

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 943 464

21 N° d'enregistrement national : 09 01313

51 Int Cl⁸ : H 01 Q 9/06 (2006.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.03.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.09.10 Bulletin 10/38.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : CASSARD PATRICK, DELESTRE XAVIER et FREYSSINIER PHILIPPE.

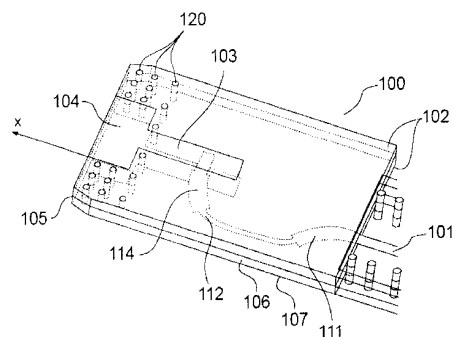
73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54 ELEMENT RAYONNANT BAS COUT, NOTAMMENT POUR ANTENNE ACTIVE A BALAYAGE ELECTRONIQUE.

57 Elément rayonnant à bas coût (100), notamment pour antenne active à balayage électronique, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous la forme d'un circuit imprimé sur un substrat diélectrique comprenant deux couches planes superposées (106, 107), au sein duquel une ligne d'alimentation (101) débouche sur une ligne à fente (103) débouchant sur une encoche (104).

L'invention a également pour objet un ou une pluralité d'éléments rayonnants (100) faisant partie d'une structure intégrée comprenant également les circuits de commande et d'alimentation associés. L'invention a également pour objet une structure d'antenne contenant un réseau d'éléments placés perpendiculairement au-dessus d'un plan réflecteur conducteur au travers de fentes de passage pourvues de clinquants assurant la connexion entre le plan réflecteur et les plans de masse (102) des éléments rayonnants (100).



FR 2 943 464 - A1



Élément rayonnant bas coût, notamment pour antenne active à balayage électronique

5

La présente invention concerne un élément rayonnant bas coût. Elle s'applique notamment aux radars ainsi qu'aux systèmes de communication mettant en œuvre des fonctions d'émission et de réception d'ondes électromagnétiques radiofréquences, et plus particulièrement aux antennes
10 équipant ces dispositifs. Elle s'applique également particulièrement aux antennes actives à balayage électronique.

Les éléments rayonnants sont habituellement utilisés en grand nombre, notamment dans les antennes actives de radars, à balayage
15 électronique. Le balayage électronique permet une grande agilité dans la gestion des modes radars, et dispense l'antenne d'être motorisée. Une antenne à balayage électronique est typiquement constituée d'un plan réflecteur, et d'un réseau comprenant une pluralité d'éléments rayonnants. Chaque élément rayonnant est capable individuellement de moduler la phase
20 du signal radiofréquence qu'il émet. L'émission conjointe d'ondes électromagnétiques par l'ensemble des éléments rayonnants présents dans le réseau, situé au-dessus du plan réflecteur de l'antenne, permet de former le profil de rayonnement de l'antenne.

Ainsi les éléments rayonnants sont généralement agencés en un
25 réseau de grandes dimensions, compatible d'un balayage électronique du faisceau pouvant aller jusqu'à $\pm 75^\circ$ par rapport à la normale au plan réflecteur. Les éléments rayonnants individuels présentent des dimensions relativement faibles par rapport à la longueur d'onde, typiquement inférieures à la moitié $\lambda/2$ de la longueur d'onde nominale λ de l'onde électromagnétique rayonnée.
30

La nature de ces éléments – principalement leurs dimensions – ainsi que leur disposition géométrique dans le réseau, peuvent différer selon les domaines de fréquences, la couverture angulaire du faisceau et/ou l'application envisagée.

35 Il est nécessaire que chacun des éléments rayonnants soit associé à des circuits radiofréquences tels que des amplificateurs, des déphaseurs et

atténuateurs, permettant la réalisation de la fonction de balayage électronique. Il est ainsi nécessaire de relier par des liaisons radiofréquences les éléments rayonnants et les circuits radiofréquences associés. En outre, une connexion doit être réalisée entre ces circuits radiofréquences et les circuits intégrés de commande et d'alimentation qui les pilotent. Enfin, il est nécessaire d'assurer une liaison de type masse électrique et/ou mécanique entre les éléments rayonnants et un plan de masse.

Selon une technique existante, il est possible de disposer les éléments rayonnants sous forme de patches sur le plan réflecteur de l'antenne, des électrodes de masse ou plans de masse de ces patches pouvant notamment être soudés à la structure de l'antenne contenant un plan de masse. De la même manière, les éléments rayonnants peuvent être connectés par des soudures, éventuellement via des câbles ou bien des nappes de câbles, aux dispositifs de contrôle et de commande.

De telles techniques requièrent des procédés de montage relativement fastidieux, ainsi qu'un grand nombre de soudures et partant, de contrôles de fabrication à réaliser. Cela se traduit encore par une mise en œuvre relativement difficile de l'antenne : l'ajustement, par exemple, du dépassement des éléments rayonnants du plan réflecteur étant alors quasiment impossible. De la même manière, la maintenance lors de la durée de vie de l'antenne est ardue. En effet, un mauvais fonctionnement de l'antenne peut être dû à des défauts au niveau des nombreuses soudures entre les éléments rayonnants et le reste de l'antenne. Le diagnostic de l'origine de telles défauts, et une réalisation de nouvelles soudures peuvent constituer des opérations délicates, et dont l'impact sur les performances du système a posteriori peut être relativement hasardeux.

De plus, de telles techniques ont un impact négatif sur l'immunité électromagnétique de l'antenne, et notamment l'immunité des éléments rayonnants les uns vis-à-vis des autres, ainsi que l'immunité électromagnétique des éléments rayonnants vis-à-vis des circuits intégrés de commande situés dans la structure d'antenne. Ceci est encore une fois principalement dû au recours à des techniques de soudure.

Enfin, un autre inconvénient des techniques existantes est lié aux éléments rayonnants eux-mêmes, habituellement fabriqués selon des

méthodes qui leur sont spécifiques. Ceci a pour conséquence un coût de fabrication relativement élevé de ces composants.

Un but de la présente invention est de pallier au moins les
5 inconvénients précités, en proposant un élément rayonnant ayant une structure innovante, compacte, et offrant un faible coût de fabrication. Ces éléments peuvent être facilement intégrés en réseau dans des structures d'antennes, par exemple d'antennes actives à balayage électronique, dans
10 lesquelles leur utilisation conjointe au sein du réseau offre d'excellentes performances en termes de niveaux de lobes secondaires, de capacité de dépointage du faisceau, de niveau de polarisation croisée, et ce dans une bande de fréquences relativement large.

Un autre but de la présente invention est de proposer des moyens innovants pour assurer la connexion entre les plans de masse de ces
15 éléments rayonnants et le plan de masse du dispositif d'antenne. Ces moyens de connexion permettent un montage simple des éléments rayonnants, et assurent une parfaite connexion électrique minimisant les pertes et maximisant l'immunité électromagnétique de la structure d'antenne.

Un autre avantage réside dans le fait qu'une structure d'antenne
20 équipée d'un réseau d'éléments rayonnants et de moyens de connexion selon la présente invention permet une mise en œuvre simple, et une maintenance facilitée.

A cet effet, l'invention a pour objet un élément rayonnant caractérisé
25 en ce qu'il est réalisé par des métallisations imprimées sur les deux surfaces d'un substrat diélectrique de forme sensiblement plane. Le substrat comprend deux couches superposées, une ligne d'alimentation étant située entre les deux couches et formant avec les métallisations sur les surfaces externes des deux couches une ligne triplaque. Lesdites métallisations
30 forment en outre deux plans de masse, la ligne d'alimentation étant reliée à une ligne à fente prolongée par une encoche débouchant sur un bord libre de l'élément rayonnant, ladite ligne à fente et ladite encoche étant réalisées par une absence de métallisation sur les surfaces externes de chacune des deux couches. Une pluralité d'éléments rayonnants est réalisée sur un unique
35 circuit multicouche.

Dans un mode de réalisation de l'invention, l'élément rayonnant peut être caractérisé en ce que la ligne d'alimentation comprend trois tronçons, respectivement d'une impédance plus basse, une impédance plus haute et une impédance plus basse que l'impédance caractéristique, et de longueurs
5 respectivement voisines du quart, de la moitié et du quart de la longueur d'onde à la fréquence centrale de l'onde électromagnétique rayonnée.

L'invention a également pour objet une structure intégrée caractérisée en ce qu'elle comprend un unique circuit multicouche sur lequel sont en outre
10 réalisés un ou une pluralité d'éléments rayonnants tels que décrits ci-dessus, un ou une pluralité de circuits radiofréquences associés, et/ou un ou une pluralité de circuit de commande et d'alimentation desdits circuits radiofréquences associés.

L'invention a également pour objet une antenne active caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un réseau d'éléments rayonnants réalisés par des métallisations imprimées sur les deux surfaces d'un substrat diélectrique de forme sensiblement plane. Dans ce mode de réalisation, le substrat peut comprendre deux couches superposées, une ligne d'alimentation étant
20 située entre les deux couches et formant avec les métallisations sur les surfaces externes des deux couches une ligne triplaque. Lesdites métallisations peuvent en outre former deux plans de masse, la ligne d'alimentation étant reliée à une ligne à fente prolongée par une encoche débouchant sur un bord libre de l'élément rayonnant, ladite ligne à fente et
25 ladite encoche étant réalisées par une absence de métallisation sur les surfaces externes de chacune des deux couches. L'antenne active peut comprendre en outre un plan réflecteur et au moins un circuit radiofréquence associé aux éléments rayonnants. Le plan réflecteur peut être un plan conducteur muni d'un réseau de fentes de passage, chaque fente de
30 passage étant traversée par au moins un élément rayonnant, et étant pourvue de clinquants conducteurs assurant le contact électrique entre les plans de masse des éléments rayonnants et le plan réflecteur.

Dans un mode de réalisation de l'invention, l'antenne active décrite ci-dessus peut être caractérisée en ce que la ligne d'alimentation de chaque
35 élément rayonnant comprend trois tronçons, respectivement d'une

impédance plus basse, une impédance plus haute et une impédance plus basse que l'impédance caractéristique, et de longueurs respectivement voisines du quart, de la moitié et du quart de la longueur d'onde à la fréquence centrale de l'onde électromagnétique rayonnée.

5

L'invention a également pour objet une antenne active caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une structure intégrée comprenant un unique circuit multicouche sur lequel sont en outre réalisés un ou une pluralité d'éléments rayonnants tels que décrits ci-dessus, un ou une pluralité de circuits radiofréquences associés, et/ou un ou une pluralité de circuit de commande et d'alimentation desdits circuits radiofréquences associés.

Dans un mode de réalisation de l'invention, une antenne active telle que décrite ci-dessus peut être caractérisée en ce que chacune des fentes de passage est pourvue d'au moins un clinquant métallique conducteur réalisant un contact ohmique entre les plans de masse et le plan réflecteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, donnée à titre d'exemple, faite en regard des dessins annexés qui représentent :

20

- la figure 1, la vue en perspective d'un exemple d'élément rayonnant selon la présente invention ;
- la figure 2, la vue en perspective d'un exemple d'antenne comprenant un réseau d'éléments rayonnants selon la présente invention ;
- la figure 3, la vue en perspective d'un exemple de dispositif d'interconnexion des éléments rayonnants avec le reste d'un dispositif d'antenne selon la présente invention ;
- la figure 4, la vue en perspective d'un exemple de structure intégrée d'une pluralité d'éléments rayonnants et leurs circuits radiofréquences associés selon la présente invention ;

35

- Les figures 5a et 5b, les vues en coupe transversale, de différents exemples de structures intégrées d'une pluralité d'éléments rayonnants 100 et leurs circuits radiofréquences associés selon la présente invention.

5

La figure 1 présente une vue en perspective d'un exemple d'élément rayonnant selon la présente invention. L'élément rayonnant 100 comprend une ligne d'alimentation 101 comprise entre deux plaques superposées 106 et 107 de substrat diélectrique. Les grandes surfaces extérieures des deux
10 plaques superposées 106 comprennent une surface de métallisation 102. La ligne d'alimentation 101 débouche sur une ligne à fente 103, la ligne à fente 103 débouchant sur une encoche 104, au niveau du bord libre 105 de l'élément rayonnant 100.

La ligne à fente 103 et l'encoche 104 sont réalisées par une absence
15 de métallisation 102 sur les grandes surfaces externes de l'élément rayonnant 100. Le profil de l'encoche 104 est déterminé de manière à optimiser les caractéristiques de rayonnement de l'élément rayonnant 100, en particulier le taux d'onde stationnaire ou TOS, les diagrammes de rayonnement de l'élément rayonnant 100 et le niveau de polarisation croisée
20 dans la bande de fréquence désirée. La position du centre de phase est par exemple sensiblement invariante dans une bande de fréquences de $\pm 10\%$ autour de la fréquence nominale. Plus précisément, les caractéristiques de rayonnement de l'élément rayonnant 100 individuel sont déterminées par des calculs de simulation impliquant la pluralité d'éléments rayonnants 100 à
25 intégrer dans un réseau d'antenne, et ce ne sont pas des performances individuelles d'un élément rayonnant 100 qui sont visées, mais plutôt les performances globales du réseau dans lequel ces éléments rayonnants 100 s'intègrent.

30 L'élément rayonnant 100 est alimenté par la ligne d'alimentation 101. La ligne d'alimentation 101 est une ligne imprimée formant avec les métallisations 102 réalisées sur les surfaces externes de l'élément rayonnant 100 une ligne triplaque permettant une propagation de type Mode Electrique Transverse ou TEM selon l'acronyme anglo-saxon. La partie terminale de la

ligne d'alimentation 101 se couple à la ligne à fente étroite 103, constituant ainsi une transition triplaque / fente.

Par exemple, il est notamment possible de disposer en série dans la ligne d'alimentation 101 un circuit composé de trois tronçons de ligne, respectivement 111, 112 et 114, alternativement basse impédance, haute impédance et basse impédance, et de longueurs respectivement voisines du quart, de la moitié et du quart, soit : $\lambda/4$, $\lambda/2$ et $\lambda/4$, de la longueur d'onde à la fréquence centrale de fonctionnement dans le substrat diélectrique. Les termes "basse impédance" et "haute impédance" sont ici à comprendre comme étant respectivement équivalents à "impédance plus basse que l'impédance caractéristique" et "impédance plus haute que l'impédance caractéristique". L'ordre de grandeur des impédances est par exemple de 40 et 70 Ohms respectivement, pour une ligne d'alimentation d'impédance caractéristique égale à 50 Ohms, et l'entrée du circuit est disposée pratiquement au droit de l'axe de symétrie de la ligne à fente 103. L'introduction de ce circuit permet d'obtenir, dans la bande de fréquences visée, que la somme des couplages provenant des encoches 104 des éléments rayonnants 100 voisins et éloignés, lorsque le réseau est en émission, soit de même amplitude et en opposition de phase avec le coefficient de réflexion interne – ou TOS passif – de l'encoche 104 qui est observé lorsque l'on place ce dernier dans un réseau d'encoches identiques mais sur charges adaptées. Cette condition permet d'annuler mutuellement ces deux composantes et ainsi de minimiser le TOS actif de l'antenne 200.

L'élément rayonnant 100 est composé d'un substrat diélectrique plat constitué par les deux plaques superposées 106 et 107. Chacune des plaques a une épaisseur de très faible dimension vis-à-vis de la longueur d'onde, par exemple typiquement inférieure à un dixième $\lambda/10$ de la longueur d'onde λ .

Le substrat peut par exemple être réalisé en verre téflon de type DUROID 5880 ou 6002, ou encore dans un matériau de plus faible coût, de type RO 4003.

Le bord libre 105 du substrat a par exemple une longueur voisine de la moitié $\lambda/2$ de la longueur d'onde λ .

Dans un mode de réalisation de l'invention, il est possible de réaliser dans le circuit multicouche formé par le substrat, des trous métallisés 120 permettant de mettre au même potentiel les plans de masse qui entourent l'embouchure de l'élément rayonnant. La présence de ces trous métallisés
5 120 permet de symétriser le diagramme de rayonnement de l'élément rayonnant 100, de réduire au maximum le rayonnement en polarisation croisée et limiter l'amplitude des couplages entre les éléments rayonnants 100 au sein du réseau.

10 La figure 2 présente la vue en perspective d'un exemple d'antenne comprenant un réseau d'éléments rayonnants selon la présente invention. L'antenne 200 comprend un plan réflecteur 201 muni d'une pluralité de fentes de passage 202. Un réseau d'éléments rayonnants 100 est disposé au-dessus de la surface du plan réflecteur 201.

15 Dans l'exemple de la figure, les éléments rayonnants 100 sont disposés perpendiculairement à la surface du plan réflecteur 201. Les éléments rayonnants 100 traversent les fentes de passage 202. Dans l'exemple de la figure, chaque élément rayonnant 100 traverse une fente de passage 202. Dans un mode alternatif de réalisation de l'invention, une
20 pluralité d'éléments rayonnants 100 peuvent traverser une unique fente de passage 202 plus longue. Les fentes de passage 202 sont de forme sensiblement rectangulaire et peuvent par exemple présenter des extrémités de forme arrondie afin de faciliter le passage des éléments rayonnants 100.

Le plan réflecteur 201 peut être parfaitement conducteur et constituer
25 ainsi un plan de masse. La connexion électrique entre les plans de masse des éléments rayonnants 100 formés par les surfaces de métallisation 102 se fait par des moyens décrits en de plus amples détails ci-après en référence à la figure 3.

Le dépassement des éléments rayonnants 100 au-dessus du plan
30 réflecteur 201 est un paramètre facilement ajustable, contrairement à d'autres structures rayonnantes connues de l'état de la technique, telles que des pavés imprimés ou plaqués, ou bien des ouvertures de guides. L'ajustement de ce dépassement permet d'optimiser le rendement radiatif de l'élément rayonnant 100, son TOS et son gain. Le dépassement peut par
35 exemple présenter une longueur voisine de la moitié $\lambda/2$ de la longueur

d'onde nominale λ . Bien sûr, selon les besoins qui doivent être satisfaits par l'antenne 200, ce dépassement peut prendre d'autres valeurs.

La figure 3 présente une vue en perspective d'un exemple de
5 dispositif d'interconnexion des éléments rayonnants 100 avec le reste d'un
dispositif d'antenne 200 selon la présente invention. Des fentes de passage
202 du plan réflecteur 201 de l'antenne 200 sont pourvues de clinquants 301.

Les clinquants 301 permettent d'assurer le maintien mécanique des
éléments rayonnants 100 dans les fentes de passage 202, ainsi que la
10 connexion électrique entre les plans de masse des éléments rayonnants 100
formés par les surfaces de métallisation 102 non représentées sur cette
figure, et le plan de masse de l'antenne 200, formé par le plan réflecteur 201,
parfaitement conducteur. La structure des clinquants 301 permet notamment
de garantir, par simple pression mécanique, un excellent contact ohmique au
15 plus près, entre les plans de masse des éléments rayonnants 100 et le plan
de masse formé par le plan réflecteur 201.

Un autre avantage procuré par cette configuration est qu'elle confère
une immunité électromagnétique optimale à la structure d'antenne 200, et
notamment aux circuits intégrés de commande qui y sont contenus, vis à vis
20 du rayonnement extérieur ou du rayonnement des éléments rayonnants 100,
susceptible de pénétrer par les fentes de passage 202 dans le plan réflecteur
201.

Encore un autre avantage procuré par cette configuration est qu'elle
permet un ajustement des éléments rayonnants 100, et notamment du
25 dépassement de ceux-ci depuis la surface du plan réflecteur 201, ne
requérant pas l'usage d'outils spécifiques, ou par exemple le recours
fastidieux au retrait de soudures.

La figure 4 présente la vue en perspective d'un exemple de structure
30 intégrée d'une pluralité d'éléments rayonnants 100 et leurs circuits
radiofréquences associés selon la présente invention.

La structure intégrée 400 comprend une pluralité d'éléments
rayonnants 100, et une carte de circuit imprimé 401 multicouche contenant
l'électronique de commande des circuits radiofréquences, tels que
35 amplificateurs, déphaseurs et atténuateurs, associés aux éléments

rayonnants 100. La structure intégrée 400 comprend également un connecteur RF 403 pour la transmission du signal RF, et un connecteur 402 pour le transfert de données et l'alimentation.

Afin de réduire le coût de fabrication, il peut être en effet avantageux de produire des structures intégrées comprenant à la fois un ou une pluralité d'éléments rayonnants 100, et les circuits radiofréquences associés. Il est à noter que dans l'exemple de la figure, la structure intégrée comprend huit éléments rayonnants, mais il est bien sûr possible de produire des structures intégrées contenant un plus ou moins grand nombre d'éléments rayonnants, voire n'en contenant qu'un seul.

Dans cette structure intégrée 400, les éléments rayonnants 100 font partie intégrante de circuits multicouche, réalisés au sein de la carte de circuit imprimé 401 multicouche, par exemple de type PCB selon l'acronyme anglo-saxon, comportant en outre les éléments actifs de l'antenne 200. Ces éléments actifs peuvent par exemple être réalisés sous la forme de composants intégrés du type MMIC selon l'acronyme pour Microwave Monolithic Integrated Circuits. Le circuit multicouche peut comporter également les circuits de distribution de l'énergie ainsi que les fonctions d'alimentation et de commande analogique et numérique.

La connexion hyperfréquence d'un élément rayonnant 100 avec les autres éléments du circuit, tels que la ligne de propagation de l'onde électromagnétique ou les composants actifs, peut être réalisée par l'intermédiaire de petites transitions perpendiculaires blindées intégrées dans le circuit, ou encore par exemple de micro-connecteurs formant un contact par pression.

La structure intégrée 400 a l'avantage d'être extrêmement compacte, de présenter un coût de fabrication relativement faible, et enfin d'être facilement intégrable dans une structure d'antenne active.

Dans un mode de réalisation de l'invention, il est également possible d'inclure les circuits de pilotage et d'alimentation des circuits radiofréquences associés aux éléments rayonnants 100, au sein-même de la structure intégrée 400.

Les figures 5a et 5b présentent des vues en coupe transversale, de différents exemples de structures intégrées d'une pluralité d'éléments rayonnants 100 et leurs circuits radiofréquences associés selon la présente invention.

5

En référence à la figure 5a, une vue en coupe présente un mode de réalisation de l'invention tel que décrit ci-dessus en référence aux figures précédentes. En avant du plan réflecteur 201, un élément rayonnant 100 comprend deux surfaces de métallisation 102, et une couche de métallisation interne comprenant notamment la ligne d'alimentation 101. Des trous métallisés 120 peuvent traverser la structure de l'élément rayonnant 100. Le contact entre les surfaces de métallisation externes 102 formant des plans de masse, et le plan réflecteur 201 est réalisé par les clinquants 301. En arrière du plan réflecteur 201, la carte de circuit imprimé 401 multicouche comprend plusieurs couches de métallisation internes 501, et deux surfaces supérieures de métallisation 502 formant par exemple des plans de masse. Des vias 503 peuvent assurer le contact entre les plans de masse formés par les surfaces supérieures de métallisation 502, et d'autres couches de métallisation internes 501. Dans un mode de réalisation de l'invention, les tranches des éléments rayonnants 100 peuvent être couvertes d'une couche de métal 510, afin d'optimiser les performances de rayonnement et d'immunité électromagnétique.

Dans cet exemple de mode de réalisation, la carte de circuit imprimé 401 multicouche présente une surépaisseur, en comparaison avec les éléments rayonnants 100.

Maintenant en référence à la figure 5b, un autre exemple de mode de réalisation de l'invention est illustré. Dans cet exemple de mode de réalisation, il est également possible de produire une structure intégrée dont toute l'épaisseur est uniforme. Une telle structure permet de réaliser une réduction significative du coût de fabrication.

La carte de circuit imprimé 401 multicouche comprend notamment deux couches supérieures de diélectrique 520, nécessaires au circuit multicouche situé en arrière des éléments rayonnants 100. Dans cet exemple de mode de réalisation, les deux couches supérieures de diélectrique 520

peuvent être prolongées jusqu'aux bords libres 105 des éléments rayonnants 100, au-dessus des couches de métallisation 102. Bien sûr, sur toute la surface des éléments rayonnants situés en avant du plan réflecteur 201 de l'antenne 200, il est nécessaire qu'aucune couche de métallisation ne soit
5 réalisée au-dessus des couches supérieures de diélectrique 520. Dans ce mode de réalisation, afin que les contacts entre plans de masse puissent être tout de même réalisés, les surfaces supérieures de métallisation 502 réalisées au-dessus des couches supérieures de diélectrique 520 sont en contact avec les clinquants 301, et partant avec le plan de masse de
10 l'antenne 200 formé par le plan réflecteur 201. Des vias métalliques traversants 521 peuvent alors assurer la connexion électrique entre les surfaces supérieures de métallisation 502 et les surfaces de métallisation 102.

15 Il est à noter que l'utilisation d'éléments rayonnants 100 selon la présente invention ne se limite pas nécessairement aux applications d'antennes à balayage électronique.

Par exemple, pour certaines applications nécessitant un fonctionnement en polarisation circulaire, il est possible de disposer au-
20 dessus de la face rayonnante de l'antenne, des structures de type polariseur à méandres, qui conduisent également à d'excellentes performances en terme de taux d'ellipticité, typiquement inférieur à 2 dB, dans une couverture angulaire élargie, moyennant des pertes de gain relativement faibles, typiquement inférieures à 0,5 dB.

25 Pour d'autres applications, nécessitant une diversité de polarisation, il est possible de disposer ces éléments rayonnants en croix.

Enfin, un élément rayonnant 100 selon la présente invention, moyennant un choix adapté de ses dimensions, est capable de fonctionner dans des bandes de fréquences très diverses, typiquement de 1 à 50 GHz.

REVENDEICATIONS

5 1- Elément rayonnant (100) caractérisé en ce qu'il est réalisé par des métallisations (102) imprimées sur les deux surfaces d'un substrat diélectrique de forme sensiblement plane, le substrat comprenant deux couches superposées (106, 107), une ligne d'alimentation (101) étant située entre les deux couches (106, 107) et formant avec les métallisations sur les surfaces externes (102) des deux couches (106, 10 107) une ligne triplaquée, lesdites métallisations (102) formant en outre deux plans de masse (102), la ligne d'alimentation (101) étant reliée à une ligne à fente (103) prolongée par une encoche (104) débouchant sur un bord libre (105) de l'élément rayonnant (100), ladite ligne à fente (103) et ladite encoche (104) étant réalisées par une absence de 15 métallisation sur les surfaces externes (102) de chacune des deux couches (106, 107), une pluralité d'éléments rayonnants (100) étant réalisée sur un unique circuit multicouche (401).

20 2- Elément rayonnant (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ligne d'alimentation (101) comprend trois tronçons (111, 112, 114), respectivement d'une impédance plus basse, une impédance plus haute et une impédance plus basse que l'impédance caractéristique, et de longueurs respectivement voisines du quart, de la moitié et du quart de la longueur d'onde à la fréquence centrale de 25 l'onde électromagnétique rayonnée.

30 3- Structure intégrée (400) caractérisée en ce qu'elle comprend un unique circuit multicouche (401) sur lequel sont en outre réalisés un ou une pluralité d'éléments rayonnants (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, un ou une pluralité de circuits radiofréquences associés, et/ou un ou une pluralité de circuit de commande et d'alimentation desdits circuits radiofréquences associés.

35 4- Antenne active (200) caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un réseau d'éléments rayonnants (100) réalisés par des

métallisations (102) imprimées sur les deux surfaces d'un substrat diélectrique de forme sensiblement plane, le substrat comprenant deux couches superposées (106, 107), une ligne d'alimentation (101) étant située entre les deux couches (106, 107) et formant avec les
5 métallisations sur les surfaces externes (102) des deux couches (106, 107) une ligne triplaque, lesdites métallisations (102) formant en outre deux plans de masse (102), la ligne d'alimentation (101) étant reliée à une ligne à fente (103) prolongée par une encoche (104) débouchant sur un bord libre (105) de l'élément rayonnant (100), ladite ligne à fente
10 (103) et ladite encoche (104) étant réalisées par une absence de métallisation sur les surfaces externes (102) de chacune des deux couches (106, 107), l'antenne active (200) comprenant en outre un plan réflecteur (201), au moins un circuit radiofréquence (401) associé aux éléments rayonnants (100), le plan réflecteur (201) étant un plan conducteur muni d'un réseau de fentes de passage (202), chaque fente de passage (202) étant traversée par au moins un élément rayonnant
15 (100), et étant pourvue de clinquants conducteurs (301) assurant le contact électrique entre les plans de masse (102) des éléments rayonnants (100) et le plan réflecteur (201).

20

5- Antenne active (200) selon la revendication 5, caractérisée en ce que la ligne d'alimentation (101) de chaque élément rayonnant (100) comprend trois tronçons (111, 112, 114), respectivement d'une impédance plus basse, une impédance plus haute et une impédance plus basse que l'impédance caractéristique, et de longueurs respectivement voisines du quart, de la moitié et du quart de la longueur d'onde à la fréquence centrale de l'onde électromagnétique rayonnée.

25

6- Antenne active (200) caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une structure intégrée (400) comprenant un unique circuit multicouche (401) sur lequel sont en outre réalisés un ou une pluralité d'éléments rayonnants (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, un ou une pluralité de circuits radiofréquences associés, et/ou un ou une pluralité de circuit de commande et d'alimentation desdits
30 circuits radiofréquences associés.

35

- 5 7- Antenne active (200) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisée en ce que chacune des fentes de passage (202) est pourvue d'au moins un clinquant métallique conducteur (301) réalisant un contact ohmique entre les plans de masse (102) et le plan réflecteur (201).

1/4

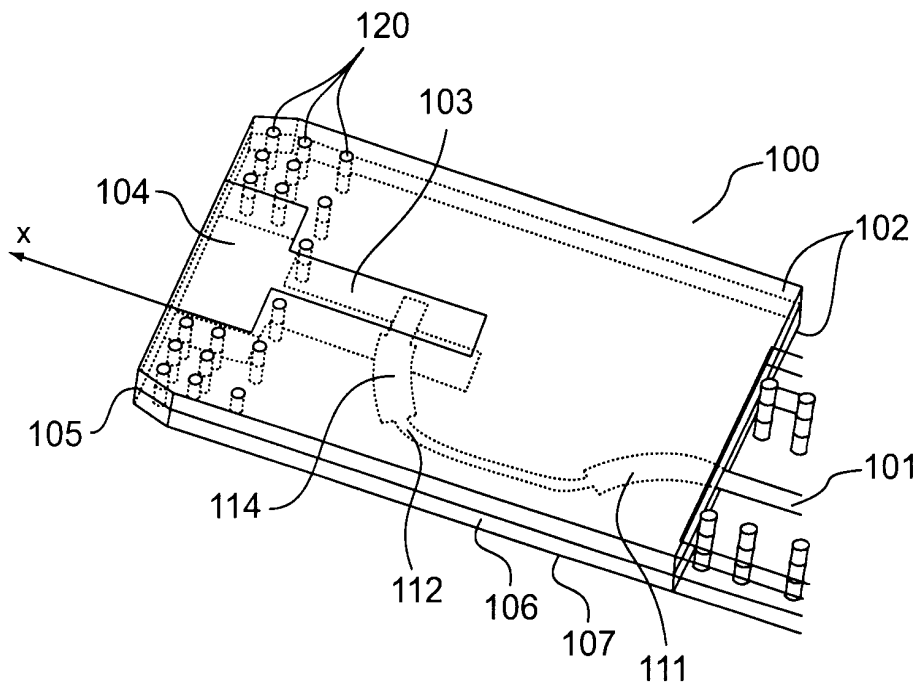


FIG. 1

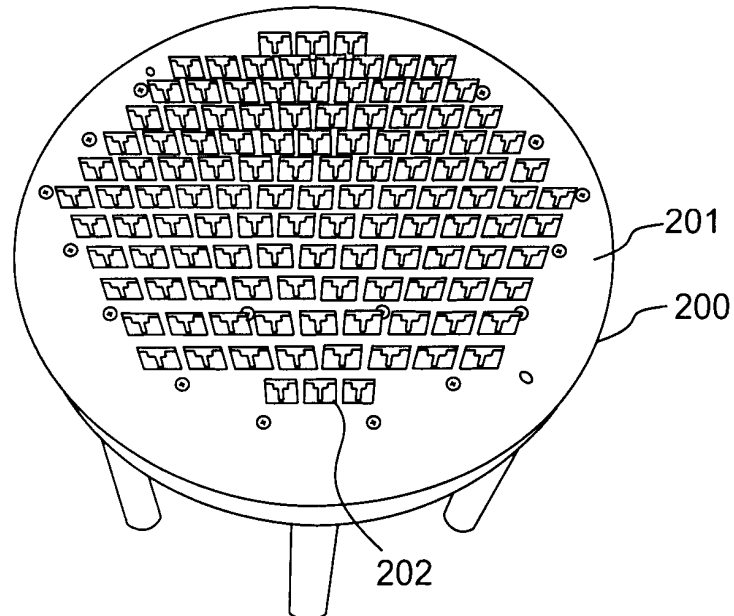


FIG. 2

2/4

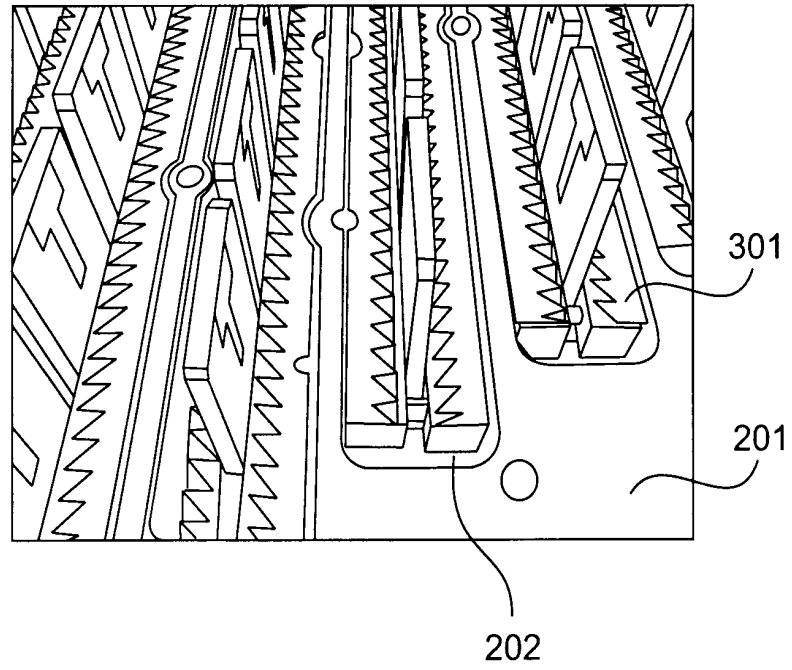


FIG. 3

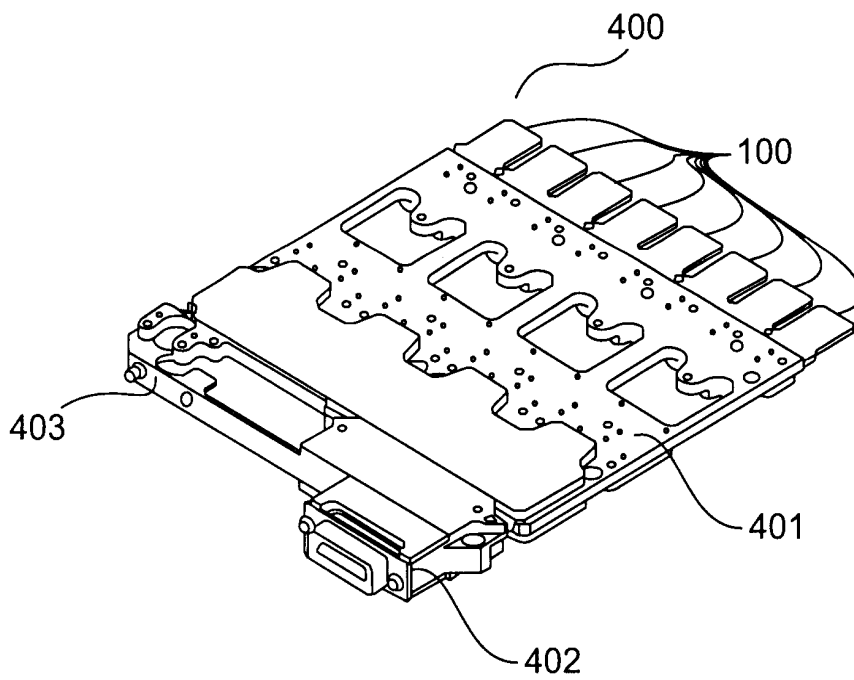


FIG. 4

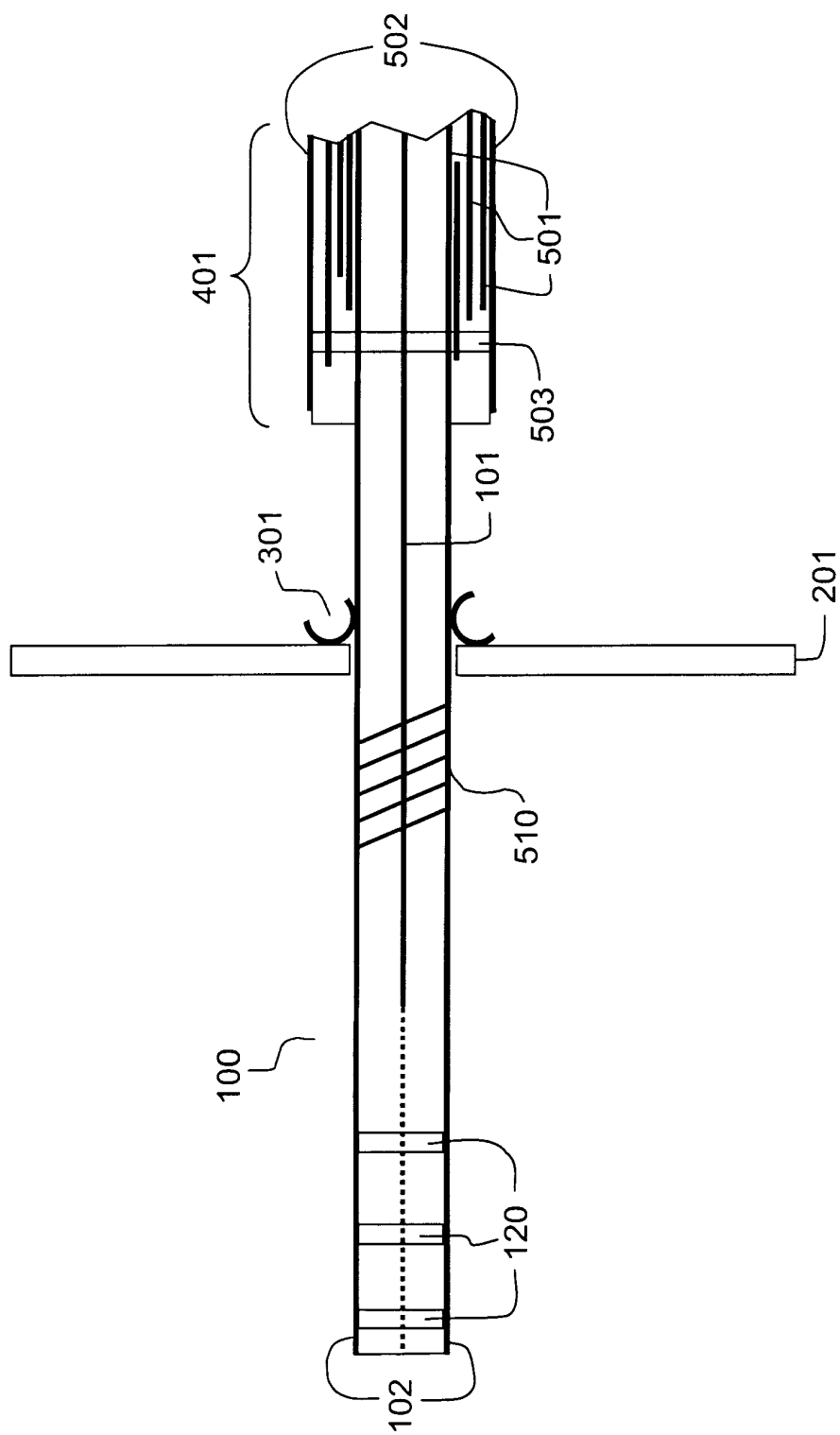


FIG.5A

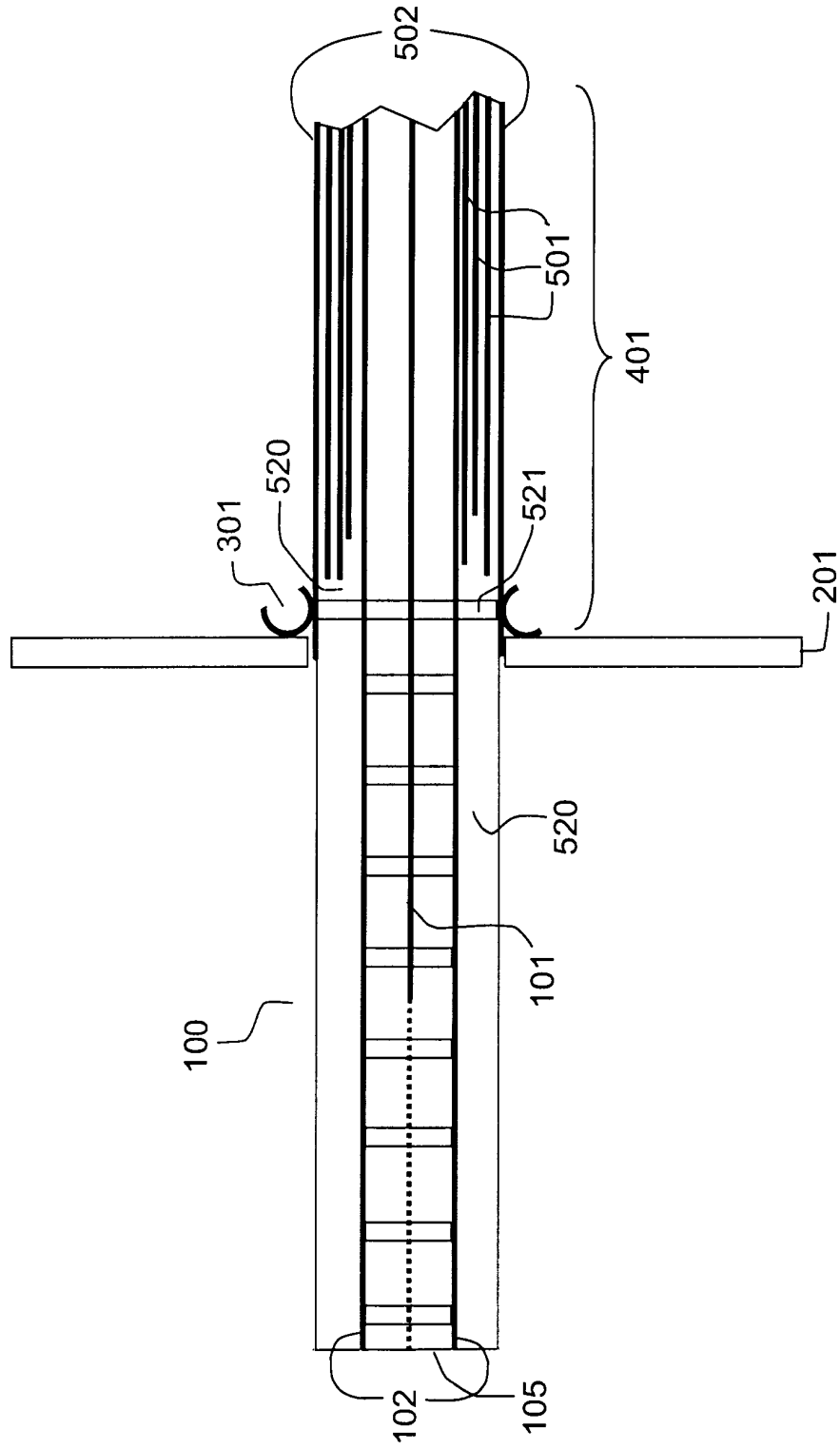


FIG.5B

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0901313 FA 722669**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 24-11-2009

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003080911	A1	01-05-2003	AUCUN	

US 2002180655	A1	05-12-2002	AUCUN	

US 6008770	A	28-12-1999	AUCUN	
