



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**11.04.2018 Bulletin 2018/15**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 9/04 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **17194500.9**

(22) Date de dépôt: **03.10.2017**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**MA MD**

(72) Inventeurs:  
• **BOSSHARD, Pierre**  
**31170 Tournefeuille (FR)**  
• **SCHROTTENLOHER, Jean-Baptiste**  
**31000 Toulouse (FR)**

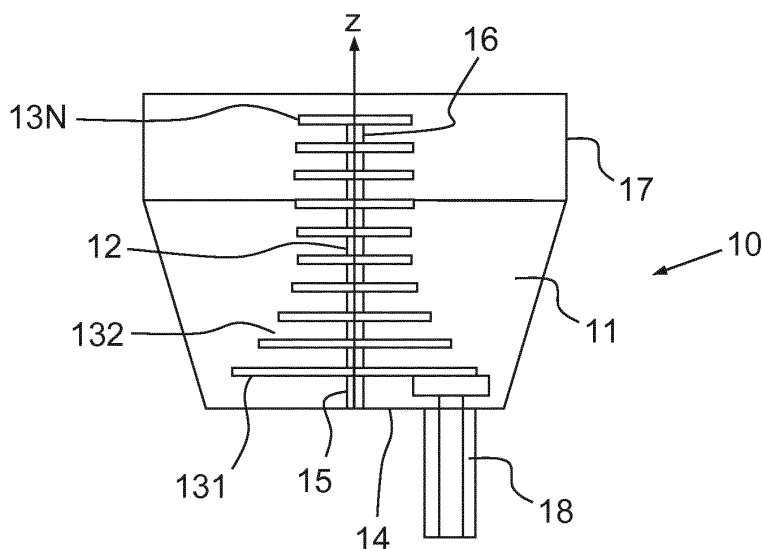
(74) Mandataire: **Priori, Enrico et al**  
**Marks & Clerk France**  
**Conseils en Propriété Industrielle**  
**Immeuble «Visium»**  
**22, avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

(30) Priorité: **04.10.2016 FR 1601432**

(71) Demandeur: **Thales**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(54) **ÉLÉMENT RAYONNANT EN CAVITÉ ET RÉSEAU RAYONNANT COMPORTANT AU MOINS DEUX ÉLÉMENTS RAYONNANTS**

(57) L'élément rayonnant (10) comporte une cavité (11) à symétrie de révolution autour d'un axe Z, une âme centrale (12) métallique s'étendant axialement au centre de la cavité et N éléments planaires elliptiques (131, 132, ..., 13N) métalliques successifs différents, empilés les uns au-dessus des autres, parallèlement à la paroi inférieure (15) de la cavité, l'âme centrale comportant une extrémité inférieure fixée à la paroi métallique inférieure de la cavité et une extrémité supérieure (16) libre, chaque élément planaire métallique elliptique étant centré dans la cavité et solidaire de l'âme centrale, les N éléments planaires elliptiques étant régulièrement espacés et ayant des dimensions décroissantes de manière monotone entre l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure de l'âme centrale, où N est un nombre entier supérieur à 2.



**FIG.1a**

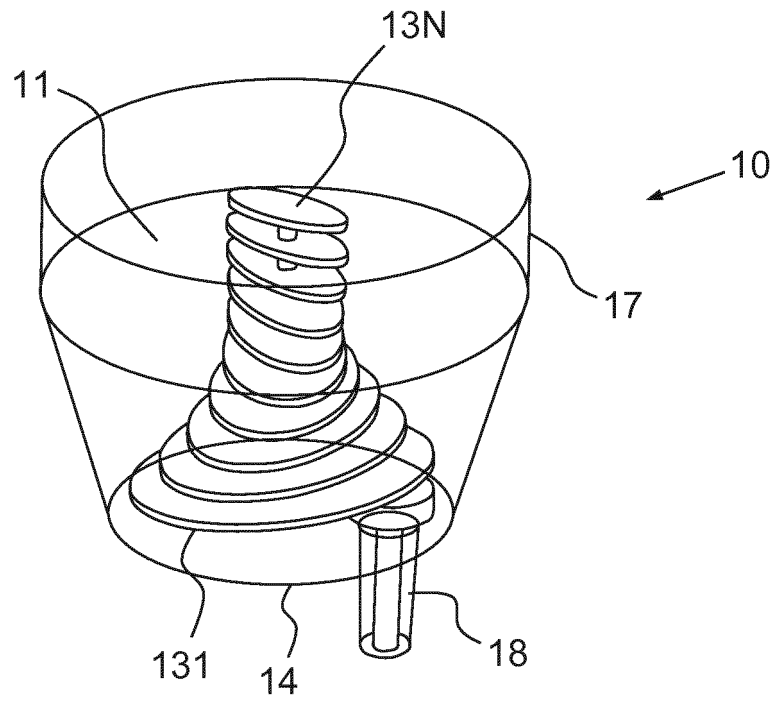


FIG.1b

## Description

**[0001]** La présente invention concerne une nouvelle architecture d'élément rayonnant en cavité et un réseau rayonnant comportant au moins deux éléments rayonnants. Elle s'applique en particulier au domaine spatial et pour des applications mono-faisceau ou multifaisceaux.

**[0002]** Une source radiofréquence utilisée dans une antenne est constituée d'un élément rayonnant couplé à une chaîne radiofréquence RF. Dans les bandes de fréquence basse, par exemple en bande C, l'élément rayonnant est souvent constitué d'un cornet et la chaîne RF comporte des composants RF destinés à réaliser les fonctions d'émission et de réception en mono-polarisation ou en bi-polarisation pour couvrir les besoins des utilisateurs. La liaison avec des stations au sol est généralement en bi-polarisation.

**[0003]** La masse et l'encombrement des chaînes radiofréquences RF constituent un point critique dans le domaine des antennes spatiales destinées à être implantées à bord de satellites et en particulier dans le domaine de fréquences les plus basses telles que la bande C. Dans les domaines de fréquences hautes, par exemple en bande Ka ou en bande Ku, il existe des éléments rayonnants très compacts dont la technologie peut être transposée en bande C, mais les sources radiofréquences obtenues restent encombrantes et massives et posent un problème d'implantation lorsqu'elles doivent être intégrées dans un réseau focal comportant un grand nombre de sources.

**[0004]** Il existe des éléments rayonnants à cavité qui présentent l'avantage d'être compacts mais ces éléments rayonnants sont limités en terme de bande passante et ne peuvent être utilisés qu'en mono-polarisation et sur une seule bande de fréquence de fonctionnement ou sur deux bandes de fréquence très étroites.

**[0005]** Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients des éléments rayonnants connus et de réaliser un nouvel élément rayonnant compact ayant une bande passante suffisamment large pour permettre un fonctionnement dans deux bandes de fréquences disjointes respectivement d'émission et de réception dans des bandes de fréquences basses incluant la bande C et permettant également un fonctionnement selon deux polarisations circulaires orthogonales, respectivement droite et gauche.

**[0006]** Pour cela, l'invention concerne un élément rayonnant comportant une cavité à symétrie de révolution autour d'un axe Z et une source d'alimentation, la cavité étant délimitée par des parois métalliques latérales et par une paroi métallique inférieure. L'élément rayonnant comporte en outre une âme centrale métallique s'étendant axialement au centre de la cavité et N éléments plans elliptiques métalliques successifs différents, empilés les uns au-dessus des autres, parallèlement à la paroi inférieure de la cavité, l'âme centrale comportant une extrémité inférieure fixée à la paroi métallique inférieure de la cavité et une extrémité supérieure libre, chaque élément planaire métallique elliptique étant centré dans la cavité et solidaire de l'âme centrale, les N éléments plans elliptiques étant régulièrement espacés et ayant des dimensions décroissantes de manière monotone entre l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure de l'âme centrale, où N est un nombre entier supérieur à 2.

**[0007]** Avantageusement, les N éléments plans elliptiques ont des dimensions exponentiellement décroissantes.

**[0008]** Selon une variante, les N éléments plans elliptiques ont des dimensions décroissantes selon une fonction polynômiale.

**[0009]** Avantageusement, la source d'alimentation peut être constituée d'une ligne coaxiale connectée au premier élément planaire elliptique situé le plus proche de l'extrémité inférieure de l'âme centrale et les N éléments plans elliptiques successifs peuvent être progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres, autour de l'âme centrale.

**[0010]** Alternativement, la source d'alimentation peut être constituée de deux lignes coaxiales connectées, en deux points de connexion différents, au premier élément planaire elliptique situé le plus proche de l'extrémité inférieure de l'âme centrale, les deux points de connexion étant respectivement placés selon deux directions du premier élément planaire elliptique, perpendiculaires entre elles, et les N éléments plans elliptiques peuvent être tous alignés dans une direction commune.

**[0011]** L'invention concerne aussi un réseau rayonnant comportant au moins deux éléments rayonnants.

**[0012]** Avantageusement, les éléments rayonnants du réseau rayonnant peuvent être aménagés les uns à côté des autres sur une plaque de support commune.

**[0013]** Avantageusement, les éléments rayonnants adjacents du réseau rayonnant peuvent être agencés spatialement de façon que leurs éléments plans elliptiques respectifs soient respectivement orientés dans deux directions orthogonales entre elles.

**[0014]** Avantageusement, le réseau rayonnant peut comporter en outre des éléments diélectriques absorbants disposés entre deux éléments rayonnants adjacents.

**[0015]** 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 :

- figures 1a, 1b, 1c : trois schémas, respectivement en coupe axiale, en perspective, et en vue de dessus, d'un exemple d'élément rayonnant bi-polarisation, selon l'invention ;

- figure 1d : un schéma en coupe axiale d'une variante de réalisation de l'élément rayonnant, selon l'invention ;
- figure 2: un graphique illustrant deux courbes du rayonnement de l'élément rayonnant de la figure 1, en fonction de la fréquence, correspondant respectivement à une première polarisation circulaire et à une deuxième polarisation circulaire, selon l'invention;
- 5 - figures 3a et 3b : deux schémas, respectivement en perspective et en vue de dessus, d'un premier exemple de réseau rayonnant comportant quatre éléments rayonnants, selon l'invention ;
- figures 4a et 4b : deux schémas, respectivement en perspective et en vue de dessus d'un deuxième exemple de réseau rayonnant comportant quatre éléments rayonnants, selon l'invention.

**[0016]** L'élément rayonnant 10 représenté sur les figures 1a, 1b, 1c comporte une cavité 11 à symétrie de révolution autour d'un axe Z, une âme centrale 12 métallique s'étendant axialement au centre de la cavité 11 et N éléments planaires métalliques différents 131, 132,..., 13N, empilés les uns au-dessus des autres, parallèlement entre eux et parallèlement à une paroi métallique inférieure 14 de la cavité 11, aussi appelée fond de la cavité, N étant un nombre entier supérieur à 2, les N éléments planaires métalliques étant centrés dans la cavité et solidaires de l'âme centrale 12. L'âme centrale 12 comporte une extrémité inférieure 15 fixée à la paroi métallique inférieure 14 de la cavité et une extrémité supérieure 16 libre. Chaque élément planaire métallique 131, 132,..., 13N, appelé élément planaire elliptique, a un contour elliptique dont l'orientation et les dimensions sont définies par l'orientation et les dimensions du grand axe et du petit axe de l'ellipse correspondante. Pour chacun des éléments planaires elliptiques 131, 132,..., 13N, les dimensions du grand axe et du petit axe étant de préférence inférieur à 0,99, et avantageusement inférieur à 0,9. Les N éléments planaires elliptiques 131, 132,..., 13N sont régulièrement espacés le long de l'âme centrale 12 et ont des dimensions décroissantes de manière monotone entre l'extrémité inférieure 15 et l'extrémité supérieure 16 de l'âme centrale. De préférence, la monotonie de la décroissance est stricte. En variante, les dimensions de certains éléments planaires elliptiques peuvent être égales, les éléments planaires elliptiques ne pouvant avoir tous les mêmes dimensions. Selon un mode de réalisation, les dimensions des N éléments planaires elliptiques sont exponentiellement décroissantes, à savoir décroissantes selon la fonction exponentielle. En variante, les dimensions des N éléments planaires elliptiques sont décroissantes selon une fonction polynômiale. Par décroissance selon une fonction polynômiale, on entend que les dimensions des N éléments planaires elliptiques peuvent être déterminées par une partie monotone d'une fonction f de type :

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 x^0$$

où n est un entier naturel et  $a_n, a_{n-1}, a_1, a_0$  sont des coefficients réels de la fonction polynômiale f.

**[0017]** La cavité 11 est délimitée par la paroi métallique inférieure 14 et par des parois métalliques latérales 17 et est remplie d'air. L'élément rayonnant 10 comporte en outre au moins une source d'alimentation constituée par une ligne coaxiale 18 reliée au premier élément planaire elliptique 131 situé le plus proche de l'extrémité inférieure 15 de l'âme centrale 12. Ainsi, seul le premier élément planaire elliptique 131 est alimenté directement par la ligne coaxiale 18. Le premier élément planaire elliptique 131 rayonne une onde radiofréquence qui se propage dans la cavité et engendre des courants à la surface des autres éléments planaires elliptiques 132,..., 13N qui sont alors couplés de proche en proche par couplage électromagnétique induit. Le premier élément planaire elliptique 131 est donc un élément planaire exciteur.

**[0018]** Les grands axes des formes elliptiques correspondant aux différents éléments planaires elliptiques peuvent être tous orientés dans une direction unique commune ou dans des directions différentes. Les N éléments planaires elliptiques peuvent être tous logés à l'intérieur de la cavité comme illustré sur les figures 1a, 1b, 1c, mais ce n'est pas obligatoire et alternativement, quelques éléments planaires elliptiques correspondant aux dimensions les plus petites et aux fréquences les plus hautes, peuvent dépasser de la cavité comme représenté sur la figure 1 d.

**[0019]** Lorsque l'élément rayonnant comporte une seule ligne coaxiale 18 d'alimentation, les différents éléments planaires elliptiques 131, 132,..., 13N peuvent être progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres, autour de l'âme centrale 15, comme représenté par exemple, sur la figure 1b. Les grands axes des formes elliptiques correspondant aux différents éléments planaires elliptiques sont alors orientés dans des directions différentes. Le décalage des différents éléments planaires elliptiques en rotation permet d'obtenir un rayonnement de l'élément rayonnant en polarisation circulaire. L'axe de rayonnement de l'élément rayonnant correspond à l'axe Z.

**[0020]** Le graphique de la figure 2 montre les deux courbes 21, 22 du rayonnement d'un élément rayonnant conforme à l'invention, en fonction de la fréquence, l'élément rayonnant étant alimenté par une seule ligne coaxiale et comportant des éléments planaires elliptiques progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres comme sur les figures 1a, 1b, 1c, 1d. Le décalage en rotation entre les premier et N<sup>ième</sup> éléments planaires elliptiques est d'environ 90°.

**[0021]** La première courbe 21 correspond au rayonnement de l'élément rayonnant selon une première polarisation circulaire de sens direct et la deuxième courbe 22 correspond au rayonnement de l'élément rayonnant selon une deuxième polarisation circulaire de sens inverse.

**[0022]** Comme le montrent ces deux courbes, avec une unique ligne d'alimentation, l'élément rayonnant fonctionne dans deux bandes passantes différentes très larges comprises entre 3.7GHz et 6.4GHz et dans chaque bande passante, les polarisations sont différentes et inversées. Dans chaque bande passante, les niveaux de gain en polarisation croisée (en anglais : cross-polarisation) sont inférieurs à -15dB par rapport aux niveaux de gain de la polarisation de fonctionnement correspondante.

**[0023]** Cet élément rayonnant permet donc un fonctionnement dans deux bandes de fréquences différentes distinctes, par exemple d'émission et de réception, avec des polarisations différentes et un bon niveau de gain.

**[0024]** Ces deux courbes 21, 22 montrent que l'association de la cavité avec une pluralité d'éléments plans elliptiques de dimensions différentes permet un rayonnement de l'élément rayonnant dans une bande passante beaucoup plus large que les éléments rayonnants classiques. Ceci est dû au fait que les éléments plans elliptiques ayant les plus grandes dimensions participent au rayonnement de l'élément rayonnant dans des fréquences basses alors que les éléments plans elliptiques de dimensions plus faibles participent au rayonnement de l'élément rayonnant dans des fréquences plus hautes. La progressivité de la décroissance des dimensions des éléments plans elliptiques le long de l'âme centrale 12 permet d'obtenir un rayonnement continu dans une large bande de fréquences. En outre, le fonctionnement en double polarisation circulaire est dû à un effet naturel particulièrement remarquable correspondant à une inversion naturelle du sens de la polarisation dans les bandes de fréquence les plus hautes.

**[0025]** Cette inversion naturelle du sens de la polarisation, dans la bande correspondant aux fréquences de fonctionnement les plus hautes, par exemple la bande de réception, est un effet nouveau qui n'a jamais été rencontré dans les éléments rayonnants classiques et est due à un couplage entre le élément plan elliptique exciteur 131 et le fond de la cavité 14 constitué par la paroi inférieure de la cavité. La réflexion, sur le fond de la cavité 14, des ondes radiofréquences, émises par le élément plan elliptique exciteur 131 et correspondant aux fréquences de fonctionnement les plus hautes, a pour effet d'inverser le sens de la polarisation.

**[0026]** Le champ électrique correspondant aux fréquences les plus hautes est réfléchi par la paroi inférieure 14 de la cavité et est réémis vers le haut de la cavité après inversion du sens de la polarisation. Au contraire, le champ électrique correspondant aux fréquences basses est directement émis vers le haut de la cavité sans réflexion et sans inversion du sens de la polarisation.

**[0027]** Il est possible d'assembler plusieurs éléments rayonnants 10 identiques pour former un réseau rayonnant planaire bi-dimensionnel de grandes dimensions comme illustré par exemple sur les figures 3a et 3b sur lesquelles quatre éléments rayonnants du réseau sont représentés. Dans le réseau rayonnant, les différents éléments rayonnants sont aménagés les uns à côté des autres et leurs cavités respectives sont reliées entre elles par une plaque métallique de support 30 commune formant un plan de masse métallique. Bien entendu, le réseau rayonnant n'est pas limité à quatre éléments rayonnants, mais peut comporter n'importe quel nombre d'éléments rayonnants supérieur à deux. Cependant, les éléments rayonnants ayant une ouverture réduite à une demi-longueur d'onde centrale de fonctionnement, en bas de la bande de fréquence d'émission, les éléments rayonnants se couplent entre eux avec des niveaux de champ importants qui ont pour effet d'altérer la pureté de polarisation. Pour résoudre ce problème, selon l'invention, des éléments absorbants 31 réalisés dans un matériau diélectrique, ont été ajoutés entre les éléments rayonnants adjacents, et fixés sur la plaque métallique de support 30. Les éléments absorbants sont des volumes de diélectrique pouvant avoir une forme quelconque, et peuvent être positionnés en des points de jonction entre quatre éléments rayonnants adjacents, comme représenté sur les figures 3a et 3b. La hauteur des éléments absorbants peut varier selon leur position dans le réseau et selon la fréquence du couplage parasite à éliminer. Le matériau diélectrique peut par exemple être constitué d'un matériau tel que le carbure de silicium SiC.

**[0028]** En outre, comme la mise en réseau peut engendrer une augmentation des niveaux de polarisation croisée, les éléments rayonnants adjacents sont agencés spatialement de façon que leurs éléments plans elliptiques respectifs soient respectivement orientés parallèlement à deux directions X, Y orthogonales entre elles, c'est-à-dire que les directions des grands axes de leurs éléments plans elliptiques respectifs sont orthogonales entre elles, comme illustré sur la figure 3b. Grâce à la superposition de plusieurs ellipses de champ orthogonales entre elles, cet agencement spatial séquentiel des éléments rayonnants successifs permet d'améliorer la pureté des deux polarisations circulaires engendrées par les différents éléments rayonnants du réseau et de nettement réduire les niveaux de polarisation croisée dans l'axe de rayonnement du réseau.

**[0029]** Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, les différents éléments plans elliptiques de chaque élément rayonnant ne sont pas décalés en rotation les uns par rapport aux autres, mais les grands axes de leurs formes elliptiques respectives sont tous alignés dans une direction commune.

**[0030]** Dans ce cas, pour un fonctionnement de l'élément rayonnant dans deux polarisations orthogonales entre elles, chaque élément rayonnant 10 comporte deux lignes coaxiales d'alimentation 18, 28 reliées au premier élément plan elliptique 131 situé le plus proche de l'extrémité inférieure de l'âme centrale. Les deux lignes coaxiales d'alimentation

18, 28 sont respectivement connectées en deux points de connexion différents du premier élément planaire elliptique 131, les deux points de connexion étant placés selon deux directions différentes du premier élément planaire elliptique 131, perpendiculaires entre elles, les deux directions pouvant correspondre par exemple, aux directions du grand axe et du petit axe de la forme elliptique du premier élément planaire elliptique 131. Ainsi, seul le premier élément planaire elliptique est alimenté directement par les deux lignes coaxiales selon deux polarisations orthogonales. Dans ce cas, l'élément rayonnant 10 ne peut fonctionner que dans une seule bande de fréquence et en bi-polarisation car il n'est dans ce cas, pas possible de sélectionner à la fois une bande de fréquence et une seule polarisation. Selon ce deuxième mode de réalisation, pour un fonctionnement à l'émission et à la réception, il est alors nécessaire de réaliser des éléments rayonnants de dimensions différentes adaptées respectivement soit à une bande de fréquence de fonctionnement dédiée à l'émission, soit à une bande de fréquence de fonctionnement dédiée à la réception. Les figures 4a et 4b illustrent un exemple de réseau comportant des éléments rayonnants selon ce deuxième mode de réalisation de l'invention. Comme le montre la figure 4b, les éléments rayonnants adjacents sont agencés spatialement de façon que leurs éléments planaires elliptiques respectifs soient respectivement orientés dans deux directions X, Y orthogonales entre elles, c'est-à-dire que les directions des grands axes de leurs éléments planaires elliptiques respectifs sont orthogonales entre elles.

**[0031]** Bien que l'invention ait été décrite en liaison 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 décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention. En particulier, les réseaux d'éléments rayonnants ne sont pas limités à quatre éléments rayonnants mais peuvent comporter un nombre d'éléments rayonnants supérieur à deux.

## Revendications

1. Élément rayonnant (10) comportant une cavité (11) à symétrie de révolution autour d'un axe Z et une source d'alimentation, la cavité (11) étant délimitée par des parois métalliques latérales (17) et par une paroi métallique inférieure (14), **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une âme centrale (12) métallique s'étendant axialement au centre de la cavité (11) et N éléments planaires elliptiques (131, 132, ..., 13N) métalliques successifs différents, empilés les uns au-dessus des autres, parallèlement à la paroi inférieure (14) de la cavité, l'âme centrale (12) comportant une extrémité inférieure (15) fixée à la paroi métallique inférieure (14) de la cavité et une extrémité supérieure (16) libre, chaque élément planaire elliptique (131, 132, ..., 13N) étant centré dans la cavité (11) et solidaire de l'âme centrale (12), les N éléments planaires elliptiques étant régulièrement espacés et ayant des dimensions décroissantes de manière monotone entre l'extrémité inférieure (15) et l'extrémité supérieure (16) de l'âme centrale (12), où N est un nombre entier supérieur à 2.
2. Élément rayonnant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les N éléments planaires elliptiques ont des dimensions exponentiellement décroissantes.
3. Élément rayonnant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les N éléments planaires elliptiques ont des dimensions décroissantes selon une fonction polynômiale.
4. Élément rayonnant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la source d'alimentation est constituée d'une ligne coaxiale (18) connectée au premier élément planaire elliptique (131) situé le plus proche de l'extrémité inférieure (15) de l'âme centrale (12) et **en ce que** les N éléments planaires elliptiques successifs (131, 132, ..., 13N) sont progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres, autour de l'âme centrale (12).
5. Élément rayonnant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la source d'alimentation est constituée de deux lignes coaxiales (18, 28) connectées, en deux points de connexion différents, au premier élément planaire elliptique (131) situé le plus proche de l'extrémité inférieure de l'âme centrale (12), les deux points de connexion étant respectivement placés selon deux directions du premier élément planaire elliptique, perpendiculaires entre elles, et **en ce que** les N éléments planaires elliptiques (131, 132, ..., 13N) sont tous alignés dans une direction commune.
6. Réseau rayonnant **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux éléments rayonnants (10) selon l'une des revendications précédentes.
7. Réseau rayonnant selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les éléments rayonnants (10) sont aménagés les uns à côté des autres sur une plaque de support (30) commune.
8. Réseau rayonnant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les éléments rayonnants adjacents entre eux

## EP 3 306 746 A1

sont agencés spatialement de façon que leurs éléments planaires elliptiques (131, 132, ..., 13N) respectifs soient respectivement orientés dans deux directions orthogonales entre elles.

9. Réseau rayonnant selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des éléments diélectriques (31) absorbants disposés entre deux éléments rayonnants (10) adjacents.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

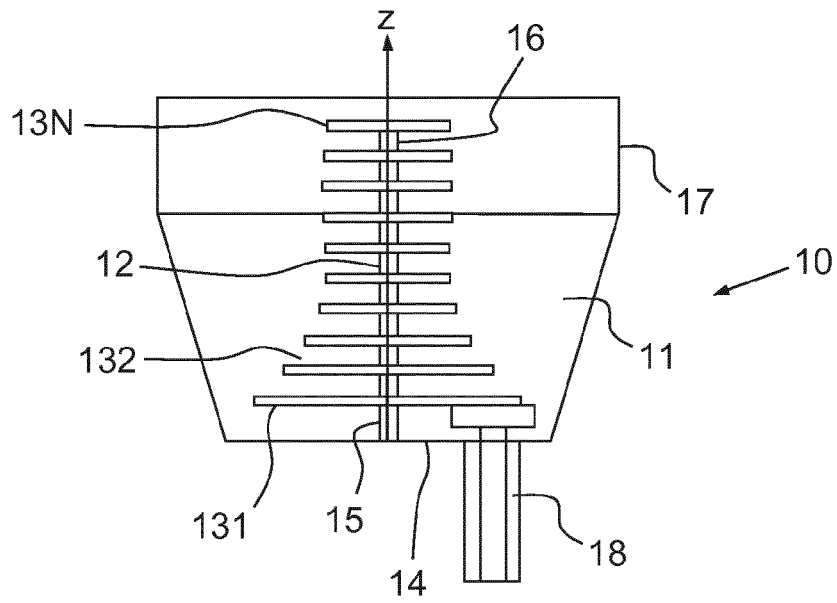


FIG. 1a

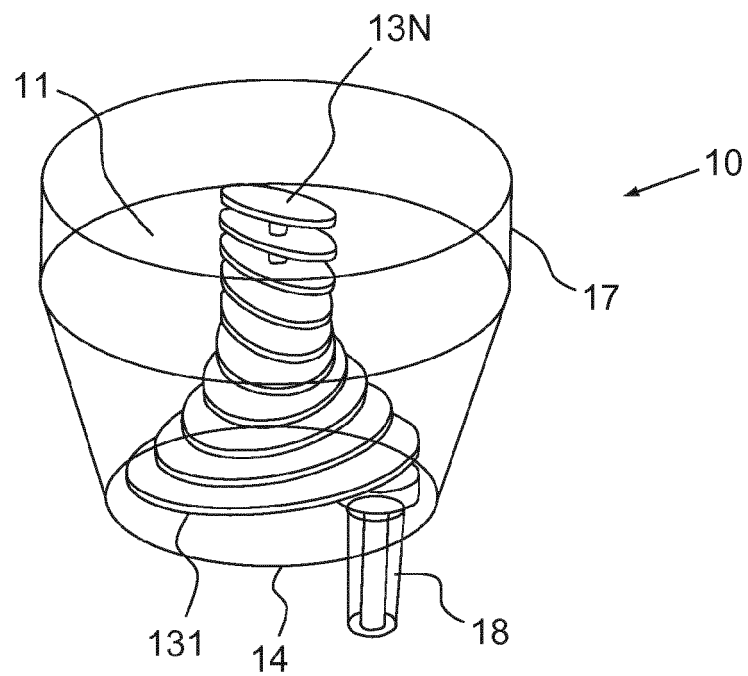


FIG. 1b

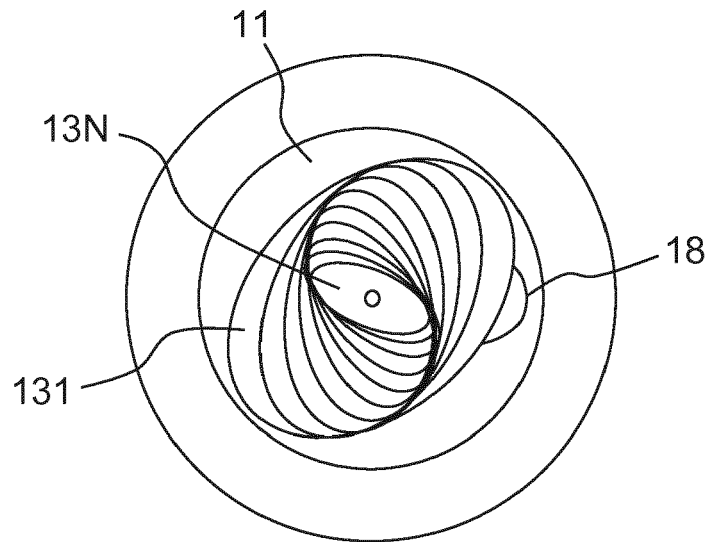


FIG. 1c

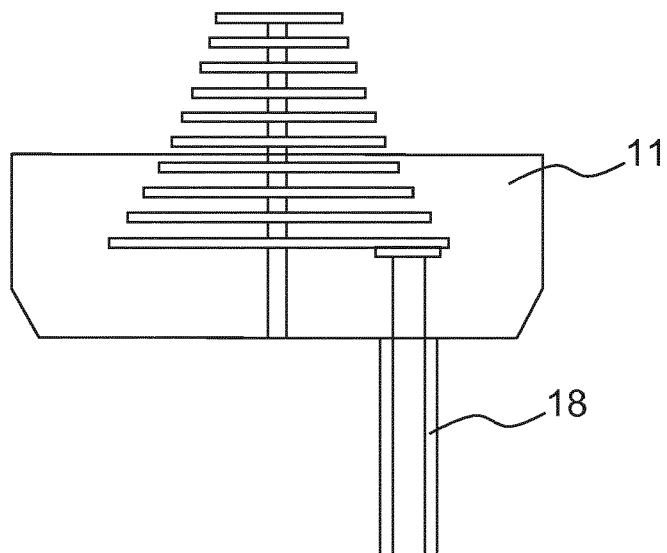


FIG. 1d

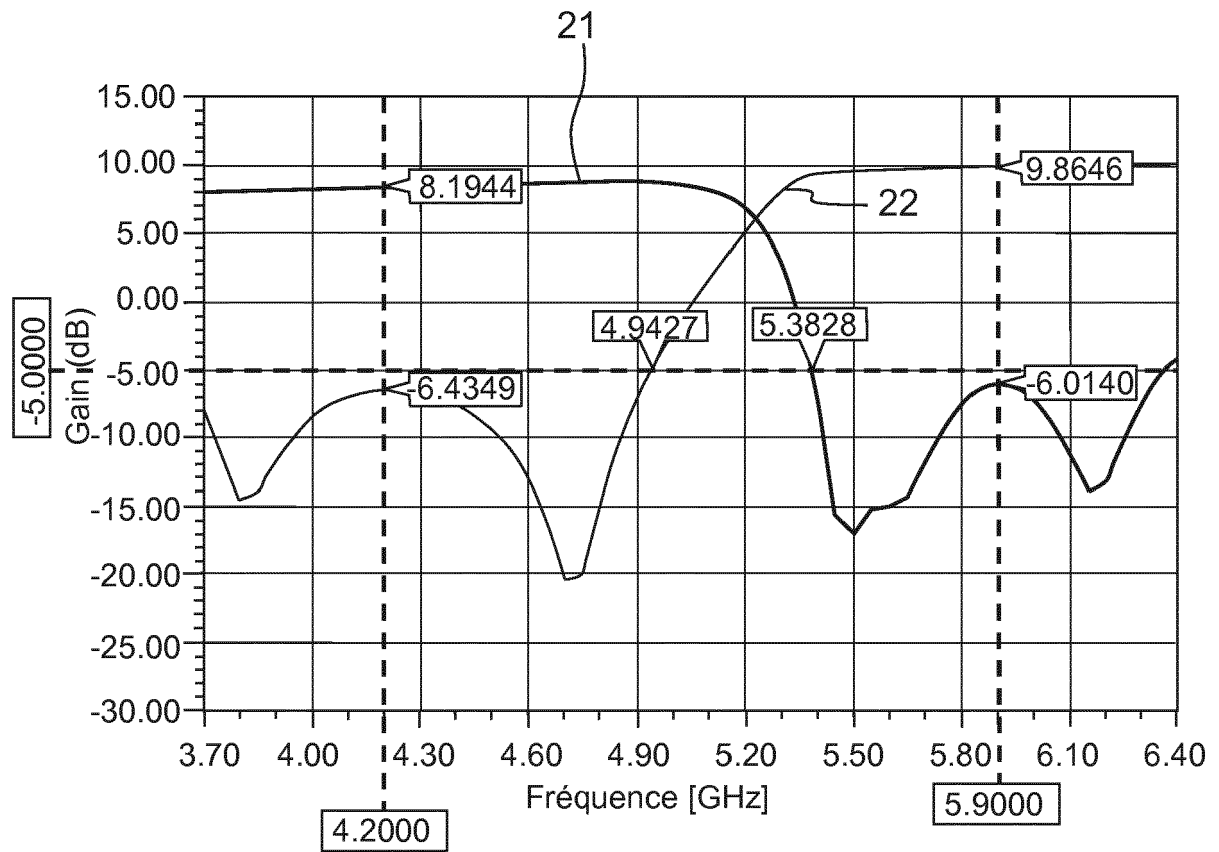


FIG.2

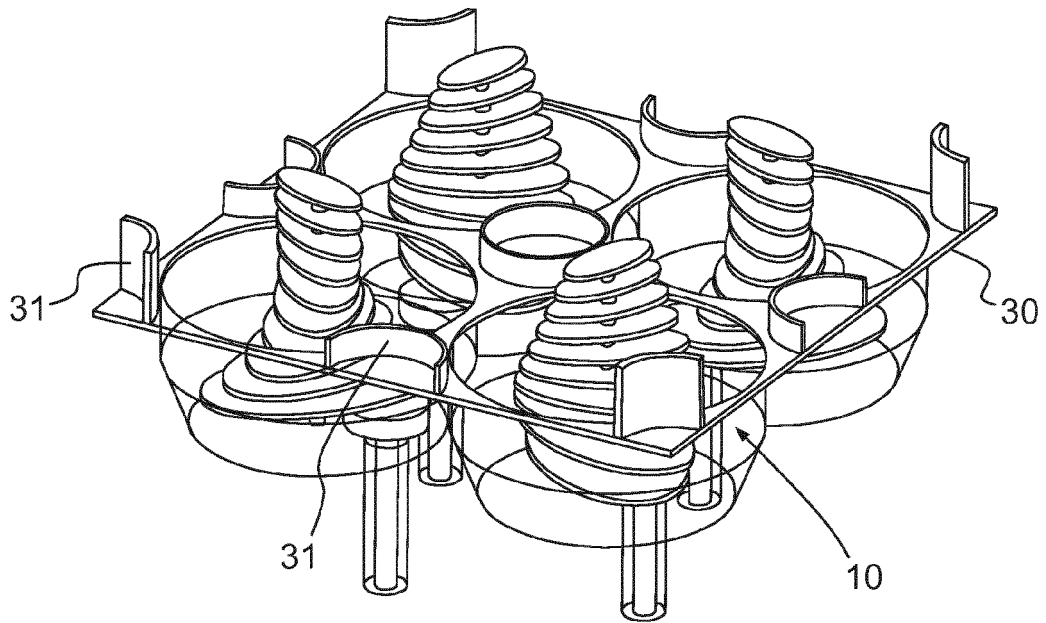


FIG. 3a

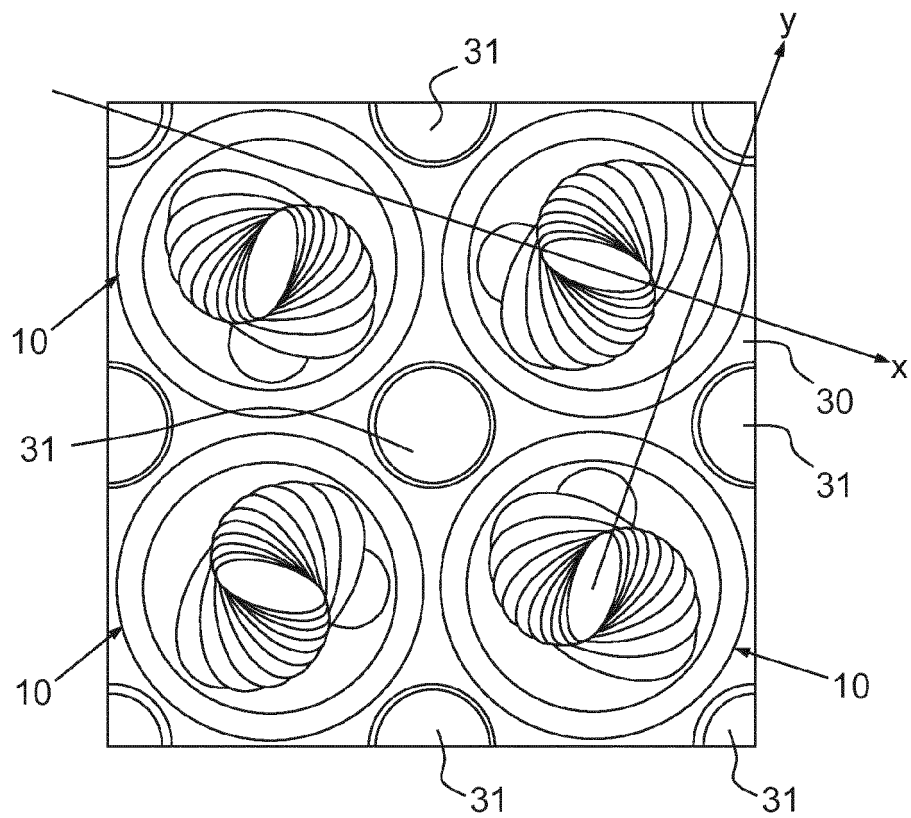


FIG. 3b

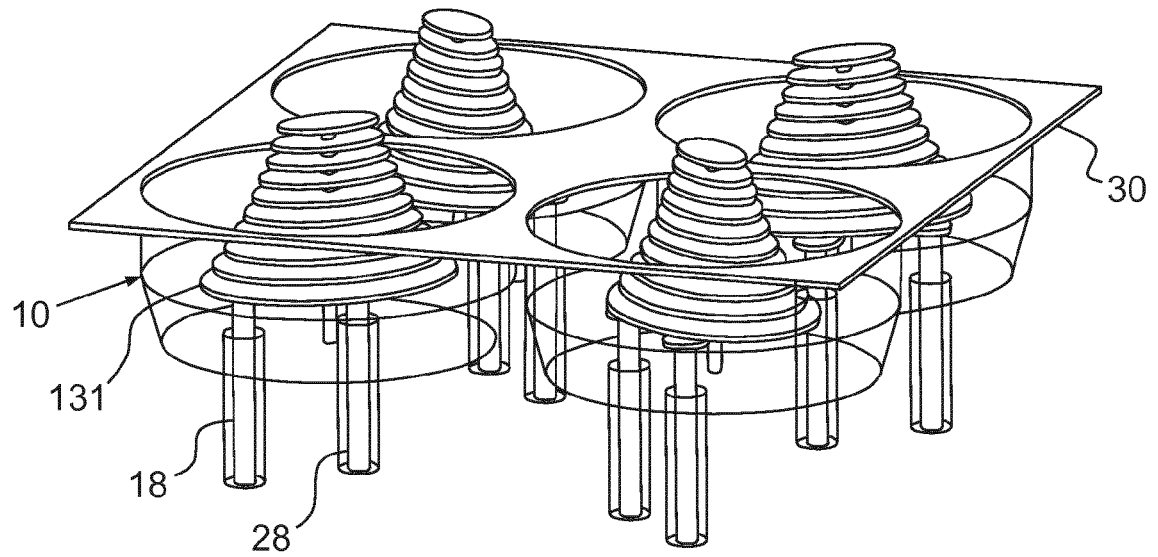


FIG. 4a

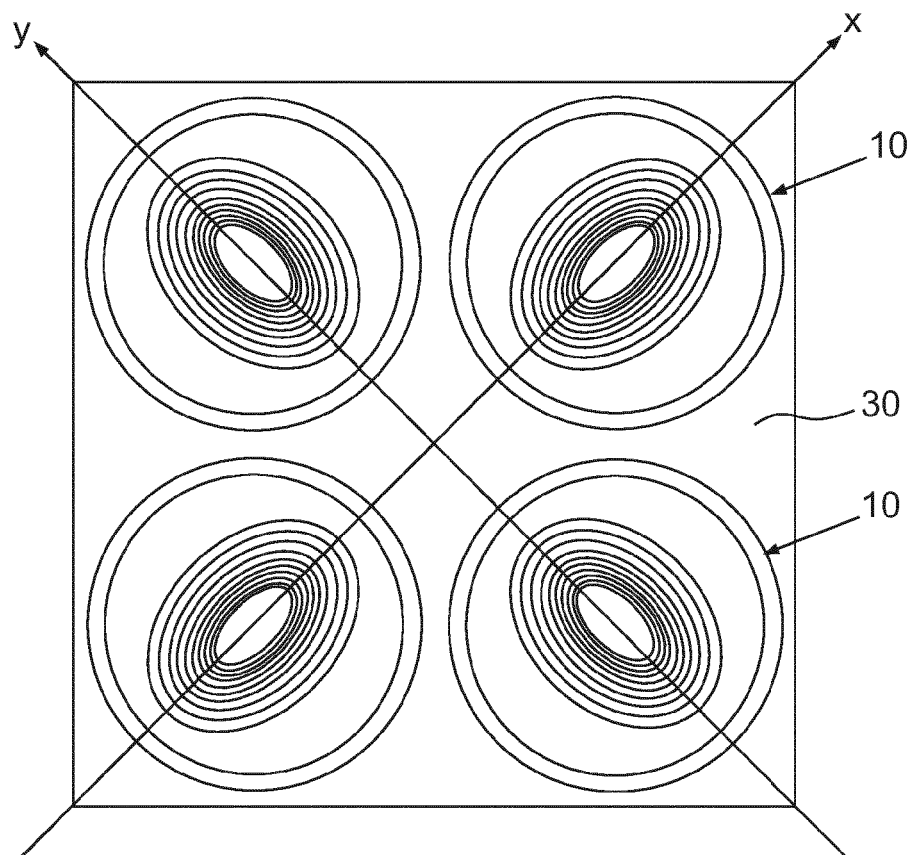


FIG. 4b



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 19 4500

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)        |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2012/112977 A1 (YUN SO-HYEUN [KR])<br>10 mai 2012 (2012-05-10)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1-3,6,7                                                                                                                                                                                                                                                                  | INV.<br>H01Q9/04<br>H01Q21/06         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | * alinéa [0032] - alinéa [0056]; figures 1-3 *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4,5,8,9                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>RAWAT SANYOG ET AL: "Stacked elliptical patches for circularly polarized broadband performance",<br>2014 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL PROPAGATION AND COMPUTER TECHNOLOGY (ICSPCT 2014), IEEE,<br>12 juillet 2014 (2014-07-12), pages 232-235, XP032631327,<br>DOI: 10.1109/ICSPCT.2014.6884942<br>* le document en entier *                                          | 4                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>US 5 010 348 A (RENE DIDIER [FR] ET AL)<br>23 avril 1991 (1991-04-23)<br>* colonne 2, ligne 43 - colonne 3, ligne 5; figures 1-3 *                                                                                                                                                                                                                                          | 5                                                                                                                                                                                                                                                                        | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>WEILY A R ET AL: "Circularly Polarized Ellipse-Loaded Circular Slot Array for Millimeter-Wave WPAN Applications",<br>IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US,<br>vol. 57, no. 10,<br>1 octobre 2009 (2009-10-01), pages 2862-2870, XP011271562,<br>ISSN: 0018-926X, DOI:<br>10.1109/TAP.2009.2029305<br>* abrégé; figure 5 * | 8                                                                                                                                                                                                                                                                        | H01Q                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -/--                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Date d'achèvement de la recherche<br><b>31 janvier 2018</b>                                                                                                                                                                                                              | Examineur<br><b>La Casta Muñoa, S</b> |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>-----<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                       |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 19 4500

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                                                                                                                                                                                             | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | KOUTSOUPIDOU MARIA ET AL: "A microwave breast imaging system using elliptical uniplanar antennas in a circular-array setup",<br>2015 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGING SYSTEMS AND TECHNIQUES (IST),<br>IEEE,<br>16 septembre 2015 (2015-09-16), pages 1-4,<br>XP032791411,<br>DOI: 10.1109/IST.2015.7294522<br>* abrégé; figure 3 * | 8                                                                                                                                                                                                                                                               | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2012/062440 A1 (TASAKI OSAMU [JP] ET AL) 15 mars 2012 (2012-03-15)<br>* alinéa [0099]; figure 1 *                                                                                                                                                                                                                                        | 9                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | XIN ZHANG ET AL: "Design of circularly polarized stacked microstrip antennas",<br>ANTENNAS, PROPAGATION AND EM THEORY, 2008.<br>ISAPE 2008. 8TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA,<br>2 novembre 2008 (2008-11-02), pages 11-14,<br>XP031398978,<br>ISBN: 978-1-4244-2192-3<br>* abrégé; figure 1 *                     | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| A,P                                                                                                                                                                                                                                                                  | WO 2017/100126 A1 (VIASAT INC [US])<br>15 juin 2017 (2017-06-15)<br>* alinéa [0055] *<br>* alinéa [0095] - alinéa [0106]; figures 6, 6a *                                                                                                                                                                                                   | 1,3-9                                                                                                                                                                                                                                                           |                                       |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Date d'achèvement de la recherche<br><b>31 janvier 2018</b>                                                                                                                                                                                                     | Examineur<br><b>La Casta Muñoa, S</b> |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : 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 17 19 4500

5 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.

31-01-2018

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)                                                                            | Date de<br>publication                                                                         |
|-------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 2012112977 A1                                | 10-05-2012             | KR 20120049647 A<br>US 2012112977 A1                                                                               | 17-05-2012<br>10-05-2012                                                                       |
| US 5010348 A                                    | 23-04-1991             | CA 1290449 C<br>DE 3886689 D1<br>DE 3886689 T2<br>EP 0315141 A1<br>FR 2623020 A1<br>JP H01205603 A<br>US 5010348 A | 08-10-1991<br>10-02-1994<br>28-04-1994<br>10-05-1989<br>12-05-1989<br>18-08-1989<br>23-04-1991 |
| US 2012062440 A1                                | 15-03-2012             | JP 2012065014 A<br>US 2012062440 A1                                                                                | 29-03-2012<br>15-03-2012                                                                       |
| WO 2017100126 A1                                | 15-06-2017             | AUCUN                                                                                                              |                                                                                                |

EPO FORM P0450

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