

(19)



(11)

**EP 2 811 574 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**10.12.2014 Bulletin 2014/50**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 1/42 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **13305736.4**

(22) Date de dépôt: **03.06.2013**

(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**

(72) Inventeurs:  
• **Le Bayon, Armel**  
**44570 Trignac (FR)**  
• **Tuau, Denis**  
**44570 Trignac (FR)**

(71) Demandeur: **Alcatel- Lucent Shanghai Bell Co.,  
Ltd**  
**Shanghai 201206 (CN)**

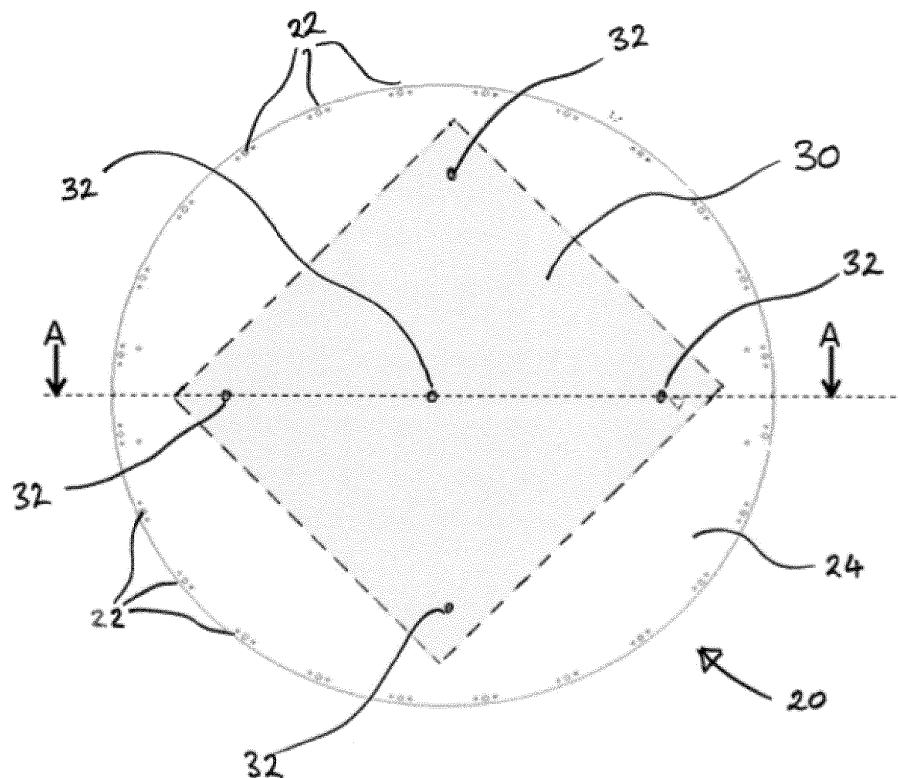
(74) Mandataire: **Raets, David**  
**Alcatel-Lucent International**  
**148/152 route de la Reine**  
**92100 Boulogne-Billancourt (FR)**

(54) **Radôme rigide pour une antenne à réflecteur concave**

(57) Radôme (20) destiné à être monté sur une antenne (10) à réflecteur concave, comprenant une première couche (24) et au moins une deuxième couche (30) fixée à ladite première couche de manière à accroître

l'épaisseur effective dudit radôme, la superficie de ladite deuxième couche étant strictement inférieure à 100% de la superficie de ladite première couche (24).

**FIG. 2**



**EP 2 811 574 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à une antenne de télécommunication à réflecteur concave ayant par exemple la forme d'au moins une portion de parabole. Ces antennes, notamment de type micro-onde, sont utilisées habituellement dans les réseaux de communication mobile. Ces antennes fonctionnent indifféremment en mode transmetteur ou en mode récepteur, correspondant à deux sens opposés de propagation des ondes RF.

**[0002]** On associe au réflecteur un radôme qui présente une surface protectrice imperméable cloisonnant l'espace défini par le réflecteur, muni ou non d'une jupe, vis-à-vis de l'extérieur. Ce radôme peut être souple ou rigide. Un radôme rigide, le plus utilisé actuellement, présente l'avantage d'une bonne résistance vis-à-vis de l'environnement climatique extérieur tel que pluie, vent ou neige.

**[0003]** Néanmoins l'épaisseur du matériau mis en oeuvre dans un radôme rigide est problématique puisque cette épaisseur est déterminée en fonction de la bande de fréquences utilisée par l'antenne. Par exemple, l'épaisseur d'un radôme rigide mis en oeuvre dans une antenne transmettant avec une fréquence de 40 GHz est pratiquement deux fois moins importante que l'épaisseur d'un radôme rigide de même nature mis en oeuvre dans une antenne transmettant avec une fréquence de 20 GHz. On comprend que pour utiliser l'antenne sur une large bande de fréquences, pouvant aller de 5 à 25 GHz par exemple, il est nécessaire d'utiliser cinq radômes d'épaisseur différente. Ces radômes doivent être démontés et remplacés à chaque changement de domaine de fréquence.

**[0004]** En outre un radôme doit présenter les qualités suivantes :

- une grande transparence aux ondes radioélectriques sur la plus grande bande passante possible,
- une bonne résistance mécanique à des charges supérieures à 300 Kg/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à des vents de 250 Km/h,
- une stabilité suffisante vis-à-vis des rayons ultraviolets (UV), de la pluie, des brouillards salins et des écarts de température dans la plage -45°C à +70°C,
- un coût le plus bas possible, notamment en ce qui concerne les radômes de grand diamètre.

**[0005]** Par exemple, pour des antennes transmettant avec une fréquence de 25 GHz, on connaît des radômes ayant une structure sandwich constituée d'une structure centrale alvéolée d'une épaisseur de l'ordre de 3 mm et deux plaques externes présentant une épaisseur de l'ordre de 0,35 mm chacune. Une telle structure présente d'excellentes performances radioélectriques pour des fréquences avoisinant 25 GHz, mais présente des performances plus modestes pour les fréquences éloignées de cette cible.

**[0006]** Ce phénomène est dû à l'écart entre l'épaisseur réelle du radôme et l'épaisseur de référence qui est adap-

tée à la valeur d'une demi-longueur d'onde à la fréquence centrale de la bande passante. Un tel radôme ayant une épaisseur égale à l'épaisseur de référence est appelé « radôme demi-onde ». Pour des écarts importants vis-à-vis de la fréquence centrale de fonctionnement de l'antenne, et donc de l'épaisseur idéale, les coefficients de réflexion du radôme peuvent dépasser -20 dB, ce qui nuit à la performance de l'antenne.

**[0007]** La présente invention a pour but d'éliminer les inconvénients de l'art antérieur, en proposant un radôme rigide permettant le fonctionnement avec des performances satisfaisantes d'une antenne parabolique dans une plage de fréquence plus large que l'art antérieur, sans qu'il soit nécessaire de le changer.

**[0008]** Plus particulièrement, la présente invention a donc pour but d'améliorer la performance des antennes pour des fréquences inférieures aux fréquences cibles du radôme et de l'antenne, sans qu'il soit nécessaire de le changer.

**[0009]** L'objet de la présente invention est un radôme destiné à être monté sur une antenne, ledit radôme comprenant une première couche et au moins une deuxième couche fixée à ladite première couche de manière à accroître l'épaisseur effective dudit radôme sur au moins une partie de sa surface, la superficie de ladite deuxième couche étant strictement inférieure à 100% de la superficie de ladite première couche.

**[0010]** La première couche peut être constituée d'un matériau rigide ou flexible, et adopter une forme plate, incurvée ou conique.

**[0011]** Ceci a comme avantage de réaliser un radôme léger et à faible coût permettant des applications pour des ondes millimétriques par une modification aisée des radômes haute-fréquences, qui sont eux-mêmes légers et peu onéreux.

**[0012]** En effet, pour les basses fréquences un radôme demi-onde est habituellement privilégié, qui est très épais et donc coûteux en matière. La présente invention permet d'adapter un radôme à structure de type « sandwich » à l'utilisation aux basses fréquences en évitant l'utilisation d'un radôme à structure de type « sandwich » très épais ou d'un radôme avec une forme conique ou sphérique, ce qui est très difficilement réalisable avec des matériaux multicouches.

**[0013]** Selon un aspect, la deuxième couche du radôme est formée d'un matériau de même nature que la première couche.

**[0014]** Selon un autre aspect, la deuxième couche du radôme est fixée à la première couche par l'intermédiaire d'une entretoise de manière à espacer ladite deuxième couche de ladite première couche au moins sur une partie de celle-ci.

**[0015]** Selon encore un mode de réalisation, un radôme présente des entretoises permettant un espacement des première et deuxième couches compris entre 10 mm et 3 mm.

**[0016]** En outre, la surface de la deuxième couche du radôme peut présenter une forme différente de la surface

de la première couche.

**[0017]** Selon une variante, la surface de la deuxième couche du radôme est courbée et la surface de la première couche du radôme est plane.

**[0018]** Selon une autre variante, la surface de la deuxième couche du radôme est plane et la surface de la première couche du radôme est courbée.

**[0019]** La deuxième couche peut être constituée d'un matériau rigide ou flexible, et adopter une forme plate ou incurvée.

**[0020]** Par ailleurs, la deuxième couche du radôme peut présenter une surface de forme polygonale, comme par exemple un triangle ou un hexagone ou encore un quadrilatère comme un rectangle ou un carré, ou bien une surface de forme délimitée par une courbe fermée comme un cercle, un ovale ou un oblong.

**[0021]** Dans un mode de réalisation, la superficie de la deuxième couche recouvre au moins 70% de la superficie de ladite première couche, et de préférence au moins 50% de la superficie de ladite première couche.

**[0022]** Selon un autre aspect, la deuxième couche est fixée de manière amovible à la première couche.

**[0023]** Dans un radôme l'espace entre les première et second couche peut être rempli de mousse de faible densité.

**[0024]** Un deuxième objet selon la présente invention est une antenne comportant un radôme selon l'un quelconque des aspects ci-dessus.

**[0025]** Selon un mode de réalisation la deuxième couche du radôme est agencé de manière à être en vis-à-vis d'un réflecteur de ladite antenne. De préférence, la deuxième couche est disposée sur la face interne du radôme faisant face au guide d'onde.

**[0026]** Un troisième objet selon l'invention est un procédé de fabrication d'un radôme, comprenant les étapes suivantes: fournir une première couche d'un radôme et fixer une deuxième couche sur la surface dudit radôme de manière à accroître l'épaisseur effective dudit radôme, la superficie de ladite deuxième couche étant strictement inférieur à 100% de la superficie de ladite première couche.

**[0027]** Selon un autre aspect, la deuxième couche est fixée sur la première couche du radôme à l'aide d'entretôises de manière à espacer ladite deuxième couche de ladite première couche dudit radôme sur au moins une partie de ladite deuxième couche.

**[0028]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation, donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- la figure 1 illustre une vue en perspective d'une antenne comprenant un radôme selon un mode de réalisation ;
- la figure 2 illustre une vue de la face interne du radôme de la figure 1 ;
- la figure 3 illustre un moyen de fixation selon un as-

pect de la présente invention;

- les figures 4 à 6 illustrent diverses variantes d'un radôme en coupe diamétrale «A-A» ;
- les figures 7 et 8 illustrent une comparaison des performances radioélectriques d'un radôme selon l'art antérieur et selon l'invention;
- les figures 9 et 10 illustrent une comparaison des performances radioélectriques d'un radôme selon l'art antérieur et selon l'invention.

**[0029]** Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

**[0030]** Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, on représente une antenne 10 muni des ses moyens de fixation 12, par exemple pour être fixée sur un mât. L'antenne 10 comporte un réflecteur parabolique 14 au centre duquel est placé un guide d'onde (non représenté). Un radôme 20 fixé à sa périphérie sur le réflecteur 14 recouvre la parabole 14. Les points de fixations du radôme 20 à la parabole 14 sont illustrés avec la référence 22.

**[0031]** La première couche peut être constituée d'un matériau rigide ou flexible qui permet selon le cas d'obtenir une forme plate, incurvée ou conique. Divers matériaux peuvent être utilisés pour la construction du radôme 20 comme un polymère (ABS, PS, PVC, PP) injecté ou thermoformé. Ils ont en commun d'atténuer au minimum le signal émis et reçu. Le radôme 20 peut être par exemple constitué d'un matériau multicouche de type sandwich comprenant deux plaques externes denses entourant au moins une partie centrale contenant une forte proportion d'air. Les plaques externes, qui sont des plaques fines planes continues, et la partie centrale tridimensionnelle sont constituée du même matériau polymère, de préférence du polypropylène (PP). Le radôme 20 peut notamment être de type « alvéolé » dont les alvéoles ont une forme sensiblement conique ou bien du type « nid d'abeille ».

**[0032]** Aux fins de la description ci-après, quelle que soit la structure de la première couche 24 monocouche ou multicouche du radôme 20, celle-ci sera nommée au singulier « couche ». La composition de la première couche 24 est bien connue de l'homme du métier et ne sera pas détaillée davantage.

**[0033]** Afin d'améliorer la performance des basses fréquences, une deuxième couche 30 (visible en transparence) est fixée à ladite première couche 24. De préférence, la deuxième couche 30 est agencée de manière à être en vis-à-vis du guide d'onde de l'antenne 10, c'est-à-dire sur la surface interne du radôme 20 quand celui-ci est montée sur le réflecteur 14.

**[0034]** L'objectif est de rendre le radome transparent aux ondes. Lorsqu'une onde rencontre un radome, il y a bien sûr une onde transmise mais aussi une onde partiellement réfléchi. En cumulant différentes couches avec des épaisseurs bien précises, on peut annuler cette onde réfléchi sur une bande passante définie. En effet les ondes réfléchies sur les différentes couches viennent

se superposer et peuvent s'annuler si la somme des phases est nulle.

**[0035]** On considérera maintenant la figure 2 qui illustre de manière plus détaillée la face interne du radôme 20 comprenant la première couche 24. Une deuxième couche 30 est fixée à la première couche 24.

**[0036]** La deuxième couche 30 est de préférence constituée de matériaux de même nature que pour la couche 24. Toutefois, comme elle ne subit pas directement les influences extérieures, c'est-à-dire le vent et les radiations UV, ses caractéristiques mécaniques peuvent être allégées.

**[0037]** La superficie de la deuxième couche 30 doit être strictement inférieur à 100% de la superficie de la première couche 24, et de préférence la superficie de la deuxième couche 30 doit présenter au moins 50%, et de préférence au moins 70%, de la superficie de la première couche 24 pour avoir un impact radioélectrique significatif.

**[0038]** La deuxième couche 30 peut en outre présenter une quelconque forme, et de préférence des formes polygonales telles que qu'un hexagone, un triangle ou un quadrilatère comme un parallélogramme, un carré, un rectangle, un losange, un trapèze, etc., bien que les formes circulaire ou oblong soient autorisées. De manière préférentielle, une forme carrée est du point de vue simplicité préférable, car plus facile et moins onéreuse à produire. Cependant, toute autre forme est possible si le ratio minimum des superficies est supérieur à environ 50%.

**[0039]** La deuxième couche 30 peut être fixée à la première couche 24 d'une manière quelconque et en utilisant tous les moyens disponibles à cette fin selon les contraintes connues de l'homme du métier.

**[0040]** La deuxième couche 30 peut notamment être fixée à des points d'attache 32 comme cela est illustré, ou plaquée de manière continue sur toute la surface de la première couche. En outre, les points de fixations 32 peuvent fixer la deuxième couche 30 au contact de la première couche 24, tout comme ces points de fixation 32 peuvent également garder la deuxième couche 30 espacée de ladite première couche 24. De plus, l'espacement entre les première et deuxième couches peut varier et ne pas rester constant.

**[0041]** De préférence, les points de fixations 32 sont conçus de préférence en matériaux plastiques résistants aux UV, et d'une structure suffisamment solides pour maintenir en place les deux couches. En outre, les points de fixation présentent un faible diamètre de manière à ce que l'ensemble des points de fixations 32 représente une surface inférieure à 0.05% de la surface du radôme.

**[0042]** En référence à la figure 3, et selon une variante non limitative, ces points d'attache 32 entre la deuxième couche 30 et la première couche 24 du radôme 20 peuvent notamment être des clips d'attache, permettant une attache facile de la deuxième couche 32 sur le radôme 20. Ces clips 32 peuvent ainsi permettre le démontage facile et rapide de la deuxième couche 32.

**[0043]** Les figures 4 à 6 illustrent des variantes possibles d'agencement des première et second couches 24, 30, c'est-à-dire d'un radôme selon divers modes de réalisation.

**[0044]** La figure 4 illustre une variante dans laquelle la deuxième couche 30 est fixée à la couche principale 24 du radôme par des points d'attache 32 sur le pourtour de ladite deuxième couche 30, ainsi que par un ou plusieurs point(s) d'attache central 32. De plus, des entretoises 44 d'égale épaisseur sont montées co-axialement avec les points d'attache 32 afin de maintenir un espacement constant entre lesdites première et deuxième couches. Les entretoises 34 ont de préférence une hauteur comprise entre 10 mm et 3 mm.

**[0045]** La figure 5 illustre une variante dans laquelle la deuxième couche 30 est fixée à la première couche 24 du radôme par des points d'attache 32 sur le pourtour de ladite deuxième couche 30, ainsi que par un ou plusieurs point(s) d'attache central 32. De plus, une ou plusieurs entretoises 54 sont montées co-axialement avec les points d'attache 32 seulement sur la partie centrale des première et deuxième couches 24, 30 afin de présenter une forme courbée, et plus particulièrement afin de conférer une surface convexe à la deuxième couche 30 par rapport à la surface plane de la première couche 24. Les entretoises 54 de la partie centrale ont de préférence une hauteur comprise entre 10 mm et 3 mm.

**[0046]** La figure 6 illustre une variante dans laquelle la deuxième couche 30 est fixée à la première couche 24 du radôme par des points d'attache 32 sur le pourtour de ladite deuxième couche 30, ainsi que par un ou plusieurs point(s) d'attache central 32. De plus, une ou plusieurs entretoises 64 sont montées co-axialement avec les points d'attache 32 seulement sur la partie périphérique des première et deuxième couches 24, 30 afin de conférer à la deuxième couche 30 une forme courbée, et plus particulièrement afin qu'elle présente une surface concave par rapport à la surface plane de la première couche 24. Les entretoises 34 ont de préférence une longueur comprise entre 10 mm et 3 mm. Il est à noter que le matériau de la deuxième couche 30 doit présenter une certaine résilience à la flexion afin de permettre une forme courbée.

**[0047]** Les variantes illustrées aux figures 5 et 6 permettent d'élargir la bande passante. En effet comme l'écart entre les première et deuxième couches 24, 30 influe sur la fréquence d'adaptation du radôme 20, un écart variable entre la première couche 24 et la deuxième couche 30 dégrade légèrement les performances sur la fréquence centrale mais permet d'élargir la bande passante. De plus une forme non plane du radôme dévie les réflexions en dehors de la source primaire située au point focal de la parabole 14.

**[0048]** En effet, à titre d'exemple, les figures 7 et 8 illustrent la valeur du coefficient de réflexion R en dB, ou rapport d'onde stationnaire, en fonction de la fréquence F en GHz de l'onde incidente sur le radôme sur une plage de fréquence allant de 6 à 40 GHz, pour ce radôme (figure

8) et un radôme connu (figure 7).

**[0049]** Le radôme connu, adapté pour un fonctionnement dans le domaine de fréquences 20-30 GHz, correspondant aux performances de la figure 7 (courbe 107) présente une seule couche d'épaisseur 3,7 mm. Les performances en fréquence sont très bonnes autour de 25 GHz, mais seulement acceptables dans le reste du domaine.

**[0050]** Ceci est dû à l'écart croissant en fréquence par rapport à la demi-longueur d'onde à la fréquence centrale de fonctionnement pour laquelle est dimensionnée l'antenne. Les écarts par rapport à aux résultats obtenus avec un radôme d'épaisseur adaptée se traduisent par un coefficient de réflexion du radôme atteignant des niveaux supérieurs à -20 dB sur la plus grande partie du domaine, ce qui peut entraîner des problèmes vis-à-vis des performances globales de l'antenne en termes de pertes par réflexion ("return loss" en anglais). En effet, la limite des performances acceptables pour un radôme correspond à un coefficient de réflexion d'environ -20 dB matérialisé par la droite de référence 109. Au-dessus de cette valeur, le diagramme de rayonnement de l'antenne et le rapport d'onde stationnaire risquent d'être perturbés.

**[0051]** Le radôme correspondant à la courbe 108 de la valeur du coefficient de réflexion illustrée sur la figure 8 comporte une première couche 24 d'une épaisseur de 3,7 mm, et une deuxième couche 30 d'une épaisseur de 3,7 mm, avec un espacement entre les première et deuxième couches 24 et 30 de 5 mm. On constate qu'une antenne réglée pour une réponse optimale autour de 25 GHz, comportant le radôme décrits ci-dessus, présente des performances acceptables pour des fréquences comprises entre 6 et 12 GHz.

**[0052]** A titre d'exemple encore, la figure 9 illustre une courbe 110 de la perte P de rayonnement par réflexion ("return loss" en anglais), en dB, en fonction de la fréquence F en GHz de l'onde incidente sur le radôme sur une plage de fréquence allant de 7,1 GHz à 8,5 GHz, pour une antenne parabolique de 1 mètre de diamètre avec un radôme comportant une unique couche à structure « sandwich » de 3,7 mm d'épaisseur déjà détaillée ci-dessus.

**[0053]** On constate que l'efficacité du radôme connu est limitée. En effet, le radôme n'est pas très transparent puisque la courbe 110 présente des dépassements de la droite de référence 111, correspondant à la valeur limite de 18 dB, qui ont lieu à différents endroits de la courbe 110.

**[0054]** Dans le cas de ce radôme comportant une première couche 24 et une deuxième couche 30 d'une épaisseur de 3,7 mm, avec un espacement entre les première et deuxième couches 24, 30 de 5 mm (analogue au radôme de la figure 2), la performance sur la plage de fréquence 7.1 à 8.5 GHz est tout à fait satisfaisante, comme cela est illustré sur la figure 10 (courbe 112). Une perte par réflexion inférieure à 18 dB est observée sur la totalité de la bande de fréquence explorée par la courbe 112.

**[0055]** Il est clair que la performance de l'antenne est nettement améliorée. On observe un gain moyen de 3 à 4 dB sur les pics de la courbe 110 qui dépassaient la limite de 18 dB, de telle sorte qu'on retrouve sur la courbe 112 des valeurs tout à fait acceptables pour ces pics, se situant vers 19 dB. On comprend que le radôme, selon le mode de réalisation qui vient d'être décrit, est efficace sur une bande de fréquence plus basse que les radômes connus.

**[0056]** Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, on pourra sans sortir du cadre de l'invention prévoir :

- de donner différentes formes de la deuxième couche du radôme,
- d'employer différents matériaux et structures pour les couches du radôme,
- de ménager un espacement entre les première et deuxième couches qui peut être réalisé aussi à l'aide d'une feuille de mousse de faible densité qui permettrait une meilleure régularité de l'espacement.

## Revendications

1. Radôme (20) destiné à être monté sur une antenne (10) à réflecteur concave, comprenant :
  - une première couche (24)
  - au moins une deuxième couche (30) fixée à ladite première couche de manière à accroître l'épaisseur effective dudit radôme, la superficie de ladite deuxième couche étant strictement inférieure à 100% de la superficie de ladite première couche (24).
2. Radôme selon la revendication 1, dans lequel la deuxième couche (30) est formée d'un matériau de même nature que pour la première couche (24).
3. Radôme selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la deuxième couche (30) est fixée à la première couche (24) par l'intermédiaire d'une entretoise (34) de manière à espacer ladite deuxième couche de ladite première couche au moins sur une partie de celle-ci.
4. Radôme selon la revendication 3, dans lequel l'entretoise permet un espacement des première et deuxième couches (24, 30) compris entre 10 mm et 3 mm.
5. Radôme selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface de la deuxième couche (30) présente une forme différente de la surface de

ladite première couche.

ladite deuxième couche.

6. Radôme selon la revendication 5, dans lequel la surface de la deuxième couche du radôme est courbée et la surface de la première couche du radôme est plane. 5
7. Radôme selon la revendication 5, dans lequel la surface de la deuxième couche du radôme est plane et la surface de la première couche du radôme est courbée. 10
8. Radôme selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la deuxième couche (30) présente une surface de forme polygonale ou délimitée par une courbe fermée. 15
9. Radôme selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la superficie de la deuxième couche (30) recouvre au moins 70% de la superficie de ladite première couche, de préférence au moins 50% de la superficie de ladite première couche. 20
10. Radôme selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la deuxième couche (30) est fixée de manière amovible à la première couche. 25
11. Radôme selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'espace entre les première et second couche (24, 30) est rempli de mousse de faible densité. 30
12. Antenne (10) comportant un radôme (20) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la deuxième couche (30) est agencée de manière à être en vis-à-vis d'un réflecteur de ladite antenne. 35
13. Antenne (10) selon la revendication 12, dans laquelle la deuxième couche est disposée sur la face interne du radôme faisant face au guide d'onde. 40
14. Procédé de fabrication d'un radôme (20) selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes: 45
  - fournir une première couche d'un radôme,
  - fixer une deuxième couche sur la surface de ladite première couche de manière à accroître l'épaisseur effective dudit radôme, la superficie de ladite deuxième couche étant strictement inférieure à 100% de la superficie de ladite première couche. 50
15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel la deuxième couche est fixée sur la première couche dudit radôme (20) à l'aide d'entretoises de manière à espacer ladite deuxième couche de ladite première couche dudit radôme sur au moins une partie de 55

**FIG. 1**

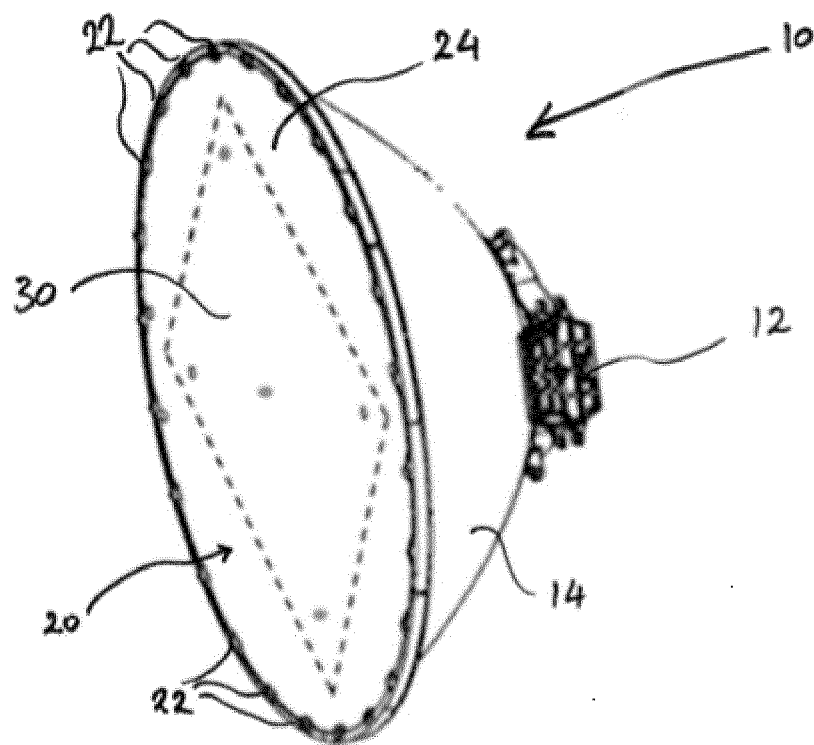


FIG. 2

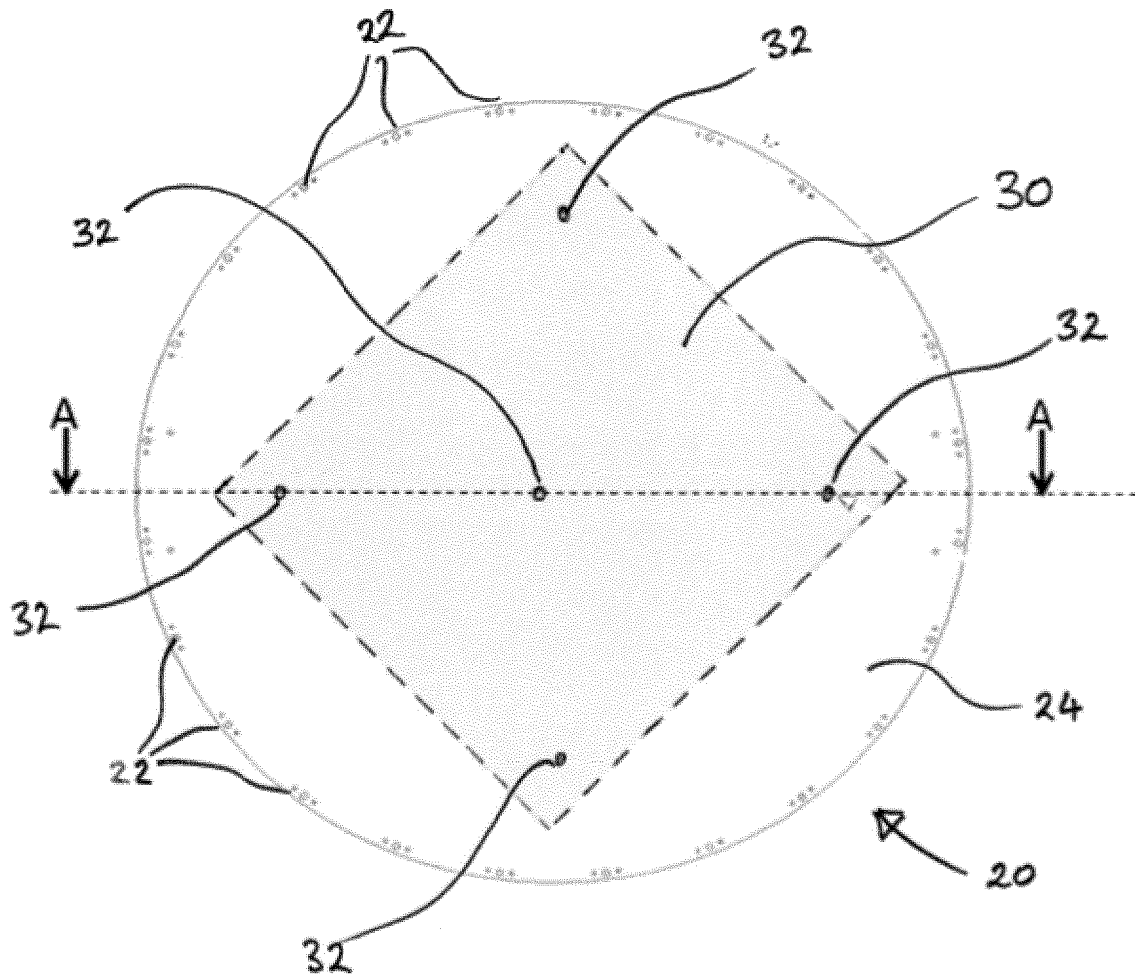


FIG. 3

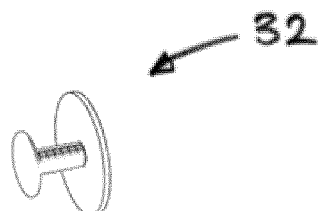




FIG. 4

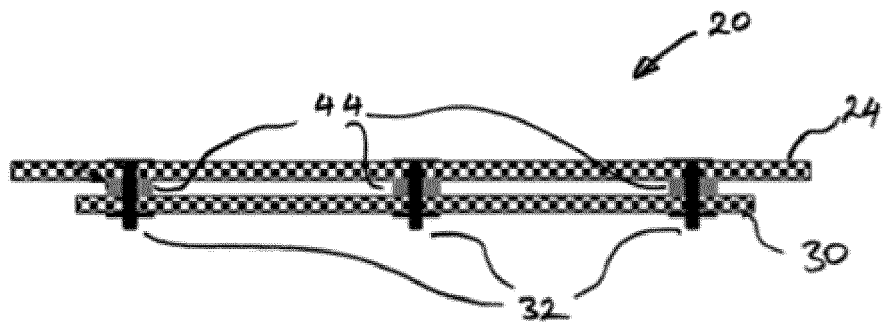


FIG. 5

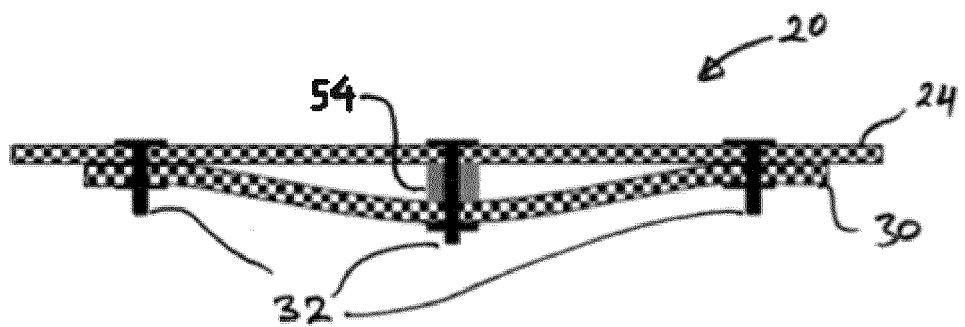


FIG. 6

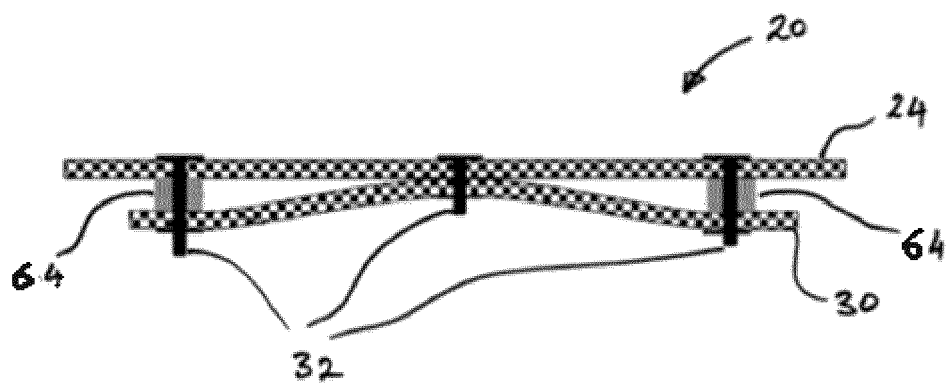


FIG. 7

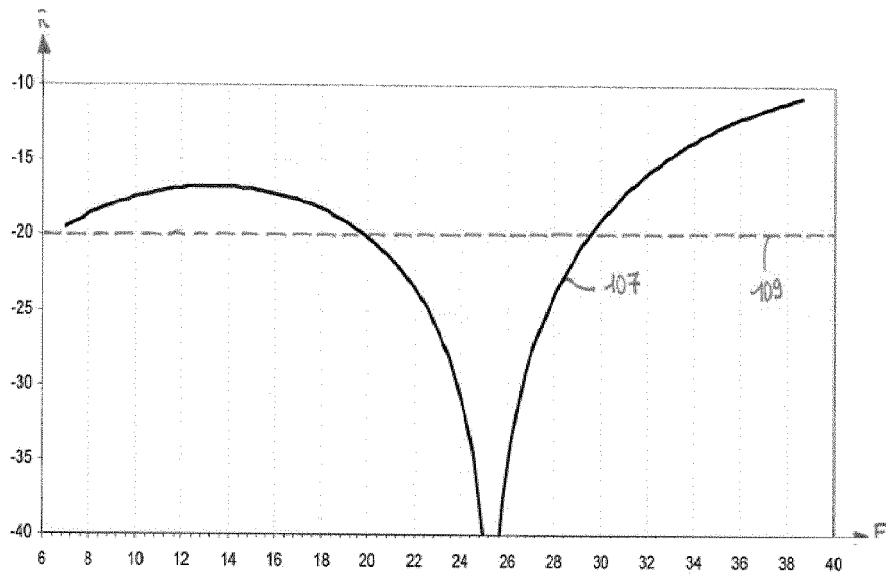


FIG. 8

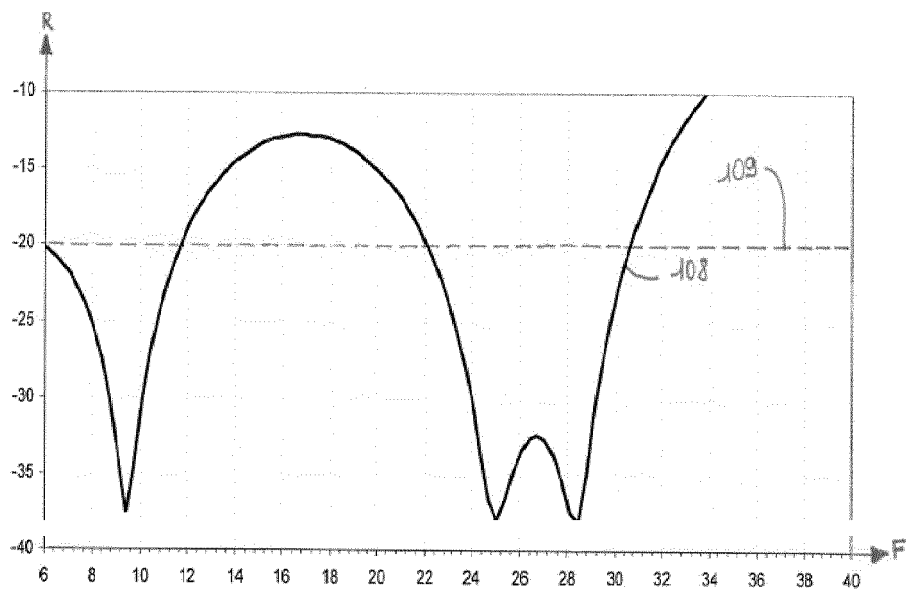


FIG. 9

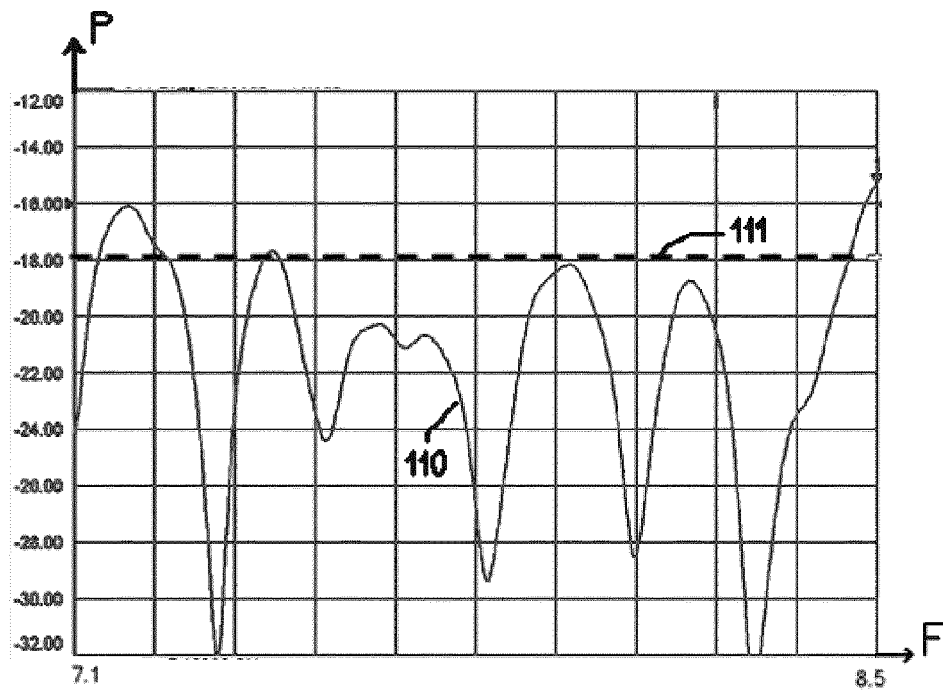
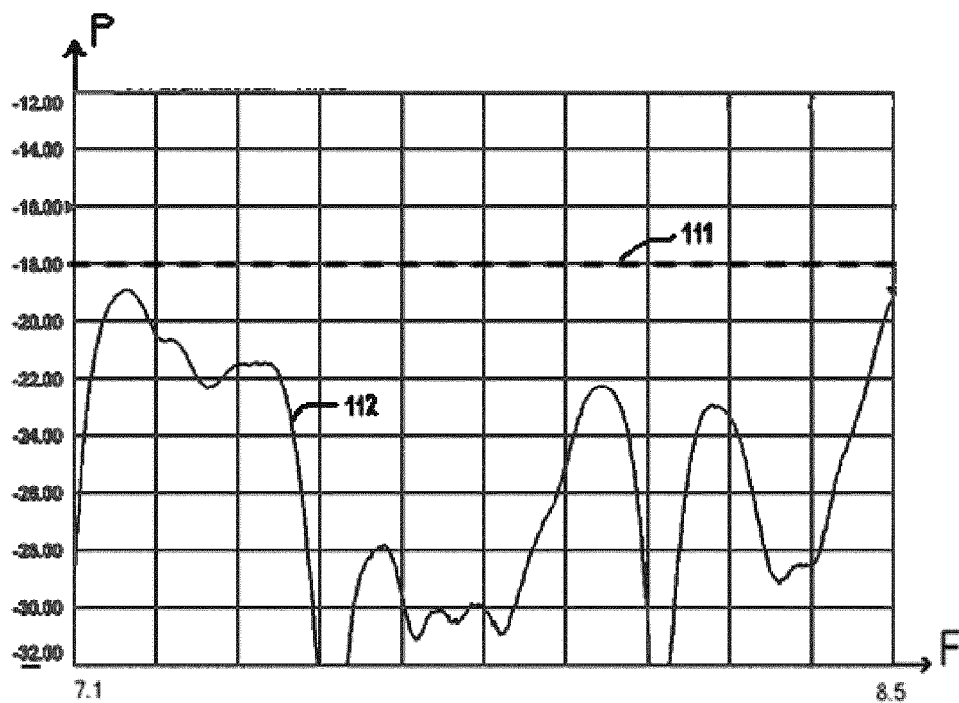


FIG. 10





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 30 5736

| 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 2010/103072 A1 (WU KUANG-YUH [US] ET AL) 29 avril 2010 (2010-04-29)                                                                    | 1-5,8-15                                                                                                                                                                                                                                                                 | INV.<br>H01Q1/42                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | * abrégé; figure 1 *<br>* page 1, alinéa 13 *<br>-----                                                                                    | 6,7                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US 2011/234468 A1 (OMURO NORIHIKO [JP]) 29 septembre 2011 (2011-09-29)<br>* abrégé; figures 1,4 *<br>* page 1, alinéas 12,23,24 *         | 1,14                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US 2011/248902 A1 (MIYAGAWA TETSUYA [JP] ET AL) 13 octobre 2011 (2011-10-13)<br>* abrégé; figures 1,2 *<br>* page 3, alinéa 41 *          | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US 2012/176294 A1 (KVIATKOWSKY JAMES F [US] ET AL) 12 juillet 2012 (2012-07-12)<br>* abrégé; figure 1 *<br>* page 2, alinéa 24 *<br>----- | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          | H01Q                                 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| Lieu de la recherche<br>Munich                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           | Date d'achèvement de la recherche<br>30 septembre 2013                                                                                                                                                                                                                   | Examineur<br>Cordeiro, J             |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| 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)

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

EP 13 30 5736

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.

30-09-2013

| 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 2010103072 A1                                | 29-04-2010             | AUCUN                                                                                                       |                                                                                  |
| US 2011234468 A1                                | 29-09-2011             | CN 102232258 A<br>US 2011234468 A1<br>WO 2010064660 A1                                                      | 02-11-2011<br>29-09-2011<br>10-06-2010                                           |
| US 2011248902 A1                                | 13-10-2011             | CN 102237571 A<br>CN 202172122 U<br>EP 2387108 A1<br>JP 2011223342 A<br>US 2011248902 A1                    | 09-11-2011<br>21-03-2012<br>16-11-2011<br>04-11-2011<br>13-10-2011               |
| US 2012176294 A1                                | 12-07-2012             | CN 101517826 A<br>EP 2082452 A2<br>JP 5275237 B2<br>JP 2010506453 A<br>US 2012176294 A1<br>WO 2008105940 A2 | 26-08-2009<br>29-07-2009<br>28-08-2013<br>25-02-2010<br>12-07-2012<br>04-09-2008 |

EPO FORM P0460

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