



(11) **EP 1 751 820 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.05.2011 Bulletin 2011/20

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

(21) Numéro de dépôt: **05759955.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2005/000966

(22) Date de dépôt: **19.04.2005**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2005/117208 (08.12.2005 Gazette 2005/49)

(54) **ANTENNE PLANAIRE À PLOTS CONDUCTEURS À PARTIR DU PLAN DE MASSE ET/OU D'AU MOINS UN ÉLÉMENT RAYONNANT, ET PROCÉDÉ DE FABRICATION CORRESPONDANT**

PLANARE ANTENNE MIT LEITFÄHIGEN ZAPFEN ÜBER EINER GRUNDPLATTE UND/ODER MIT MINDESTENS EINEM STRAHLERELEMENT UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN

PLANAR ANTENNA PROVIDED WITH CONDUCTIVE STUDS ABOVE A GROUND PLANE AND/OR WITH AT LEAST ONE RADIATOR ELEMENT, AND CORRESPONDING PRODUCTION METHOD

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

- **PERSON, Christian**
F-29280 Locmaria-Plouzane (FR)
- **PINEL, Serge**
F-29200 Brest (FR)

(30) Priorité: **30.04.2004 FR 0404679**
02.03.2005 FR 0502130

(74) Mandataire: **Ablett, Graham Keith et al**
Ablett & Stebbing
Caparo House
101-103 Baker Street
London, W1U 6FQ (GB)

(43) Date de publication de la demande:
14.02.2007 Bulletin 2007/07

(73) Titulaire: **Get/Enst Bretagne**
29238 Brest Cédex 3 (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-02/087012 US-A- 4 827 266
US-A- 4 924 236 US-A1- 2003 214 443
US-B2- 6 624 786

(72) Inventeurs:
• **COUPEZ, Jean-Philippe**
F-29480 Le Relecq Kerhuon (FR)

EP 1 751 820 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

1. Domaine de l'invention

[0001] Le domaine de l'invention est celui des antennes planaires, du type comprenant au moins un élément rayonnant (aussi appelé « patch », motif planaire, motif rayonnant ou motif imprimé) séparé d'un plan de masse par un diélectrique.

[0002] Notre époque connaît actuellement un développement considérable des réseaux mobiles et, plus généralement, de tous les réseaux « sans-fil ». Ces systèmes apportant des réponses séduisantes sur de nombreux points, tels que la flexibilité de connexion, la mobilité, le redéploiement ou les possibilités d'extension des réseaux, cet essor devrait continuer à s'accroître de manière très significative dans l'avenir.

[0003] Or, dans tous ces systèmes, les éléments rayonnants font partie des composants clés, pour lesquels les spécifications demandées sont de plus en plus contraignantes. Il faut bien entendu constamment optimiser l'ensemble des performances électriques de ces antennes, mais également satisfaire des critères de plus en plus critiques, tels que l'encombrement, le poids ou le coût de ces composants.

[0004] La miniaturisation des antennes constitue donc aujourd'hui un challenge important et fait l'objet de nombreux travaux au niveau international. Cette miniaturisation offre en effet de multiples avantages, parmi lesquels on peut citer : une facilité d'intégration des antennes dans des matériels embarqués (en particulier, au sein des portables), une plus grande flexibilité de mise en réseau de ces éléments rayonnants (de par leur petite dimension), une plus grande ouverture de diagramme facilitant notamment l'intégration de systèmes à large balayage de faisceau...

[0005] Parmi les diverses technologies utilisées pour intégrer les antennes, les solutions planaires apparaissent aujourd'hui comme particulièrement appropriées pour répondre à l'ensemble des spécifications demandées. Cette approche planaire offre en effet suffisamment de souplesse aux concepteurs pour développer des solutions performantes et de dimensions particulièrement petites.

[0006] Conformément à un abus de langage tout à fait classique dans le domaine des antennes, on entend par « antennes planaires » (ou antennes réalisées selon la technologie planaire) :

- aussi bien les antennes réellement planes, c'est-à-dire celles dont le plan de masse et le ou les éléments rayonnants sont plans,
- que les antennes non réellement planes, c'est-à-dire celles dont le plan de masse et/ou au moins un des éléments rayonnants n'est (ne sont) pas plan(s) mais conformé(s) selon une forme tridimensionnelle (3D) déterminée, de manière à épouser la forme d'un support.

[0007] Les antennes planaires de la seconde catégorie précitée (antennes non réellement planes) sont généralement, mais non obligatoirement, réalisées selon une technologie imprimée. Ceci explique pourquoi, historiquement, l'adjectif « planaire » a été choisi dans l'expression « antenne planaire », pour montrer une opposition avec la structure d'antenne traditionnelle à base de guide d'onde tridimensionnel (3D). La présente invention s'inscrit dans ce contexte et porte plus précisément sur une solution originale d'antenne planaire au sens précité, ainsi que sur un procédé de fabrication correspondant, permettant de diminuer fortement la dimension physique du motif imprimé de base (c'est-à-dire du ou des éléments rayonnants, aussi appelés patches).

2. Art antérieur

[0008] La réduction de la taille des antennes planaires représente un enjeu majeur pour faciliter leur utilisation et leur intégration dans les systèmes modernes.

[0009] Le principe de base de la plupart des solutions mises en oeuvre à ce jour consiste à augmenter la longueur électrique équivalente du motif imprimé, pour qu'il puisse rayonner à la fréquence désirée, tout en réduisant ses dimensions physiques (i.e. sa surface ou son volume).

[0010] A cet effet, les structures les plus couramment utilisées correspondent à :

- des solutions de type patches à fentes inscrites, ces fentes permettant d'allonger le chemin électrique du signal sur le motif planaire (voir par exemple les documents de brevet WO 01/31739 et WO 01/17063), ou
- des solutions pour lesquelles le motif rayonnant est replié de manière à gagner en compacité (voir par exemple les documents de brevet WO 02/052680, WO 01/63695 et US 6,483,462 B2).

[0011] Il est à noter que ces différents concepts peuvent également être combinés au sein d'une même structure (voir par exemple le document de brevet WO 02/01874).

3. Objectifs de l'invention

[0012] L'invention a notamment pour objectif de fournir une technique toute autre que celles utilisées jusqu'à aujourd'hui pour augmenter la longueur électrique équivalente du motif imprimé (élément rayonnant ou patch) de l'antenne, de façon à obtenir une antenne planaire très compacte.

[0013] Un objectif complémentaire de l'invention est de fournir une telle technique qui soit simple à mettre en oeuvre et peu coûteuse.

[0014] L'invention a également pour objectif de fournir une telle technique pouvant être appliquée à tout type de structures rayonnantes planaires, telles que les an-

tennes basiques « patchs demi-onde » ou « patchs quart-d'onde », les antennes « patchs annulaires », les antennes « patchs à fentes inscrites », les antennes PI-FA (Planar Inverted-F Antenna)...

[0015] Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle technique pouvant être appliquée aussi bien à une antenne planaire à un seul élément rayonnant qu'à une antenne planaire comprenant une superposition de plusieurs éléments rayonnants.

[0016] Encore un autre objectif de l'invention est de fournir un procédé de fabrication d'antenne planaire correspondant, reposant sur des technologies d'intégration très simples, ce qui permet d'aboutir à des solutions très faible coût, tout à fait adaptées au développement des marchés grand-public.

4. Résumé de l'invention

[0017] Ces différents objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'une antenne planaire du type comprenant au moins un élément rayonnant séparé d'un plan de masse par un diélectrique. Selon l'invention, l'antenne comprend en outre au moins un ensemble de plots conducteurs connectés à et s'étendant à partir d'au moins un des éléments appartenant au groupe comprenant le plan de masse et ledit au moins un élément rayonnant, de façon à réduire au moins une dimension physique dudit au moins un élément rayonnant pour une fréquence de résonance déterminée.

[0018] Le principe général de l'invention consiste donc simplement à disposer des plots sur le plan de masse et/ou sur un ou plusieurs élément(s) rayonnant(s) (patch (s)) de l'antenne planaire.

[0019] Dans le cadre de la présente invention, le terme plot est utilisé dans un sens générique, pouvant se décliner sous différentes variantes (et notamment mais non exclusivement, comme détaillé dans l'exposé ci-dessous, sous forme de saillie, de trou ou encore de languette).

[0020] Par diélectrique, on entend l'air ou un matériau solide de caractéristiques proches de celles de l'air, comme par exemple des matériaux de type plastique, mousse...

[0021] Comme expliqué en détail par la suite, en relation avec la figure 3, ces plots viennent localement modifier la distribution du champ électromagnétique, et permettent de réduire au moins une dimension (la longueur et/ou la largeur) physique du ou des élément(s) rayonnant(s) pour une fréquence de résonance fixée.

[0022] On précise ci-après différents ensembles de plots conducteurs. Il est clair que de nombreux modes de réalisation de la présente invention peuvent être envisagés, correspondant chacun à une combinaison différente d'un ou de plusieurs de ces ensembles. Il est également à noter que la présente invention s'applique avec une structure d'antenne comprenant un unique élément rayonnant ou avec une structure d'antenne com-

prenant une superposition de plusieurs éléments rayonnants.

[0023] Avantageusement, l'antenne comprend un premier ensemble de plots conducteurs connectés au plan de masse et s'étendant vers, sans être connectés à, ledit au moins élément rayonnant.

[0024] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant un unique élément rayonnant, elle comprend avantageusement un deuxième ensemble de plots conducteurs connectés audit unique élément rayonnant et s'étendant vers, sans être connectés à, ledit plan de masse.

[0025] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'antenne comprend avantageusement un troisième ensemble de plots conducteurs connectés à une première face dudit élément rayonnant primaire et s'étendant vers, sans être connectés à, ledit plan de masse.

[0026] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'antenne comprend avantageusement un quatrième ensemble de plots conducteurs connectés à une seconde face dudit élément rayonnant primaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants.

[0027] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant une superposition d'au moins trois éléments rayonnants séparés entre eux par des diélectriques, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que l'élément rayonnant primaire et l'élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, l'antenne comprend avantageusement, pour au moins un des éléments rayonnants intermédiaires, un cinquième ensemble de plots conducteurs connectés à une première face dudit élément rayonnant intermédiaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants qui suit ledit élément rayonnant intermédiaire selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.

[0028] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant une superposition d'au moins trois éléments rayonnants séparés entre eux par des diélectriques, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que ledit élément rayonnant primaire et ledit élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, l'antenne comprend avantageusement, pour au moins

un des éléments rayonnants intermédiaires, un sixième ensemble de plots conducteurs connectés à une seconde face dudit élément rayonnant intermédiaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants qui précède ledit élément rayonnant intermédiaire selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.

[0029] Dans le cas où l'antenne est du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que ledit élément rayonnant primaire et ledit élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, l'antenne comprend avantageusement un septième ensemble de plots conducteurs connectés à une première face dudit élément rayonnant supérieur et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants qui précède ledit élément rayonnant supérieur selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.

[0030] Avantageusement, un ensemble de plots conducteurs, s'étendant à partir du plan de masse ou respectivement de l'un des éléments rayonnants, s'entrelacent avec un autre ensemble de plots conducteurs, s'étendant à partir de l'un des éléments rayonnants ou respectivement d'un autre des éléments rayonnants.

[0031] De façon avantageuse, pour chaque élément rayonnant auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs, ledit élément rayonnant n'est connecté à aucun plot conducteur dans une zone où ledit élément rayonnant est connecté avec des moyens d'alimentation.

[0032] Avantageusement, les plots conducteurs d'un même ensemble de plots conducteurs sont répartis selon une matrice.

[0033] Selon une caractéristique avantageuse, au moins un élément rayonnant auquel est connecté au moins un ensemble de plots conducteurs est du type présentant une symétrie suivant ses deux axes principaux, et en ce que lesdits plots conducteurs sont répartis selon une disposition respectant ladite symétrie.

[0034] Ainsi, il est tout à fait possible d'exploiter l'antenne de l'invention suivant deux polarisations linéaires croisées, voire en polarisation circulaire. La solution développée, à base de plots conducteurs, n'est donc pas en soi un obstacle à l'utilisation de l'antenne pour tout type de polarisation désirée.

[0035] Préférentiellement, l'antenne appartient au groupe comprenant : des antennes planaires de type élément rayonnant demi-onde, des antennes planaires de type élément rayonnant quart-d'onde, des antennes planaires de type élément rayonnant annulaire, des antennes planaires de type élément rayonnant à fentes inscrites, des antennes planaires de type élément rayonnant

en F-inversé.

[0036] De façon avantageuse, l'antenne appartient au groupe comprenant : des antennes planes et des antennes non planes du fait d'une non planéité du plan de masse et/ou d'au moins un des éléments rayonnants.

[0037] Dans un premier mode de réalisation particulier de l'invention, au moins un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants est une saillie conductrice formée dans une première pièce conductrice et s'étendant à partir d'un corps principal de ladite première pièce conductrice, ledit corps principal formant ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant.

[0038] Dans un deuxième mode de réalisation particulier de l'invention, au moins un des plots conducteurs connectés à au moins un des éléments rayonnants est une languette conductrice, découpée dans au moins une partie excentrique d'une seconde pièce conductrice et repliée par rapport à une partie centrale de la seconde pièce conductrice, ladite partie centrale formant ledit élément rayonnant.

[0039] De façon avantageuse, l'antenne comprend en outre au moins un élément de support de ladite première ou seconde pièce conductrice, réalisé dans un matériau diélectrique et permettant de positionner le plan de masse par rapport à au moins un des éléments rayonnants ou de positionner ledit élément rayonnant par rapport au plan de masse ou au moins un autre des éléments rayonnants.

[0040] Dans un troisième mode de réalisation particulier de l'invention, au moins un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à au moins un des éléments rayonnants est un trou conducteur s'étendant à partir d'une première face d'une couche de matériau diélectrique, ladite première face portant ledit plan de masse ou ledit au moins un élément rayonnant, ledit trou conducteur s'étendant à partir de ladite première face et ne débouchant pas sur une seconde face de ladite couche de matériau diélectrique, la surface dudit trou conducteur étant recouverte d'un matériau conducteur.

[0041] L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une antenne planaire du type comprenant au moins un élément rayonnant séparé d'un plan de masse par un diélectrique. Selon l'invention, le procédé comprend une étape de réalisation d'au moins un ensemble de plots conducteurs connectés à et s'étendant à partir d'au moins un des éléments appartenant au groupe comprenant le plan de masse et ledit au moins un élément rayonnant, de façon à réduire au moins une dimension physique dudit au moins un élément rayonnant pour une fréquence de résonance déterminée.

[0042] Dans un premier mode de réalisation particulier de l'invention, le procédé comprend l'étape suivante, pour le plan de masse et/ou au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs : on réalise une première pièce conductrice comprenant :

- un corps principal formant ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant ; et
- au moins une saillie conductrice s'étendant à partir dudit corps principal, de façon à former un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants.

[0043] Dans un deuxième mode de réalisation particulier de l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes, pour au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs :

- on réalise une seconde pièce conductrice comprenant une partie centrale formant ledit élément rayonnant ;
- on découpe au moins une languette conductrice dans une partie excentrique de ladite seconde pièce conductrice ;
- on replie ladite au moins une languette conductrice par rapport à la partie centrale, de façon à former un des plots conducteurs connectés à un des éléments rayonnants.

[0044] De façon avantageuse, le procédé comprend en outre une étape de positionnement de ladite première ou seconde pièce conductrice par rapport à un autre élément de l'antenne, à l'aide d'au moins un élément de support réalisé dans un matériau diélectrique.

[0045] Dans un troisième mode de réalisation particulier de l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes, pour le plan de masse et/ou au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs :

- on réalise au moins un trou dans une couche de matériau diélectrique, ledit au moins un trou s'étendant à partir d'une première face de ladite couche et ne débouchant pas sur une seconde face de ladite couche ;
- on recouvre sélectivement, avec un matériau conducteur :

* au moins une partie de ladite première face, de façon à former ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant ; et

* la surface dudit au moins un trou, de façon à obtenir un trou conducteur formant un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants.

5. Liste des figures

[0046] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre d'exemple indicatif et non limitatif, et des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 présente une vue en perspective d'un exemple d'antenne planaire de type patch demi-onde selon l'invention, avec des plots distribués sous l'élément rayonnant ;
- la figure 2 est une vue en coupe de l'antenne de la figure 1 suivant l'axe B-B' ;
- la partie haute de la figure 3 est une vue en coupe de l'antenne de la figure 1 suivant l'axe A-A', permettant d'interpréter l'effet des plots positionnés sous l'élément rayonnant, et la partie basse de la figure 3 est une modélisation électrique de l'effet des plots ;
- la figure 4 présente un exemple d'une antenne planaire de type patch quart-d'onde selon l'invention, avec des plots distribués sous l'élément rayonnant ;
- la figure 5 présente un exemple d'une antenne planaire de type patch annulaire selon l'invention, avec des plots distribués sous l'élément rayonnant ;
- la figure 6 présente un exemple d'antenne obtenue avec un premier mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention, basé sur l'utilisation d'une pièce métallique tridimensionnelle (3D) et de supports de positionnement ;
- la figure 7 présente un exemple d'antenne obtenue avec un second mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention, basé sur l'utilisation d'une couche de substrat diélectrique présentant des trous métallisés non débouchants ;
- la figure 8 illustre des résultats expérimentaux d'une antenne planaire de type patch demi-onde selon l'invention, obtenue avec le second mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention ;
- la figure 9 illustre des résultats expérimentaux d'une antenne planaire de type patch demi-onde classique, et de dimensions identiques à celle de l'antenne selon l'invention dont les résultats sont illustrés sur la figure 8 ;
- la figure 10 illustre des résultats expérimentaux d'une antenne planaire de type patch quart-d'onde selon l'invention, obtenue avec le second mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention ;
- la figure 11 illustre des résultats expérimentaux d'une antenne planaire de type patch quart-d'onde classique, et de dimensions identiques à celle de l'antenne selon l'invention dont les résultats sont illustrés sur la figure 10 ;
- la figure 12 est une vue en coupe d'une configuration d'antenne à deux éléments rayonnants empilés, selon l'invention ;
- la figure 13 est une vue en coupe d'une variante d'antenne à un élément rayonnant selon l'invention, dans laquelle le plan de masse et la face inférieure de l'unique élément rayonnant présentent des plots conducteurs ;
- la figure 14 est une vue en coupe d'une variante d'antenne à deux éléments rayonnants selon l'inven-

tion, dans laquelle le plan de masse et les deux faces de l'élément rayonnant primaire présentent des plots conducteurs ;

- la figure 15 est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne à un élément rayonnant selon l'invention, dans laquelle le plan de masse est plat et l'unique élément rayonnant est conformé ;
- la figure 16 est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne à deux éléments rayonnants selon l'invention, dans laquelle le plan de masse et les deux éléments rayonnants sont conformés ;
- la figure 17 présente une vue en perspective d'une autre variante d'antenne à un élément rayonnant selon l'invention, avec des plots réalisés sous la forme de languettes réparties sur la périphérie de l'élément rayonnant ; et
- la figure 18 est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne à trois éléments rayonnants selon l'invention, dans laquelle une face de l'élément rayonnant primaire et les deux faces de l'élément rayonnant intermédiaire présentent des plots conducteurs.

6. Description détaillée

[0047] Sur les figures 1 à 7, 12 et 17, un même élément conserve une même référence numérique d'une figure à l'autre (notamment 1 pour l'élément rayonnant, 2 pour le plan de masse, 3 pour le diélectrique entre l'élément rayonnant et le plan de masse, et 4 pour les plots conducteurs).

[0048] Une antenne planaire classique comprend au moins un élément rayonnant et un plan de masse. Au moins un diélectrique sépare l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse et le plan de masse lui-même, ainsi que les éléments rayonnants entre eux. On entend par « diélectrique » l'air ou un matériau solide possédant des caractéristiques proches de celles de l'air, comme par exemple des matériaux de type plastique, mousse...

[0049] Le principe général, de l'invention consiste à ajouter à une telle antenne planaire classique une pluralité de plots conducteurs connectés à et s'étendant à partir du plan de masse et/ou d'un ou plusieurs éléments rayonnants, de façon à réduire au moins une dimension physique du ou des éléments rayonnants pour une fréquence de résonance déterminée.

[0050] La **figure 1** présente une vue en perspective d'un exemple d'antenne planaire de type patch demi-onde selon l'invention, avec des plots distribués uniquement sous l'élément rayonnant. Ces plots 4 sont connectés à l'élément rayonnant 1 et s'étendent vers le plan de masse 2 sans y être connectés. Dans cet exemple, l'antenne est modélisée par deux fentes rayonnantes 5, localisées aux deux extrémités séparées de la longueur demi-onde (figure 3).

[0051] Les plots sont par exemple distribués selon une répartition spatiale, dite matrice, comme illustré sur la **figure 2**, qui est une vue en coupe de l'antenne de la figure 1 suivant l'axe B-B'. Cette répartition peut être uni-

forme ou non. D'une façon générale, tout type de disposition des plots peut être envisagée, sans sortir du cadre de la présente invention.

[0052] La partie haute de la **figure 3** est une vue en coupe de l'antenne de la figure 1 suivant l'axe A-A', permettant d'interpréter l'effet des plots positionnés sous l'élément rayonnant. La distribution du champ électrique entre l'élément rayonnant 1 et le plan de masse 2 est représentée par des flèches en pointillés. La partie basse de la figure 3 est une modélisation électrique de l'effet des plots 4 positionnés sous l'élément rayonnant 1.

[0053] Au niveau électrique, les plots 4, positionnés entre le motif rayonnant 1 et le plan de masse 2, et uniquement connectés à ce motif rayonnant 1, viennent localement modifier la distribution du champ électromagnétique, d'où une augmentation de l'effet capacitif équivalent (capacité locale C), ramené aux différents points de connexion de ces plots 4 avec le motif rayonnant 1. En conséquence, la vitesse de phase du signal sur le motif rayonnant 1 diminue, ce qui permet de réduire au moins une dimension (la longueur et/ou la largeur) physique du motif rayonnant 1 pour une fréquence de résonance fixée (voir ci-après le rappel du raisonnement mathématique qui explique ceci). Il est à noter que cette diminution de longueur et/ou largeur dépend directement du nombre de plots 4 sous le motif rayonnant 1, ainsi que de leurs positions et de leurs dimensions (longueur et diamètre). Ainsi, par exemple, plus le nombre et la longueur des plots augmentent, plus la réduction de taille devient importante.

[0054] Afin d'explicitier ce qui précède, on rappelle que sur l'élément rayonnant, la vitesse de phase v_ϕ est fonction de la capacité locale C et de l'inductance locale L :

$$v_\phi = \frac{1}{\sqrt{Lx C}}$$

[0055] En conséquence, une augmentation de C permet de diminuer v_ϕ .

[0056] En outre, à une fréquence de résonance donnée f_{res} , l'antenne doit être équivalente à une longueur électrique donnée ϕ . Par exemple, pour une antenne de type patch demi-onde : $\phi = 180^\circ$.

[0057] Or, $\phi = \beta \times l_{\text{physique}}$, où $\beta = (2\pi f_{\text{res}}/v_\phi)$ et l_{physique} est la longueur physique de l'antenne. Donc, $\phi = 2\pi f_{\text{res}} (l_{\text{physique}}/v_\phi)$.

[0058] Pour f_{res} et ϕ données, si v_ϕ diminue, alors l_{physique} diminue également, d'où la miniaturisation de l'antenne. En outre, plus on augmente C, plus v_ϕ diminue et donc plus l_{physique} diminue.

[0059] Il n'est pas nécessaire de disposer d'un ensemble de plots uniformes. Il est tout à fait envisageable de concevoir des plots de forme et de dimension différentes.

[0060] Pour alimenter une antenne planaire selon l'invention, tous les moyens classiques d'excitation peuvent être envisagés, que ce soit par un simple tronçon de ligne connecté sur l'un des bords de l'élément rayonnant et

jouant le rôle d'un transformateur d'impédance pour adapter correctement l'antenne, par une sonde connectée directement en un point équivalent « 50Ω » sur la surface de l'élément rayonnant ou par une solution d'excitation basée sur un couplage électromagnétique.

[0061] Dans tous les cas, pour ne pas gêner cette connexion avec les circuits de traitement du signal placés en amont de l'antenne, il suffit, si nécessaire, de ne pas ajouter de plots sous la zone localement concernée par cette interconnexion entre l'élément rayonnant et les moyens d'alimentation.

[0062] D'autre part, sur l'exemple de la figure 1, la symétrie suivant les deux axes principaux (X, Y sur la figure 2) de l'élément rayonnant 1 est respectée. En d'autres termes, les plots sont répartis selon une disposition respectant cette symétrie. Il est donc tout à fait possible d'exploiter l'antenne suivant deux polarisations linéaires croisées, voire en polarisation circulaire. La solution développée, à base de plots, n'est donc pas en soi un obstacle à l'utilisation de l'antenne pour tout type de polarisation désirée.

[0063] Un autre point fondamental, soulignant tout l'intérêt présenté par la technique de l'invention, correspond à sa mise en oeuvre aisée pour tout autre type d'antenne planaire. En effet, le principe de plots conducteurs sous l'élément rayonnant peut s'adapter sans aucune difficulté particulière à des configurations et des géométries d'antennes planaires très différentes, que ce soit pour des motifs planaires avec retour de masse, pour des motifs évidés ou annulaires, pour des motifs avec fentes inscrites ou, de manière très générale, pour tout type de structures planaires connues de l'homme de l'art.

[0064] Pour illustrer ce point, deux autres exemples d'antennes planaires avec plots selon l'invention sont donnés sur les **figures 4 et 5** : il s'agit d'une antenne planaire de type patch quart-d'onde, avec retour de masse (référéncé 6) localisé sur l'une des tranches du support 3 (figure 4), ainsi que d'une antenne planaire de type patch annulaire (figure 5).

[0065] Concernant la réalisation concrète des antennes planaires avec plots selon l'invention, plusieurs procédés de fabrication simples peuvent être envisagés, cette simplicité étant un critère fondamental pour réduire en particulier le coût de ces composants.

[0066] On présente maintenant, en relation avec la **figure 6**, un premier mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention. Dans ce premier mode de réalisation, on réalise l'élément rayonnant (patch) 1 et les plots 4 en une seule pièce conductrice 7 (par exemple une pièce métallique), obtenue par usinage, par emboutissage ou tout autre procédé de fabrication de pièces métalliques tridimensionnelles. En d'autres termes, le corps principal de la pièce conductrice 7 forme l'élément rayonnant 1, et les plots conducteurs 4 sont des saillies conductrices formées dans la pièce conductrice et qui s'étendent à partir du corps principal de cette pièce.

[0067] Cette pièce est ensuite reportée sur un ou plu-

sieurs éléments de support 8, permettant de la positionner par rapport au plan de masse inférieur. Une solution privilégiée consiste à utiliser au niveau support 8 un matériau diélectrique dont la nature le rend proche de l'air, de manière que ce ou ces supports soient les plus transparents possibles, d'un point de vue électromagnétique. Il est, par exemple, préconisé d'utiliser un matériau de type mousse pour lequel les caractéristiques électriques sont tout à fait conformes aux exigences requises (ex : mousse d'imide de polyméthacrylate ROHACELL HF71 de chez ROEHM : $\epsilon_r = 1.1$ et $\tan \delta = 7.10^{-4}$ à 5GHz). Dans une variante de réalisation, le matériau diélectrique dans lequel on réalise le ou les éléments de support est un matériau plastique, facilement mis en forme par exemple par l'une des techniques de moulage connues.

[0068] La figure 6 présente un exemple d'antenne obtenue avec ce premier mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention, basé sur l'utilisation d'une pièce métallique tridimensionnelle 7 (intégrant l'élément rayonnant 1 et les plots 4) et de supports de positionnement 8. Le diélectrique 3 compris dans l'espace entre l'élément rayonnant 1, sur lequel sont connectés les plots conducteurs 4, et le plan de masse 2 est par exemple de l'air.

[0069] On présente maintenant, en relation avec la figure 7, un second mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention. Cette seconde solution est beaucoup plus conforme aux techniques de réalisation de circuits imprimés standards.

[0070] Il s'agit de percer directement dans le substrat support 3 de l'antenne (qui peut être en mousse, matériau plastique..., c'est-à-dire une couche de matériau diélectrique autre que l'air), des trous (vias) non débouchants et de recouvrir d'un matériau conducteur, de manière sélective, la face supérieure de ce substrat (de façon à former l'élément rayonnant 1), ainsi que l'intérieur des trous s'étendant à partir de cette face supérieure (de façon à former les plots conducteurs 4). En d'autres termes, les plots conducteurs 4 sont ici réalisés sous la forme de trous conducteurs.

[0071] Dans un mode de réalisation préféré, le recouvrement avec un matériau conducteur consiste en une métallisation. Cette métallisation peut être réalisée simplement par exemple par dépôt de peinture conductrice ou par dépôt électrochimique. Il est clair cependant que toute technique connue de l'homme du métier peut être utilisée pour effectuer le recouvrement avec un matériau conducteur.

[0072] Sur le plan électrique, les trous (vias) conducteurs 4 ont un effet similaire à celui des plots conducteurs des solutions précédentes (saillies conductrices), d'où la réduction de la taille de l'élément rayonnant 1.

[0073] Cet élément (substrat support 3 dont la face supérieure porte l'élément rayonnant 1 et présente une pluralité de trous métallisés 4) est ensuite mis en contact, par sa face inférieure, avec un plan de masse 2 pour obtenir la structure finale de l'antenne.

[0074] Il est à noter que, pour cette seconde solution,

il est également préférable de choisir un substrat de type mousse, qui, comme précisé précédemment, présente des caractéristiques électriques tout à fait appropriées à la réalisation d'antennes planaires et qui, en outre, se prête très facilement à une conformation tridimensionnelle suivant la forme souhaitée. Dans une variante de réalisation, le substrat support est un matériau plastique, facilement mis en forme par l'une des techniques de moulage connues.

[0075] La **figure 7** présente un exemple d'antenne obtenue avec ce second mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention, basé sur l'utilisation d'un substrat diélectrique 3 dont la face supérieure porte l'élément rayonnant 1 et présente une pluralité de trous métallisés formant des plots conducteurs 4.

[0076] On présente maintenant, en relation avec la **figure 17**, un troisième mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention. Dans ce troisième mode de réalisation, on réalise l'élément rayonnant (patch) et les plots de la manière suivante :

- on réalise une pièce conductrice 171 (par exemple une feuille métallique) comprenant une partie centrale formant l'élément rayonnant 1 ;
- on découpe une pluralité de languettes conductrices sur le pourtour de cette pièce conductrice (c'est-à-dire dans des parties excentriques de cette pièce, adjacentes à la partie centrale) ;
- on replie les languettes conductrices, par rapport à la partie centrale, de façon à former des plots conducteurs 4 connectés à l'élément rayonnant 1. Une fois repliées (par exemple orthogonalement à la partie centrale formant l'élément rayonnant), les languettes conductrices 4 sont par exemple positionnées sur les tranches d'un substrat formant un élément de support 170.

[0077] La figure 17 présente un exemple d'antenne obtenue avec ce troisième mode de réalisation du procédé de fabrication d'antenne selon l'invention, basé sur la réalisation de languettes conductrices repliées, qui forment des plots conducteurs 4.

[0078] Le positionnement de l'élément rayonnant par rapport au plan de masse ou vice-versa est réalisé à l'aide d'un ou plusieurs supports qui peuvent être du même style que ceux présentés en figure 6. Dans un mode de réalisation préféré, l'élément de support n'est autre qu'une tranche de substrat diélectrique 170 dont la hauteur est légèrement supérieure à la hauteur des languettes afin d'éviter tout contact entre les languettes et le plan de masse.

[0079] Pour valider les antennes planaires miniatures selon l'invention, un premier prototype d'antenne selon l'invention, du type, de l'antenne présentée sur la figure 7, a été réalisé. Il s'agit d'une solution de type patch demi-onde, imprimée sur un matériau mousse de dimensions $50 \times 50 \times 10 \text{ mm}^3$ et reportée sur un plan de masse de $100 \times 100 \text{ mm}^2$. Dans ce substrat, des vias non débou-

chants de géométrie cylindrique (de diamètre $\Phi = 2 \text{ mm}$ et de hauteur $h = 7.5 \text{ mm}$) ont été percés de manière régulière sur toute la surface supérieure du bloc de mousse. Dans le cas présent, la métallisation de cette surface supérieure et de l'intérieur des vias est réalisée par dépôt direct d'une peinture conductrice à base d'argent (référence : Spraylat 599B3730). Au niveau polarisation, il a été choisi d'intégrer une antenne à simple polarisation linéaire, ce qui ne nécessite alors qu'un seul point d'excitation. Cette dernière est effectuée par utilisation d'une sonde coaxiale, connectée à son extrémité en un point équivalent « 50Ω » sur la surface supérieure de l'élément rayonnant.

[0080] On peut tout à fait envisager une conception où les trous varient de forme et de dimension.

[0081] La **figure 8** illustre des résultats expérimentaux de ce premier prototype d'antenne planaire selon l'invention. L'antenne a été caractérisée en adaptation et en transmission suivant l'axe privilégié de rayonnement. La mesure en transmission repose sur la mise en oeuvre d'un simple bilan de liaison entre le prototype développé et une antenne de référence (dans le cas présent, un dipôle imprimé). Il est à noter que, ce bilan de liaison n'étant pas réalisé en chambre anéchoïque, le résultat présenté ne permet d'illustrer le rayonnement que de manière qualitative.

[0082] Par comparaison, les mesures d'une antenne classique simple patch demi-onde, également imprimée sur mousse et de dimensions identiques à l'élément rayonnant précédent ($50 \times 50 \times 10 \text{ mm}^3$), sont illustrées sur la **figure 9**. Pour permettre cette comparaison entre les deux antennes, la mesure du bilan de liaison a été effectuée dans des conditions tout à fait similaires à la précédente.

[0083] Comme on peut le noter sur les figures 8 et 9, la fréquence de résonance de l'antenne selon l'invention (avec vias non débouchants) est beaucoup plus faible que celle de l'antenne classique. On constate en effet une réduction de 25% de la valeur de cette fréquence de résonance (c'est-à-dire $\Delta f = 665 \text{ MHz}$: $f_{r \text{ minia.}} = 1.969 \text{ GHz}$ au lieu de $f_{r \text{ classi.}} = 2.634 \text{ GHz}$). En dehors de ce décalage significatif en fréquence, les niveaux d'adaptation, de largeur de bande et de rayonnement restent, quant à eux, fondamentalement corrects, comme le montrent les réponses mesurées sur les deux antennes. La technique de l'invention (ajout de plots conducteurs 4) conduit donc à des possibilités de miniaturisation importantes du motif imprimé (élément rayonnant).

[0084] Pour souligner le caractère général de la technique de l'invention, un second prototype d'antenne miniature a été réalisé : il s'agit d'une antenne patch quart-d'onde, avec retour de masse localisé sur l'une des tranches du support. Comme dans le cas précédent, c'est le principe des trous (vias) répartis dans le matériau mousse qui a été retenu. Cette antenne a été imprimée sur un substrat de dimensions $25 \times 25 \times 10 \text{ mm}^3$ et reportée sur un plan de masse de $100 \times 100 \text{ mm}^2$. Les vias non débouchants ont toujours une géométrie cylindrique ($\Phi = 2 \text{ mm}$

et $h = 7.5\text{mm}$). Le retour de masse est effectué par une languette de 5mm de largeur, imprimée sur l'une des tranches du substrat support en mousse et reliée à son extrémité au plan de masse. L'excitation est obtenue par sonde coaxiale connectée en un point «50Ω».

[0085] La **figure 10** illustre des résultats expérimentaux de ce second prototype d'antenne planaire selon l'invention. Ce second prototype a également été caractérisé en adaptation et en transmission.

[0086] Ces résultats peuvent être comparés à ceux d'une antenne classique de type patch quart-d'onde, de géométrie tout à fait similaire à celle du second prototype, hors la présence des vias non débouchants, et dont les performances sont données sur la **figure 11**.

[0087] Comme l'illustrent ces figures 10 et 11, on constate de nouveau un net décalage vers les fréquences basses pour l'antenne selon l'invention (avec vias non débouchants), d'où des possibilités de réduction significative de la dimension de l'élément rayonnant (motif imprimé de base). Dans ce cas, la fréquence de résonance a diminuée d'environ 20% ($\Delta f = 265\text{MHz}$: $f_{r\text{minia.}} = 1.210\text{GHz}$ au lieu de $f_{r\text{classi.}} = 1.475\text{GHz}$), les autres performances de l'antenne ne semblant pas a priori perturbées.

[0088] Par ailleurs, le principe général de l'invention (ajout de plots sous la surface d'un élément rayonnant afin d'en réduire au moins une dimension (longueur et/ou largeur) physique pour une fréquence de résonance fixée) peut également s'appliquer pour des antennes planaires à plusieurs éléments empilés.

[0089] On rappelle que de telles antennes multi-éléments sont utilisées par exemple pour des applications large bande ou encore des applications multifréquences.

[0090] A titre d'exemple, la **figure 12** présente une vue en coupe d'une configuration d'antenne à deux éléments rayonnants empilés, selon l'invention.

[0091] Cette antenne comprend un élément rayonnant primaire 1, séparé du plan de masse 2 par un premier diélectrique 3, et un élément rayonnant supérieur 10, séparé de l'élément rayonnant primaire 1 par un second diélectrique 9.

[0092] L'élément rayonnant primaire est défini comme étant l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse. L'élément rayonnant supérieur est défini comme étant l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse.

[0093] Dans cet exemple, le concept de miniaturisation selon l'invention (ajout de plots 124) n'est appliqué que sur l'élément rayonnant primaire 1. En d'autres termes, l'élément rayonnant supérieur 10 n'est connecté à aucun plot.

[0094] D'une façon générale, l'antenne peut comprendre un nombre quelconque d'éléments rayonnants superposés et le concept de l'invention (ajout de plots conducteurs) peut être appliqué à tous les éléments rayonnants de la superposition ou à seulement un ou plusieurs d'entre eux.

[0095] Comme déjà mentionné plus haut, le concept

de l'invention (ajout de plots conducteurs) peut également être appliqué au plan de masse (ajout de plots sur sa face située du côté du ou des éléments rayonnants), de façon indépendante ou en combinaison avec une application à un ou plusieurs éléments rayonnants. En d'autres termes, les différents cas suivants peuvent être envisagés dans le cadre de la présente invention :

- seul le plan de masse présente des plots conducteurs ;
- seul(s) un ou plusieurs élément(s) rayonnant(s) présente(nt) des plots conducteurs ;
- le plan de masse et un ou plusieurs élément(s) rayonnant(s) présentent des plots conducteurs. Cette configuration permet de réduire encore plus la taille finale du ou des élément(s) rayonnant(s).

[0096] La **figure 13** est une vue en coupe d'une variante d'antenne à un élément rayonnant selon l'invention. Le plan de masse 132 présente des plots conducteurs 135. La face inférieure de l'unique élément rayonnant 131 présente également des plots conducteurs 134. Il existe alors une matrice de premiers plots 134 répartis sous l'élément rayonnant 131 et uniquement connectés à ce dernier, ainsi qu'une matrice de seconds plots 135 répartis sur le plan de masse et uniquement connectés à ce plan. Ces deux matrices sont situées dans la zone entre l'élément rayonnant supérieur et le plan de masse inférieur. Pour éviter tout contact entre les plots des deux matrices, les premiers plots sont entrelacés avec les seconds plots.

[0097] Dans ce cas, l'effet électrique des plots tel que décrit précédemment (en relation avec la figure 3) est accentué, ce qui permet de diminuer d'autant plus la dimension (longueur et/ou largeur) physique de l'élément rayonnant pour une fréquence de résonance fixée.

[0098] Pour valider ce principe, un prototype d'antenne avec plots connectés sur l'élément rayonnant et sur le plan de masse a été réalisé. Il s'agit d'une solution de type patch demi-onde, imprimée sur un matériau mousse de dimensions 50x50x10mm³ et reportée sur un plan de masse de 100x100mm². En comparaison avec un patch demi-onde classique (c'est-à-dire sans plot) de mêmes dimensions, la réduction de la fréquence de résonance est alors très significative : cette fréquence passe en effet de 2.634GHz pour l'antenne classique à 1.225GHz pour l'antenne de l'invention, d'où une diminution de plus de 53%. Cela conduit donc à des possibilités d'ultra miniaturisation du motif imprimé de base.

[0099] Dans le cas d'une antenne comprenant une superposition de plusieurs éléments rayonnants, le concept de l'invention (ajout de plots conducteurs) peut également être appliqué simultanément aux deux faces d'un même élément rayonnant (sauf pour le dernier de la superposition, c'est-à-dire celui le plus éloigné du plan de masse). En d'autres termes, un même élément rayonnant peut comporter des premiers plots qui s'étendent à partir de sa face inférieure et des seconds plots qui

s'étendent à partir de sa face supérieure.

[0100] La **figure 14** est une vue en coupe d'une variante d'antenne selon l'invention, comprenant un plan de masse 142 et deux éléments rayonnants 141, 147. Le plan de masse 142 présente des plots conducteurs 144. L'élément rayonnant supérieur 147 ne présente pas de plot. L'élément rayonnant primaire 141 présente des premiers plots conducteurs 146 sur sa face inférieure et des seconds plots conducteurs 145 sur sa face supérieure.

[0101] La **figure 18** est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne selon l'invention, comprenant un plan de masse 180 et trois éléments rayonnants : un élément rayonnant primaire 181 (voir définition ci-dessus), un élément rayonnant supérieur 183 (voir définition ci-dessus) et un élément rayonnant intermédiaire 182. Un élément rayonnant intermédiaire est défini comme un élément rayonnant placé entre l'élément rayonnant primaire et l'élément rayonnant supérieur. Le plan de masse 180 et l'élément rayonnant supérieur 183 ne présentent pas de plot. L'élément rayonnant primaire 181 présente des plots conducteurs 184 sur sa face inférieure. L'élément rayonnant intermédiaire 182 présente des premiers plots conducteurs 185 sur sa face inférieure et des seconds plots conducteurs 186 sur sa face supérieure. D'une façon générale, le fait qu'un même élément rayonnant présente des plots conducteurs sur ses deux faces permet de miniaturiser encore plus l'antenne. Dans une même antenne, on peut bien sûr avoir plusieurs éléments rayonnants présentant des plots conducteurs sur leurs deux faces.

[0102] La présente invention s'applique à tout type d'antenne planaire (au sens général déjà discuté plus haut), c'est-à-dire aussi bien aux antennes planaires réellement planes qu'aux antennes planaires non réellement planes (du fait que le plan de masse et/ou au moins un élément rayonnant n'est pas plan mais conforme selon une forme tridimensionnelle déterminée).

[0103] La **figure 15** est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne selon l'invention, comprenant un plan de masse 152 plat et un élément rayonnant 151 qui présente des plots conducteurs 154 et est conforme (c'est-à-dire possède une forme tridimensionnelle non plane).

[0104] La **figure 16** est une vue en coupe d'une autre variante d'antenne selon l'invention, comprenant : un plan de masse 162 qui présente des plots conducteurs 164 et est conforme ; et deux éléments rayonnants 161, 167, qui présentent chacun des plots conducteurs 165, 166 et qui sont conformés. L'élément rayonnant référencé 161, compris entre l'élément rayonnant supérieur 167 et le plan de masse 162, est dit élément rayonnant primaire.

[0105] On a présenté ci-dessus, en relation avec les figures 6, 7 et 17, trois exemples de techniques de fabrication appliquées à la fabrication d'un élément rayonnant présentant des plots conducteurs. Dans la première technique, les plots conducteurs sont des saillies conductrices (figure 6). Dans la seconde technique, les plots con-

ducteurs sont des trous conducteurs (figure 7). Dans la troisième technique, les plots conducteurs sont des languettes conductrices (figure 17). Les première et seconde techniques peuvent être utilisées pour fabriquer un plan de masse comportant des plots. En revanche, du fait que le plan de masse a une dimension toujours supérieure à celle de l'élément rayonnant, la troisième technique (languettes) ne peut pas s'appliquer à la fabrication d'un plan de masse comportant des plots conducteurs.

[0106] Il est à noter que dans le cas où les plots sont réalisés sous la forme de trous conducteurs, une même couche de substrat diélectrique peut porter le plan de masse (ou un premier élément rayonnant) sur sa face inférieure et un élément rayonnant (ou un second élément rayonnant) sur sa face supérieure. Les plots connectés au plan de masse (ou au premier élément rayonnant) sont réalisés sous la forme de premiers trous conducteurs qui s'étendent à partir de la face inférieure de la couche de substrat et ne débouchent pas sur la face supérieure de la couche de substrat. Les plots connectés à l'élément rayonnant (ou au second élément rayonnant) sont réalisés sous la forme de seconds trous conducteurs qui s'étendent à partir de la face supérieure de la couche de substrat et ne débouchent pas sur la face inférieure de la couche de substrat.

[0107] Il est également à noter que les techniques de fabrication précitées peuvent être combinées. Par exemple, pour le plan de masse ou un élément rayonnant, on peut réaliser une pièce conductrice qui comporte d'une part des saillies conductrices, formant des premiers plots conducteurs et d'autre part des languettes conductrices repliées, formant des seconds plots conducteurs.

[0108] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation mentionnés ci-dessus. On peut prévoir d'autres variantes qui permettent de minimiser davantage la taille de l'antenne en jouant sur le nombre, la taille, la forme et la disposition des plots.

[0109] Le principe général de la présente invention peut être mis en oeuvre dans tout domaine d'application pouvant utiliser une antenne planaire (applications mobiles, applications de communications par satellites, applications RF sans fil...) dans des gammes de fréquences très différentes (de quelques centaines de MHz à quelques dizaines de GHz).

Revendications

1. Antenne planaire du type comprenant au moins un élément rayonnant (1) séparé d'un plan de masse (2) par un diélectrique (3), **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre au moins un ensemble de plots conducteurs (4 ; 124 ; 134 ; 145 ; 146 ; 154 ; 165 ; 166 ; 184 à 186) appartenant au groupe comprenant :

- un ensemble de plots conducteurs connectés à un élément rayonnant donné et s'étendant

- vers, sans être connectés à, une face du plan de masse, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée à l'élément rayonnant donné et d'autre part ladite face du plan de masse ;
- un ensemble de plots conducteurs connectés à un élément rayonnant donné et s'étendant vers, sans être connectés à, une face d'un autre élément rayonnant, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée à l'élément rayonnant donné et d'autre part ladite face de l'autre élément rayonnant.
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins un ensemble de plots conducteurs (135 ; 144 ; 164) connectés au plan de masse et s'étendant vers, sans être connectés à, une face d'un élément rayonnant donné, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée au plan de masse et d'autre part ladite face de l'élément rayonnant donné.
 3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, du type comprenant un unique élément rayonnant, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un deuxième ensemble de plots conducteurs (4 ; 134 ; 154) connectés audit unique élément rayonnant et s'étendant vers, sans être connectés à, ledit plan de masse.
 4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un troisième ensemble de plots conducteurs (124 ; 146 ; 165 ; 184) connectés à une première face dudit élément rayonnant primaire et s'étendant vers, sans être connectés à, ledit plan de masse.
 5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 à l'exception de la revendication 3, du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un quatrième ensemble de plots conducteurs (145) connectés à une seconde face dudit élément rayonnant primaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants.
 6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 à l'exception de la revendication 3, du type comprenant une superposition d'au moins trois éléments rayonnants séparés entre eux par des diélectriques, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que l'élément rayonnant primaire et l'élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, **caractérisée en ce qu'elle** comprend, pour au moins un des éléments rayonnants intermédiaires, un cinquième ensemble de plots conducteurs (186) connectés à une première face dudit élément rayonnant intermédiaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants qui suit ledit élément rayonnant intermédiaire selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.
 7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 à l'exception de la revendication 3, du type comprenant une superposition d'au moins trois éléments rayonnants séparés entre eux par des diélectriques, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que ledit élément rayonnant primaire et ledit élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, **caractérisée en ce qu'elle** comprend, pour au moins un des éléments rayonnants intermédiaires, un sixième ensemble de plots conducteurs (185) connectés à une seconde face dudit élément rayonnant intermédiaire et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre desdits éléments rayonnants qui précède ledit élément rayonnant intermédiaire selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.
 8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 à l'exception de la revendication 3, du type comprenant une superposition d'au moins deux éléments rayonnants séparés entre eux par un diélectrique, l'élément rayonnant le plus proche du plan de masse étant appelé élément rayonnant primaire, l'élément rayonnant le plus éloigné du plan de masse étant appelé élément rayonnant supérieur, chaque élément rayonnant autre que ledit élément rayonnant primaire et ledit élément rayonnant supérieur étant appelé élément rayonnant intermédiaire, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un septième ensemble de plots conducteurs (166) connectés à une première face dudit élément rayonnant supérieur et s'étendant vers, sans être connectés à, un autre des-

ditions éléments rayonnants qui précède ledit élément rayonnant supérieur selon un sens de parcours de ladite superposition de l'élément rayonnant primaire vers l'élément rayonnant supérieur.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce qu'**un ensemble de plots conducteurs, s'étendant à partir du plan de masse ou respectivement de l'un des éléments rayonnants, s'entrelacent avec un autre ensemble de plots conducteurs, s'étendant à partir de l'un des éléments rayonnants ou respectivement d'un autre des éléments rayonnants. 5
10. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que**, pour chaque élément rayonnant auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs, ledit élément rayonnant n'est connecté à aucun plot conducteur dans une zone où ledit élément rayonnant est connecté avec des moyens d'alimentation. 10
11. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** les plots conducteurs d'un même ensemble de plots conducteurs sont répartis selon une matrice. 20
12. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce qu'**au moins un élément rayonnant auquel est connecté au moins un ensemble de plots conducteurs est du type présentant une symétrie suivant ses deux axes principaux, et **en ce que** lesdits plots conducteurs sont répartis selon une disposition respectant ladite symétrie. 25
13. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce qu'elle** appartient au groupe comprenant : des antennes de type élément rayonnant demi-onde, des antennes de type élément rayonnant quart-d'onde, des antennes de type élément rayonnant annulaire, des antennes de type élément rayonnant à fentes inscrites et des antennes de type élément rayonnant en F-inversé. 30
14. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce qu'elle** appartient au groupe comprenant : des antennes planes et des antennes non planes du fait d'une non planéité du plan de masse et/ou d'au moins un des éléments rayonnants. 35
15. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce qu'**au moins un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants est une saillie conductrice formée dans une première pièce conductrice (7) et s'étendant à partir d'un corps principal de ladite première pièce conductrice, ledit corps principal formant 40

ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant.

16. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisée en ce qu'**au moins un des plots conducteurs connectés à au moins un des éléments rayonnants est une languette conductrice, découpée dans au moins une partie excentrique d'une seconde pièce conductrice (171) et repliée par rapport à une partie centrale de la seconde pièce conductrice, ladite partie centrale formant ledit élément rayonnant. 45
17. Antenne selon l'une quelconque des revendications 15 et 16, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre au moins un élément de support (8 ; 170) de ladite première (7) ou seconde (171) pièce conductrice, réalisé dans un matériau diélectrique et permettant de positionner le plan de masse par rapport à au moins un des éléments rayonnants ou de positionner ledit élément rayonnant par rapport au plan de masse ou au moins un autre des éléments rayonnants. 50
18. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, **caractérisée en ce qu'**au moins un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à au moins un des éléments rayonnants est un trou conducteur s'étendant à partir d'une première face d'une couche de matériau diélectrique, ladite première face portant ledit plan de masse ou ledit au moins un élément rayonnant, ledit trou conducteur s'étendant à partir de ladite première face et ne débouchant pas sur une seconde face de ladite couche de matériau diélectrique, la surface dudit trou conducteur étant recouverte d'un matériau conducteur. 55
19. Procédé de fabrication d'une antenne planaire du type comprenant au moins un élément rayonnant (1) séparé d'un plan de masse (2) par un diélectrique (3), **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de réalisation d'au moins un ensemble de plots conducteurs (4) appartenant au groupe comprenant :
 - un ensemble de plots conducteurs connectés à un élément rayonnant donné et s'étendant vers, sans être connectés à, une face du plan de masse, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée à l'élément rayonnant donné et d'autre part ladite face du plan de masse ;
 - un ensemble de plots conducteurs connectés à un élément rayonnant donné et s'étendant vers, sans être connectés à, une face d'un autre élément rayonnant, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée à l'élément rayonnant donné et d'autre part ladite face de l'autre élé-

ment rayonnant.

20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de réalisation d'au moins un ensemble de plots conducteurs (135 ; 144 ; 164) connectés au plan de masse et s'étendant vers, sans être connectés à, une face d'un élément rayonnant donné, chaque plot conducteur possédant une longueur strictement inférieure à la distance minimale entre d'une part l'extrémité du plot connectée au plan de masse et d'autre part ladite face de l'élément rayonnant donné.
21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 et 20,, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'étape suivante, pour le plan de masse et/ou au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs: on réalise une première pièce conductrice comprenant :
- un corps principal formant ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant ; et
 - au moins une saillie conductrice s'étendant à partir dudit corps principal, de façon à former un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants.
22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 21, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes, pour au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs :
- on réalise une seconde pièce conductrice comprenant une partie centrale formant ledit élément rayonnant ;
 - on découpe au moins une languette conductrice dans une partie excentrique de ladite seconde pièce conductrice ;
 - on replie ladite au moins une languette conductrice par rapport à la partie centrale, de façon à former un des plots conducteurs connectés à un des éléments rayonnants.
23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 21 et 22, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une étape de positionnement de ladite première ou seconde pièce conductrice par rapport à un autre élément de l'antenne, à l'aide d'au moins un élément de support réalisé dans un matériau diélectrique.
24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 23, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes, pour le plan de masse et/ou au moins un des éléments rayonnants auquel est connecté un ensemble de plots conducteurs :
- on réalise au moins un trou dans une couche

de matériau diélectrique, ledit au moins un trou s'étendant à partir d'une première face de ladite couche et ne débouchant pas sur une seconde face de ladite couche ;

- on recouvre sélectivement, avec un matériau conducteur :

- * au moins une partie de ladite première face, de façon à former ledit plan de masse ou ledit élément rayonnant ; et

- * la surface dudit au moins un trou, de façon à obtenir un trou conducteur formant un des plots conducteurs connectés au plan de masse ou à un des éléments rayonnants.

Claims

1. Planar antenna of the type comprising a radiating element (1) separated from a flat base element (2) by an insulator (3), **characterised in that** it additionally comprises at least one series of conductive studs (4; 124; 134; 145; 146; 154; 165; 166; 184 to 186) belonging to the group comprising:
 - a series of conductive studs connected to a given radiating element and extending towards, without being connected to, one face of the flat base element, with each conductive stud having a length that is strictly less than the minimum distance between, on the one hand, the end of the stud connected to the radiating element indicated above and, on the other, the said face of the flat base element;
 - a series of conductive studs connected to a given radiating element and extending towards, without being connected to, one face of another radiating element, with each conductive stud having a length that is strictly less than the minimum distance between, on the one hand, the end of the stud connected to the radiating element indicated above and, on the other, the said face of the other radiating element.
2. Antenna in accordance with claim 1 above, **characterised in that** it comprises at least one series of conductive studs (135; 144; 164) connected to the flat base element and extending towards, without being connected to, one face of a given radiating element, with each conductive plot having a length that is strictly less than the minimum distance between, on the one hand, the end of the stud connected to the flat base element and, on the other, the said face of the radiating element indicated above.
3. Antenna in accordance with either claim 1 or 2 above, of the type comprising a single radiating element, **characterised in that** it comprises a second series

of conductive studs (4; 134; 154) connected to the said single radiating element and extending towards, but not connected to, the said flat base element.

4. Antenna in accordance with either claim 1 or 2 above, of the type comprising a superposition of at least two radiating elements separated by an insulator, with the radiating element that is closest to the flat base element being known as the primary radiating element, **characterised in that** it comprises a third series of conductive studs (124; 146; 165; 184) connected to a first face of the said primary radiating element and extending towards, but not connected to the said flat base element.
5. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 4, with the exception of claim 3, of the type comprising a superposition of at least two radiating elements separated by an insulator, with the radiating element that is closest to the flat base element being known as the primary radiating element, **characterised in that** it comprises a fourth series of conductive studs (145) connected to a second face of the said primary radiating element and extending towards, but not connected to another of the said radiating elements.
6. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 5, with the exception of claim 3, of the type comprising a superposition of at least three radiating elements separated by insulators, with the radiating element that is closest to the flat base element being known as the primary radiating element, and the radiating element that is furthest from the flat base element being known as the upper radiating element, with each radiating element other than the primary radiating element and the upper radiating element being known as the intermediary radiating element, **characterised in that** it comprises, for at least one of the intermediary radiating elements, a fifth series of conductive studs (186) connected to a first face of the said intermediary radiating element and extending towards, but not connected to, another of the said radiating elements, which follows the said intermediary radiating element along a direction of travel of the said superposition of the primary radiating element towards the upper radiating element.
7. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 6, with the exception of claim 3, of the type comprising a superposition of at least three radiating elements separated by insulators, with the radiating element that is closest to the flat base element being known as the primary radiating element and the radiating element that is furthest from the flat base element being known as the upper radiating element, with each radiating element other than the said primary radiating element and the said upper radiating

element, being known as the intermediary radiating element, **characterised in that** it comprises, for least one of the intermediary radiating elements, a sixth series of conductive studs (185) connected to a second face of the said intermediary radiating element and extending towards, but not connected to, one of the other said radiating elements preceding the said intermediary radiating element along a direction of travel of the said superposition of the primary radiating element towards the upper radiating element.

8. Antenna in accordance with any of claims 1 to 7 above, with the exception of claim 3, of the type comprising a superposition of at least two radiating elements separated by insulators, with the radiating element that is closest to the flat base element being known as the primary radiating element and the radiating element that is furthest from the flat base element being known as the upper radiating element, with each radiating element other than the said primary radiating element and the said upper radiating element, being known as the intermediary radiating element, **characterised in that** it comprises, for least one of the intermediary radiating elements, a seventh series of conductive studs (166) connected to a second face of the said intermediary radiating element and extending towards, but not connected to, one of the other said radiating elements preceding the said intermediary radiating element along a direction of travel of the said superposition of the primary radiating element towards the upper radiating element.
9. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 8 above, **characterised in that** a series of conductive studs, extending from the flat base element or respectively from one of the radiating elements, is interlaced with another series of conductive studs, extending from one of the radiating elements or respectively from one of the other radiating elements.
10. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 9, **characterised in that** for each radiating element to which is connected a series of conductive studs, the said radiating element is not connected to any conductive stud in a zone in which the said radiating element is connected to the power supply source.
11. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 10, **characterised in that** the conductive studs of an individual series of conductive studs are arranged in the manner of a matrix.
12. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 11, **characterised in that** at least one radiating element to which is connected at least one series of

conductive studs is of the type having a symmetry along its two principal axes and **in that** the said conductive studs are arranged in a manner that respects this symmetry.

13. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 12, **characterised in that** it belongs to the group comprising: antennae of the half-wave radiating element type, antennae of the quarter wave radiating element type, antennae of the annular radiating element type and antennae of the inverted F radiating element type.
14. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 13, **characterised in that** it belongs to the group comprising: planar antennae and non-planar antennae by virtue of the lack of inherent flatness of the flat base element and/or of at least one of the radiating elements.
15. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 14, **characterised in that** at least one of the conductive studs connected to the flat base element or to one of the radiating elements is a conductive projection in the form of a first conductive piece (7) extending from a principal body of the said first conductive piece, this principal body forming the said flat base element or the said radiating element.
16. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 15, **characterised in that** at least one of the conductive studs connected to at least one of the radiating elements is in the form of a conductive strip, cut into at least one eccentric part of a second conductive piece (171) and folded in relation to a central part of the second conductive piece, the said central piece constituting the radiating element.
17. Antenna in accordance with the above claims 15 and 16, **characterised in that** it also comprises at least one supporting element (8; 170) of the said first (7) or second (171) conductive piece, formed from an insulating material and allowing the flat base element to be positioned in relation to at least one of the radiating elements or allowing the said radiating element to be positioned in relation to the flat base element or at least one of the other radiating elements.
18. Antenna in accordance with any of the above claims 1 to 17, **characterised in that** at least one of the conductive studs connected to the flat base element or to at least one of the radiating elements is conductor aperture extending from a first face of a layer of dielectric material, the said first face bearing the said flat base element or the said at least one radiating element, the said conductor aperture extending from the said first face and not opening out onto a

second face of the said layer of dielectric material, the surface of the said conductor aperture being coated with a conductive material.

19. Process for the manufacture of a planar antenna of the type comprising at least one radiating element (1) separated from a flat base element (2) by a dielectric element (3), **characterised in that** it comprises a manufacturing stage of at least one series of conductive studs (4) belonging to the group comprising:
 - a series of conductive studs connected to a given radiating element and extending towards, but not connected to, one face of the flat base element, with each conductive stud having a length strictly less than the distance between on the one hand the end of the stud connected to the given radiating element and, on the other, to the said face of the flat base element;
 - a series of conductive studs connected to a given radiating element and extending towards, but not connected to, one face of another radiating element, with each conductive stud having a length strictly less than the minimum distance between, on the one hand, the end of the stud connected to the given radiating element and, on the other hand, the said face of the other radiating element.
20. Process in accordance with claim 19 above, **characterised in that** it comprises a stage for the manufacture of at least one series of conductive studs (135; 144; 164) connected to the flat base element and extending towards, but not connected to, one face of a given radiating element, with each conductive stud having a length strictly less than the minimum distance between on the one hand the end of the stud connected to the flat base element and, on the other, to the face of the said radiating element.
21. Process in accordance with either of the claims 19 and 20 above, **characterised in that** it comprises the following stage for the flat base element and/or at least one of the radiating elements to which is connected a series of conductive studs: a first conductive piece is produced comprising:
 - a principal body constituting the said flat base element or the said radiating element; and
 - at least one conductive projection extending from the said principal body, in such a way as to form one of the conductive studs connected to the flat base element or to one of the radiating elements.
22. Process in accordance with any of the claims 19 to 21 above, **characterised in that** it comprises the

following stages for at least one of the radiating elements to which is connected a series of conductive studs:

- a second conductive piece is produced comprising a central part constituting the said radiating element; 5
- at least one small conductive strip is cut into an eccentric part of the second conductive piece; 10
- at least one conductive strip is folded in relation to the central part, in such a way as to form one of the conductive strips connected to one of the radiating elements. 15

23. Process in accordance with one of the above claims 21 and 22, **characterised in that** it also comprises a stage by which the first or second conductive piece is positioned in relation to another element of the antenna by means of at least one supporting element made of an insulating material. 20

24. Process in accordance with any of the claims 21 to 23 above, **characterised in that** it comprises the following stages for the flat base element and/or at least one of the radiating elements to which is connected a series of conductive studs: 25

- at least, one aperture is made in a layer of dielectric material, with the said at least one aperture extending from a first face of the said layer and not opening out onto a second face of the said layer; 30
- using a conductive material, the following is then selectively covered: 35
 - at least a part of the said first face, in such a way as to form the said flat base element or the said radiating element, and
 - the surface of the said at least one aperture in such a way as to obtain a conductive aperture forming one of the conductive studs connected to the flat base layer or to one of the radiating elements. 40

Patentansprüche

1. Planarantenne bestehend aus einem Strahlerelement (1), das von einem flachen Grundelement (2) durch einen Isolator (3) getrennt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zusätzlich mindestens eine Reihe von leitfähigen Stiften (4; 124; 134; 145; 146; 154; 165; 166; 184 bis 186) beinhaltet, die zur folgenden Gruppe gehören: 50

- eine Reihe von leitfähigen Stiften, die mit einem vorgegebenen Strahlerelement verbunden sind 55

und die sich zu einer Sichtfläche des flachen Grundelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Mindestabstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem oben erwähnten Strahlerelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des flachen Grundelements.

- eine Reihe von leitfähigen Stiften, die mit einem vorgegebenen Strahlerelement verbunden sind und die sich zu einer Sichtfläche eines anderen Strahlerelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Mindestabstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem oben erwähnten Strahlerelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des anderen Strahlerelements.

2. Antenne entsprechend dem obigen Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens eine Reihe von leitfähigen Stiften (135; 144; 164) umfasst, die mit dem flachen Grundelement verbunden sind und die sich zu einer Sichtfläche eines vorgegebenen Strahlerelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift [SB1] eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Mindestabstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem flachen Grundelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des oben erwähnten Strahlerelements.

3. Antenne entsprechend dem obigen Anspruch 1 oder 2, bestehend aus einem einzelnen Strahlerelement, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine zweite Reihe von leitfähigen Stiften (4; 134; 154) umfasst, die mit dem besagten einzelnen Strahlerelement verbunden sind und sich zum besagten flachen Grundelement hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein.

4. Antenne entsprechend dem obigen Anspruch 1 oder 2, bestehend aus einer Überlagerung von mindestens zwei Strahlerelementen, die durch einen Isolator getrennt sind, wobei das Strahlerelement, das dem flachen Grundelement am nächsten ist, als primäres Strahlerelement bezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine dritte Reihe von leitfähigen Stiften (124; 146; 165; 184) umfasst, die mit einer ersten Sichtfläche des besagten primären Strahlerelements verbunden sind und sich zum besagten flachen Grundelement hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein.

5. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 4, ausgenommen Anspruch 3, beste-

hend aus einer Überlagerung von mindestens zwei Strahlerelementen, die durch einen Isolator getrennt sind, wobei das Strahlerelement, das dem flachen Grundelement am nächsten ist, als primäres Strahlerelement bezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine vierte Reihe von leitfähigen Stiften (145) umfasst, die mit einer zweiten Sichtfläche des besagten primären Strahlerelements verbunden sind und sich zu einem weiteren der besagten flachen Grundelemente hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein.

6. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 5, ausgenommen Anspruch 3, bestehend aus einer Überlagerung von mindestens drei Strahlerelementen, die durch Isolatoren getrennt sind, wobei das Strahlerelement, das dem flachen Grundelement am nächsten ist, als primäres Strahlerelement bezeichnet wird und wobei das Strahlerelement, das vom flachen Grundelement am weitesten entfernt ist, als oberes Strahlerelement bezeichnet wird und wobei jedes Strahlerelement außer dem primären Strahlerelement und dem oberen Strahlerelement als dazwischenliegendes Strahlerelement bezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mindestens eines der dazwischenliegenden Strahlerelemente eine fünfte Reihe von leitfähigen Stiften (186) enthalten ist, die mit einer ersten Sichtfläche des besagten dazwischenliegenden Strahlerelements verbunden ist und sich zu einem weiteren der besagten Strahlerelemente hin erstreckt, ohne damit verbunden zu sein, wobei dieses dem besagten dazwischenliegenden Strahlerelement entlang einer Laufrichtung der besagten Überlagerung des primären Strahlerelements in Richtung oberes Strahlerelement folgt.
7. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 6, ausgenommen Anspruch 3, bestehend aus einer Überlagerung von mindestens drei Strahlerelementen, die durch Isolatoren getrennt sind, wobei das Strahlerelement, das dem flachen Grundelement am nächsten ist, als primäres Strahlerelement bezeichnet wird und das Strahlerelement, das vom flachen Grundelement am weitesten entfernt ist, als oberes Strahlerelement bezeichnet wird, wobei jedes Strahlerelement außer dem besagten primären Strahlerelement und dem besagten oberen Strahlerelement als das dazwischenliegende Strahlerelement bezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne für mindestens eines der dazwischenliegenden Strahlerelemente eine sechste Reihe von leitfähigen Stiften (185) umfasst, die mit einer zweiten Sichtfläche des besagten dazwischenliegenden Strahlerelements verbunden sind und sich zu einem der anderen besagten Strahlerelemente hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei dieses dem besagten dazwischenlie-

genden Strahlerelement entlang einer Laufrichtung der besagten Überlagerung des primären Strahlerelements in Richtung oberes Strahlerelement vorgeht.

8. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 7, ausgenommen Anspruch 3, bestehend aus einer Überlagerung von mindestens zwei Strahlerelementen, die durch Isolatoren getrennt sind, wobei das Strahlerelement, das dem flachen Grundelement am nächsten ist, als primäres Strahlerelement bezeichnet wird und das Strahlerelement, das vom flachen Grundelement am weitesten entfernt ist, als oberes Strahlerelement bezeichnet wird und wobei jedes Strahlerelement außer dem besagten primären Strahlerelement und dem besagten oberen Strahlerelement als dazwischenliegendes Strahlerelement bezeichnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** es für mindestens eines der dazwischenliegenden Strahlerelemente eine siebte Reihe von leitfähigen Stiften (166) umfasst, die mit einer zweiten Sichtfläche des besagten dazwischenliegenden Strahlerelements verbunden sind und sich zu einem der anderen besagten Strahlerelemente hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei dieses dem besagten dazwischenliegenden Strahlerelement entlang einer Laufrichtung der besagten Überlagerung des primären Strahlerelements in Richtung oberes Strahlerelement vorgeht.
9. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Reihe von leitfähigen Stiften, die sich vom flachen Grundelement bzw. von einem der Strahlerelemente erstreckt, mit einer anderen Reihe von leitfähigen Stiften verflochten ist, die sich von einem der Strahlerelemente bzw. von einem der anderen Strahlerelemente erstreckt.
10. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jedes Strahlerelement, mit dem eine Reihe von leitfähigen Stiften verbunden ist, gilt, dass das besagte Strahlerelement in einem Bereich, in dem das besagte Strahlerelement an die Energieversorgungsquelle angeschlossen ist, nicht mit einem leitfähigen Stift verbunden ist.
11. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die leitfähigen Stifte einer einzelnen Reihe von leitfähigen Stiften in einer Matrixform angeordnet sind.
12. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Strahlerelement, mit dem mindestens eine Reihe von leitfähigen Stiften verbunden

ist, eine Symmetrie entlang seiner beiden Hauptachsen aufweist, und dass die besagten leitfähigen Stifte in einer Art und Weise angeordnet sind, die diese Symmetrie respektiert.

13. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur folgenden Gruppe gehört: Halbwellen-Strahlerelement-Antennen, Viertelwellen-Strahlerelement-Antennen, ringförmige Strahlerelement-Antennen, eingelassene Schlitz-Strahlerelement-Antennen und Inverted-F-Strahlerelement-Antennen. 5
14. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur folgenden Gruppe gehört: Planarantennen und Nicht-Planarantennen aufgrund einer fehlenden inhärenten Flachheit des flachen Grundelements und/oder mindestens eines der Strahlerelemente. 10
15. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der leitfähigen Stifte, die mit dem flachen Grundelement oder einem der Strahlerelemente verbunden sind, ein leitfähiges vorstehendes Teil in der Form eines ersten leitfähigen Teils (7) ist, das von einem Hauptkörper des besagten ersten leitfähigen Teils ausgeht, wobei dieser Hauptkörper das besagte flache Grundelement oder das besagte Strahlerelement bildet. 20
16. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der leitfähigen Stifte, der mit mindestens einem der Strahlerelemente verbunden ist, die Form eines leitfähigen Streifens aufweist, der in mindestens einen Exzenterteil eines zweiten leitfähigen Teils (171) geschnitten wird und im Verhältnis zu einem zentralen Teil des zweiten leitfähigen Teils gefaltet wird, wobei das besagte zentrale Teil das Strahlerelement verkörpert. 25
17. Antenne entsprechend den obigen Ansprüchen 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie auch mindestens ein Stützelement (8; 170) des besagten ersten (7) oder zweiten (171) leitfähigen Teils umfasst, das aus einem Isoliermaterial geformt ist und es ermöglicht, das flache Grundelement im Verhältnis zu mindestens einem der Strahlerelemente zu positionieren bzw. das besagte Strahlerelement im Verhältnis zum flachen Grundelement oder mindestens einem der anderen Strahlerelemente zu positionieren. 30
18. Antenne entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der leitfähigen Stifte, der mit dem flachen Grundelement oder mit mindestens einem 35

der Strahlerelemente verbunden ist, eine Leiteröffnung ist, die sich von einer ersten Sichtfläche einer Schicht aus dielektrischem Material erstreckt, wobei die besagte erste Sichtfläche das besagte flache Grundelement oder das besagte mindestens eine Strahlerelement trägt und wobei die besagte Leiteröffnung sich von der besagten ersten Sichtfläche erstreckt und nicht in eine zweite Sichtfläche der besagten Schicht aus dielektrischem Material mündet und wobei die Oberfläche der besagten Leiteröffnung mit einem leitfähigen Material beschichtet ist. 40

19. Verfahren zur Herstellung einer Planarantenne, bestehend aus mindestens einem Strahlerelement (1), das von einem flachen Grundelement (2) durch ein dielektrisches Element (3) getrennt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Herstellungsschritt von mindestens einer Reihe von leitfähigen Stiften (4) beinhaltet, die zur folgenden Gruppe gehören: 45

- eine Reihe von leitfähigen Stiften, die an ein vorgegebenes Strahlerelement angeschlossen sind und die sich zu einer Sichtfläche des flachen Grundelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Abstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem vorgegebenen Strahlerelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des flachen Grundelements. 50

- eine Reihe von leitfähigen Stiften, die mit einem vorgegebenen Strahlerelement verbunden sind und die sich zu einer Sichtfläche eines anderen Strahlerelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Mindestabstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem vorgegebenen Strahlerelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des anderen Strahlerelements. 55

20. Verfahren entsprechend dem obigen Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens einen Schritt zur Herstellung einer Reihe von leitfähigen Stiften (135; 144; 164) umfasst, die mit dem flachen Grundelement verbunden sind und die sich zu einer Sichtfläche eines vorgegebenen Strahlerelements hin erstrecken, ohne damit verbunden zu sein, wobei jeder leitfähige Stift eine Länge hat, die grundsätzlich geringer ist als der Mindestabstand zwischen einerseits dem Ende des Stiftes, der mit dem flachen Grundelement verbunden ist, und andererseits der besagten Sichtfläche des besagten Strahlerelements. 60

21. Verfahren entsprechend den beiden obigen Ansprü- 65

chen 19 und 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** es den folgenden Schritt für das flache Grundelement und/oder mindestens eines der Strahlerelemente, mit denen eine Reihe von leitfähigen Stiften verbunden ist, beinhaltet: ein erstes leitfähiges Teil wird hergestellt, bestehend aus:

- einem Hauptkörper, der das besagte flache Grundelement oder das besagte Strahlerelement darstellt; und
- mindestens einem leitfähigen vorstehenden Teil, das vom besagten Hauptkörper ausgeht, sodass es einen der leitfähigen Stifte bildet, die mit dem flachen Grundelement oder einem der Strahlerelemente verbunden sind.

22. Verfahren entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Herstellungsschritte für mindestens eines der Strahlerelemente, mit dem eine Reihe von leitfähigen Stiften verbunden ist, beinhaltet:

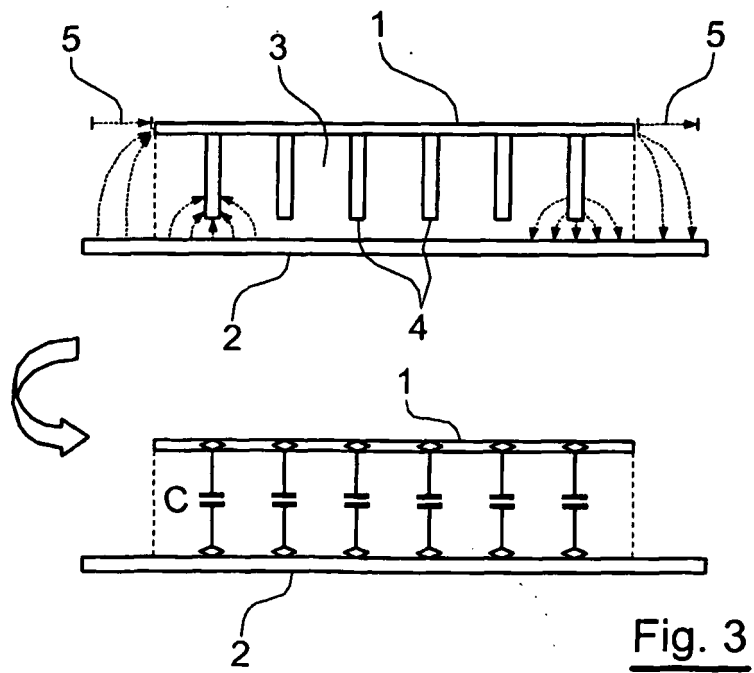
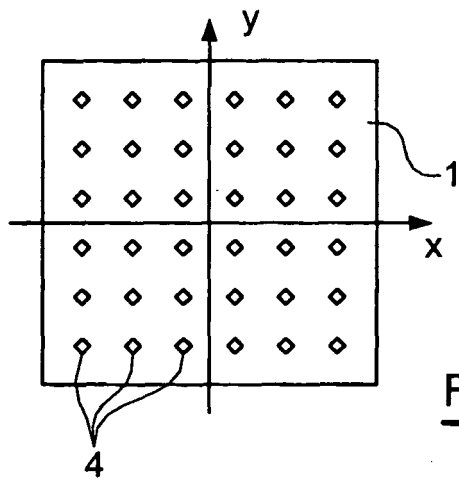
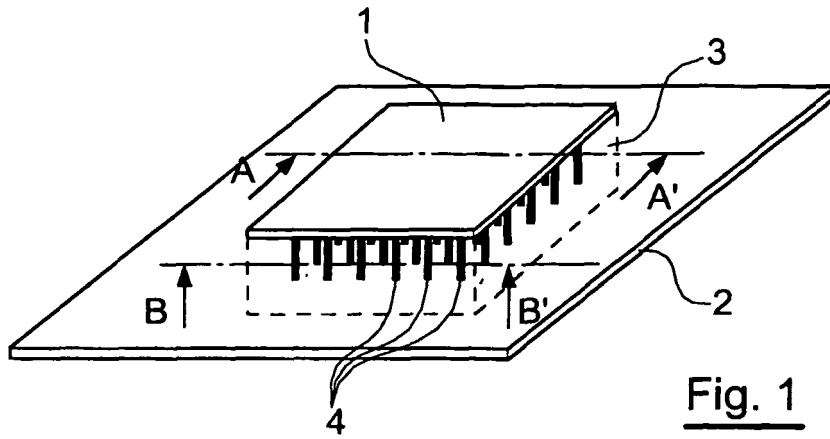
- ein zweites leitfähiges Teil wird hergestellt, das einen zentralen Abschnitt umfasst, der das besagte Strahlerelement darstellt;
- mindestens ein schmaler leitfähiger Streifen wird in einen Exzenterteil des zweiten leitfähigen Teils geschnitten;
- mindestens ein leitfähiger Streifen wird im Verhältnis zum zentralen Teil so gefaltet, dass sich einer der leitfähigen Streifen, der mit einem der Strahlerelemente verbunden ist, bildet.

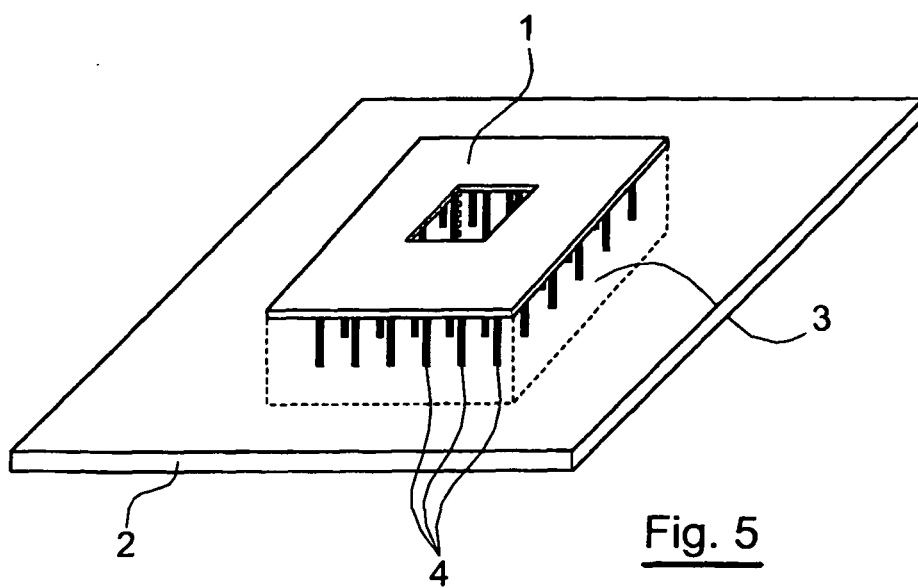
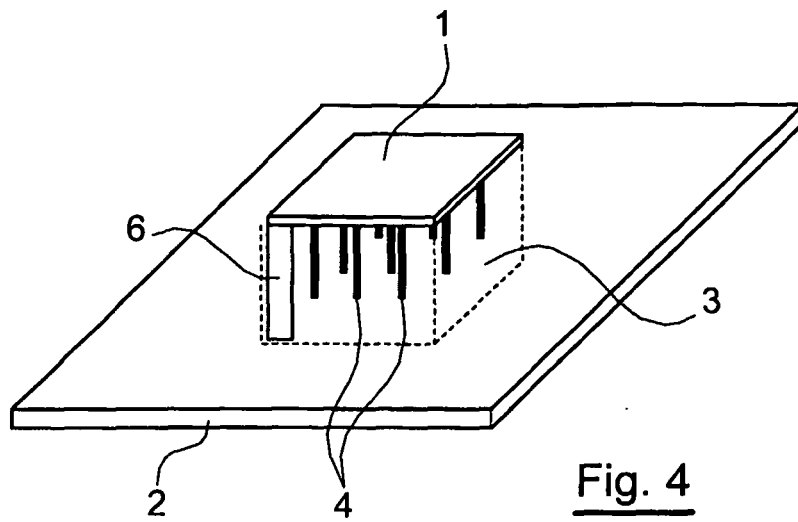
23. Verfahren entsprechend einem der obigen Ansprüche 21 und 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auch einen Herstellungsschritt beinhaltet, durch den das erste und das zweite leitfähige Teil im Verhältnis zu einem anderen Element der Antenne mit Hilfe von mindestens einem Stützelement aus einem Isoliermaterial positioniert wird.

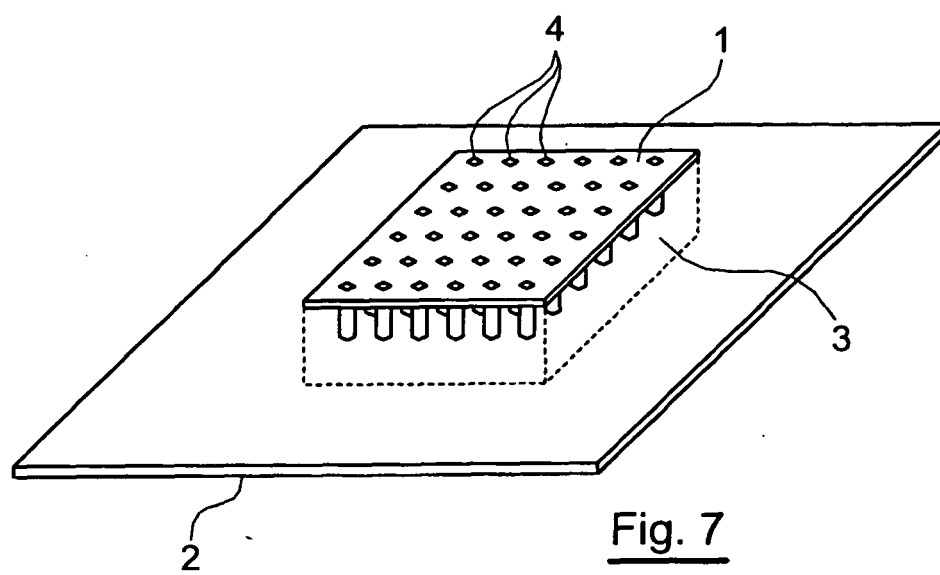
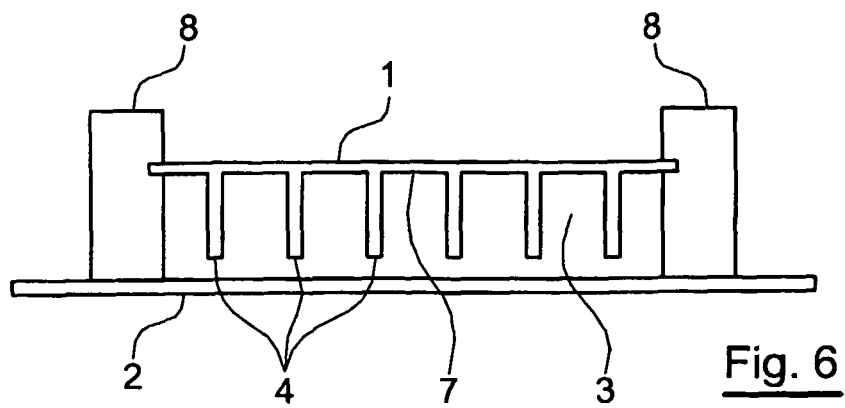
24. Verfahren entsprechend irgendeinem der obigen Ansprüche 21 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Herstellungsschritte für das flache Grundelement und/oder mindestens eines der Strahlerelemente, mit dem eine Reihe von leitfähigen Stiften verbunden ist, beinhaltet:

- Es wird mindestens eine Öffnung in eine Schicht aus dielektrischem Material gemacht; wobei die besagte mindestens eine Öffnung sich von einer ersten Sichtfläche der besagten Schicht erstreckt und nicht in eine zweite Sichtfläche der besagten Schicht mündet.
- Unter Verwendung eines leitfähigen Materials wird hierauf das Folgende selektiv abgedeckt:

- mindestens ein Teil der besagten ersten Sichtfläche, sodass das besagte flache Grundelement oder das besagte Strahlerelement gebildet wird, und
- die Oberfläche der besagten mindestens einen Öffnung, sodass man eine leitfähige Öffnung erhält, die einen der leitfähigen Stifte bildet, die mit der Schicht des flachen Grundelements oder mit einem der Strahlerelemente verbunden sind.







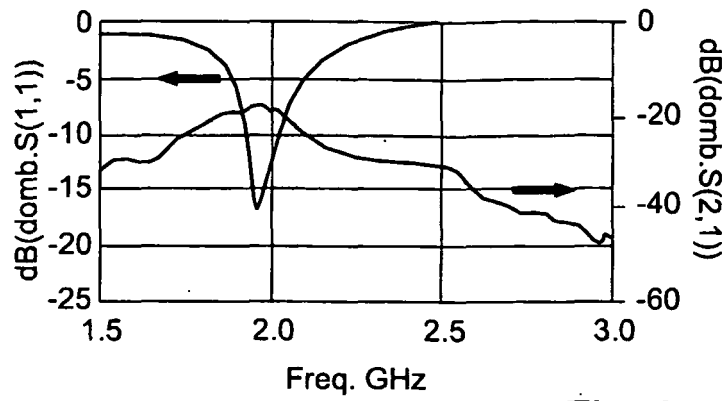


Fig. 8

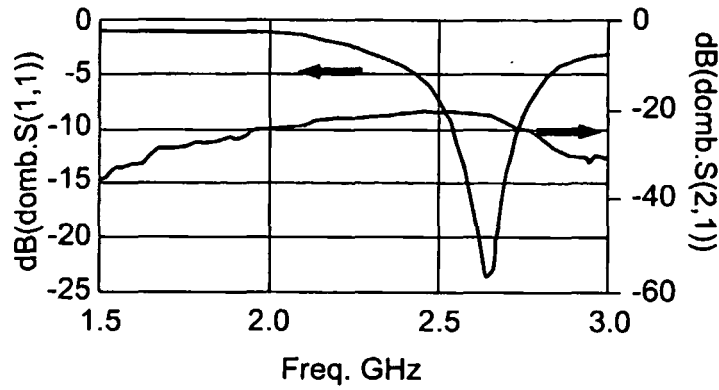


Fig. 9

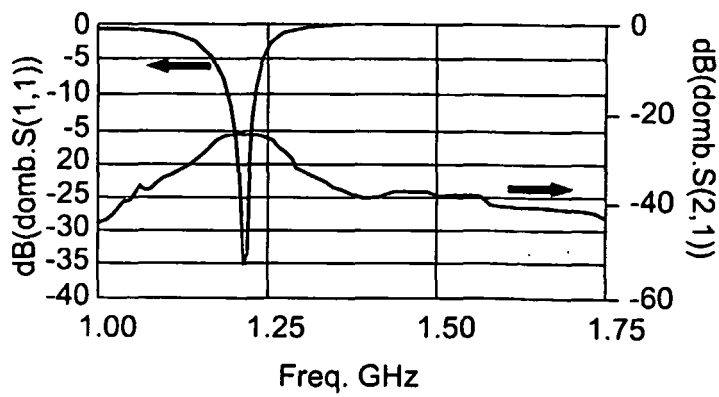


Fig. 10

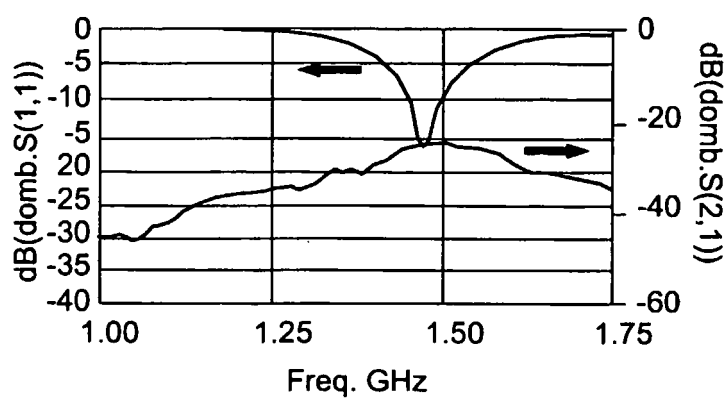


Fig. 11

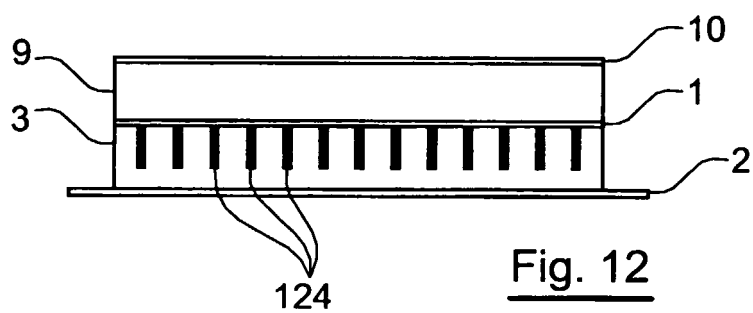
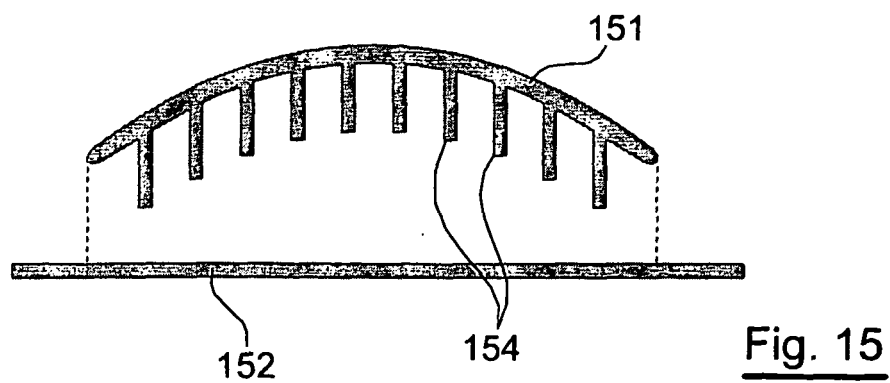
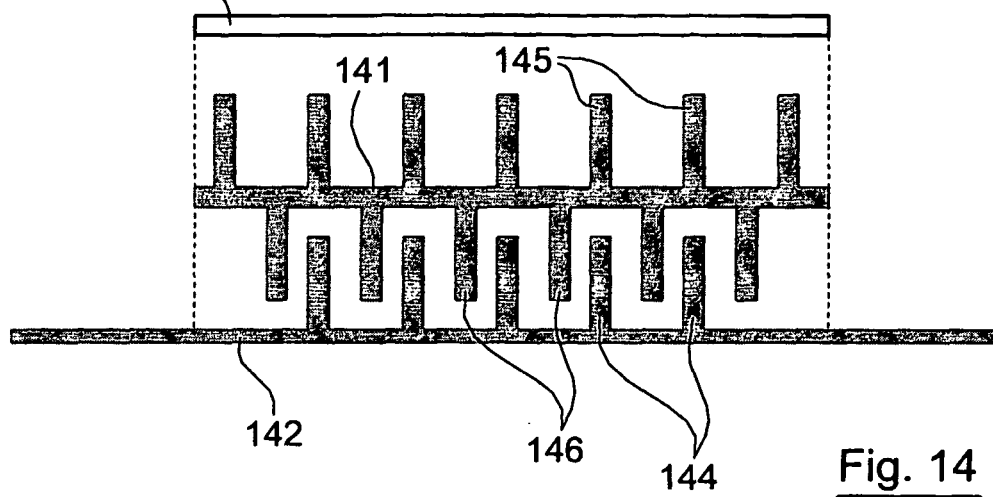
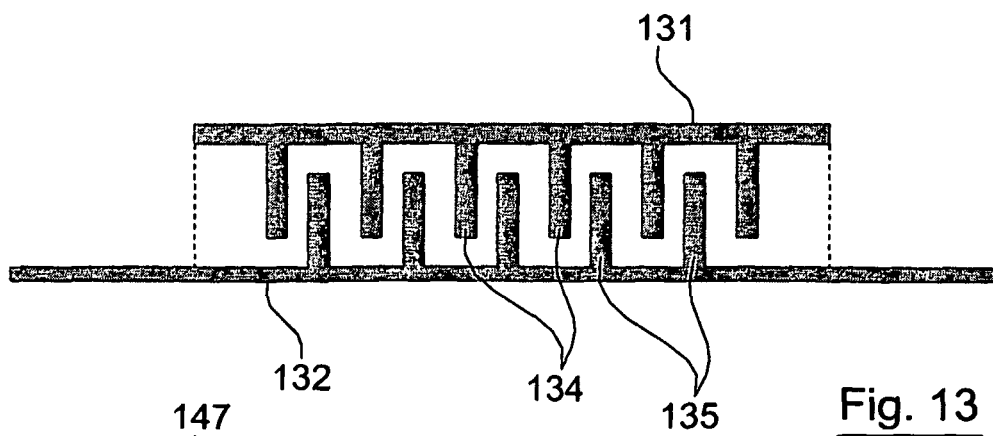


Fig. 12



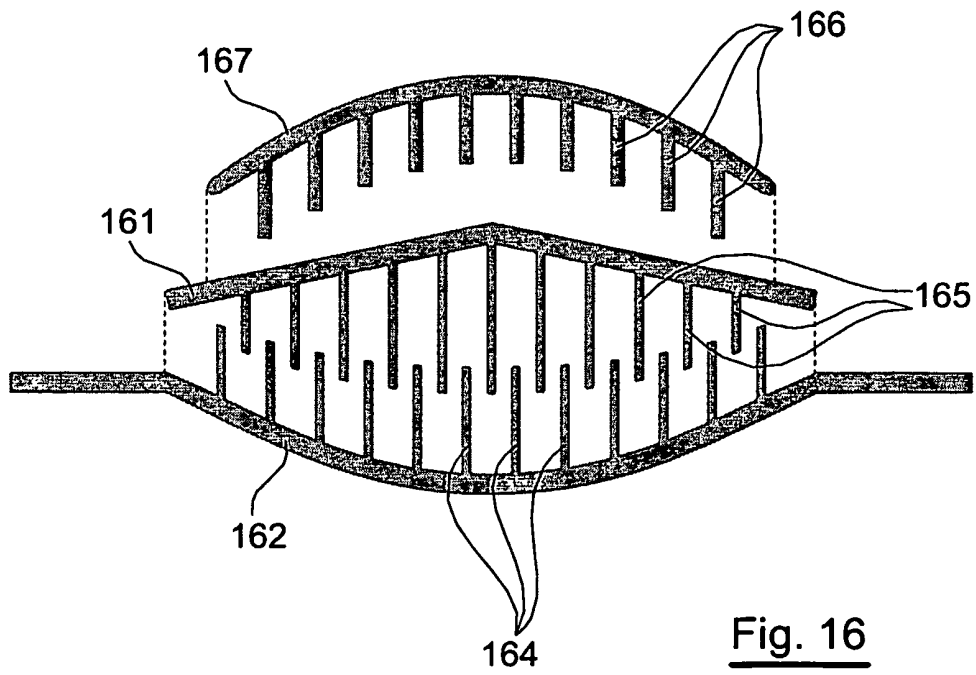


Fig. 16

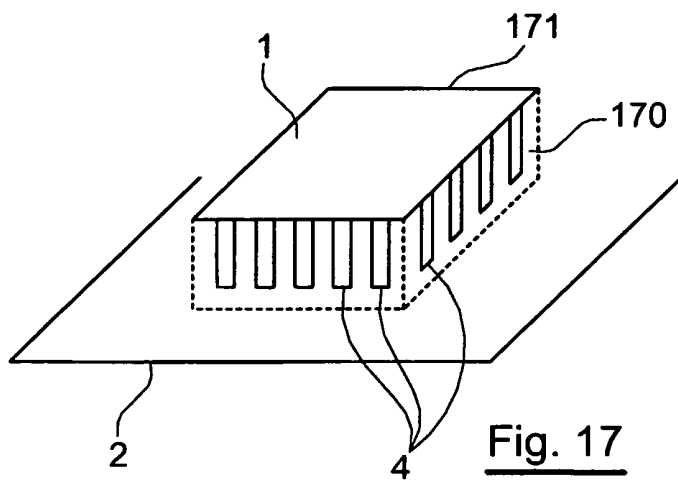


Fig. 17

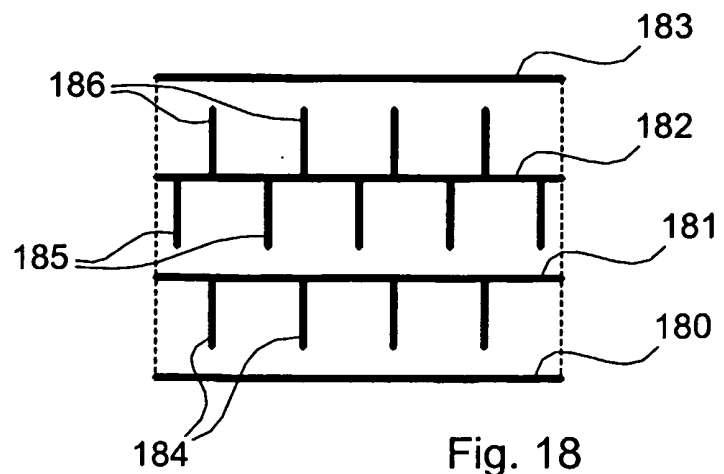


Fig. 18

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

- WO 0131739 A [0010]
- WO 0117063 A [0010]
- WO 02052680 A [0010]
- WO 0163695 A [0010]
- US 6483462 B2 [0010]
- WO 0201874 A [0011]