



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 14 751 T2** 2008.03.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 516 392 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 14 751.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR03/01901**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 760 761.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/001900**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.06.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **31.12.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.03.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **04.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 9/30** (2006.01)

H01Q 9/36 (2006.01)

H01Q 9/42 (2006.01)

H01Q 9/44 (2006.01)

H01Q 9/46 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0207625 20.06.2002 FR

(73) Patentinhaber:

**Centre National d'Etudes Spatiales, Paris, FR; Ste
D'Applications Technologiques de L'Imagerie
Micro Ondes, Les Ulis, FR**

(74) Vertreter:

Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR**

(72) Erfinder:

**LE GOFF, Marc, F-91940 Les Ulis, FR; DUCHESNE,
Luc, F-91470 Angervilliers, FR; BARACCO,
Jean-Marc, F-06140 Vence, FR; DUMON, Patrick,
F-31320 Vigoulet-Auzil, FR**

(54) Bezeichnung: **DRAHTANTENNE**

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 Erfindung betrifft Antennen mit Zirkularpolarisation und genauer Antennen mit einem Rotations-Strahlungsdiagramm um eine Achse, das in der Ebene senkrecht zur Richtung dieser Achse ein Strahlungsmaximum hat.

[0002] Die Erfindung betrifft genauer Antennen in der Technologie gedruckter Schaltungen (Patch).

[0003] Das Konzept der gedruckten Antennen (oder „Patch“-Antennen oder „Mikrostreifen“-Antennen) tauchte ab 1953 mit DESCHAMPS [1] auf und die ersten Realisierungen wurden in den 70er Jahren durch HOWELL und NUNSON [2] ausgeführt.

[0004] Die plattierten oder gedruckten Antennen gruppieren alle realisierten Strahler gemäß einer Technologie, die darin besteht, einen metallischen Leitungsdraht über einer Masseebene anzuordnen. Dieser metallische Leitungsdraht bildet das Strahlungsorgan der Antenne, er hat kleine Abmessungen und er kann eine beliebige Form haben. In der Praxis hat er oft eine einfache Form, wie etwa die eines Quadrats, eines Rechtecks, einer Scheibe oder eines Rings.

[0005] Dieser Antennentyp besitzt die Vorteile von Mikrostreifenleitungen: geringe Masse und geringen Platzbedarf, anpaßbare planare Strukturen, die Möglichkeit der Massenerstellung, was eine Herstellung zu geringen Kosten gestattet.

[0006] Diese Technologie hat daher eine breite Anwendung gefunden in Bereichen, wie etwa der Luftfahrt, der Raumfahrt, der Telekommunikation für die breite Öffentlichkeit (Antennen für Mobilfunktelefone) etc.

[0007] Die Technologie der plattierten oder „Patch“-Antennen ist in Arbeiten von internationaler Bedeutung, [5], [6], [7], sehr weit verbreitet.

[0008] Aus dem Dokument US-A-2 521 550 ist außerdem eine Drahtantenne bekannt, die einen Satz von Strahlungselementen umfaßt, die im wesentlichen in einer einzigen Hauptebene angeordnet sind, wobei jedes der Strahlungselemente durch denselben Leitungsdraht versorgt wird und ein Anfangssegment beschreibt, das radial bezüglich einer geometrischen Achse ist, die senkrecht zur Hauptebene ist, und wobei jedes der Strahlungselemente sich dann in einem Kreisbogen verlängert, der auf dieser geometrischen Achse zentriert ist und dann erneut ein Segment beschreibt, das im wesentlichen radial und in Richtung der geometrischen Achse gerichtet ist und somit entlang einem Radialsegment des benachbarten Strahlungselements verläuft ohne dieses zu berühren.

[0009] Das Dokument EP 0 512 876 beschreibt eine Antenne gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0010] Das Ziel der Erfindung ist es, existierende Antennen zu verbessern und eine Antenne vorzuschlagen, die einfach herzustellen ist, die geringe Abmessungen hat und die dabei gleichzeitig eine natürliche Zirkularpolarisation liefert, die besonders rein ist.

[0011] Dieses Ziel wird gemäß der Erfindung durch eine Antenne gemäß Anspruch 1 erreicht.

[0012] Weitere Eigenschaften, Ziele und Vorteile der Erfindung werden beim Lesen der nachfolgenden detaillierten Beschreibung ersichtlich, die mit Bezug auf die einzige beigefügte Figur ausgeführt ist, die zur besseren Klarheit in der Form einer dreidimensional ausgeführten Struktur eine perspektivische Ansicht einer Antenne gemäß einer bevorzugten Variante der Erfindung darstellt.

[0013] In dieser Figur besteht die Antenne aus drei Hauptelementen, und zwar einem starren und geradlinigen Versorgungsdraht **100**, einer Gruppe **200** von vier Strahlungselementen und einer Masseebene **300**. Die vier mit **210**, **220**, **230** und **240** bezeichneten Strahlungselemente befinden sich in einer Ebene senkrecht zur Achse des Drahts **100** und die Masseebene **300** ist parallel zur Hauptebene der Strahlungselemente angeordnet. Die allgemeine durch die Strahlungselemente abgegrenzte Form sowie die Masseebene **300** sind beide geometrisch auf dem Versorgungsdraht **100** zentriert.

[0014] Der Draht **100** definiert damit hier eine Hauptsymmetrieachse X der Antenne.

[0015] Jedes Strahlungselement **210**, **220**, **230**, **240** ist elektrisch mit dem Draht **100** verbunden. Ausgehend vom Versorgungsdraht **100** hat jedes Strahlungselement eine Form ähnlich derjenigen des Strahlungselements **210**, das nachfolgend beschrieben wird. Das Strahlungselement **210** beschreibt zuerst ein Anfangssegment **210**, das genau radial verläuft und das in einem Abstand von der Achse X in einer Biegung **213** endet, wobei die Biegung **213** dann den Kreisbogenabschnitt **214** des betrachteten Strahlungselements **100** einleitet.

[0016] Dieser Abschnitt oder dieses Segment in Kreisbogenform **214** beschreibt hier einen Winkel von 90° um die Achse, um erneut in einer rechtwinkligen Biegung **215** zu enden. Diese zweite Biegung **215** leitet dann ein abschließendes Segment **216** des betrachteten Strahlungselements ein, das in Richtung der Symmetrieachse X verläuft und in der Nähe der Achse **100** endet ohne diese zu berühren.

[0017] Jedes der Strahlungselemente hat densel-

ben Aufbau, wobei der Kreisbogenabschnitt für jedes Strahlungselement in derselben Richtung (gegen den Uhrzeigersinn oder im Uhrzeigersinn) um die Achse **100** dreht. Hier dreht jedes Strahlungselement im Uhrzeigersinn in Bezug auf die Achse X.

[0018] Die Gruppe der Strahlungselemente definiert durch ihren Umriß eine Kreisform, die in vier Bögen von 90° aufgeteilt ist. Jedes der Strahlungselemente beschreibt durch seine beiden geradlinigen Segmente und sein Kreisbogensegment den Umriß eines Teils, der eine viertel Scheibe bildet.

[0019] Diese Teile liegen direkt nebeneinander und da die Strahlungselemente alle dieselbe Drehrichtung im Uhrzeigersinn haben, verläuft entlang jedes radialen Segments, das mit dem zentralen Draht verbunden ist, ein radiales Segment, das selbst nicht mit dem Versorgungsdraht **100** verbunden ist.

[0020] Somit beschreibt nicht nur die Gruppe der vier Strahlungselemente **210** bis **240** einen allgemein kreisförmigen Aufbau um diese geometrische Achse X, sondern jedes der Strahlungselemente beschreibt außerdem zwei im wesentlichen radiale Segmente, die gegeneinander um 90° gedreht sind und von denen jedes entlang eines Nachbarsegments verläuft, das zu einem benachbarten Strahlungselement gehört. Somit bildet die Gruppe der Strahlungselemente **210**, **220**, **230** und **240** vier Paare paralleler und radialer Segmente, wobei jedes betrachtete Segment eines Paares zu einem anderen Strahlungselement gehört. Diese Paare paralleler Segmente treten alle 90 Grad um die Symmetrieachse der Antenne herum auf.

[0021] Der Versorgungsdraht **100** ist hier ein geradliniger Draht, der im Zentrum der Strahlungselemente endet und nicht über die Ebene dieser letzteren hinaus verlängert ist.

[0022] Dieser Versorgungsdraht **100** wird durch den Mittelleiter eines Koaxialkabels gebildet. Die äußere Ummantelung **150** dieses Koaxialkabels endet selber deutlich vor dem Innenleiter der Koaxialkabels.

[0023] Die koaxiale äußere Ummantelung **150** ist elektrisch mit der Masseebene **300** verbunden, die eine leitende Scheibe mit demselben Durchmesser wie der Kreis der Strahlungselemente bildet und parallel zu diesem letzteren ist. Diese volle Scheibe **300** befindet sich in einem Abstand zu den Strahlungselementen, der in der Größenordnung des Durchmessers des Kreises ist, den die Strahlungselemente bilden.

[0024] Die äußere Ummantelung des Koaxialkabels verbindet dieses mit einem Potential, das verschieden von demjenigen ist, das die Strahlungselemente versorgt.

[0025] Somit sind die beiden Leiter **100** und **150** des Koaxialkabels mit den hier nicht dargestellten Anschlußklemmen einer elektrischen Quelle verbunden, die sie sich entgegengesetzt zu den Strahlungselementen hinter der Masseebene **300** befindet. Die Masseebene **300** befindet sich also zwischen dieser Quelle und der Ebene der Strahlungselemente.

[0026] Die nicht dargestellte Versorgungsquelle kann beispielsweise mittels einer Schaltung in gedruckter Planartechnik realisiert werden, wobei eine Versorgung mittels dieser Technologie in einer Variante an jeder Stelle der Antenne angeordnet werden kann, beispielsweise in der Ebene der Strahlungselemente oder in der Masseebene **300**.

[0027] Die durch den Versorgungsdraht **100** gebildete mechanische Achse ist auch die Symmetrieachse des Strahlungsdiagramms. Ein Strahlungsmaximum wird auf dem Horizont ausgestrahlt, das heißt axial um den Draht **100** herum und in Richtung der Ebene der Strahlungselemente, wohingegen in der durch die Symmetrieachse definierten Richtung ein Strahlungsminimum vorliegt.

[0028] In einem relativen hinreichend großen Frequenzband (> 10%) erzeugt die Antenne eine natürliche Zirkularpolarisation. Tatsächlich erzeugt in diesem Frequenzband der zentrale Abschnitt der Antenne und insbesondere der vertikale Versorgungsdraht **100** der Antenne eine Komponente des elektromagnetischen Feldes, die vertikal polarisiert ist und die am Horizont ein Maximum hat.

[0029] Der Umfangsteil in Kreisform der Antenne erzeugt seinerseits eine Komponente des elektromagnetischen Feldes, die horizontal polarisiert ist und die ebenfalls am Horizont ein Maximum hat.

[0030] Der mit dieser Antenne erzielte Antennengewinn beträgt typischerweise 2 dB für Elevationswinkel zwischen 0° und 60°.

[0031] Die Geometrie der Antenne gestattet es außerdem, zwischen diesen beiden abgestrahlten Komponenten eine Phasenverschiebung von 90° und für beide die gleiche Amplitude zu erhalten.

[0032] Es wird daher eine Zirkularpolarisation mit einem auf den Horizont gerichteten Maximum erhalten. Die Wicklungsrichtung der Strahlungselemente legt die Hauptpolarisation fest. Somit führt eine Wicklungsrichtung im Uhrzeigersinn, wie sie hier dargestellt ist, zu einer rechtsdrehenden Zirkularpolarisation.

[0033] Jedes Strahlungselement hat eine Länge von etwa einer halben Wellenlänge bei der Arbeitsfrequenz, das heißt von etwa einer halben Wellenlänge bei der für diese Antenne bevorzugten Frequenz.

[0034] Zur Erweiterung des Bands der Betriebsfrequenzen können zusätzliche Strahlungselemente über die vier anfänglichen Strahlungselemente gesetzt werden. Diese zusätzlichen Strahlungselemente können mit den anfänglichen Strahlungselementen elektrisch verbunden werden oder auch nicht und sie können dieselben Abmessungen haben wie die anfänglichen Strahlungselemente oder auch nicht.

[0035] Es ist auch ein Betrieb im Mehrfrequenzmodus möglich, und dies entweder mittels Stapelung mehrerer Gruppen von Strahlungselementen, so wie der hier beschriebenen und bevorzugt in parallelen und übereinanderliegenden Ebenen und mit verschiedenen Durchmessern, oder mittels eines Multiplexers, der mit einer Gruppe koplanarer Strahlungselemente verbunden ist.

[0036] Die Gesamtdicke der vorgeschlagenen Antenne ist gegenüber der Wellenlänge gering (typisch in der Größenordnung von $0,04 \lambda$), wodurch diese kompakt wird.

[0037] Die hier vorgestellte Antenne ist sehr kompakt da ihre Strahlungselemente gefaltete sind.

[0038] Der Außendurchmesser des zusammengesetzten Kreises der vier Strahlungselemente beträgt etwa $0,25 \lambda$, wobei λ die bevorzugte Arbeitswellenlänge für diese Antenne ist.

[0039] Ein solch geringer Durchmesser ermöglicht einen verringerten Platzbedarf der Antenne im Vergleich zur Wellenlänge.

[0040] Die verschiedenen Elemente dieser Antenne können aus Metall realisiert werden.

[0041] Die Masse dieser Antenne, die bereits gering ist, kann durch die Wahl eines angepaßten Materials noch weiter verringert werden.

[0042] Die Versorgung der Antenne geschieht über einen einzigen Draht und für ihren Betrieb ist keinerlei zusätzliche Phasenverschiebungsschaltung notwendig, wodurch sich in elektrischer wie auch in mechanischer Hinsicht ein einfach zu realisierender Aufbau ergibt.

[0043] Diese Antenne und insbesondere die Gruppe der Strahlungselemente ist leicht in gedruckter Schaltungstechnik herstellbar, das heißt beispielsweise indem die Gruppe der Strahlungselemente in Form einer gedruckten Schaltung auf einem Substratfilm hergestellt wird.

[0044] Allgemeiner kann die Antenne gemäß der Erfindung leicht in Serie hergestellt werden.

[1] G.A. DESCHAMPS, "Microstrip Microwave Antennas",

3. USAF-Symposium an Antennas – 1953.

[2] J.Q. HOWELL,

"Microstrip Antennas",

IEEE Transactions an Antennas and Propagation, Band AP-22, Seiten 90-93, Januar 1975.

[3] Howell, J.Q.,

"Microstrip Antennas",

IEEE AP-S Int. Symp. Digest, 1972, Seiten 177-180.

[4] Munson, R.E.,

"Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays",

IEEE Trans. an Antennas and Propagation, Band AP-22, 1974, Seiten 74-78.

[5] J.R. James & P.S. Hall,

"Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS", 1989.

[6] I.J. Bahl & P. Bhartia,

"Microstrip Antennas", 1980.

[7] J.R. JAMES, P.S. HALL, C. WOOD

"Microstrip Antenna Theory and Design".

Patentansprüche

1. Antenne, die einen Satz von Strahlungselementen (**210, 220, 230, 240**) umfaßt, wobei jedes der Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) durch ein und denselben Leitungsdraht (**100**) versorgt wird, und die ebenfalls eine leitende Ebene (**300**) umfaßt, die parallel zu einer geometrischen Hauptebene ist, in der die Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) liegen, wobei die leitende Ebene (**300**) eine Masseebene der Antenne bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antenne eine Antenne vom gedruckten Typ ist, bei der sich die Gruppe der Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) in derselben Hauptebene befindet, wobei jedes der Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) ein Anfangssegment beschreibt, das radial in Bezug auf eine geometrische Achse (X) ist, die senkrecht zur Hauptebene ist, und jedes der Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) sich danach in einem Kreisbogen verlängert, der auf dieser geometrischen Achse zentriert ist, und dann erneut ein im wesentlichen radiales Segment beschreibt, das zur geometrischen Achse (X) hin gerichtet ist, und das dabei an einem radialen Segment des benachbarten Strahlungselements entlang läuft ohne es zu berühren.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Draht zur Versorgung (**100**) der Strahlungselemente (**210, 220, 230, 240**) durch einen geradlinigen starren Draht (**100**) gebildet wird, der mit der geometrischen Achse (X) zusammenfällt.

3. Antenne nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Strahlungselement (**210, 220, 230, 240**) einen Kreisbogen (**214**) in derselben Drehrichtung um die Achse (X) beschreibt, derart, daß für jedes betrachtete Strahlungselement (**210, 220, 230, 240**) das radiale Endsegment (**216**) dieses Strahlungselements (**210, 220, 230, 240**) ent-

lang einem radialen Anfangssegment (222) eines benachbarten Strahlungselements läuft.

4. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe der Strahlungselemente (210, 220, 230, 240) einen kreisförmigen Umfang beschreibt, dessen Durchmesser im wesentlichen gleich $\lambda/4$ ist, wobei λ die bevorzugte Arbeitswellenlänge der Antenne ist.

5. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Versorgungsdraht (100) durch den Mittelleiter (100) einer Koaxialleitung gebildet wird und dadurch, daß die Masseebene (300) durch die äußere Ummantelung (150) dieser Koaxialleitung versorgt wird.

6. Antenne nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Ende des Mittelleiters (100) des Koaxialkabels mit den Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) in Kontakt ist und das Ende der äußeren Ummantelung (150) des Koaxialkabels in Kontakt mit der Masseebene (300) ist.

7. Antenne nach einem der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Masseebene (300) eine volle Scheibe bildet, mit einem Durchmesser, der im wesentlichen gleich dem Durchmesser der Form ist, die durch die Gruppe der Strahlungselemente (210, 220, 230, 240) beschrieben wird.

8. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungselemente in einer Anzahl von vier vorliegen, von denen jedes mit seinem Kreisabschnitt einen Kreisbogen (214) beschreibt, der einen Winkel von etwa 90° beschreibt.

9. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Sätze von Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) hat, wobei jeder Satz durch koplanare Strahlungselemente in einer bestimmten Hauptebene gebildet wird, wobei jeder dieser Sätze von Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) die allgemeine Form einer Scheibe beschreibt und wobei diese Scheiben sich gegenseitig abdeckend übereinander liegen und verschiedene Durchmesser haben.

10. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sätze von Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) mit im wesentlichen gleichen oder verschiedenen Durchmessern gestapelt angeordnet sind, wobei die Strahlungselemente miteinander in Kontakt stehen oder nicht.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

