

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 novembre 2012 (22.11.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/156424 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H01Q 21/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/059071
- (22) Date de dépôt international :
15 mai 2012 (15.05.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1101499 17 mai 2011 (17.05.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 45 rue de Villiers, F-92200 Neuilly sur Seine (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DE-LESTRE, Xavier [FR/FR]; 20 Rue Laugier, F-75017 Paris (FR). LABEYRIE, Michel [FR/FR]; 5, rue des Couloirs, F-92260 Fontenay aux Roses (FR). RENARD, Christian [FR/FR]; 68, boulevard Jean Jaurès, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).
- (74) Mandataires : LUCAS, Laurent et al.; Immeuble Visium, 22, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
 - avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

(54) Title : RADIATING ELEMENT FOR AN ACTIVE ARRAY ANTENNA CONSISTING OF ELEMENTARY TILES

(54) Titre : ELEMENT RAYONNANT POUR ANTENNE RESEAU ACTIVE CONSTITUEE DE TUILES ELEMENTAIRES

(57) Abstract : The present invention relates to an antenna comprising a plurality of tiles forming an antenna plane, wherein each of said tiles comprises a plurality of radiating elements. Each radiating element comprises an upper metal pad arranged above a lower metal pad, the two pads being separated by a layer that electrically insulates said pads. An electrical current is supplied to the lower pad. Each radiating element comprises a conducting frame that is arranged parallel to the antenna plane and frames the two pads of said element, said two pads being electromagnetically coupled through the opening of said frame, the body of which comprises a rear face having a small cross section, which is arranged on the lower pad side, and a front surface having a greater cross section, which is arranged on the upper pad side, in such a manner as to broaden the angular sweep range of a beam in a plane orthogonal to the antenna plane.

(57) Abrégé : La présente invention concerne une antenne comportant une pluralité de tuiles formant un plan d'antenne, chacune desdites tuiles comportant une pluralité d'éléments rayonnants. Chaque élément rayonnant comporte un pavé supérieur métallique disposé au dessus d'un pavé inférieur métallique, les deux pavés étant séparés par une couche les isolant électriquement. Le pavé inférieur est alimenté en courant électrique. Chaque élément rayonnant comporte un cadre conducteur disposé parallèlement au plan d'antenne et encadrant les deux pavés dudit élément, les deux dits pavés étant couplés électromagnétiquement à travers l'ouverture dudit cadre dont le corps comporte une face arrière de petite section disposée du côté du pavé inférieur et une face avant de plus grande section disposée du côté du pavé supérieur, de manière à élargir le domaine angulaire de balayage d'un faisceau dans un plan orthogonal au plan d'antenne.



WO 2012/156424 A1

ELEMENT RAYONNANT POUR ANTENNE RESEAU ACTIVE CONSTITUEE DE TUILES ELEMENTAIRES

La présente invention concerne un élément rayonnant mono ou bipolarisation pour antenne réseau active constituée de tuiles juxtaposées. Elle s'applique notamment dans le domaine des antennes réseaux actives constituées de tuiles élémentaires.

5

Dans la présente demande, une architecture d'antenne réseau active est dite de type 'tuile' si ses composants actifs, notamment ses amplificateurs et ses déphaseurs, sont disposés dans des plans parallèles au plan rayonnant, de façon à obtenir une antenne de profondeur réduite orientable mécaniquement ou pouvant être installée sur la surface d'un porteur.

Les éléments rayonnants d'une telle antenne réseau peuvent être regroupés en sous-réseaux de 2^n éléments rayonnants (où n entier positif), appelés 'tuiles élémentaires'. En effet, la maille du réseau, c'est-à-dire la distance entre le centre de 2 éléments rayonnants voisins, généralement voisine de $\lambda/2$ pour une antenne à balayage électronique (où λ désigne la longueur d'onde du faisceau d'ondes rayonné), est beaucoup trop petite pour implanter les composants nécessaires à une commande individuelle des éléments rayonnants. Les éléments rayonnants d'une tuile élémentaire sont disposés en ligne (ou colonne) perpendiculairement au plan de balayage de l'antenne et connectés à un distributeur constitué de diviseurs Wilkinson d'encombrement réduit dont l'entrée est reliée à une voie active de l'antenne. On dispose ainsi de la surface de 2, 4 ou 8 éléments rayonnants pour implanter les composants actifs et passifs nécessaires pour constituer une voie active. La maille du réseau doit cependant être élargie, jusqu'à environ $0,65\lambda$, afin d'obtenir une surface suffisante pour permettre une mise en boîtier métallique des voies actives et les jeux mécaniques indispensables pour un assemblage en réseau, tout en étant compatible du domaine de balayage du faisceau visé.

Malheureusement, une telle maille de réseau limite les performances de pointage de l'antenne, notamment lorsque l'on veut balayer

30

le faisceau dans un plan suivant l'orientation du champ électrique rayonné, ce plan étant appelé E par la suite.

Un inconvénient majeur de l'arrangement en réseau d'éléments rayonnants de dimensions relativement importantes, c'est que des directions aveugles apparaissent, c'est-à-dire des directions dans lesquelles il n'est pas possible de balayer le faisceau. Une direction aveugle est liée au fait que, pour une fréquence donnée et un pointage particulier, le TOS actif (Taux d'Ondes Stationnaires) à l'entrée de chacun des éléments rayonnants atteint une valeur très élevée, le coefficient de réflexion étant proche de 1. Ce phénomène, destructeur pour les circuits actifs de l'antenne, correspond à une mise en phase des couplages entre un grand nombre d'éléments rayonnants et un élément rayonnant quelconque situé au milieu du réseau d'éléments.

L'invention a notamment pour but de supprimer les directions aveugles que l'on observe habituellement sur les antennes réseaux actives. Pour cela, l'invention propose notamment d'améliorer le comportement radioélectrique des éléments rayonnants formant les tuiles, afin d'obtenir des éléments rayonnants présentant de très bonnes performances une fois regroupés sur une tuile, que ce soit en termes de largeur de bande de fonctionnement ou de coefficient de réflexion actif. A cet effet, l'invention a pour objet une antenne comportant une pluralité de tuiles formant un plan d'antenne, chacune desdites tuiles comportant une pluralité d'éléments rayonnants. Chaque élément rayonnant comporte un pavé supérieur métallique disposé au dessus d'un pavé inférieur métallique, les deux pavés étant séparés par une couche les isolant électriquement. Le pavé inférieur est alimenté en courant électrique. Chaque élément rayonnant comporte un cadre conducteur disposé parallèlement au plan d'antenne et encadrant les deux pavés dudit élément, les deux dits pavés étant couplés électromagnétiquement à travers l'ouverture dudit cadre dont le corps comporte une face arrière de petite section disposée du côté du pavé inférieur et une face avant de plus grande section disposée du côté du pavé supérieur, de manière à élargir le domaine angulaire de balayage d'un faisceau dans un plan orthogonal au plan d'antenne.

3

Avantageusement, chaque élément rayonnant peut comporter des éléments parasites formant des bandes parallèles aux bords du pavé supérieur.

Avantageusement, le pavé inférieur de chaque élément rayonnant
5 pouvant être alimenté en courant électrique par une âme d'une ligne coaxiale dont le blindage peut être relié à un plan de masse disposé sous ledit pavé inférieur du côté opposé au pavé supérieur, ladite âme peut comporter un disque capacitif disposé entre ledit pavé inférieur et ledit plan de masse.

Dans un mode de réalisation, ledit pavé inférieur peut comporter
10 un ensemble de deux fentes démétallisées, ladite âme pouvant être connectée audit pavé inférieur en une position centrée sur un axe de symétrie dudit pavé inférieur et au plus près d'un de ses bords.

Dans un autre mode de réalisation, ledit pavé inférieur peut
15 comporter un ensemble de quatre fentes démétallisées, ladite âme pouvant être connectée audit pavé inférieur en une position centrée sur un axe de symétrie dudit pavé inférieur et une âme d'une deuxième ligne coaxiale pouvant être connectée audit pavé inférieur en une position centrée sur l'autre axe de symétrie dudit pavé inférieur.

Avantageusement, les tuiles sont séparées par un joint
20 conducteur. L'antenne peut alors avantageusement comporter un motif de trous métallisés réalisés à l'intérieur des tuiles suivant le joint conducteur.

Avantageusement, le cadre peut être en un matériau diélectrique
métallisé sur toute la surface externe du corps du cadre, à l'exception d'une fente disposée sur la face avant du cadre. Par exemple, la fente peut être en
25 forme d'anneau.

L'invention décrite précédemment a encore pour principal
avantage que, comparé aux systèmes habituellement utilisés, comme par
exemple les couches diélectriques de type WAIM (Wide Angle Impedance
30 Match) visant à réduire l'incidence de l'onde sur le réseau, elle est pratiquement sans effet sur le TOS actif dans l'axe des éléments rayonnants au milieu du réseau et n'augmente pas l'épaisseur de l'antenne.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, un exemple d'élément rayonnant selon l'art antérieur;
- 5 - la figure 2, un exemple d'élément rayonnant selon l'invention;
- la figure 3, un exemple de cadre selon l'invention,
- les figures 4a et 4b, deux exemples de réalisation d'un pavé inférieur selon l'invention;
- la figure 5, un exemple de réalisation d'un pavé supérieur selon
10 l'invention;
- les figures 6a et 6b, un exemple de dispositif selon l'invention pour éliminer les directions aveugles d'une antenne réseau active.

En face avant, une tuile comporte une ou plusieurs lignes
15 d'éléments rayonnants. A l'arrière, elle comporte un ou plusieurs distributeurs en circuit triplaque ou de type "microstrip", suivi d'autres couches de circuit imprimé sur lesquelles sont disposés les commandes et les composants actifs et passifs. Les circuits sont assemblés entre eux par différentes techniques, qu'il s'agisse de pressage, de collage ou encore de brasage.

20 La figure 1 illustre un exemple d'élément rayonnant selon l'art antérieur. Il comporte notamment deux pavés métalliques superposés 1 et 2 de forme carrée et plate, ils sont également appelés "patches" selon la terminologie anglo-saxonne, le pavé inférieur 1 étant excité par une âme 3 d'une ligne coaxiale connectée au milieu d'un de ses bords pour la
25 polarisation considérée. Le pavé inférieur et le pavé supérieur 1 et 2 sont gravés sur des circuits imprimés 4 et 5 respectivement, lesdits circuits imprimés étant séparés l'un de l'autre par une couche d'air ou de mousse 6 à faible constante diélectrique, le pavé supérieur 2 étant disposé sur le côté du circuit imprimé 4 faisant face au pavé inférieur 1. Le circuit imprimé 4
30 comporte, sur sa face opposée au pavé inférieur 1, un plan de masse 7 connecté au blindage de la ligne coaxiale. Comme illustré par la figure 1, une fois la ligne coaxiale alimentée en courant, une onde est rayonnée vers le haut.

La figure 2 illustre un exemple d'élément rayonnant 20 selon l'invention. De manière analogue à l'exemple de la figure 1, il comporte un pavé métallique inférieur 11 imprimé sur un circuit 141 et alimenté par une âme 13 d'une ligne coaxiale, un pavé métallique supérieur 12 imprimé sur un circuit 15, les deux pavés étant séparés par une couche isolante 16, de l'air par exemple. Mais selon l'invention, il comporte également un cadre 10, au moins un trou métallisé comme des trous 181 et 182 et un disque capacitif 19 gravé sur une face d'un circuit imprimé 142 dont l'autre face forme un plan de masse 17. Par ailleurs, le pavé métallique supérieur 11 comporte des éléments parasites 121, 122, 123 et 124, dont seuls les éléments 121 et 123 sont représentés sur la figure 2.

Grâce à un tel élément rayonnant optimisé, il est possible d'obtenir, avec un faisceau pointé dans l'axe, un coefficient de réflexion actif dans l'axe inférieur à -18 dB dans une bande de fréquences de 15%. Comme décrit dans la suite de la présente demande, cela permet de supprimer les directions aveugles que l'on observe sur les antennes réseaux actives tuilées lorsque le faisceau est dépointé dans le plan E, c'est-à-dire suivant l'orientation du champ électrique rayonné, de véritables trous pouvant être observés dans le diagramme de l'élément situé au milieu du réseau de telles antennes.

La figure 3 illustre l'exemple de cadre 10 selon l'invention. Les deux pavés 11 et 12 superposés sont couplés électromagnétiquement l'un à l'autre par proximité, au travers du cadre 10 en matériau diélectrique métallisée sur sa surface externe. Le cadre 10 forme une ouverture sensiblement carrée, cette ouverture comportant au minimum deux sections différentes S1 et S2 dans l'épaisseur du cadre. La petite section S1 est disposée du côté du pavé inférieur 11. Elle constitue une portion de guide d'onde fortement sous coupure, la fréquence de coupure du guide d'onde de section S1 étant égale à 1,25 fois la fréquence centrale de fonctionnement de l'élément rayonnant 20. La propagation de l'onde du pavé inférieur 11 vers le pavé supérieur 12 s'effectue donc par des modes évanescents. Un principe de fonctionnement de l'élément rayonnant 20 comportant les pavés superposés 11 et 12 est de faire en sorte que l'admittance du pavé supérieur 12 ramenée au niveau du pavé inférieur 11 soit la conjuguée de celle de ce

dernier. Cette inversion d'admittance est facilitée par la présence de la portion de guide d'onde de section S1, qui permet d'obtenir un couplage entre les deux pavés 11 et 12, permettant l'adaptation d'impédance à l'entrée de l'élément rayonnant 20. La grande section S2 est disposée du côté du pavé supérieur 12. Elle permet de minimiser la surface métallique présentée autour des éléments rayonnants mis en réseau lorsque ces derniers fonctionnent en réception, ce qui réduit les réflexions. Réciproquement, à l'émission, cette caractéristique permet de réduire le TOS actif d'un élément rayonnant au milieu du réseau.

10

Les figures 4a et 4b illustrent deux variantes de réalisation du pavé inférieur 11 selon l'invention, un exemple de pavé monopolarisation 11a et un exemple de pavé bipolarisation 11b respectivement. Les pavés inférieurs 11a et 11b peuvent être gravés sur la face avant d'un substrat diélectrique 14 constitué de deux couches formées par les circuits 141 et 142 assemblés. La couche formée par le circuit 142, d'épaisseur réduite au minimum, est disposée du côté de la ligne coaxiale d'alimentation de l'élément rayonnant 20. Cette structure permet de graver sur l'une des deux couches, par exemple celle formée par le circuit 142, et dans leur plan de jonction, un disque métallique 19 relié électriquement à l'âme 13 de la ligne coaxiale d'alimentation. Ce disque 19 en regard avec le plan de masse 17 de l'élément rayonnant 20 constitue une capacité permettant de compenser l'inductance série provoquée par la longueur de l'âme 13 située entre le pavé 11 et le plan de masse 17. Cette correction capacitive permet de centrer sur l'abaque de Smith le lieu d'impédance correspondant au TOS actif dans l'axe de l'élément rayonnant 20 au milieu du réseau et ainsi de l'optimiser. Pour obtenir un élément rayonnant 20 avec une seule polarisation, le pavé 11a peut comporter un ensemble 41a de deux fentes démétallisées disposées aux positions illustrées par la figure 4a. L'âme 13 peut alors être centrée sur l'axe du pavé 11a et connectée au plus près d'un des bords rayonnants en une position 42a, de façon à obtenir l'impédance la plus élevée possible à la fréquence de résonance du pavé 11a et cela en l'absence du pavé supérieur 12. Pour obtenir un élément rayonnant 20 avec deux polarisations, le pavé 11b peut comporter un ensemble 41b de quatre fentes démétallisées disposées aux positions illustrées sur la figure 4b. L'âme 13 peut alors être

35

centrée sur l'axe du pavé 11b en une position 42b et l'âme d'une deuxième ligne coaxiale peut être centrée sur l'autre axe du pavé 11b en une position 43b. Les fentes permettent de limiter au mieux la dispersion en phase de l'impédance d'entrée du pavé inférieur 11, ce qui contribue à augmenter la
5 largeur de bande de fonctionnement de l'élément rayonnant 20.

La figure 5 illustre un exemple de réalisation du pavé supérieur 12 selon l'invention. Le pavé supérieur 12 est gravé sur la face du circuit imprimé 15 en regard du pavé inférieur 11. Le pavé 12 est entouré de quatre
10 éléments parasites 121, 122, 123 et 124 formant des bandes dont la longueur est sensiblement identique à la longueur du côté du pavé 12. Le rôle des éléments parasites 121, 122, 123 et 124 est d'augmenter la dispersion en phase de l'impédance ramenée par le pavé supérieur 12 sur celle du pavé inférieur 11. Ils contribuent également à augmenter la largeur
15 de bande de fonctionnement de l'élément rayonnant 20 selon l'invention.

Les figures 6a et 6b illustrent, par une vue de dessus et une vue en coupe dans un plan vertical X respectivement, un exemple de dispositif selon l'invention pour éliminer les directions aveugles d'une antenne réseau
20 active. Dans cet exemple de réalisation, quatre tuiles élémentaires 61, 62, 63 et 64 sont disposées en réseau. Les tuiles de l'antenne sont séparées les unes des autres par un joint conducteur 68 inséré entre les tuiles. Le joint 68 peut être remplacé par des clinquants. Chacune de ces tuiles est elle-même formée d'une pluralité d'éléments rayonnants disposés en réseau, lesdits
25 éléments rayonnants étant tous identiques à l'élément rayonnant 20 selon l'invention décrite précédemment. Dans cet exemple de réalisation, il s'agit d'éléments rayonnants à une seule polarisation, comportant un pavé inférieur à deux fentes du même type que le pavé 11a illustré par la Figure 4a.

Dans le cas d'une antenne active réalisée avec les éléments
30 rayonnants décrits précédemment incluant un cadre comme le cadre 10 complètement métallique et avec une maille de réseau permettant un domaine de pointage de + ou - 45 degrés sans lobes de réseau, le domaine de pointage dans le plan de balayage se limite, du fait de la présence de directions aveugles, à un maximum + ou - 25 degrés, plus particulièrement
35 dans la moitié haute de la bande de fonctionnement. Il est possible de

résoudre ce problème en modifiant les courants de surface qui circulent sur le cadre entre les éléments rayonnants. Pour cela, le cadre 10 peut avantageusement être réalisé dans un matériau diélectrique et métallisé sur toute sa surface externe, à l'exception d'une fente en forme d'anneau gravée ou usinée sur la face avant du cadre dans l'intervalle compris entre l'embouchure dans le cadre et la maille du réseau, comme les fentes 65 et 66. Avantageusement, la constante diélectrique du matériau constituant le cadre peut être voisine de celles des substrats sur lesquels sont gravés les pavés inférieur et supérieur, comme par exemple les substrats dont sont constitués les circuits imprimés 141 et 15.

Un motif de vias (Vertical Interconnect Access), c'est-à-dire un motif de trous métallisés, peut être réalisé en suivant le joint conducteur 68 à l'intérieur des tuiles, comme des vias 67 et 69. Avantageusement, les vias peuvent être d'un diamètre égal à l'épaisseur du joint conducteur 68. Le rôle de ces vias est de restaurer la périodicité du réseau dans les deux plans au niveau du cadre et bien que le réseau soit constitué de tuiles assemblées.

Le substrat qui porte les pavés supérieurs est assemblé avec le cadre grâce à un collage isolant comme un collage 70 afin de ne pas court-circuiter les fentes, tandis que l'on utilise un collage conducteur comme un collage 71 pour l'autre face du cadre.

Des cavités sont ainsi réalisées autour de chaque élément rayonnant dans le volume du cadre couplées à l'extérieur par les fentes en anneau. En optimisant la largeur et le périmètre de ces dernières, il est possible d'éliminer les directions aveugles dans le plan E dans un domaine de pointage égal à + ou - 45 degrés dans une bande supérieure à 10%.

REVENDEICATIONS

1. Antenne comportant une pluralité de tuiles (61, 62, 63, 64) formant un plan d'antenne, chacune desdites tuiles comportant une pluralité d'éléments rayonnants (20), chaque élément rayonnant comportant un pavé supérieur métallique (12) disposé au dessus d'un pavé inférieur métallique (11), les deux pavés étant séparés par une couche (16) les isolant électriquement, le pavé inférieur (11) étant alimenté en courant électrique,
5 l'antenne étant caractérisée en ce que chaque élément rayonnant (20) comporte un cadre (10) conducteur disposé parallèlement au plan d'antenne et encadrant les deux pavés (11, 12) dudit élément, les deux dits pavés étant couplés électromagnétiquement à travers l'ouverture dudit cadre dont le corps comporte une face arrière de petite section S1 disposée du côté du pavé inférieur (11) et une face avant de plus grande section S2, S2 étant supérieure à S1, ladite face avant étant disposée du
10 côté du pavé supérieur (12), de manière à élargir le domaine angulaire de balayage d'un faisceau dans un plan orthogonal au plan d'antenne.
15
2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que chaque élément rayonnant (20) comporte des éléments parasites (121, 122, 123, 124)
20 formant des bandes parallèles aux bords du pavé supérieur (12).
3. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le pavé inférieur (11) de chaque élément rayonnant (20) étant alimenté en courant électrique par une âme (13) d'une ligne coaxiale dont le blindage est relié à un plan de masse (17) disposé sous ledit pavé inférieur du côté opposé au pavé supérieur (12), ladite âme comporte un disque capacitif (19) disposé entre ledit pavé inférieur (11) et ledit plan de masse (17).
25
- 30 4. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit pavé inférieur (11a) comporte un ensemble (41a) de deux fentes démétallisées, ladite âme (13) étant connectée audit pavé inférieur en une position (42a) centrée sur un axe de symétrie dudit pavé inférieur et au plus près d'un de ses bords.

5. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit pavé inférieur (11b) comporte un ensemble (41b) de quatre fentes démétallisées, ladite âme (13) étant connectée audit pavé inférieur en une position (42b) centrée sur un axe de symétrie dudit pavé inférieur et une âme d'une deuxième ligne coaxiale étant connectée audit pavé inférieur en une position (43b) centrée sur l'autre axe de symétrie dudit pavé inférieur.
5
- 10 6. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les tuiles (61, 62, 63, 64) sont séparées par un joint conducteur (68).
- 15 7. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comporte un motif de trous métallisés (67, 69) réalisés à l'intérieur des tuiles suivant le joint conducteur (68).
- 20 8. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le cadre (10) est en un matériau diélectrique métallisé sur toute la surface externe du corps du cadre, à l'exception d'une fente (65) disposée sur la face avant du cadre.
9. Antenne selon la revendication 8, caractérisée en ce que la fente (65) sur la face avant du cadre est en forme d'anneau.

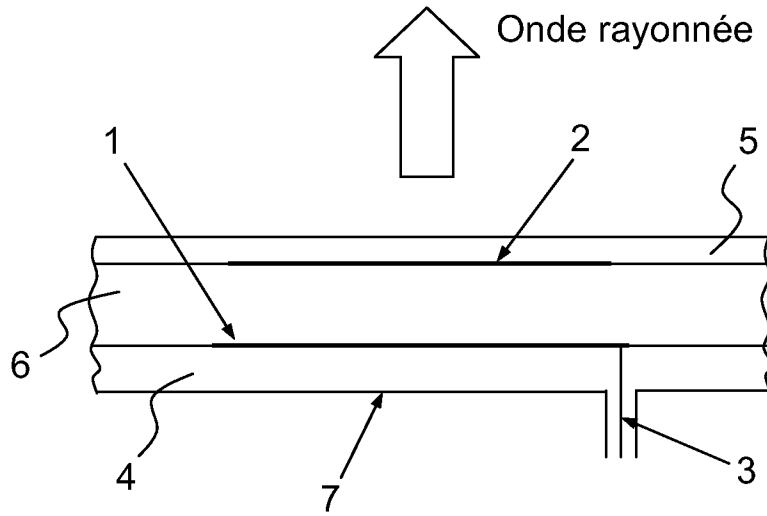


FIG.1

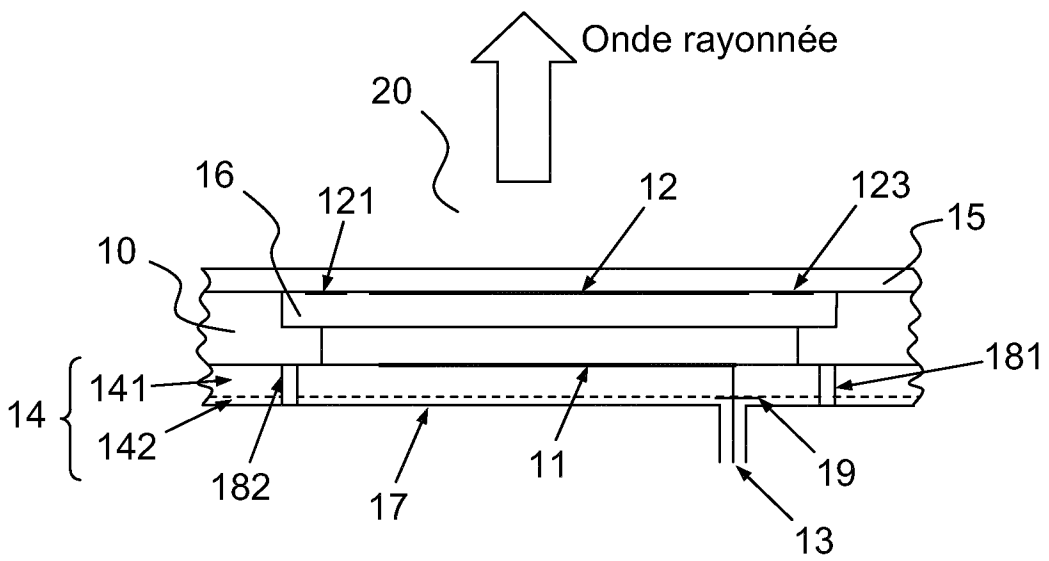


FIG.2

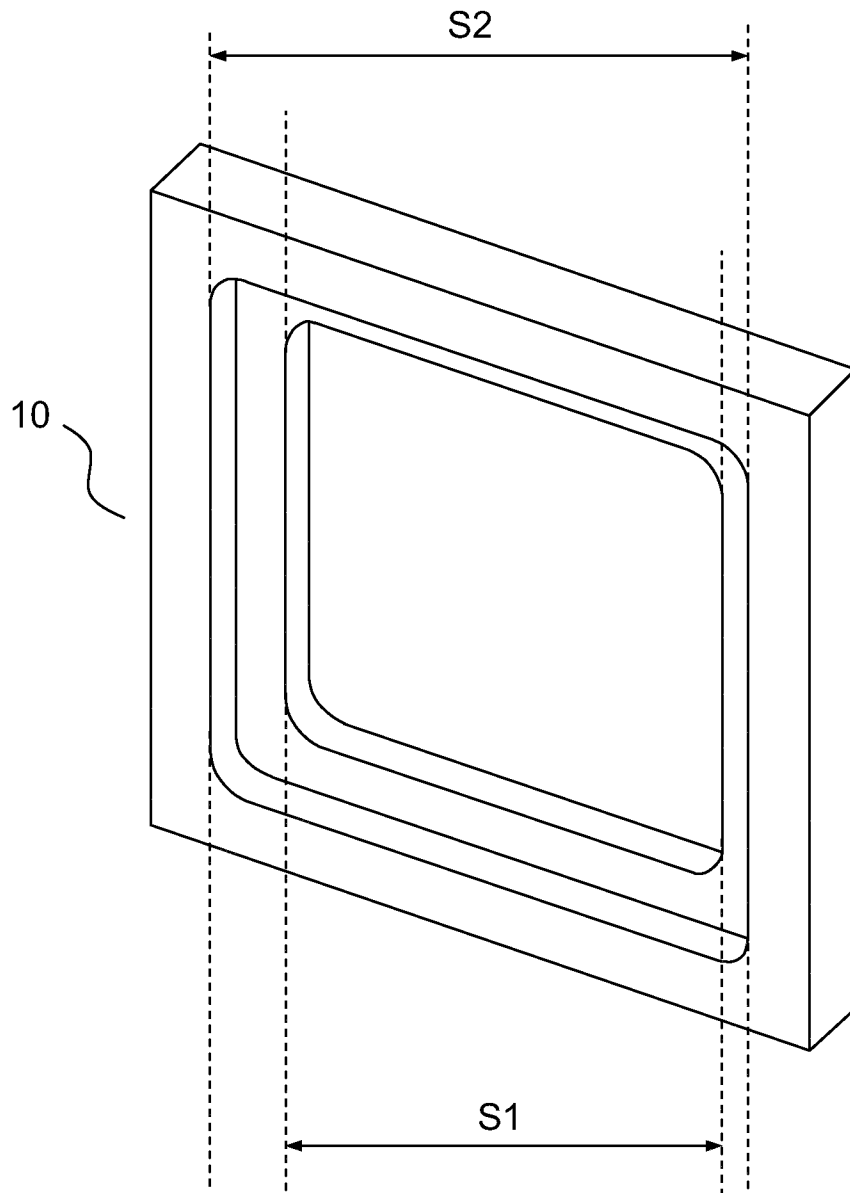


FIG.3

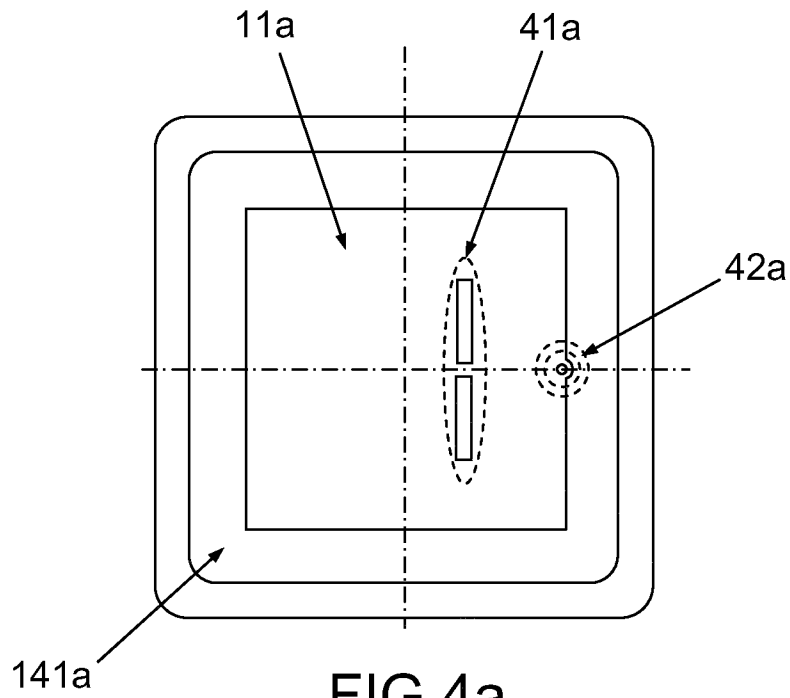


FIG. 4a

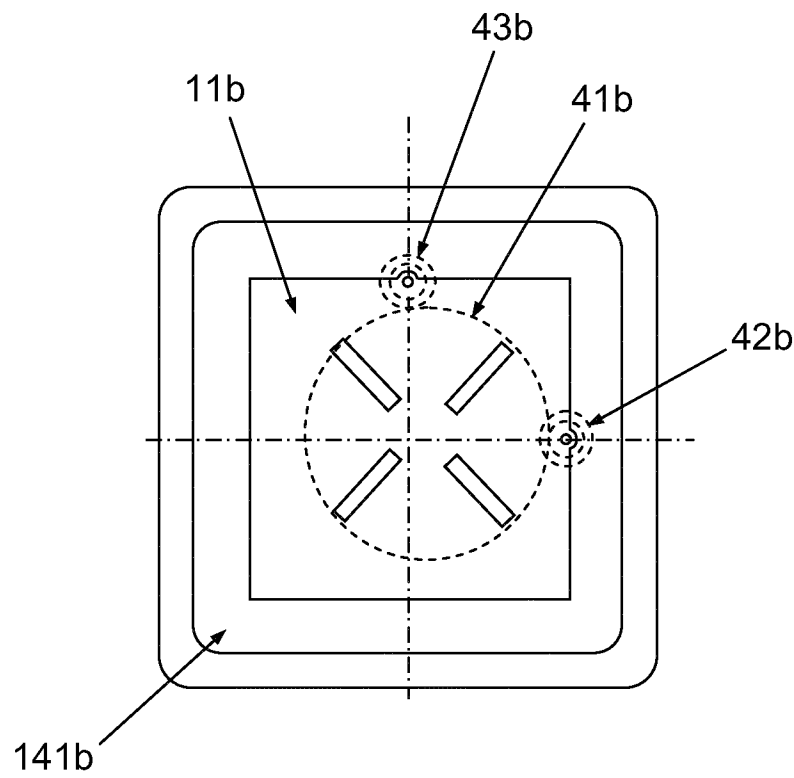


FIG. 4b

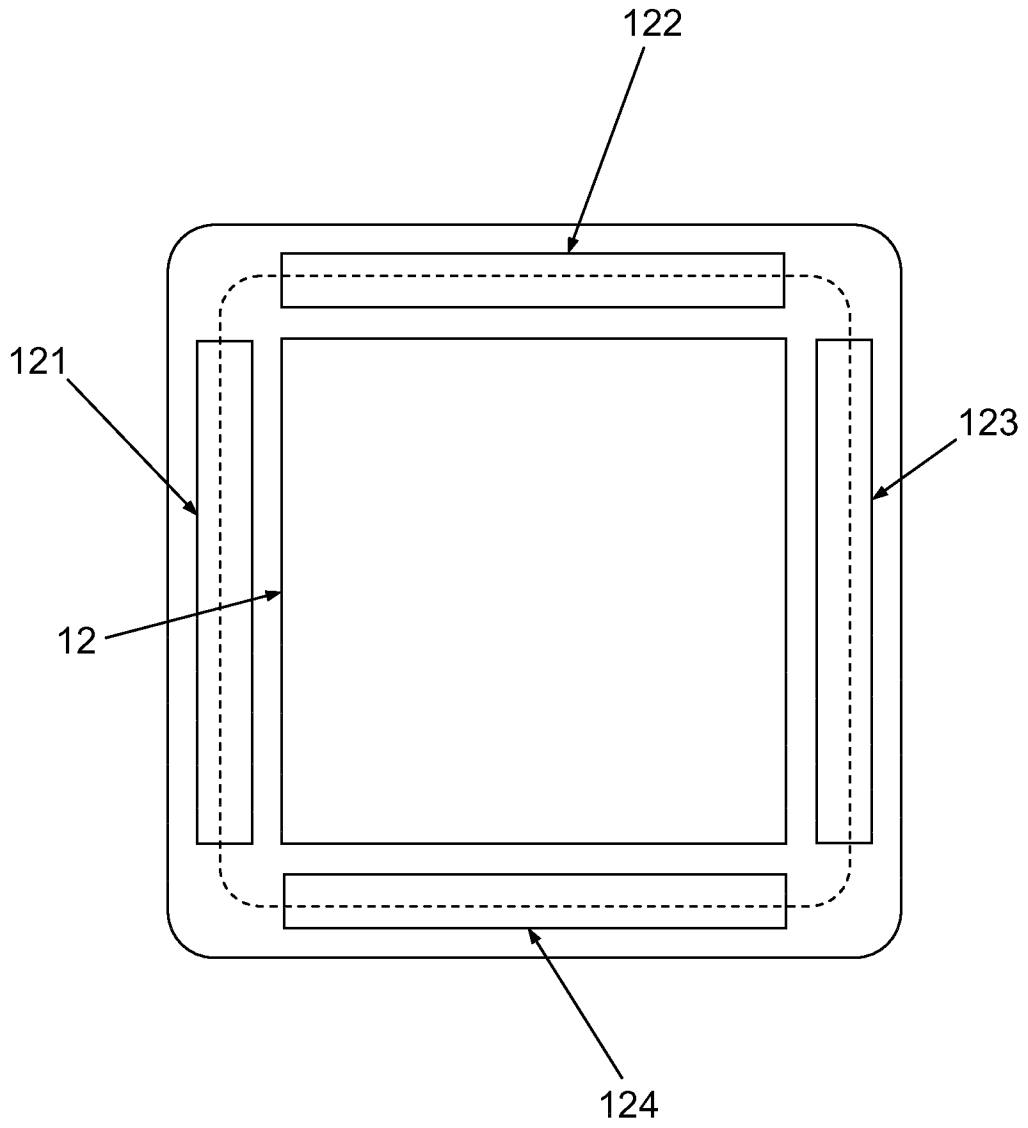


FIG.5

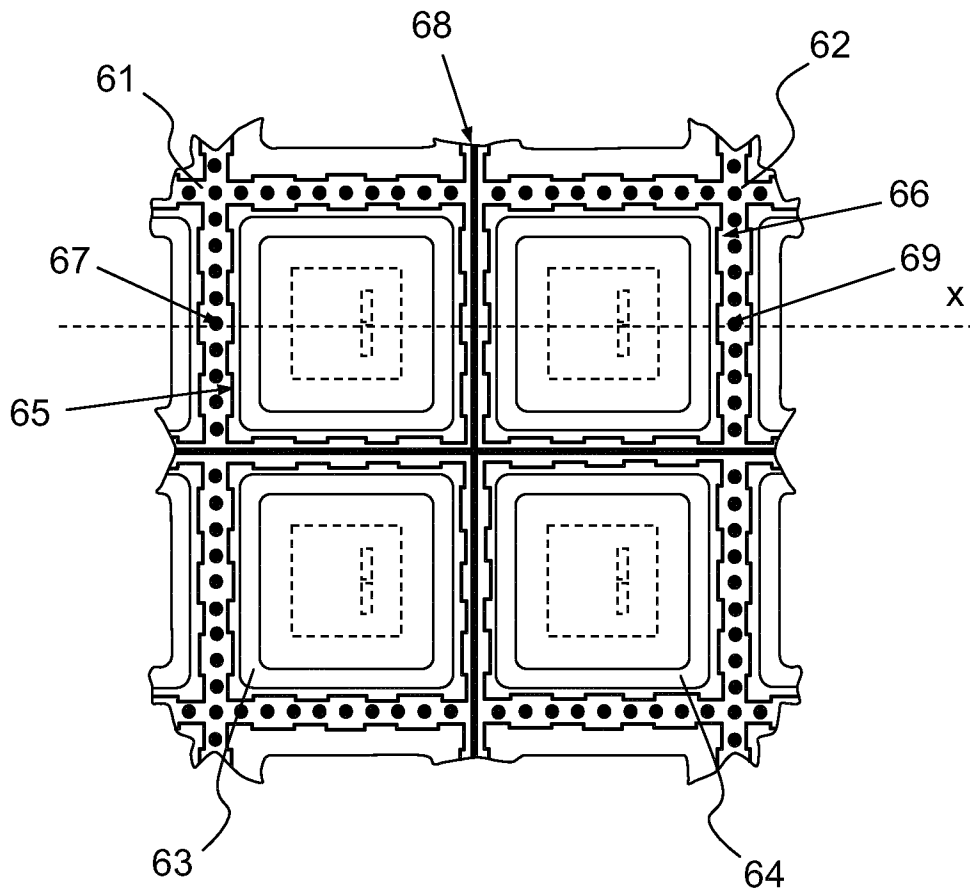


FIG.6a

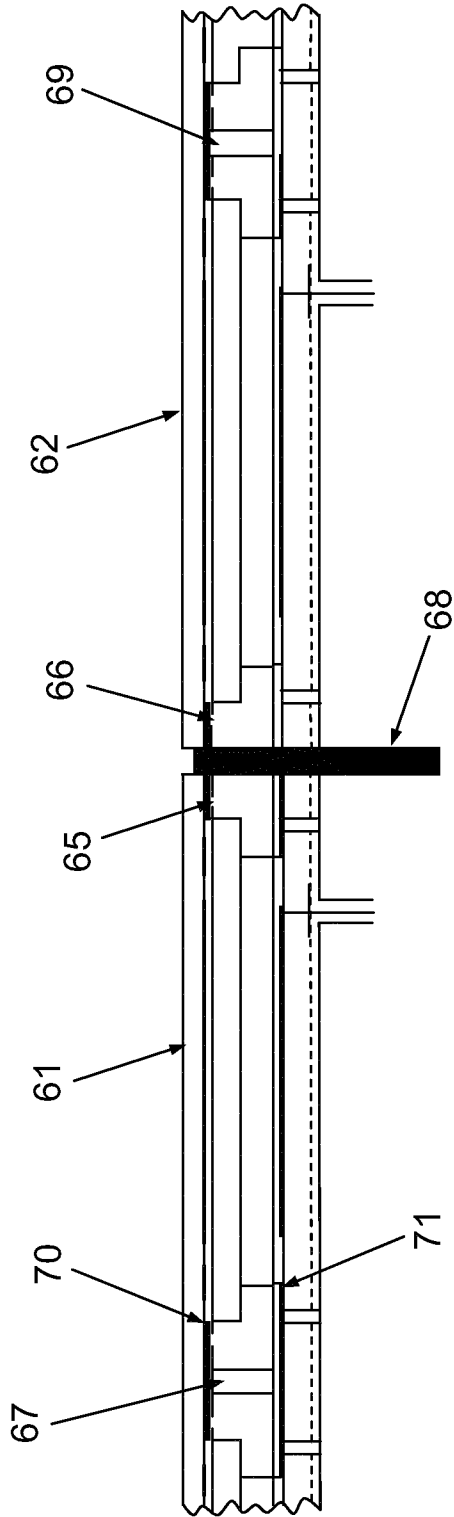


FIG.6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/059071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01Q21/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 2003/067410 A1 (PUZELLA ANGELO M [US] ET AL) 10 April 2003 (2003-04-10) abstract; figures 1,6 page 2, paragraphs 23,28 page 3, paragraph 37 ----- | 1-9 |
| A | US 2010/126010 A1 (PUZELLA ANGELO M [US] ET AL) 27 May 2010 (2010-05-27) abstract; figure 1 page 4, paragraph 60-61 ----- | 1-9 |
| A | US 2004/023058 A1 (KOVACS ALAN L [US] ET AL) 5 February 2004 (2004-02-05) abstract; figures 2-3 ----- | 1 |
| A | EP 1 930 982 A1 (IM SEUNG JOON [KR]; RYU CHANG WAN [KR]) 11 June 2008 (2008-06-11) abstract; figure 2 ----- | 1 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| | |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search 3 September 2012 | Date of mailing of the international search report 10/09/2012 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Cordeiro, J |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059071

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| US 2003067410 | A1 | 10-04-2003 | AT 370527 T 15-09-2007 |
| | | | DE 60221868 T2 08-05-2008 |
| | | | DK 1436859 T3 17-12-2007 |
| | | | EP 1436859 A1 14-07-2004 |
| | | | EP 1764863 A1 21-03-2007 |
| | | | ES 2291535 T3 01-03-2008 |
| | | | JP 2005505963 A 24-02-2005 |
| | | | US 2003067410 A1 10-04-2003 |
| | | | WO 03030301 A1 10-04-2003 |
| ----- | | | |
| US 2010126010 | A1 | 27-05-2010 | AT 492924 T 15-01-2011 |
| | | | AU 2007297507 A1 27-03-2008 |
| | | | CA 2663800 A1 27-03-2008 |
| | | | EP 2070159 A1 17-06-2009 |
| | | | EP 2348579 A1 27-07-2011 |
| | | | JP 2010507929 A 11-03-2010 |
| | | | US 2010033262 A1 11-02-2010 |
| | | | US 2010126010 A1 27-05-2010 |
| | | | WO 2008036469 A1 27-03-2008 |
| ----- | | | |
| US 2004023058 | A1 | 05-02-2004 | EP 1540769 A1 15-06-2005 |
| | | | IL 166111 A 17-02-2010 |
| | | | JP 4436249 B2 24-03-2010 |
| | | | JP 2005535127 A 17-11-2005 |
| | | | KR 20050026974 A 16-03-2005 |
| | | | TW I244170 B 21-11-2005 |
| | | | US 2004023058 A1 05-02-2004 |
| WO 2004013934 A1 12-02-2004 | | | |
| ----- | | | |
| EP 1930982 | A1 | 11-06-2008 | EP 1930982 A1 11-06-2008 |
| | | | EP 2287969 A1 23-02-2011 |
| | | | KR 100801030 B1 12-02-2008 |
| | | | KR 20080053156 A 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053157 A 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053159 A 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053196 A 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053249 A 12-06-2008 |
| | | | KR 20080056131 A 20-06-2008 |
| | | | KR 20080056132 A 20-06-2008 |
| | | | KR 20080056133 A 20-06-2008 |
| | | | KR 20080071952 A 05-08-2008 |
| | | | KR 20080071953 A 05-08-2008 |
| | | | KR 20080072609 A 06-08-2008 |
| | | | KR 20080072610 A 06-08-2008 |
| | | | KR 20080072611 A 06-08-2008 |
| | | | KR 20080077885 A 26-08-2008 |
| | | | KR 20080100802 A 19-11-2008 |
| WO 2008069358 A1 12-06-2008 | | | |
| ----- | | | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/059071

| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01Q21/00 ADD. | | |
|--|---|--|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB | | |
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE | | |
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01Q | | |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche | | |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| A | US 2003/067410 A1 (PUZELLA ANGELO M [US] ET AL) 10 avril 2003 (2003-04-10) abrégé; figures 1,6 page 2, alinéas 23,28 page 3, alinéa 37 ----- | 1-9 |
| A | US 2010/126010 A1 (PUZELLA ANGELO M [US] ET AL) 27 mai 2010 (2010-05-27) abrégé; figure 1 page 4, alinéa 60-61 ----- | 1-9 |
| A | US 2004/023058 A1 (KOVACS ALAN L [US] ET AL) 5 février 2004 (2004-02-05) abrégé; figures 2-3 ----- | 1 |
| A | EP 1 930 982 A1 (IM SEUNG JOON [KR]; RYU CHANG WAN [KR]) 11 juin 2008 (2008-06-11) abrégé; figure 2 ----- | 1 |
| <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe | | |
| * Catégories spéciales de documents cités: | | |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets | |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 3 septembre 2012 | | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 10/09/2012 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Fonctionnaire autorisé Cordeiro, J |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/059071

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------|------------------------|---|------------------------|
| US 2003067410 | A1 | 10-04-2003 | AT 370527 T | 15-09-2007 |
| | | | DE 60221868 T2 | 08-05-2008 |
| | | | DK 1436859 T3 | 17-12-2007 |
| | | | EP 1436859 A1 | 14-07-2004 |
| | | | EP 1764863 A1 | 21-03-2007 |
| | | | ES 2291535 T3 | 01-03-2008 |
| | | | JP 2005505963 A | 24-02-2005 |
| | | | US 2003067410 A1 | 10-04-2003 |
| | | | WO 03030301 A1 | 10-04-2003 |
| ----- | | | | |
| US 2010126010 | A1 | 27-05-2010 | AT 492924 T | 15-01-2011 |
| | | | AU 2007297507 A1 | 27-03-2008 |
| | | | CA 2663800 A1 | 27-03-2008 |
| | | | EP 2070159 A1 | 17-06-2009 |
| | | | EP 2348579 A1 | 27-07-2011 |
| | | | JP 2010507929 A | 11-03-2010 |
| | | | US 2010033262 A1 | 11-02-2010 |
| | | | US 2010126010 A1 | 27-05-2010 |
| | | | WO 2008036469 A1 | 27-03-2008 |
| ----- | | | | |
| US 2004023058 | A1 | 05-02-2004 | EP 1540769 A1 | 15-06-2005 |
| | | | IL 166111 A | 17-02-2010 |
| | | | JP 4436249 B2 | 24-03-2010 |
| | | | JP 2005535127 A | 17-11-2005 |
| | | | KR 20050026974 A | 16-03-2005 |
| | | | TW I244170 B | 21-11-2005 |
| | | | US 2004023058 A1 | 05-02-2004 |
| WO 2004013934 A1 | 12-02-2004 | | | |
| ----- | | | | |
| EP 1930982 | A1 | 11-06-2008 | EP 1930982 A1 | 11-06-2008 |
| | | | EP 2287969 A1 | 23-02-2011 |
| | | | KR 100801030 B1 | 12-02-2008 |
| | | | KR 20080053156 A | 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053157 A | 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053159 A | 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053196 A | 12-06-2008 |
| | | | KR 20080053249 A | 12-06-2008 |
| | | | KR 20080056131 A | 20-06-2008 |
| | | | KR 20080056132 A | 20-06-2008 |
| | | | KR 20080056133 A | 20-06-2008 |
| | | | KR 20080071952 A | 05-08-2008 |
| | | | KR 20080071953 A | 05-08-2008 |
| | | | KR 20080072609 A | 06-08-2008 |
| | | | KR 20080072610 A | 06-08-2008 |
| | | | KR 20080072611 A | 06-08-2008 |
| | | | KR 20080077885 A | 26-08-2008 |
| | | | KR 20080100802 A | 19-11-2008 |
| WO 2008069358 A1 | 12-06-2008 | | | |
| ----- | | | | |