Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
Un organisme d'Industrie Canada

Canadian Intellectual Property Office
An agency of Industry Canada

CA 2489776 C 2011/01/11

(11)(21) 2 489 776

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2003/06/20
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2003/12/31
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2011/01/11
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2004/12/16
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2003/001901
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/001900
(30) Priorité/Priority: 2002/06/20 (FR02/07625)

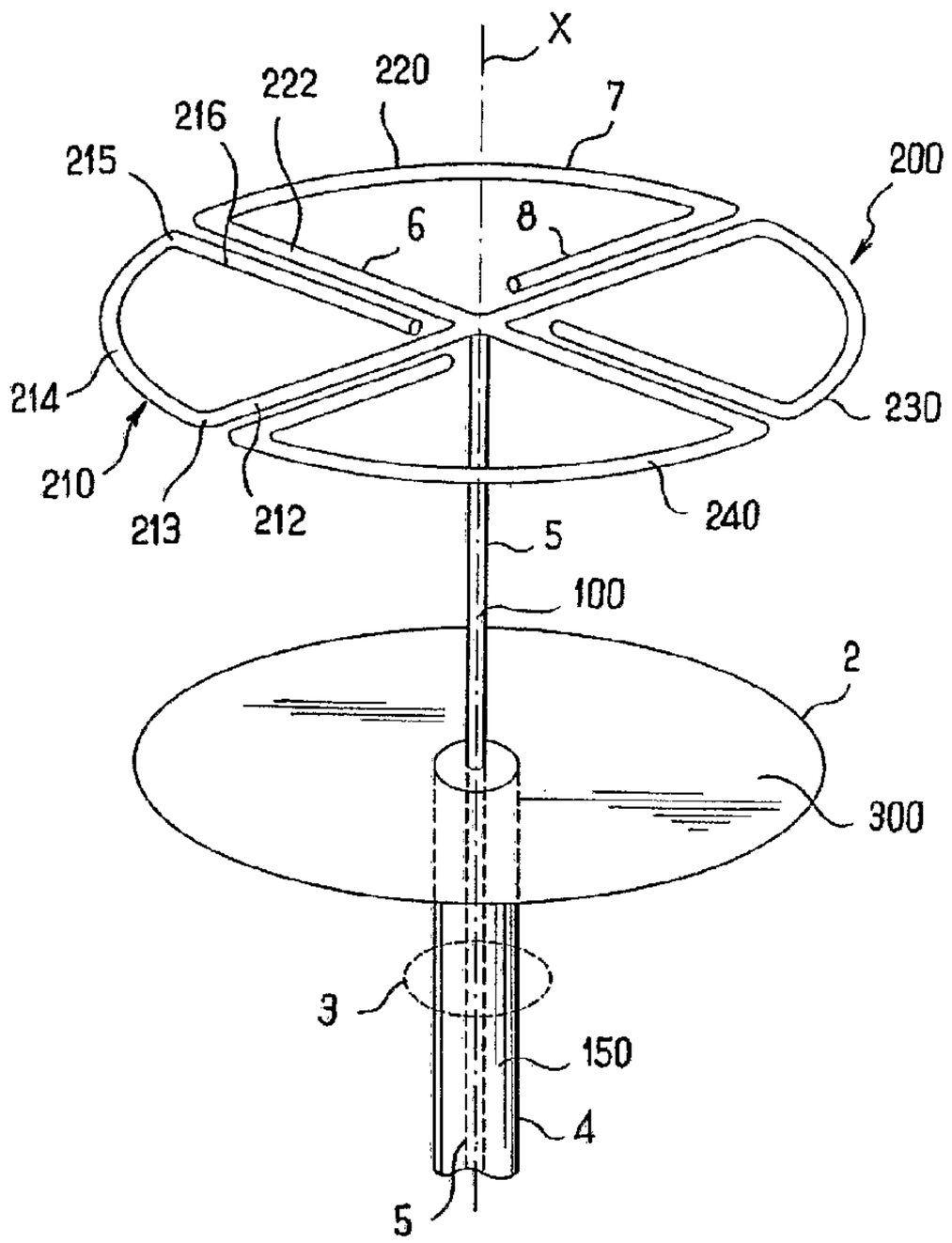
(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01Q 9/30* (2006.01), *H01Q 9/36* (2006.01), *H01Q 9/42* (2006.01), *H01Q 9/44* (2006.01), *H01Q 9/46* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
LE GOFF, MARC, FR;
DUCHESNE, LUC, FR;
BARACCO, JEAN-MARC, FR;
DUMON, PATRICK, FR

(73) Propriétaires/Owners:
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES, FR;
STE D'APPLICATIONS TECHNOLOGIQUES DE L'IMAGERIE MICRO ONDES, FR

(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.

(54) Titre : ANTENNE A BRINS A POLARISATION CIRCULAIRE
(54) Title: CIRCULARLY POLARIZED WIRE ANTENNA



(57) Abrégé/Abstract:
L'invention concerne une antenne réalisée en technologie plaquée incluant une série de brins (210, 220, 230, 240) situés sensiblement dans un même plan principal, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur (100), caractérisée en ce que chacun de ces brins (210, 220, 230, 240) décrit un segment initial (312) qui est radial par rapport à un axe géométrique (X) perpendiculaire au plant principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle (214) centré sur cet axe géométrique (X), puis décrit à nouveau un segment sensiblement radial (216), dirigé en direction de l'axe géométrique (X), longeant ainsi un segment radial (212) du brin voisin sans le toucher.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

VERSION CORRIGÉE

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001900 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : H01Q 9/30, 9/36, 9/42, 9/44, 9/46

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2003/001901

(22) Date de dépôt international : 20 juin 2003 (20.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07625 20 juin 2002 (20.06.2002) FR

(71) Déposants *(pour tous les États désignés sauf US)* : **CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES** [FR/FR]; 2, place Maurice Quentin, F-75001 Paris (FR). **STE D'APPLICATIONS TECHNOLOGIQUES DE L'IMAGERIE MICRO ONDES** [FR/FR]; 22, avenue de la Baltique, F-91940 Les Ulis (FR).

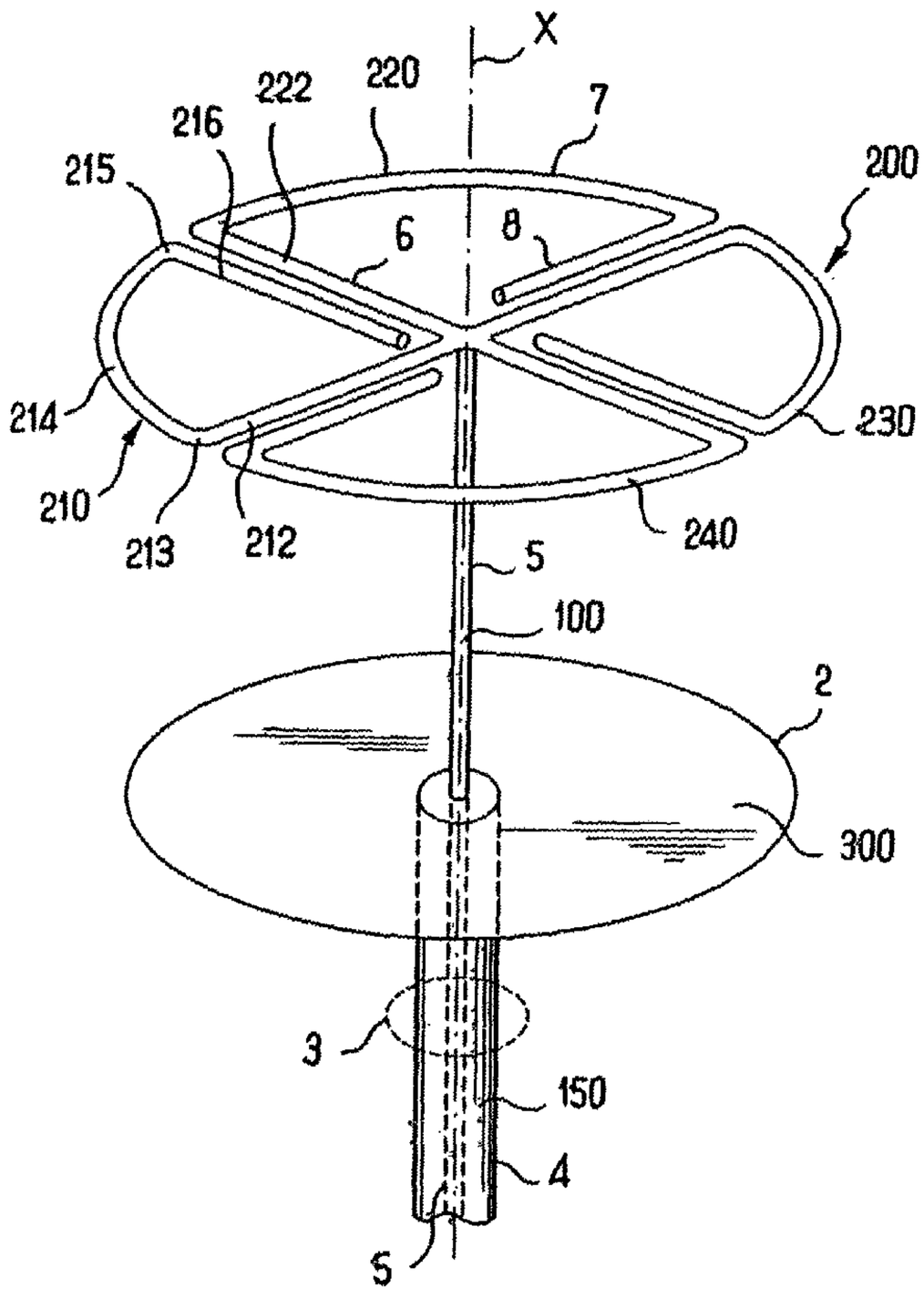
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **LE GOFF, Marc** [FR/FR]; 8, avenue des Cévennes, F-91940 Les Ulis (FR). **DUCHESNE, Luc** [FR/FR]; 6, impasse du Gros Chêne, F-91470 Angervilliers (FR). **BARACCO, Jean-Marc** [FR/FR]; 2423, avenue Emile-Hugues,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CIRCULARLY POLARIZED WIRE ANTENNA

(54) Titre : ANTENNE A BRINS A POLARISATION CIRCULAIRE



(57) Abstract: The invention concerns a microstrip antenna comprising a series of wires (210, 220, 230, 240) located substantially in a main common plane, each of the wires being fed by a common conductor wire (100), characterized in that each of said wires (210, 220, 230, 240) describes an initial segment (312) which is radial relative to a geometrical axis (X) perpendicular to the main plane, then each of the wires extends along an arc (214) centered on said geometrical axis (X), then describes another substantially radial segment (216), oriented towards the geometrical axis (X), hence along a radial segment (212) of the neighbouring strip without touching it.

(57) Abrégé : L'invention concerne une antenne réalisée en technologie plaquée incluant une série de brins (210, 220, 230, 240) situés sensiblement dans un même plan principal, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur (100), caractérisée en ce que chacun de ces brins (210, 220, 230, 240) décrit un segment initial (312) qui est radial par rapport à un axe géométrique (X) perpendiculaire au plant principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle (214) centré sur cet axe géométrique (X), puis décrit à nouveau un segment sensiblement radial (216), dirigé en direction de l'axe géométrique (X), longeant ainsi un segment radial (212) du brin voisin sans le toucher.

WO 2004/001900 A1

WO 2004/001900 A1

F-06140 Vence (FR). **DUMON, Patrick** [FR/FR]; 2, allée des Bois, F-31320 Vigoulet-Auzil (FR).

(74) Mandataires : MARTIN, Jean-Jacques etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés *(national)* **:** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(régional)* **:** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

(48) Date de publication de la présente version corrigée:
8 avril 2004

(15) Renseignements relatifs à la correction:
voir la Gazette du PCT n° 15/2004 du 8 avril 2004, Section II

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

« Antenne à brins à polarisation circulaire »

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.

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

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].

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.

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.

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), ...

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

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.

Ce but est atteint selon l'invention grâce à une antenne réalisée en technologie plaquée incluant une série de brins situés sensiblement dans

un même plan principal, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur, caractérisée en ce que chacun de ces brins décrit un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique, puis décrit à nouveau un segment sensiblement radial, dirigé en direction de l'axe géométrique, longeant ainsi un segment radial du brin voisin sans le toucher.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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 privilégiée pour cette antenne.

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.

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.

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.

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

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.

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

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

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

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.

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.

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

[1] G.A. DESCHAMPS
« *Microstrip microwave antennas* »
.3 rd 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 réalisée en technologie plaquée incluant une série de brins situés sensiblement dans un même plan principal, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur, caractérisée en ce que chacun de ces brins décrit un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique, puis décrit à nouveau un segment sensiblement radial, dirigé en direction de l'axe géométrique, 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 des brins est constitué par un fil rigide rectiligne confondu avec l'axe géométrique.

3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque brin décrit un arc de cercle, selon un même sens de rotation autour de l'axe, de sorte que pour chaque brin considéré, le segment radial d'extrémité de ce brin borde un segment radial initial d'un brin voisin.

4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'ensemble des brins 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 1 à 4, caractérisée en ce que l'antenne inclut également un plan conducteur parallèle au plan principal géométrique incluant les brins, qui forme plan de masse de l'antenne.

6. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce que le fil d'alimentation est constitué par le conducteur central d'un conducteur coaxial,

et en ce que le plan de masse est alimenté par l'armature externe de ce conducteur coaxial.

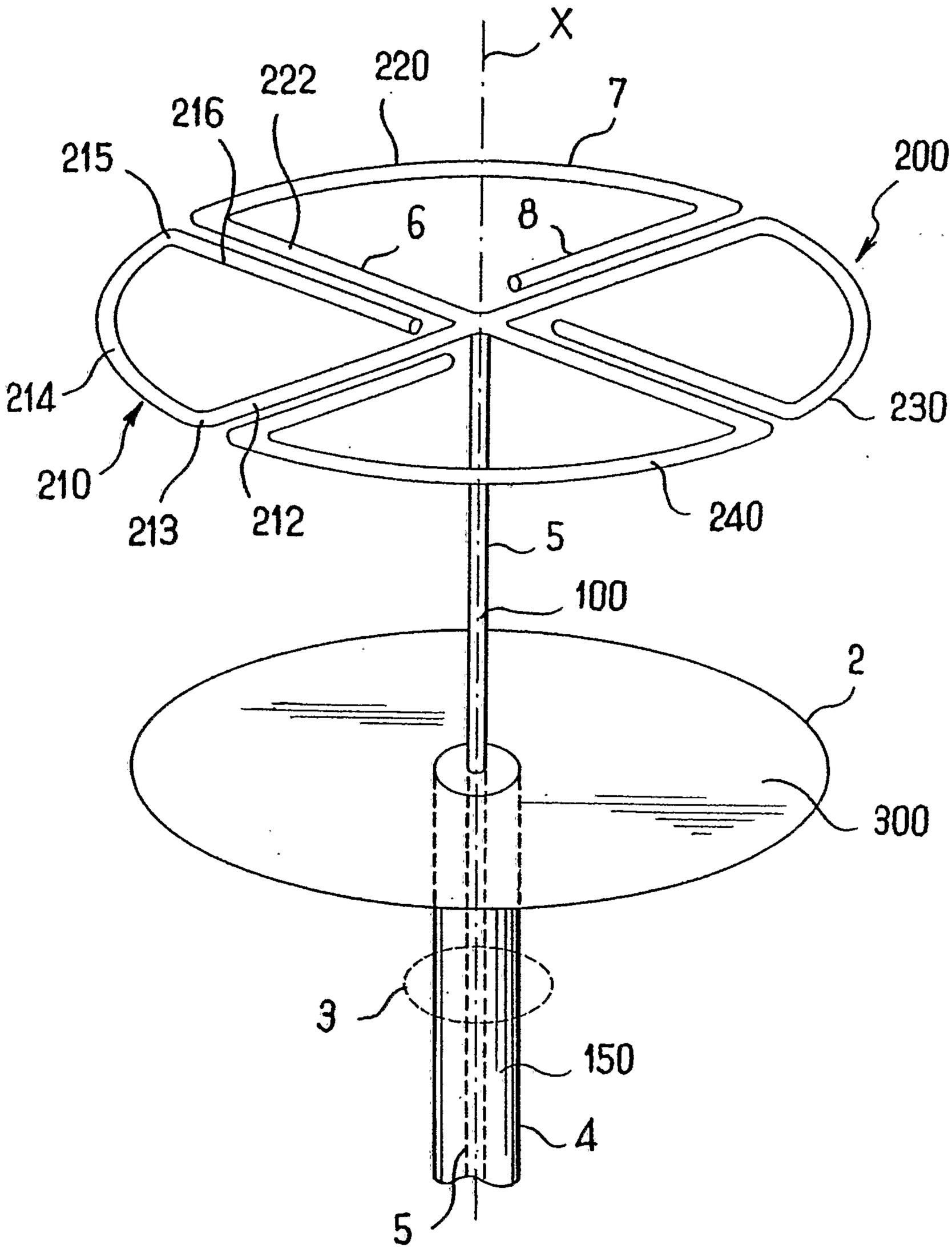
7. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que le conducteur central du câble coaxial présente son extrémité au contact des brins, et l'armature externe du câble coaxial présente son extrémité au contact du plan de masse.

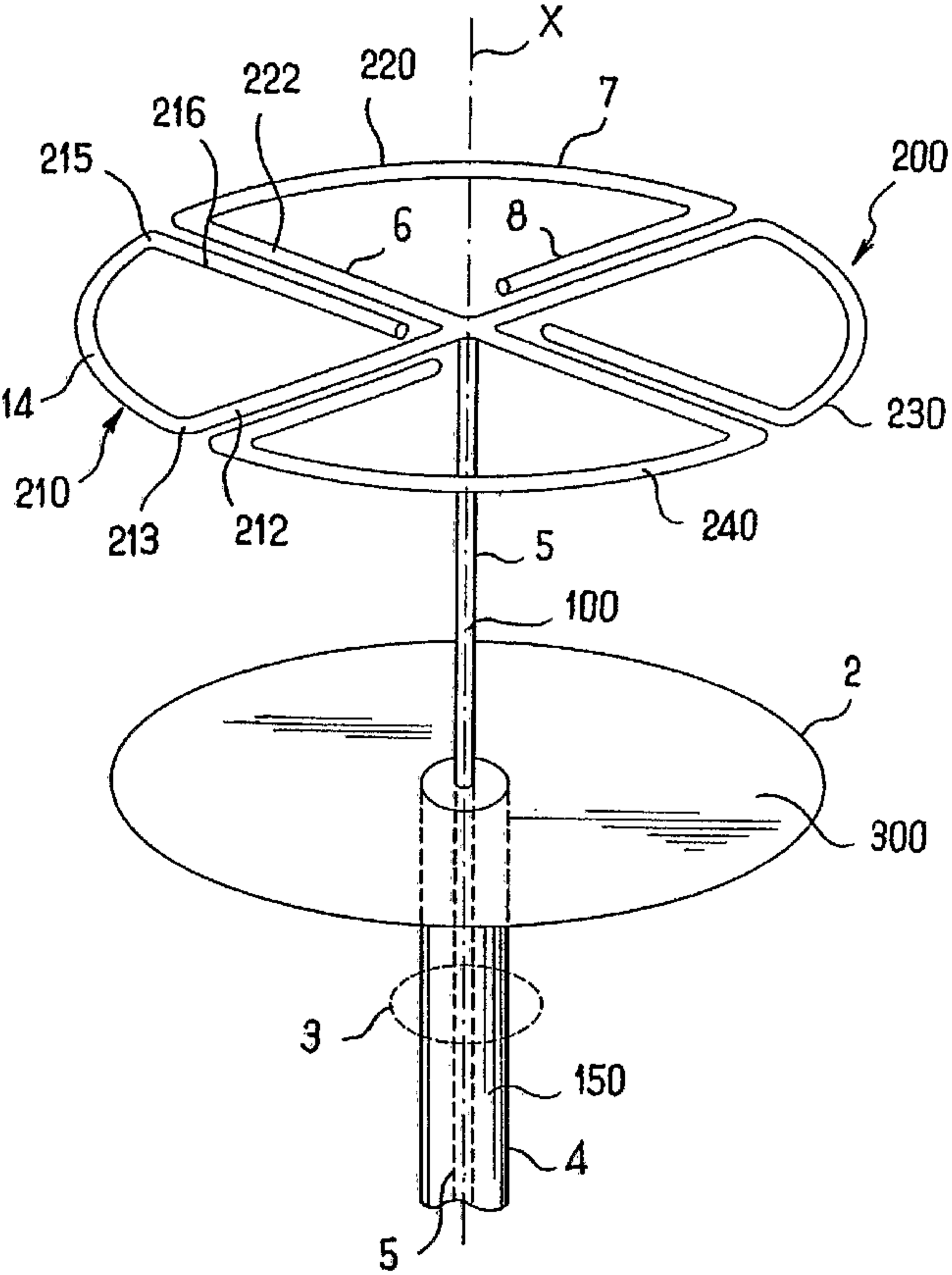
8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisée en ce que le plan de masse forme un disque plein de diamètre sensiblement égal au diamètre de la forme décrite par l'ensemble des brins.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les brins sont au nombre de quatre, décrivant chacun par leur portion circulaire un arc de cercle décrivant un angle d'environ 90°.

10. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce qu'elle présente plusieurs séries de brins, chaque série étant formée par des brins coplanaires dans un plan principal particulier, chacune de ces séries de brins décrivant une forme générale de disque, et ces disques étant superposés en recouvrement les uns des autres et de diamètres différents.

11. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que plusieurs séries de brins de diamètre sensiblement égaux ou différents sont superposées, les brins étant contactés entre eux ou non, de sorte qu'un fonctionnement en mode multifréquence est obtenu.


X
222
220
216
7
215
200
6
8
214
230
210
213
212
240
5
100
2
300
3
150
4
5


X
220
222
216
7
215
200
6
8
214
230
210
213
212
240
5
100
2
300
3
150
4
5