



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

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
04.07.2007 Bulletin 2007/27

(51) Int Cl.:
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)

(21) Numéro de dépôt: **03760761.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/001901

(22) Date de dépôt: **20.06.2003**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/001900 (31.12.2003 Gazette 2004/01)

(54) **ANTENNE A BRINS**

DRAHTANTENNE

WIRE ANTENNA

(84) Etats contractants désignés:
**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**

(30) Priorité: **20.06.2002 FR 0207625**

(43) Date de publication de la demande:
23.03.2005 Bulletin 2005/12

(73) Titulaires:
• **CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES**
75001 Paris (FR)
• **STE D'APPLICATIONS TECHNOLOGIQUES DE**
L'IMAGERIE
MICRO ONDES
F-91940 Les Ulis (FR)

(72) Inventeurs:
• **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)

(74) Mandataire: **Callon de Lamarck, Jean-Robert et al**
Cabinet Régimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 512 876 **US-A- 2 521 550**
US-A- 3 680 135 **US-A- 4 647 937**
US-A- 4 947 180 **US-A- 5 426 439**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 200**
(E-135), 9 octobre 1982 (1982-10-09) & JP 57
107610 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP), 5
juillet 1982 (1982-07-05)

EP 1 516 392 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne les antennes à polarisation circulaire, et plus précisément les antennes présentant un diagramme de rayonnement de révolution autour d'un axe et présentant un maximum de rayonnement dans le plan perpendiculaire à la direction de cet axe.

[0002] L'invention concerne plus spécifiquement les antennes en technologie plaquée (patch).

[0003] Le concept d'antenne imprimée (ou antenne "patch" ou antenne "microstrip") est apparu dès 1953 avec DESCHAMPS [1], et les premières réalisations ont été effectuées dans les années 70 par HOWELL et NUNSON [2].

[0004] Les antennes plaquées ou imprimées regroupent l'ensemble des aériens réalisés suivant une technologie consistant à placer un fin conducteur métallique au-dessus d'un plan de masse. Ce fil conducteur métallique constitue l'élément rayonnant de l'antenne et est de dimensions réduites et peut être de forme arbitraire. Dans la pratique, il est souvent de géométrie simple telle un carré, un rectangle, un disque ou un anneau.

[0005] Ce type d'antenne possède les avantages des lignes microrubans : faible masse et encombrement réduit, structures planaires pouvant être conformées, possibilité de fabrication en grande série autorisant ainsi une production de faible coût.

[0006] Cette technologie a donc vu de larges applications dans les domaines tels que l'aéronautique, le spatial, les télécommunications grand public (antennes de téléphones portables), ...

[0007] La technologie d'antennes plaquées ou "patch" est très largement diffusée au travers d'ouvrages de référence internationale: [5], [6], [7]

[0008] On connaît par ailleurs du document US-A-2 521 550 une antenne filaire incluant une série de brins situés sensiblement dans un même plan principal, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur et décrivant un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolongeant selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique puis décrivant à nouveau un segment sensiblement radial dirigé en direction de l'axe géométrique, longeant ainsi un segment radial du brin voisin sans le toucher.

[0009] Le document EP 0 5120 876 décrit une antenne selon le préambule de la revendication 1.

[0010] Le but de l'invention est d'améliorer les antennes existantes et de proposer une antenne qui soit simple de réalisation, et de dimension réduite, tout en fournissant une polarisation circulaire naturelle qui soit particulièrement nette.

[0011] Ce but est atteint selon l'invention grâce à une antenne selon la revendication 1.

[0012] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, faite en référence à la figure unique ci-jointe, représentant en perspective, sous forme d'une

structure éclatée et développée en volume pour plus de clarté, une antenne selon une variante préférée de l'invention.

[0013] Sur cette figure, l'antenne est constituée de trois éléments principaux, à savoir un fil d'alimentation rigide et rectiligne 100, un ensemble 200 de quatre brins rayonnants, et un plan de masse 300. Les quatre brins, référencés 210, 220, 230 et 240, sont situés dans un plan perpendiculaire à l'axe du fil 100, et le plan de masse 300 est placé parallèlement au plan principal des brins. La forme générale délimitée par les brins ainsi que le plan de masse 300 sont tous deux centrés géométriquement sur le fil d'alimentation 100.

[0014] Le fil 100 définit donc ici un axe principal de symétrie X de l'antenne.

[0015] Chaque brin 210, 220, 230, 240 est électriquement relié au fil 100. A partir du fil d'alimentation 100 de chaque brin présente une forme semblable à celle du brin 210, que l'on décrira maintenant. Le brin 210 décrit d'abord un segment initial 210 qui est ici strictement radial et qui se termine à distance de l'axe X par un coude 213, coude 213 qui initie alors la partie en arc de cercle 214 du brin considéré 100.

[0016] Cette partie ou segment en arc de cercle 214 décrit ici un angle de 90° autour de l'axe, pour se terminer à nouveau par un coude 215 à angle droit. Ce second coude 215 initie alors un segment terminal 216 du brin considéré dirigé vers l'axe de symétrie X, s'arrêtant à proximité de l'axe 100 sans le toucher.

[0017] Chacun des brins présente la même configuration, la partie en arc de cercle tournant autour de l'axe 100 dans un même sens (trigonométrique ou inverse trigonométrique) pour chaque brin. Chaque brin tourne ici dans le sens inverse trigonométrique par rapport à l'axe X.

[0018] L'ensemble des brins définit par son contour une forme circulaire séparée en quatre arcs de 90°. Chacun des brins décrit, par ses deux segments rectilignes et son segment en arc de cercle, le contour d'un quartier constituant le quart d'un disque.

[0019] Ces quartiers sont directement côte à côte les uns des autres et, les brins ayant tous le même sens inverse trigonométrique, chaque segment radial qui est relié au fil central est bordé par un segment radial, qui, lui, n'est pas relié au fil d'alimentation 100.

[0020] Ainsi, non seulement l'ensemble des quatre brins 210 à 240 définit une configuration générale circulaire autour de cet axe géométrique X, mais chacun de ces brins décrit en outre deux segments sensiblement radiaux, situés à 90° l'un de l'autre, et longeant chacun un segment voisin appartenant à un brin voisin. Ainsi, l'ensemble des brins 210, 220, 230 et 240 forme quatre couples de segments parallèles et radiaux, chaque segment considéré d'un couple appartenant à un brin différent. Ces couples des segments parallèles sont présents tous les 90 degrés autour de l'axe de symétrie de l'antenne.

[0021] Le fil d'alimentation 100 est ici un fil rectiligne

s'arrêtant au centre des brins, et ne se prolongeant pas au-delà du plan de ces derniers.

[0022] Ce fil d'alimentation 100 est constitué par le conducteur central d'un câble coaxial. L'armature extérieure 150 de ce câble coaxial s'arrête, quant à elle, bien avant le conducteur interne du câble coaxial.

[0023] L'armature externe coaxiale 150 est en liaison électrique avec le plan de masse 300, qui forme un disque conducteur de même diamètre que le cercle des brins et parallèle à ce dernier. Ce disque plein 300 se trouve à une distance des brins qui est de l'ordre du diamètre du cercle que décrivent ces brins.

[0024] L'armature externe du câble coaxial le relie à un potentiel différent de celui alimentant les brins.

[0025] Ainsi les deux conducteurs 100 et 150 du câble coaxial sont reliés aux bornes d'une source électrique, ici non représentée, qui se trouve au-delà du plan de masse 300, à l'opposé des brins. Le plan de masse 300 se trouve donc entre cette source et le plan des brins.

[0026] La source d'alimentation non représentée peut être réalisée par exemple à l'aide d'un circuit en technologie planaire imprimé, une alimentation selon cette technologie pouvant en variante être placée en tout endroit de l'antenne, par exemple dans le plan des brins ou sur le plan de masse 300.

[0027] L'axe mécanique constitué par le fil d'alimentation 100 est également l'axe de symétrie du diagramme de rayonnement. Un maximum de rayonnement est émis sur l'horizon, c'est à dire axialement autour du fil 100 et dans la direction du plan des brins, tandis qu'un minimum de rayonnement est présent dans la direction définie par l'axe de symétrie.

[0028] Sur une bande de fréquence relative assez large (>10%), l'antenne génère une polarisation circulaire naturelle. En effet, sur cette bande de fréquence, la partie centrale de l'antenne, et en particulier le fil vertical d'alimentation 100 de l'antenne, génère une composante du champ électromagnétique polarisée verticalement ayant un maximum à l'horizon.

[0029] La partie périphérique en forme de cercle de l'antenne génère quant à elle une composante du champ électromagnétique polarisée horizontalement ayant également un maximum à l'horizon.

[0030] Le gain obtenu avec cette antenne est typiquement de 2 dB pour des angles d'élévation compris entre 0° et 60°.

[0031] La géométrie de l'antenne permet en outre d'obtenir un déphasage de 90° entre ces deux composantes rayonnées et une même amplitude pour chacune d'elles.

[0032] Une polarisation circulaire est donc obtenue avec un maximum dirigé à l'horizon. Le sens d'enroulement des brins fixe la polarisation principale. Ainsi, le sens d'enroulement inverse trigonométrique tel que présenté ici implique une polarisation circulaire droite.

[0033] Chaque brin a une longueur de l'ordre d'une demi-longueur d'onde à la fréquence de travail, c'est à dire de l'ordre d'une demi-longueur d'onde à la fréquence

privilegiée pour cette antenne.

[0034] Afin d'élargir la bande des fréquences de fonctionnement, des brins supplémentaires peuvent être superposés aux quatre brins initiaux. Ces brins supplémentaires peuvent être reliés électriquement ou non aux brins initiaux et peuvent être de même dimension ou non que les brins initiaux.

[0035] Un fonctionnement en mode multifréquence est aussi possible, soit au moyen de l'empilement de plusieurs ensembles de brins tel que celui décrit ici, préférentiellement selon des plans parallèles et superposés et de diamètres différents, soit au moyen d'un multiplexeur relié à un ensemble de brins coplanaires.

[0036] L'épaisseur totale de l'antenne proposée est faible devant la longueur d'onde (typiquement de l'ordre de 0.04λ), ce qui la rend compacte.

[0037] L'antenne présentée ici est très compacte car ses brins sont repliés.

[0038] Le diamètre extérieur du cercle composé des quatre brins rayonnants est de l'ordre de 0.25λ , où λ est la longueur d'onde de travail privilégiée pour cette antenne.

[0039] Un diamètre aussi faible permet un encombrement réduit de l'antenne au regard de la longueur d'onde.

[0040] Les différents éléments de cette antenne peuvent être réalisés en métal.

[0041] La masse de cette antenne, déjà faible, peut, par le choix d'un matériau adapté, être encore plus faible.

[0042] L'alimentation de l'antenne se fait par un fil unique et aucun circuit de déphasage additionnel n'est nécessaire à son fonctionnement ce qui en fait une structure simple à réaliser tant au niveau électrique, qu'au niveau mécanique.

[0043] Cette antenne et notamment l'ensemble des brins, est facilement réalisable en technologie plaquée, c'est à dire par exemple en réalisant l'ensemble des brins sous la forme d'un circuit imprimé sur un film substrat.

[0044] Plus généralement, l'antenne selon l'invention et facilement réalisée en production de série.

[1] G.A. DESCHAMPS« Microstrip microwave antennas ».3rd USAF -Symposium on Antennas -1953

[2] J.Q. HOWELL« Microstrip antennas »I.E.E.E. Transactions on Antennas and Propagation -Vol. AP-22 -pp. 90-93 -January 1975.

[3] Howell, J.Q., "Microstrip Antennas,"IEEE AP-S Int. Symp. Digest, 1972, pp. 177-180.

[4] Munson, R.E., "Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays,"IEEE Trans. on Antennas and Propagation,-Vol. AP-22, 1974, pp. 74-78.

[5] JR James & PS Hall"Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS" 1989

[6] IJ Bahl & P. Bhartia "Microstrip Antennas" 1980

[7] J.R JAMES -P .S. HALL -C. WOOD« Microstrip antenna theory and design ».

Revendications

1. Antenne incluant une série de brins rayonnants (210,220,230,240), chacun des brins rayonnants (210,220,230,240) étant alimenté par un même fil conducteur (100) et incluant également un plan conducteur parallèle (300) à un plan principal géométrique incluant les brins rayonnants (210,220,230,240), ledit plan conducteur (300) formant plan de masse de l'antenne **caractérisée en ce que** l'antenne est une antenne de type imprimée dans laquelle l'ensemble des brins rayonnants (210,220,230,240) est situé dans le même plan principal, chacun des brins rayonnants (210,220,230,240) décrivant un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique (X) perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins rayonnants (210,220,230,240) se prolongeant selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique puis décrivant à nouveau un segment sensiblement radial dirigé en direction de l'axe géométrique (X), longeant ainsi un segment radial du brin voisin sans le toucher.
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le fil d'alimentation (100) des brins (210, 220, 230, 240) est constitué par un fil rigide rectiligne (100) confondu avec l'axe géométrique (X).
3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque brin (210, 220, 230, 240) décrit un arc de cercle (214), selon un même sens de rotation autour de l'axe (X), de sorte que pour chaque brin (210, 220, 230, 240) considéré, le segment radial d'extrémité (216) de ce brin (210, 220, 230, 240) borde un segment radial initial (222) d'un brin voisin.
4. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ensemble des brins (210, 220, 230, 240) décrit un pourtour circulaire de diamètre sensiblement égal à $\lambda/4$ où λ est la longueur d'onde de travail privilégiée de l'antenne.
5. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisée en ce que** le fil d'alimentation (100) est constitué par le conducteur central (100) d'un conducteur coaxial, et **en ce que** le plan de masse (300) est alimenté par l'armature externe (150) de ce conducteur coaxial.

6. Antenne selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le conducteur central (100) du câble coaxial présente son extrémité au contact des brins (210, 220, 230, 240), et l'armature externe (150) du câble coaxial présente son extrémité au contact du plan de masse (300).
7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, **caractérisée en ce que** le plan de masse (300) forme un disque plein de diamètre sensiblement égal au diamètre de la forme décrite par l'ensemble des brins (210, 220, 230, 240).
8. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les brins sont au nombre de quatre, décrivant chacun par leur portion circulaire un arc de cercle (214) décrivant un angle d'environ 90°.
9. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** présente plusieurs séries de brins (210, 220, 230, 240), chaque série étant formée par des brins coplanaires dans un plan principal particulier, chacune de ces séries de brins (210, 220, 230, 240) décrivant une forme générale de disque, et ces disques étant superposés en recouvrement les uns des autres et de diamètres différents.
10. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** plusieurs séries de brins (210, 220, 230, 240) de diamètre sensiblement égaux ou différents, les brins étant contactés entre eux ou non, sont agencées en empilement.

Claims

1. Antenna including a series of radiating strands (210, 220, 230, 240), each of the radiating strands (210, 220, 230, 240) being powered by one and the same conducting wire (100) and also including a conducting plane (300) parallel to a main geometric plane including the radiating strands (210, 220, 230, 240) **characterised in that** the antenna is of the printed antenna type in which all the radiating strands (210, 220, 230, 240) are located in the same main plane, each of the radiating strands (210, 220, 230, 240) describing an initial segment that is radial relative to a geometric axis (X) perpendicular to the main plane, then each of the radiating strands (210, 220, 230, 240) extending along a circle arc centred on this geometric axis, then describing again a substantially radial segment directed in the direction of the geometric axis (X), thus running alongside a radial segment of the neighbouring strand without touching it.

2. Antenna according to claim 1, **characterised in that** the power wire (100) of the strands (210, 220, 230, 240) is constituted by a rigid rectilinear wire (100) merged with the geometric axis (X).
3. Antenna according to any one of claims 1 or 2, **characterised in that** each strand (210, 220, 230, 240) describes a circle arc (214) according to one and the same direction of rotation around the axis (X), in such a way that for each strand (210, 220, 230, 240) considered, the radial end segment (216) of this strand (210, 220, 230, 240) runs alongside an initial radial segment (222) of a neighbouring strand.
4. Antenna according to any one of the previous claims, **characterised in that** the array of strands (210, 220, 230, 240) describes a circular perimeter of diameter substantially equal to $\lambda/4$ where λ is the favoured working wavelength of the antenna.
5. Antenna according to any one of the previous claims, **characterised in that** the power wire (100) is constituted by the central conductor (100) of a coaxial conductor, and **in that** the ground plane (300) is supplied with power by the external sheathing (150) of this coaxial conductor.
6. Antenna according to the previous claim, **characterised in that** the central conductor (100) of the coaxial cable has its end in contact with the strands (210, 220, 230, 240) and the external sheathing (150) of the coaxial cable has its end in contact with the ground plane (300).
7. Antenna according to any one of the claims 5 to 6, **characterised in that** the ground plane (300) forms a full disk of diameter substantially equal to the diameter of the shape described by the array of strands (210, 220, 230, 240).
8. Antenna according to any one of the previous claims, **characterised in that** the strands are four in number, each describing by their circular portion a circle arc (214) describing an angle of about 90° .
9. Antenna according to any one of the previous claims, **characterised in that** it has several series of strands (210, 220, 230, 240), each series being formed by coplanar strands in a particular main plane, each of these series of strands (210, 220, 230, 240) describing a general disk shape, and these discs being superposed overlapping each other and with different diameters.
10. Antenna according to any one of the previous claims, **characterised in that** several series of strands (210, 220, 230, 240) of substantially equal or different diameter, the strands being or not being in con-

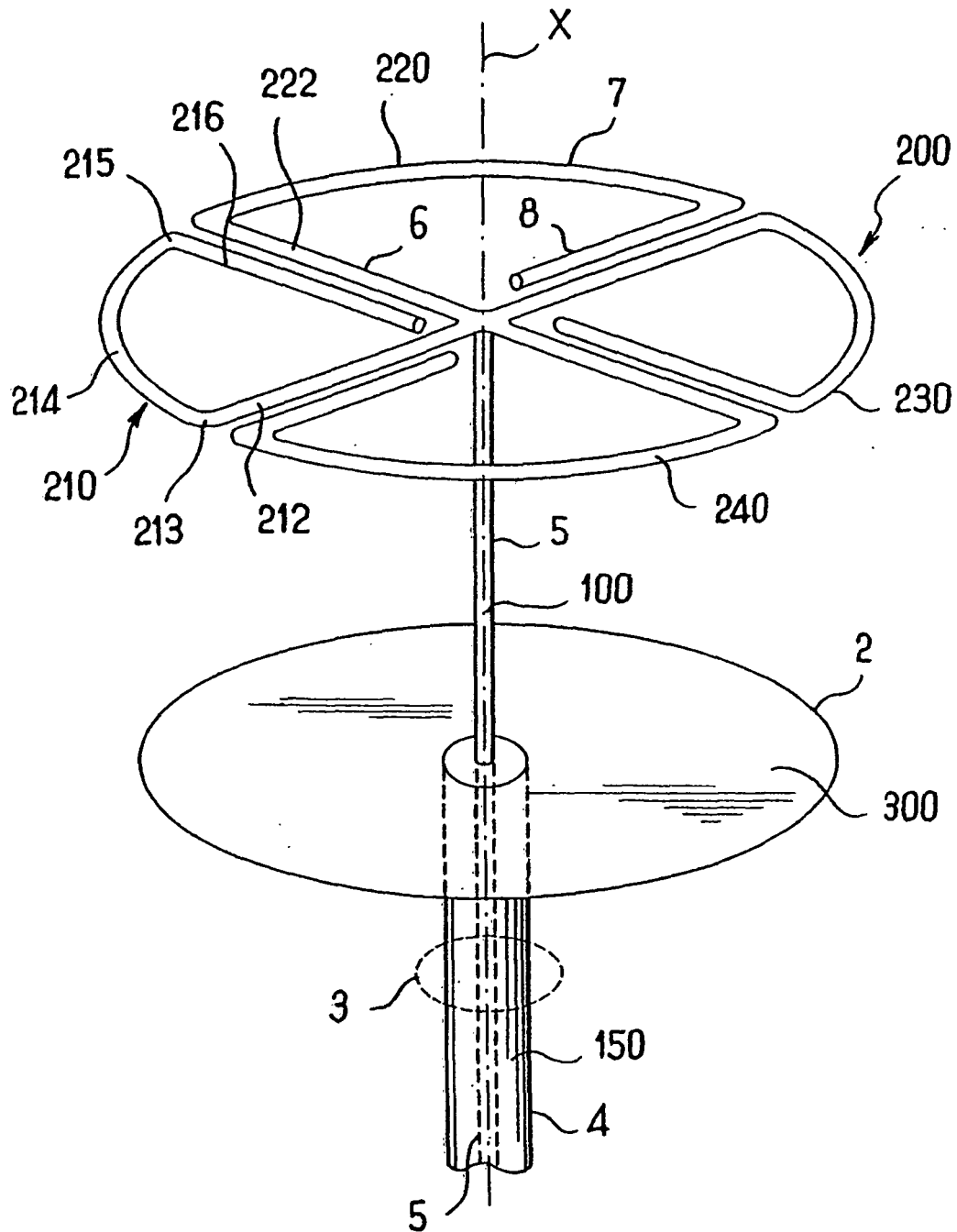
tact with each other, are arranged in a stack.

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) entlang 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 Mittel- 5
leiters (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. 10
7. Antenne nach einem der Ansprüche 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Masseebene (300) 15
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. 20
8. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strah- 25
lungselemente in einer Anzahl von vier vorliegen, von denen jedes mit seinem Kreisabschnitt einen
Kreisbogen (214) beschreibt, der einen Winkel von etwa 90° beschreibt. 30
9. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie mehrere 35
Sätze von Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) hat, wobei jeder Satz durch koplanare Strah-
lungselemente in einer bestimmten Hauptebene gebildet wird, wobei jeder dieser Sätze von Strah- 40
lungselementen (210, 220, 230, 240) die allgemeine Form einer Scheibe beschreibt und wobei diese Scheiben
sich gegenseitig abdeckend übereinander liegen und verschiedene Durchmesser haben. 45
10. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Sätze 50
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. 55



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2521550 A [0008]
- EP 05120876 A [0009]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **G.A. DESCHAMPS.** Microstrip microwave antennas. *3 rd USAF -Symposium on Antennas*, 1953 [0044]
- **J.Q. HOWELL.** Microstrip antennas. *I.E.E.E. Transactions on Antennas and Propagation*, Janvier 1975, vol. AP-22, 90-93 [0044]
- **HOWELL, J.Q.** Microstrip Antennas. *IEEE AP-S Int. Symp. Digest*, 1972, 177-180 [0044]
- **MUNSON, R.E.** Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays. *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, 1974, vol. AP-22, 74-78 [0044]
- **R JAMES ; PS HALL.** *Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS*, 1989 [0044]
- **LJ BAHL ; P. BHARTIA.** *Microstrip Antennas*, 1980 [0044]
- **J.R JAMES ; P .S. HALL ; C. WOOD.** *Microstrip antenna theory and design* [0044]