Letztere bestehen aus konventionellem HF-Leiterplatten-Basismaterial und weisen naturgemäß eine hohe Dielektrizitätskonstante ϵ_r auf. Beim unteren Patch-Element 1 handelt es sich um das gespeiste Patch-Element der Antenne, während das obere Patch-Element 10 das parasitäre Patch-Element ist. Wie bei derartigen Antennen üblich, schwingt das parasitäre Patch-Element 10 mit dem Signal, das vom gespeisten Patch-Element 1 emittiert wird und verbessert somit die Impedanzbandbreite der Gesamtanordnung.

[0019] Gemäß der Erfindung ist zwischen den beiden gestapelten Patch-Elementen 1,10 ein Separator 5 vorhanden, der gleichzeitig als Träger für das obere Patch-Element 10 dient. In das Material des Separators 5 ist ein luftgefüllter, quader- oder zylinderförmiger Hohlraum 20 hineingefräßt, der sich in der gezeigten Ausführung

unmittelbar unterhalb des parasitären Patch-Elements 10 befindet. Mit dieser Luftkavität 20 wird die effektive Dielektrizitätskonstante zwischen den beiden Patch-Elementen 1,10 wesentlich herabgesetzt, was zu der gewünschten erhöhten Impedanzbandbreite der Antenne führt.

[0020] Die dielektrische Schicht 6 zwischen unterem Patch-Element 1 und Massefläche 100 ist durchgängig ausgebildet (Vollmaterial), weist also insbesondere keine Hohlräume auf. Somit besteht zwischen diesen beiden Leitern eine relativ hohe dielektrische Konstante, was ebenfalls förderlich für die Erzielung einer erhöhten Antennenbandbreite ist.

[0021] Eine Variante zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführung zeigt die Fig. 2. Anstatt lediglich einer Kavität sind dort zwei getrennte Kavitäten 21 im Separator 5 unterhalb des parasitären Patch-Elements 10 vorhanden. Die beiden Kavitäten 21 wurden hier durch Bohren in dem Material des Separators 5 erzeugt.

Patentansprüche

1. Gestapelte Mikrostreifen-Antenne mit folgendem Schichtaufbau:

- eine Massefläche (100),
- eine dielektrische Schicht (6), angrenzend an die Oberseite der Massefläche (100),
- ein unteres Patch-Element (1), angrenzend an die Oberseite der dielektrischen Schicht (6),
- eine dielektrische Separatorschicht (5), oberhalb des unteren Patch-Elements (1)
- ein oberes Patch-Element (10), das an die Oberseite der dielektrischen Separatorschicht (5) angrenzt, wobei
- die dielektrische Separatorschicht (5) lediglich eine oder zwei Luftkavitäten (20,21) zwischen unterem (1) und oberem Patch-Element (10) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das untere Patch-Element (1) an die Unterseite der dielektrischen Separatorschicht (5) angrenzt;
- die dielektrische Schicht (6) zwischen Massefläche (100) und unterem Patch-Element (1) aus einem Vollmaterial ohne Hohlräume besteht.

2. Gestapelte Mikrostreifen-Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dielektrische Separatorschicht (5) aus einem HF-Leiterplatten-Basismaterial besteht.

Claims

1. Stacked microstrip antenna having the following layer construction:

- a ground surface (100),
- a dielectric layer (6), adjoining the top side of the ground surface (100),
- a lower patch element (1), adjoining the top side of the dielectric layer (6),
- a dielectric separator layer (5), above the lower patch element (1),
- an upper patch element (10), which adjoins the top side of the dielectric separator layer (5), wherein
- the dielectric separator layer (5) has only one or two air cavities (20, 21) between lower (1) and upper patch element (10),

characterized in that

- the lower patch element (1) adjoins the underside of the dielectric separator layer (5);
- the dielectric layer (6) between ground surface (100) and lower patch element (1) consists of a solid material without cavities.

2. Stacked microstrip antenna according to Claim 1, **characterized in that** the dielectric separator layer (5) consists of an RF printed circuit board base material.

- la couche diélectrique (6) entre la face de masse (100) et l'élément de pastille inférieur (1) se compose de matériau plein sans cavités.

2. Antenne à microbandes empilée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la couche de séparateur diélectrique (5) se compose d'un matériau de base de plaquette de circuits imprimés HF.

Revendications

1. Antenne à microbandes empilée, avec la structure de couches suivante:

- une face de masse (100),
- une couche diélectrique (6), adjacente au côté supérieur de la face de masse (100),
- un élément de pastille inférieur (1), adjacent au côté supérieur de la couche diélectrique (6),
- une couche de séparateur diélectrique (5), au-dessus de l'élément de pastille inférieur (1),
- un élément de pastille supérieur (10), qui est adjacent au côté supérieur de la couche de séparateur diélectrique (5), dans laquelle
- la couche de séparateur diélectrique (5) présente uniquement une ou deux cavité(s) d'air (20, 21) entre les éléments de pastille inférieur (1) et supérieur (10),

caractérisée en ce que

- l'élément de pastille inférieur (1) est adjacent au côté inférieur de la couche de séparateur diélectrique (5);

Fig. 1

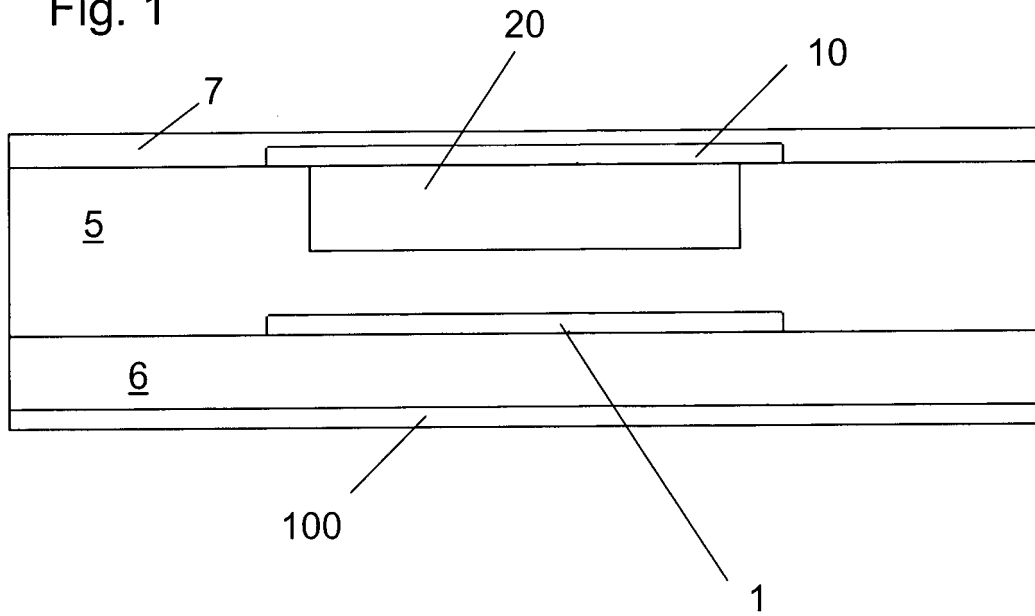
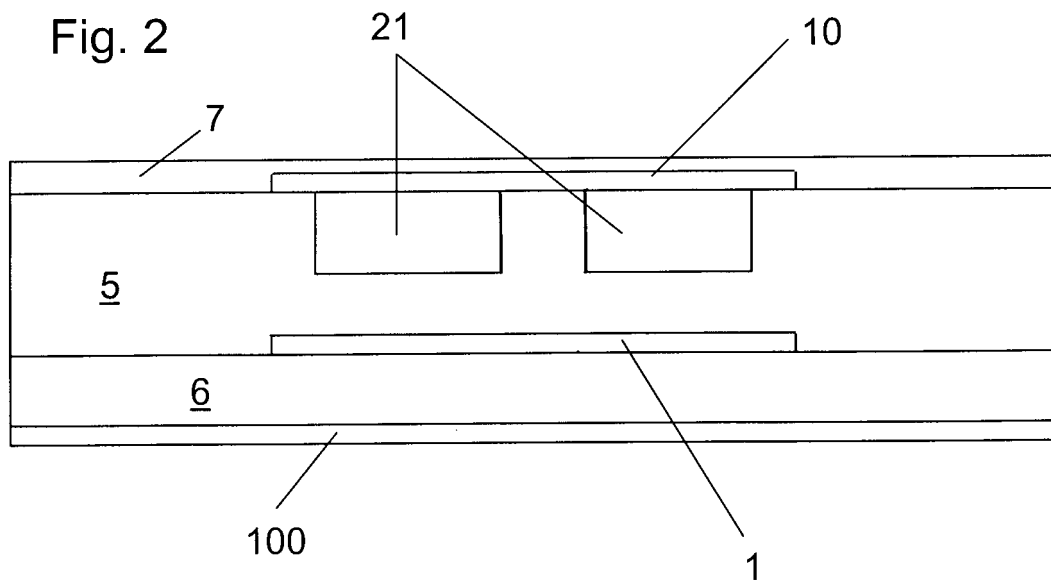


Fig. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentedokumente

- US 7636063 B2 [0002] [0003]
- EP 1793451 A1 [0002]
- US 6333719 B1 [0003]
- US 7050004 B2 [0006]
- US 5363067 A [0007]
- US 20040189527 A1 [0008]
- WO 2007149046 A1 [0009]
- JP 2252304 A [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Microstrip Patch Antennas - A Designers Guide. Kluwer Acad. Publishers, 2003, 90 [0002]
- **ZIVANOVIC, B. ; WELLER, T.M. ; MELAIS, S. ; MEYER, T.** The effect of alignment tolerance on multilayer air cavity microstrip patches. *IEEE Antennas and Propagation Society International, Symposium*, 09. Juni 2007, 381-384, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4395510&isnumber=4395410> [0004]
- **LAGER, I.E. ; SIMEONI, M.** Experimental investigation of the mutual coupling reduction by means of cavity enclosure of patch antennas. *First European Conference on Antennas and Propagation*, 06. November 2006, 1-5, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4584577&isnumber=4584476> [0005]