



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**30.06.2010 Bulletin 2010/26**

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

(21) Numéro de dépôt: **09170166.4**

(22) Date de dépôt: **14.09.2009**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA RS**

• **Chiniard, Renaud**  
**31320 Pechabou (FR)**

(74) Mandataire: **Nguyen, Dominique et al**  
**Marks & Clerk France**  
**Immeuble Visium**  
**22, avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

(30) Priorité: **23.12.2008 FR 0807401**

(71) Demandeur: **Thales**  
**92200 Neuilly Sur Seine (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Legay, Hervé**  
**31830 Plaisance Du Touch (FR)**  
• **Bresciani, Danièle**  
**31000 Toulouse (FR)**

Remarques:

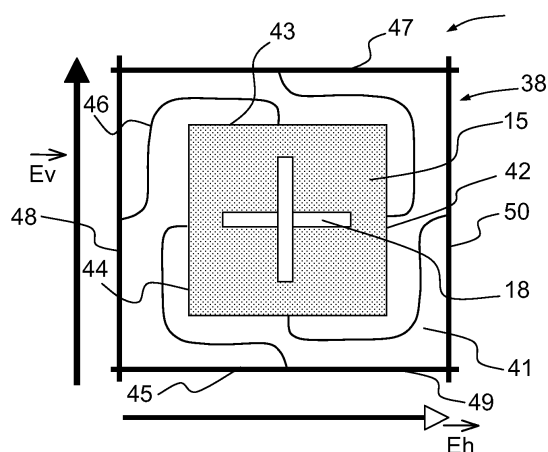
Une requête en rectification des dessins a été présentée conformément à la règle 139 CBE. Il sera statué sur cette requête au cours de la procédure engagée devant la division d'examen (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-V, 3.).

(54) **Elément rayonnant planaire à polarisation duale et antenne réseau comportant un tel élément rayonnant**

(57) L'élément rayonnant planaire à polarisation duale est **caractérisé en ce qu'il** comporte une grille métallique externe (38), au moins un patch métallique (15) concentrique à la grille métallique externe (38) et une cavité (41) séparant la grille métallique (38) et le patch métallique (15), la grille et le patch ayant une forme polygonale délimitée par au moins quatre côtés (42, 43, 44, 45) opposés deux à deux, en ce qu'il comporte deux directions de polarisation orthogonales associées à deux champs électriques orthogonaux  $E_v$  et  $E_h$ , au moins l'une des directions de polarisation étant parallèle à deux côtés du polygone et en ce que chaque côté (42, 43, 44, 45) du patch métallique (15) parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement (46) à une zone (47, 48, 49, 50) de la grille externe où l'un des champs électriques  $E_v$  ou  $E_h$  est minimal

L'invention présente l'avantage de réduire le phénomène de décharges électrostatiques dans les éléments rayonnants planaires sans modification significative de la réponse de l'élément rayonnant soumis à une onde polarisée orthogonalement.

Application aux réseaux rayonnants et aux antennes réseaux



**FIG.5a**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un élément rayonnant planaire à polarisation duale dans lequel le phénomène de décharges électrostatiques est minimisé et à une antenne réseau comportant un tel élément rayonnant. L'invention s'applique à tout type d'antenne comportant au moins un élément rayonnant planaire à polarisation duale, aux réseaux rayonnants équipant certaines antennes et aux antennes réseau embarquées sur un engin spatial, par exemple sur un satellite, telles que les antennes réseau réflecteur ou les antennes réseau à commande de phase.

**[0002]** Une antenne réseau, telle que par exemple une antenne réseau réflecteur (en anglais : reflectarray antenna) ou une antenne réseau à commande de phase (en anglais : phased array antenna), comporte un ensemble d'éléments rayonnants élémentaires assemblés en un réseau rayonnant à une ou deux dimensions permettant d'augmenter la directivité et le gain de l'antenne. Dans les antennes réseau réflecteur, les éléments rayonnants élémentaires du réseau sont souvent constitués d'un agencement de patchs et de fentes dont les dimensions varient. La forme des éléments rayonnants, par exemple carrée, circulaire, hexagonale, est généralement figée et unique pour le réseau. Les dimensions des éléments rayonnants sont réglées de façon à obtenir un diagramme de rayonnement choisi lorsqu'ils sont illuminés par une source primaire. Dans les antennes réseau à commandes de phases, la répartition du signal vers les éléments rayonnants du réseau se fait à l'aide d'un répartiteur de formation de faisceau.

**[0003]** Les éléments rayonnants élémentaires peuvent être constitués par une structure à cavité et fentes rayonnantes montée sur un plan métallique ou par une structure planaire comportant un patch rayonnant métallique imprimé sur la surface d'un substrat diélectrique monté sur un plan métallique, le patch métallique pouvant comporter une ou plusieurs fentes comme représenté par exemple sur la figure 1. Les fentes rayonnantes peuvent être réalisées dans un matériau diélectrique ou un matériau composite tel que la superposition d'un nid d'abeille de substrats diélectriques fins imprimés utilisés comme peau du matériau composite. Cependant, pour que l'antenne soit capable de supporter un environnement spatial, il faut s'assurer que les phénomènes de décharges électrostatiques entre les éléments rayonnants soient minimisés.

**[0004]** Il est connu de minimiser les décharges électrostatiques sur un engin spatial en reliant toutes les surfaces externes électriquement conductrices et tous les éléments métalliques internes de l'engin spatial à la structure métallique principale de l'engin. Pour des éléments rayonnants à polarisation linéaire, la mise à la masse peut être réalisée sans problème particulier en connectant les éléments rayonnants à une grille métallique externe par un fil métallique selon un axe de symétrie perpendiculaire à la direction de polarisation.

**[0005]** Cependant, pour un réseau rayonnant constitué d'éléments rayonnants élémentaires de structure planaire à polarisation duale, il est nécessaire de tenir compte de la polarisation des différents éléments rayonnants. En effet, une connexion directe des éléments rayonnants entre eux, par exemple par l'intermédiaire d'un fil métallique, affecterait la polarisation et le fonctionnement de ces éléments et pourrait détruire les résonances et provoquer l'excitation d'autres modes supérieurs. En outre, dans le cas d'une antenne réseau, l'adaptation des éléments rayonnants pourrait être détruite.

**[0006]** La présente invention a pour but de remédier à ce problème en proposant un élément rayonnant planaire à polarisation duale dans lequel le phénomène de décharges électrostatiques est minimisé sans perturber la réponse de l'élément rayonnant soumis à une onde polarisée orthogonalement.

**[0007]** A cet effet, l'invention a pour objet un élément rayonnant planaire à polarisation duale, **caractérisé en ce qu'il** comporte une grille métallique externe, au moins un patch métallique concentrique à la grille métallique externe et une cavité séparant la grille métallique et le patch métallique, la grille et le patch ayant une forme polygonale délimitée par au moins quatre côtés opposés deux à deux, en ce qu'il comporte deux directions de polarisation orthogonales associées à deux champs électriques orthogonaux, au moins l'une des directions de polarisation étant parallèle à deux côtés du polygone et en ce que chaque côté du patch métallique parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement à une zone de la grille externe où l'un des champs électriques est minimal.

**[0008]** Avantageusement, La forme polygonale du patch métallique est choisie parmi une forme de carré, de rectangle, de croix, d'hexagone

**[0009]** Avantageusement, l'élément rayonnant planaire comporte quatre côtés orthogonaux deux à deux et chaque côté du patch métallique parallèle à une direction de polarisation est relié respectivement à un côté de la grille externe perpendiculaire à ladite direction de polarisation.

**[0010]** Préférentiellement, chaque côté du patch métallique parallèle à une direction de polarisation comporte un centre relié à un centre d'un côté de la grille externe perpendiculaire à ladite direction de polarisation.

**[0011]** Selon un mode de réalisation particulier, le patch métallique peut comporter plusieurs fentes orthogonales formant une croix.

**[0012]** Selon un autre mode de réalisation, le patch métallique comporte un patch annulaire externe, au moins un patch interne concentrique au patch annulaire externe et au moins une fente annulaire séparant les patchs interne et externe, les patchs interne et externe ayant la même forme polygonale, chaque côté du patch interne parallèle à une direction de polarisation étant relié à un côté du patch annulaire externe perpendiculaire à ladite direction de polarisation.

**[0013]** Optionnellement, le patch interne peut compor-

ter plusieurs fentes orthogonales formant une croix centrale.

**[0014]** Préférentiellement, chaque côté du patch interne parallèle à une direction de polarisation comporte un centre relié à un centre d'un côté du patch annulaire externe perpendiculaire à ladite direction de polarisation.

**[0015]** Selon un mode de réalisation particulier, la forme polygonale des patches métalliques est une croix et la grille externe a une forme de carré.

**[0016]** Selon un autre mode de réalisation particulier, le patch métallique comporte un patch annulaire externe, au moins un patch interne concentrique au patch annulaire externe et au moins une fente annulaire séparant les patches interne et externe, les patches interne et externe ayant une forme d'hexagone comportant deux côtés parallèles à une direction de polarisation et quatre côtés inclinés obliquement par rapport à ladite direction de polarisation et reliés deux à deux par un sommet, chaque côté du patch métallique externe parallèle à ladite direction de polarisation étant relié électriquement à un sommet du patch interne et chaque côté du patch interne parallèle à ladite direction de polarisation étant relié électriquement à un sommet du patch métallique externe.

**[0017]** L'invention concerne également une antenne réseau comportant au moins un élément rayonnant planaire à polarisation duale, la grille métallique externe de chaque élément rayonnant étant reliée à un plan de masse métallique du réseau.

**[0018]** D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la suite de la description donnée à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés qui représentent :

- figure 1 : un schéma d'un exemple d'antenne réseau;
- figure 2 : un schéma d'un premier exemple d'élément rayonnant élémentaire à polarisation duale réalisé en technologie planaire;
- figures 3a et 3b : deux schémas, en vue de dessus, d'un deuxième et d'un troisième exemple d'élément rayonnant élémentaire à polarisation duale réalisé en technologie planaire ;
- figures 4, 5a, 5b : trois vues schématiques de dessus de trois exemples d'élément rayonnant, selon l'invention ;
- figure 6 : une vue schématique de dessus d'un quatrième exemple d'élément rayonnant, selon l'invention ;
- figures 7 et 8 : deux vues schématiques de dessus d'un d'un cinquième et d'un sixième exemple d'élément rayonnant, selon l'invention ;
- figures 9a, 9b, 9c : trois vues schématiques de dessus de trois exemples de réseau rayonnant, selon l'invention.

**[0019]** La figure 1 montre un exemple d'antenne réseau 10 comportant un réseau réflecteur 11 formant une

surface réfléchissante 14 et une source primaire 13 pour illuminer le réseau réflecteur 11 avec une onde incidente. Le réseau réflecteur comporte une pluralité d'éléments rayonnants élémentaires agencés en une surface à deux dimensions.

**[0020]** Sur la figure 2 est représenté un premier exemple d'élément rayonnant élémentaire 12 à polarisation duale comportant un patch métallique 15 imprimé sur une face supérieure d'un substrat 16 muni d'un plan de masse métallique 17 sur sa face inférieure, le substrat pouvant être un matériau diélectrique ou un matériau composite constitué d'un matériau espaceur, par exemple en nid d'abeille, et de matériaux diélectriques fins. Le patch métallique 15 comporte deux fentes 18 en forme de croix pratiquées en son centre. La forme des éléments rayonnants élémentaires 12 peut être par exemple carrée, rectangulaire, hexagonale, circulaire, en forme de croix ou toute autre forme géométrique. Les fentes peuvent également être réalisées en un nombre différent de deux et leur disposition peut être différente d'une croix. Sur la figure 2 les fentes ont les mêmes dimensions mais elles pourraient être de dimensions différentes.

**[0021]** Sur la figure 3a est représenté un deuxième exemple d'élément rayonnant planaire à polarisation duale. L'élément rayonnant a une forme polygonale, par exemple carrée et comporte un premier patch métallique interne 30, un deuxième patch métallique annulaire externe formant une couronne métallique 31, et une fente annulaire 32 séparant la couronne métallique externe 31 et le patch métallique interne 30. Le patch interne, la couronne et la fente sont concentriques. Lorsque l'élément rayonnant est polarisé orthogonalement par deux ondes excitatrices, les deux champs électriques  $E_v$  et  $E_h$  correspondants aux deux directions de polarisation sont orthogonaux entre eux. Le champ  $E_v$  est parallèle à un premier côté 33 de l'élément rayonnant et le champ  $E_h$  est parallèle à un deuxième côté 34 de l'élément rayonnant, les premier et deuxième côtés 33, 34 étant orthogonaux entre eux. La fente annulaire 32 est résonnante quand sa circonférence est égale à la période du mode de polarisation qui est établi. Ainsi, comme le montre la figure 3a, le champ électrique  $E_v$  est maximal dans certaines régions 35 de la fente où le champ électrique  $E_h$  est minimal et disparaît dans d'autres régions 36 où le champ électrique  $E_h$  est maximal. Les régions où l'un des champs  $E_v$ , respectivement  $E_h$ , disparaît progressivement sont les régions où la couronne externe est parallèle à la direction de polarisation correspondante. Aux endroits où le champ électrique  $E_v$ , respectivement  $E_h$ , disparaît, il est possible de placer un court-circuit entre le patch interne et la couronne externe car celui-ci n'aura aucun effet sur la réponse de l'élément rayonnant soumis à une onde polarisée selon ce mode. En effet, comme représenté sur la figure 3b, pour chaque polarisation, la fente annulaire 32 est équivalente à deux demi-fentes ayant la forme de deux demi-anneaux complémentaires disposés symétriquement par rapport à la médiatrice du côté parallèle à la polarisation correspondante. Ainsi,

pour la polarisation Ev, la fente annulaire 32 est équivalente aux deux demi-fentes 1, 2 disposées symétriquement par rapport à la médiatrice 5 du côté 33. De même pour la polarisation Eh, la fente annulaire 32 est équivalente aux deux demi-fentes 3, 4 disposées symétriquement par rapport à la médiatrice 6 du côté 34. Les quatre demi-fentes constituées de quatre demi-anneaux entrelacés représentés sur la figure 3b ont donc pour chaque polarisation Ev, Eh, un comportement équivalent à une fente annulaire comme représenté sur la figure 3a.

**[0022]** Les éléments rayonnants représentés sur les figures 3a et 3b ont également le même comportement qu'un élément rayonnant qui comporte des court-circuits entre le patch interne et la couronne externe aux endroits où le champ électrique Ev, respectivement Eh, disparaît, comme représenté sur la figure 4. Dans cet exemple, selon l'invention, chaque côté du patch métallique interne 30 est relié électriquement, par exemple au moyen d'un fil métallique 37, à un côté de la couronne externe 31 qui lui est orthogonal. Préférentiellement, le fil métallique 37 relie le milieu du côté du patch métallique interne 30 au milieu du côté de la couronne externe 31 qui lui est orthogonal. En dehors de la résonance, court-circuiter les fentes de n'importe quelle façon ne modifie pas significativement les propriétés de l'élément rayonnant. Lorsque les fentes sont proches de la résonance, cette connexion électrique n'a que peu d'effet sur la réponse de l'élément rayonnant lorsqu'il est excité par une onde à polarisation orthogonale tel que chaque direction de polarisation est parallèle à l'un des côtés du patch et de la couronne externe. En effet, le champ électrique correspondant à chaque direction de polarisation est maximal dans les régions des fentes perpendiculaires à ladite direction de polarisation et est très faible, voire nul dans les régions des fentes parallèles à ladite direction de polarisation.

**[0023]** Lorsque chaque côté du patch interne est relié à la couronne externe comme décrit ci-dessus, les charges électrostatiques parasites qui apparaissent sur le patch interne sont drainées vers la couronne externe. Il suffit alors de relier la couronne externe de l'élément rayonnant à la masse métallique de l'antenne ou du réseau rayonnant sur lequel il est monté pour évacuer les charges électrostatiques.

**[0024]** Comme représenté sur la figure 5a, lors de l'intégration de l'élément rayonnant dans un réseau rayonnant, une grille métallique externe peut être ajoutée pour drainer les charges électrostatiques vers un plan de masse métallique du réseau tel que le plan de masse 17 des éléments rayonnants.

**[0025]** L'élément rayonnant représenté sur la figure 5a comporte un patch métallique 15, par exemple en forme de carré, dans lequel sont pratiquées deux fentes orthogonales 18, 20 formant une croix. La croix est usuellement positionnée au centre du patch métallique et est telle que chaque fente est parallèle à deux côtés opposés du carré. Alternativement, la croix peut comporter des fentes orthogonales additionnelles 21, 22, 23, 24 comme

par exemple une croix, appelée croix de Jérusalem, représentée sur la figure 5b qui comporte quatre fentes additionnelles respectivement placées orthogonalement aux deux extrémités de chaque fente centrale. L'élément rayonnant 39 comporte en outre une grille annulaire métallique externe 38 délimitant une cavité 41 entre la grille et le patch métallique. La grille annulaire externe et le patch métallique sont concentriques et de même forme géométrique. La cavité 41 se comporte comme une fente rayonnante et participe au rayonnement global. La forme géométrique du patch représenté sur les figures 5a et 5b est un carré mais l'invention n'est pas limitée à ce type de forme. Notamment, l'invention s'applique aussi à des patches de forme rectangulaire ou de forme polygonale délimitée par au moins quatre côtés opposés deux à deux, tel qu'un hexagone, ou en forme de croix. Selon l'invention, chaque côté 42, 43, 44, 45 du patch métallique interne est relié électriquement, par exemple au moyen d'un fil métallique 46, à un côté 47, 48, 49, 50 de la grille externe 38 qui lui est orthogonal. Préférentiellement, le fil métallique relie le milieu du côté du patch métallique interne au milieu du côté de la grille externe qui lui est orthogonal. Le même raisonnement que celui appliqué avec l'exemple de la figure 4 reste valable en remplaçant la couronne métallique 31 par la grille métallique 38.

**[0026]** Lorsque chaque côté du patch interne est relié à la grille externe comme décrit ci-dessus, les charges électrostatiques parasites qui apparaissent sur le patch sont drainées vers la grille externe. Il suffit alors de relier la grille externe de l'élément rayonnant à la masse métallique de l'antenne ou du réseau rayonnant sur lequel il est monté pour évacuer les charges électrostatiques.

**[0027]** La figure 6 représente un troisième exemple d'élément rayonnant selon l'invention. Dans cet exemple, la forme géométrique de l'élément rayonnant est hexagonale et comporte 6 côtés opposés deux à deux. Cet élément rayonnant comporte deux patches métalliques annulaires 61, 62 concentriques espacés par une fente annulaire 63. Lorsque cet élément rayonnant est excité par une onde à polarisation orthogonale tel que l'une des directions de polarisation Eh est parallèle à deux côtés opposés 64, 65 de l'hexagone, le champ Ev est minimal dans les régions du patch externe perpendiculaires au champ Ev, c'est-à-dire les régions des sommets de l'hexagone où les côtés 66, 67, 68, 69 qui ne sont parallèles à aucune direction de polarisation se rejoignent. Ainsi, chaque côté 72, 73 du patch interne 62 parallèle à l'une des directions de polarisation Eh est relié électriquement à un sommet 70, 71 du patch externe 61 où les côtés 66, 67 et 68, 69 qui ne sont parallèles à aucune direction de polarisation se rejoignent. De même, un sommet 74, 75 du patch interne 62 où les côtés 56, 57, 58, 59 qui ne sont parallèles à aucune direction de polarisation se rejoignent est relié électriquement à un côté 65, 64 du patch externe 61 parallèle à une direction de polarisation Eh. Comme dans les exemples précédents, lors de l'intégration de l'élément rayonnant dans

un réseau rayonnant, une grille métallique externe, non représentée, est ajoutée pour drainer les charges électrostatiques vers un plan de masse métallique du réseau tel que le plan de masse 17 des éléments rayonnants.

**[0028]** Le même principe s'applique aussi pour des éléments rayonnants comportant plusieurs fentes annulaires 76, 77 et plusieurs patchs métalliques 78, 79, 80, concentriques, chaque fente annulaire séparant deux patchs adjacents tel que représenté sur les figures 7 et 8. Dans ce cas, chaque côté d'un premier patch métallique interne 80 parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement à un côté orthogonal d'un deuxième patch métallique annulaire 79 qui l'entoure, et chaque côté du deuxième patch métallique annulaire 79 parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement à un côté orthogonal d'un troisième patch métallique 78 qui l'entoure. Et ainsi de suite pour chacun des patchs métalliques de façon que tous les patchs métalliques internes à un patch métallique annulaire qui l'entoure aient chacun de leurs côtés parallèles à une direction de polarisation relié à un côté orthogonal du patch métallique annulaire qui l'entoure. En outre, l'élément rayonnant peut comporter une grille métallique annulaire externe 94 séparée du patch annulaire externe 78 par une cavité 98. Dans ce cas, comme décrit précédemment en liaison avec la figure 5, chaque côté du troisième patch métallique externe 78 est relié électriquement à un côté de la grille externe 94 qui lui est orthogonal.

**[0029]** Sur la figure 8 l'élément rayonnant comporte une grille externe 82 en forme de carré et une croix centrale, espacée de la grille externe par une cavité 88. La croix centrale comporte deux patchs métalliques annulaires 83, 84 en forme de croix séparés par une fente annulaire 85 en forme de croix, et deux fentes orthogonales 86, 87 formant une croix, positionnée au centre de l'élément rayonnant. Les différentes croix sont telles que chaque fente 85, 86, 87 comporte des régions parallèles à une première direction de polarisation  $E_v$  et des régions parallèles à une deuxième direction de polarisation  $E_h$ . De même, chaque patch métallique annulaire 83, 84 et la grille 82 comporte des côtés parallèles et des côtés orthogonaux à la première direction de polarisation  $E_v$  ainsi que des côtés parallèles et des côtés orthogonaux à la deuxième direction de polarisation  $E_h$ . Comme pour l'exemple représenté sur la figure 7, chaque côté d'un premier patch métallique interne 84 parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement à un côté orthogonal d'un deuxième patch métallique annulaire 83, ou de la grille métallique externe 82 qui l'entoure. Ce type d'élément rayonnant planaire en forme de croix, présente l'avantage de conduire à des dimensions plus petites que les motifs à fentes annulaires dans des éléments de type carré ou circulaire, puisque le chemin électrique est allongé. Ils peuvent donc être insérés dans des réseaux de maille plus petite, ce qui est favorable pour les performances en bande passante, et ce qui améliore la réponse du réseau aux ondes à fortes incidences

**[0030]** Les figures 9a, 9b, 9c représentent trois exem-

ples de réseau rayonnant, selon l'invention. Le réseau de la figure 9a comporte deux éléments rayonnants planaire à polarisation duale, chaque élément rayonnant 39, 40 comportant un patch métallique 15, 19 et une grille externe espacée du patch par une cavité. Les deux éléments rayonnants sont adjacents et les deux grilles externes 50, 51 comportent un côté 49 en commun. Chaque côté du patch métallique est relié électriquement à un côté orthogonal de la grille externe.

**[0031]** Les réseaux des figures 9b et 9c comportent quatre éléments rayonnants planaire à polarisation duale. Sur la figure 9b, chaque élément rayonnant 90, 91, 92, 93 comporte un patch métallique interne 80, un premier patch métallique annulaire 79 espacé du patch interne par une première fente annulaire 77, un deuxième patch métallique annulaire 78 espacé du premier patch annulaire 79 par une deuxième fente annulaire 76, une grille métallique annulaire 94, 95, 96, 97 espacée du deuxième patch métallique annulaire 78 par une cavité 98. Les quatre éléments rayonnants sont adjacents entre eux et les quatre grilles comportent des côtés communs 99, 101, 102, 103 deux à deux.

**[0032]** Sur la figure 9c, chaque élément rayonnant 104, 105, 106, 107 comporte deux fentes centrales 86, 87 en forme de croix, un premier patch annulaire interne 84 entourant la croix centrale, un deuxième patch annulaire 83 externe au premier patch annulaire 84 et espacé de celui-ci par une fente annulaire 85 et une grille métallique annulaire externe 82 de forme carrée et espacée du deuxième patch métallique annulaire 83 par une cavité 88, comme sur la figure 8. Les quatre éléments rayonnants sont adjacents entre eux et les quatre grilles comportent des côtés communs deux à deux.

**[0033]** Chaque patch métallique comporte des côtés parallèles à une direction de polarisation reliés à un côté orthogonal d'un patch métallique qui l'entoure ou pour le deuxième patch annulaire, à un côté orthogonal de la grille métallique externe. Toutes les charges électrostatiques sont ainsi drainées vers la grille métallique externe sans perturber la réponse des éléments rayonnants soumis à une onde polarisée orthogonalement. Les charges électrostatiques sont ensuite évacuées vers un plan de masse métallique du réseau en reliant la grille externe à ce plan de masse métallique.

**[0034]** Un réseau rayonnant de différentes tailles et de différentes caractéristiques peut ainsi être réalisé en combinant une pluralité d'éléments rayonnants pour constituer une surface rayonnante de taille souhaitée à une ou deux dimensions. Les éléments peuvent être tous identiques ou peuvent être de structures différentes selon le type d'antenne souhaitée. Le réseau peut être ensuite implanté dans une antenne réseau choisie telle que par exemple celle représentée sur la figure 1 ou tout autre type d'antenne réseau.

**[0035]** Bien que l'invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens dé-

crits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention. En particulier, toutes les combinaisons de patchs pleins ou annulaires et de fentes centrales orthogonales en forme de croix peuvent être réalisées, la croix pouvant comporter un nombre de fentes orthogonales supérieur ou égal à deux, comme par exemple la croix simple ou la croix de Jérusalem. De même, un élément rayonnant planaire ayant une forme géométrique hexagonale ou en forme de croix peut comporter une grille externe de forme différente, par exemple de forme carrée. En outre, des éléments rayonnants de forme hexagonale peuvent comporter un patch interne ayant des fentes centrales orthogonales formant une croix simple ou une croix de Jérusalem.

### Revendications

1. Elément rayonnant planaire à polarisation duale, **caractérisé en ce qu'il** comporte une grille métallique externe (38, 82), au moins un patch métallique (15) concentrique à la grille métallique externe (38, 82) et une cavité (41) séparant la grille métallique (38, 82) et le patch métallique (15), la grille et le patch ayant une forme polygonale délimitée par au moins quatre côtés (42, 43, 44, 45) opposés deux à deux, **en ce qu'il** comporte deux directions de polarisation orthogonales associées à deux champs électriques orthogonaux  $E_v$  et  $E_h$ , au moins l'une des directions de polarisation étant parallèle à deux côtés du polygone et **en ce que** chaque côté (42, 43, 44, 45) du patch métallique (15) parallèle à une direction de polarisation est relié électriquement (46) à une zone (47, 48, 49, 50) de la grille externe où l'un des champs électriques  $E_v$  ou  $E_h$  est minimal.
2. Elément rayonnant planaire selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la forme polygonale du patch métallique est choisie parmi une forme de carré, de rectangle, de croix ou d'hexagone.
3. Elément rayonnant planaire selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte quatre côtés (42, 43, 44, 45) orthogonaux deux à deux et **en ce que** chaque côté (42, 43, 44, 45) du patch métallique (15) parallèle à une direction de polarisation est relié respectivement à un côté (47, 48, 49, 50) de la grille externe (38) perpendiculaire à ladite direction de polarisation.
4. Elément rayonnant planaire selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** chaque côté (42, 43, 44, 45) du patch métallique (15) parallèle à une direction de polarisation comporte un centre relié à un centre d'un côté de la grille externe (38) perpendiculaire à ladite direction de polarisation.
5. Elément rayonnant planaire selon l'une des reven-

dications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le patch métallique (15) comporte en outre au moins deux fentes orthogonales (18) formant une croix centrale.

6. Elément rayonnant planaire selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le patch métallique (15) comporte un patch annulaire externe (31, 83), au moins un patch interne (30, 84) concentrique au patch annulaire externe (31) et au moins une fente annulaire (32) séparant les patchs interne (30) et externe (31), les patchs interne et externe ayant la même forme polygonale et **en ce que** chaque côté du patch interne (30) parallèle à une direction de polarisation est relié (37) à un côté du patch annulaire externe (31) perpendiculaire à ladite direction de polarisation.
7. Elément rayonnant planaire selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** chaque côté du patch interne (30) parallèle à une direction de polarisation comporte un centre relié à un centre d'un côté du patch annulaire externe (31) perpendiculaire à ladite direction de polarisation.
8. Elément rayonnant planaire selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le patch interne (84) comporte au moins deux fentes orthogonales (86, 87) formant une croix centrale.
9. Elément rayonnant planaire selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** la forme polygonale des patchs métalliques (83, 84) est une croix et **en ce que** la grille externe (82) a une forme de carré.
10. Elément rayonnant planaire selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le patch métallique (15) comporte un patch annulaire externe (61), au moins un patch interne (62) concentrique au patch annulaire externe (61) et au moins une fente annulaire (63) séparant les patchs interne (62) et externe (61), les patchs interne et externe ayant une forme d'hexagone comportant deux côtés (73, 72, 64, 65) parallèles à une direction de polarisation et quatre côtés (56, 57, 58, 59, 66, 67, 68, 69) inclinés obliquement par rapport à ladite direction de polarisation et reliés deux à deux par un sommet (74, 75, 70, 71), **en ce que** chaque côté (64, 65) du patch métallique externe parallèle à ladite direction de polarisation est relié électriquement à un sommet (74, 75) du patch interne et **en ce que** chaque côté (72, 73) du patch interne (62) parallèle à ladite direction de polarisation est relié électriquement à un sommet (71, 70) du patch métallique externe (61).
11. Antenne réseau, **caractérisé en ce qu'elle** comporte au moins un élément rayonnant planaire à polarisation duale selon l'une quelconque des revendi-

cations précédentes et **en ce que** la grille métallique externe de chaque élément rayonnant est reliée à un plan de masse métallique (17) du réseau.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

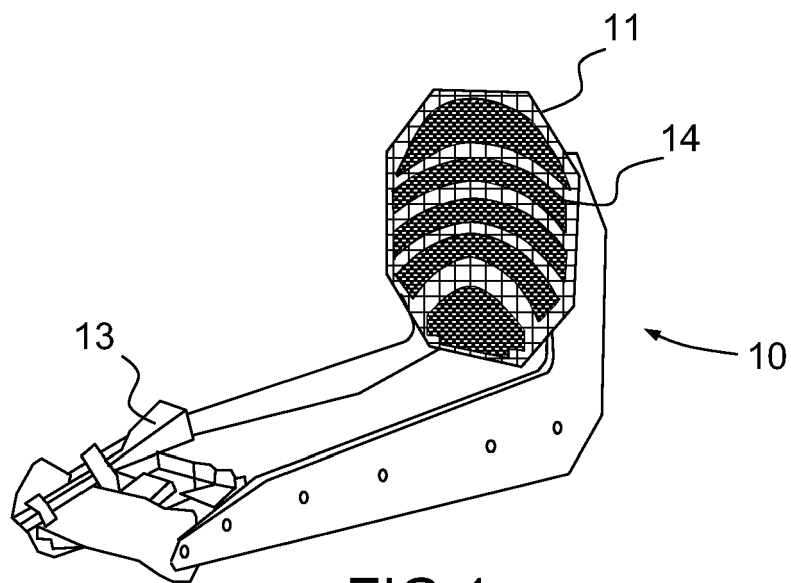


FIG.1

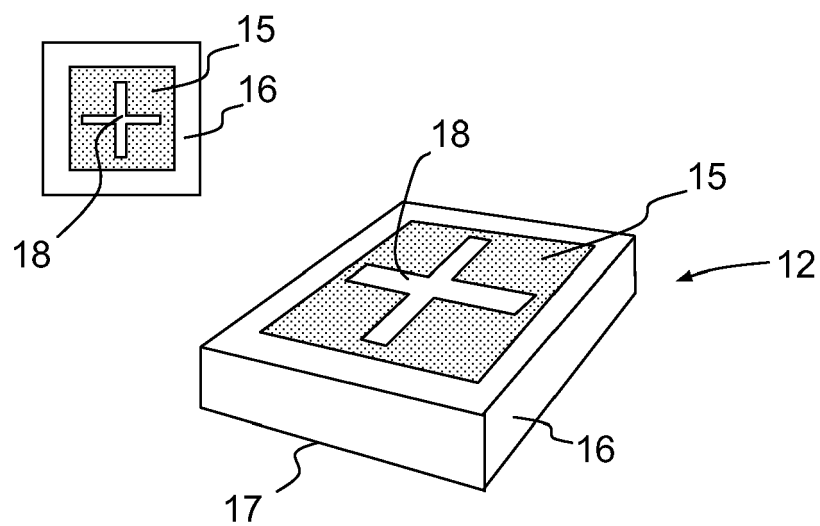


FIG.2



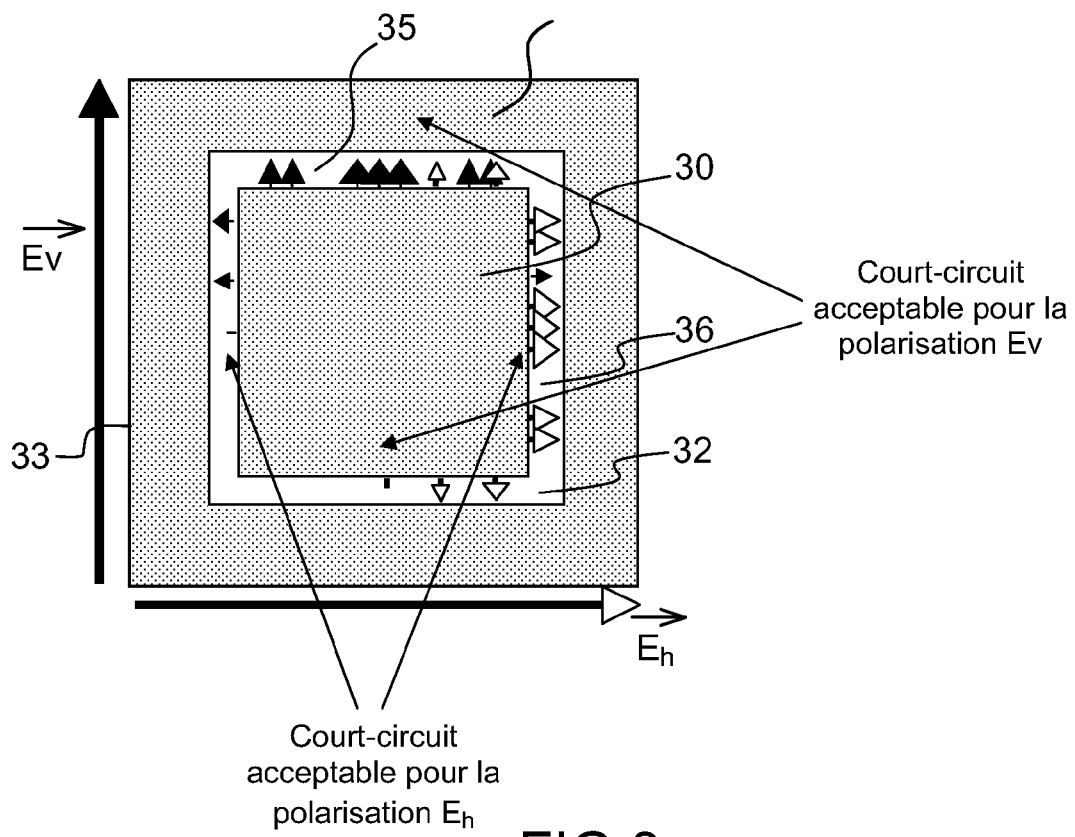


FIG.3a

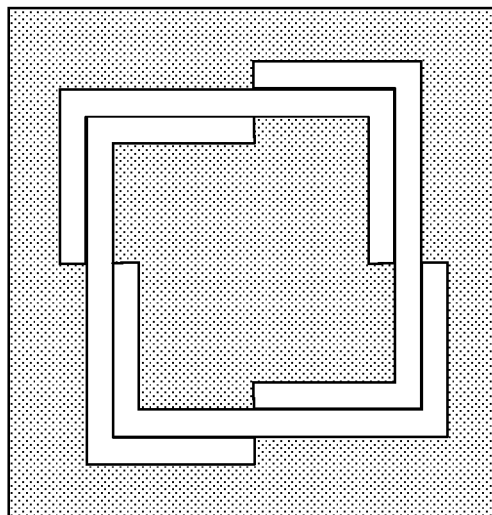
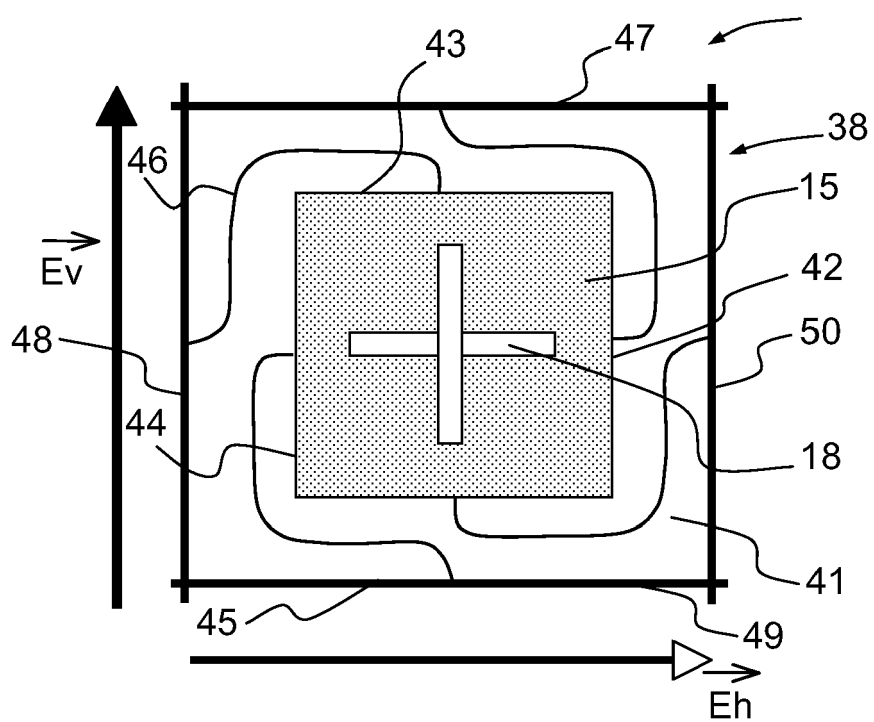
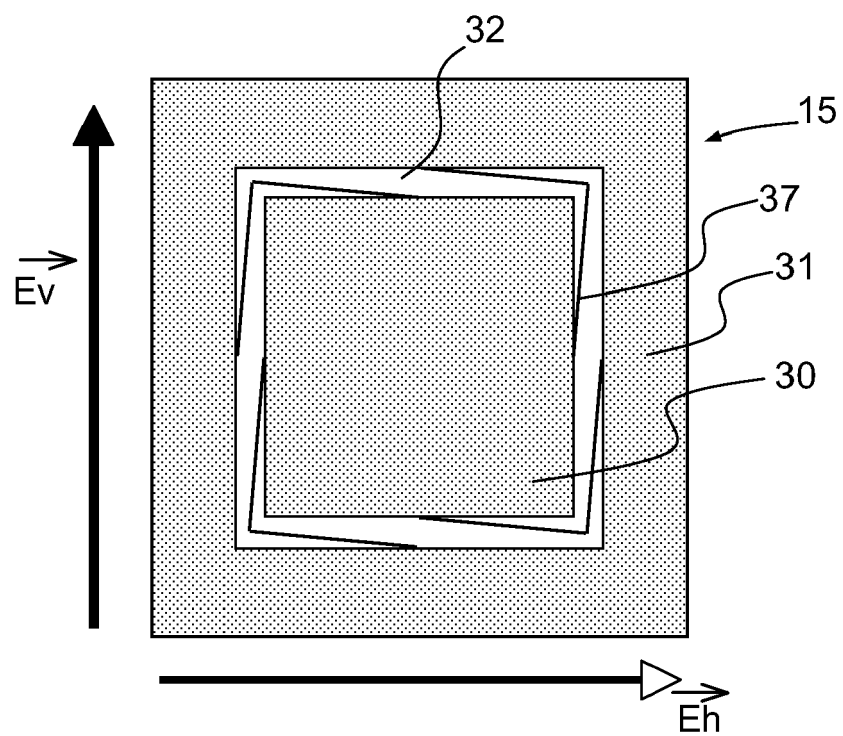


FIG.3b



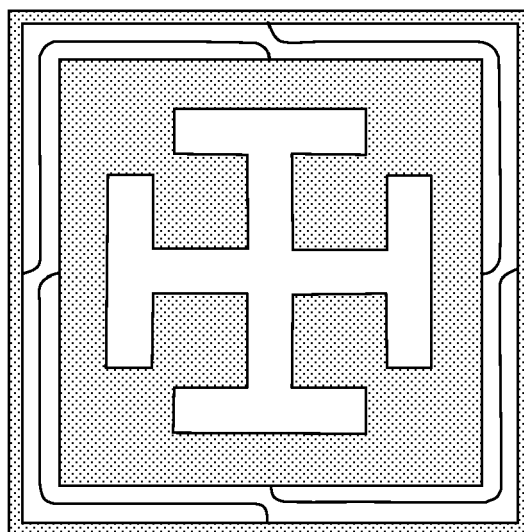


FIG. 5b

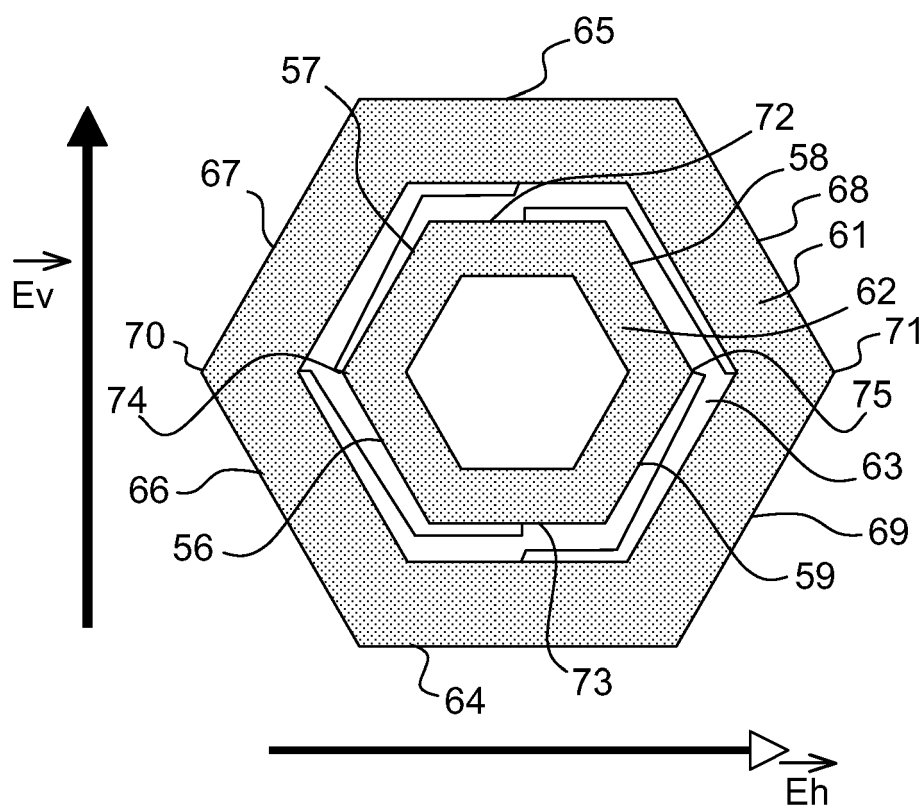


FIG. 6

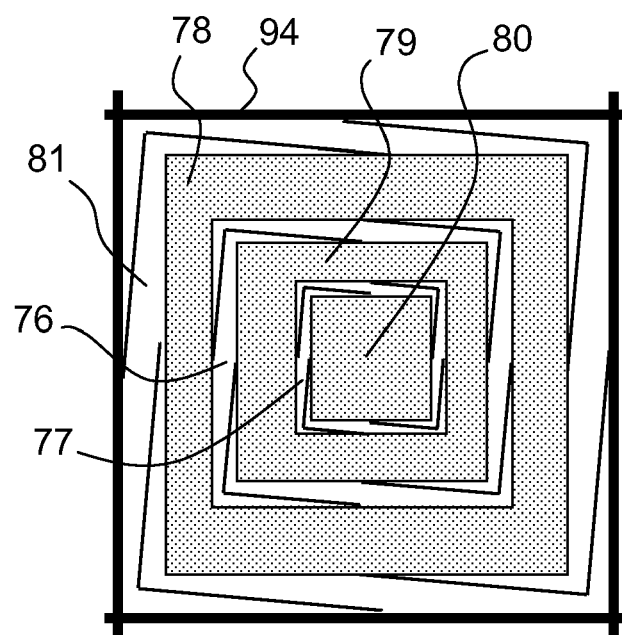


FIG. 7

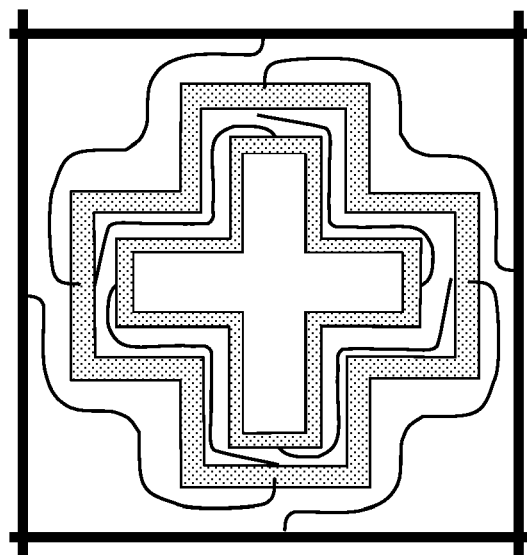


FIG. 8

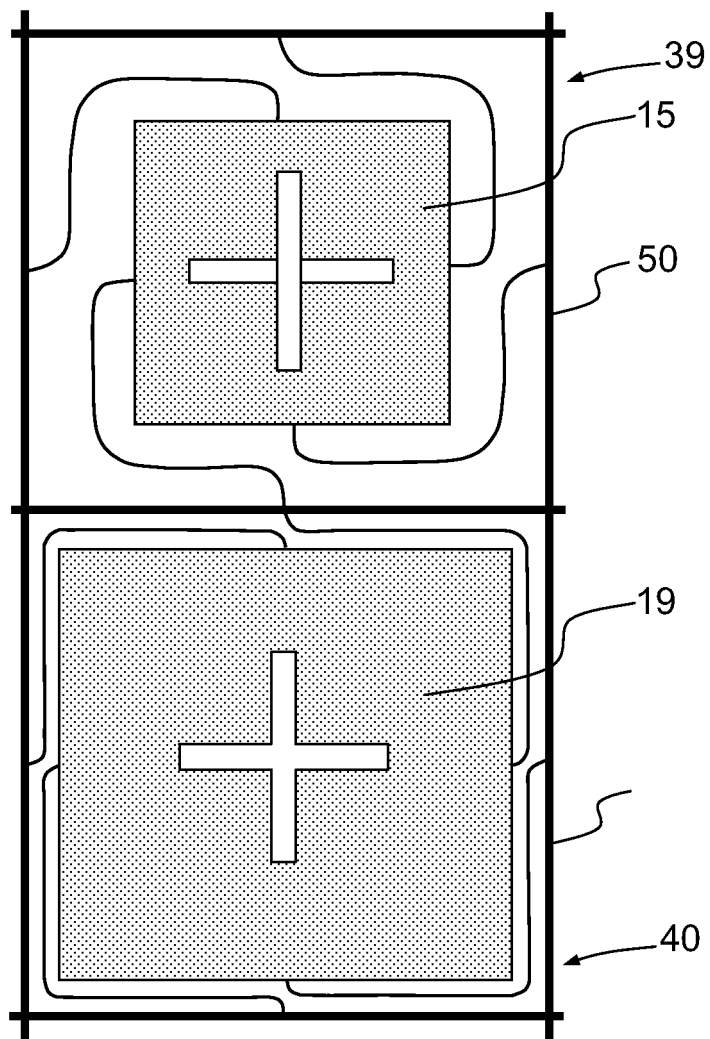


FIG.9a

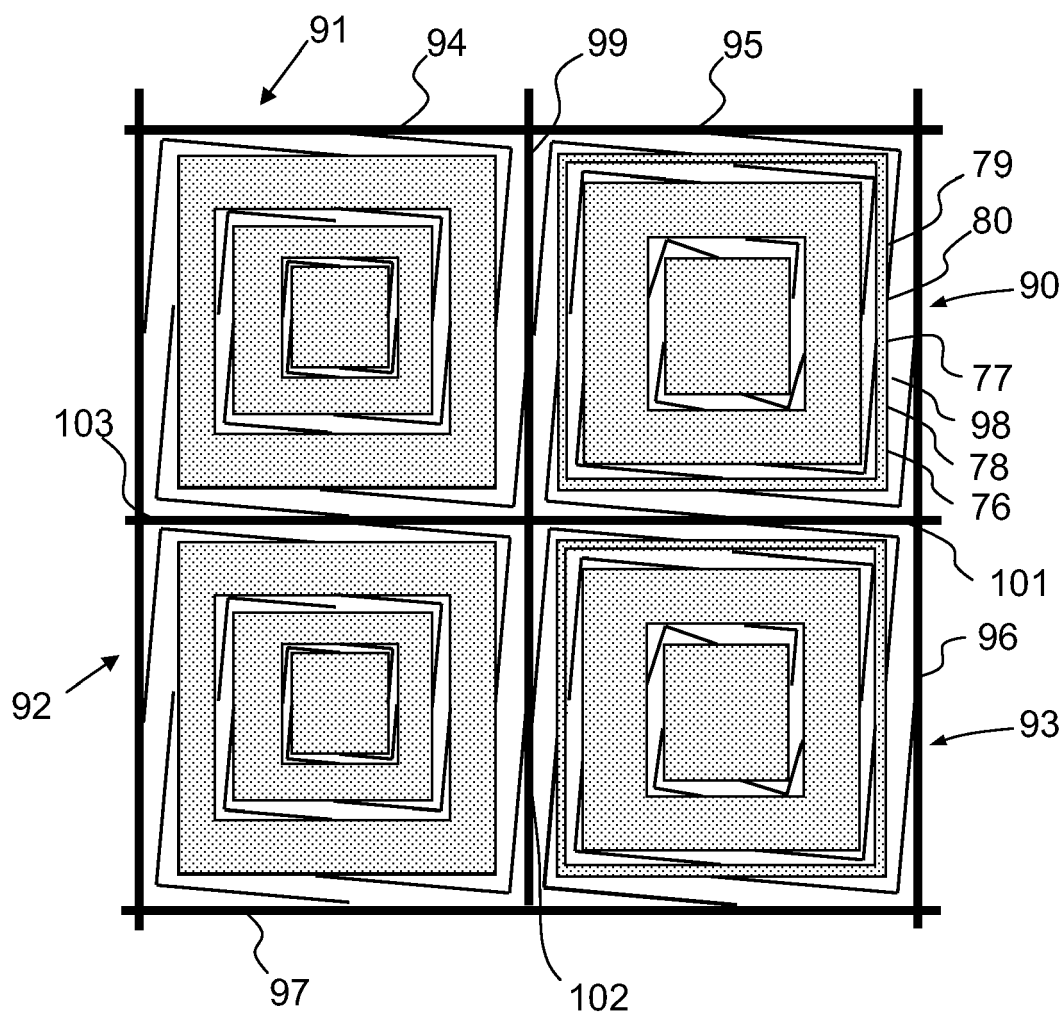


FIG.9b

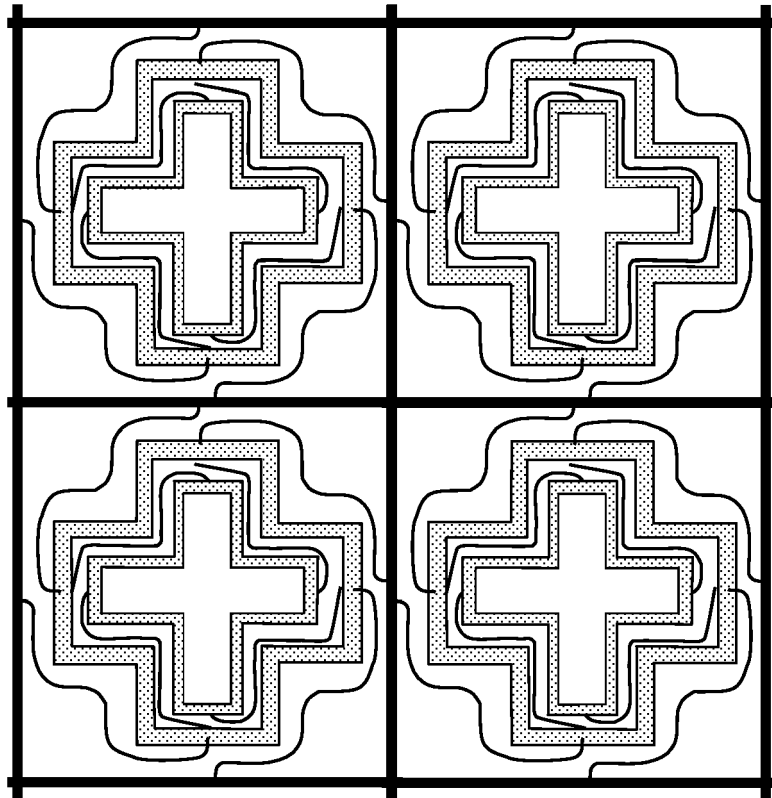


FIG.9c



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 09 17 0166

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 6 061 025 A (JACKSON TRENT M [US] ET AL) 9 mai 2000 (2000-05-09) * abrégé; figures 14,23,27 * * colonne 7, ligne 63 - colonne 10, ligne 37 *	1-11	INV. H01Q9/04
A	PETOSA A ET AL: "Suppression of unwanted probe radiation in wideband probe-fed microstrip patches" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 35, no. 5, 4 mars 1999 (1999-03-04), pages 355-357, XP006011855 ISSN: 0013-5194 * abrégé; figures 1-3 *	6-7	
A	CA 2 218 269 A1 (CAL CORP [CA]) 15 avril 1999 (1999-04-15) * page 3, ligne 13-35; figures 1-4 *	5-6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>24 mars 2010</b>	Examineur <b>Cordeiro, J</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 09 17 0166

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-03-2010

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6061025 A	09-05-2000	US 5777581 A US 5943016 A	07-07-1998 24-08-1999
CA 2218269 A1	15-04-1999	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82