



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.12.2016 Bulletin 2016/52

(51) Int Cl.:
H01Q 15/08 (2006.01) H01Q 19/08 (2006.01)
H01Q 19/19 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15305967.0**

(22) Date de dépôt: **23.06.2015**

(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

(72) Inventeurs:
• **TUAU, Denis**
44570 TRIGNAC (FR)
• **LEBAYON, Armel**
44570 TRIGNAC (FR)

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

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

(54) **ANTENNE MICRO ONDE À DOUBLE RÉFLECTEUR**

(57) Une antenne à double réflecteur comporte un réflecteur principal traversé par une source d'alimentation et un sous-réflecteur. Le sous-réflecteur comprend un corps diélectrique s'étendant entre une première extrémité de petit diamètre et une seconde extrémité de plus grand diamètre, l'extrémité de petit diamètre étant raccordée à l'extrémité de la source d'alimentation. L'extrémité de la source d'alimentation raccordée au sous-réflecteur comprend un logement ayant une profondeur et

un diamètre intérieurs. L'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur comprend une forme sensiblement cylindrique, apte à s'insérer dans le logement, ayant une longueur et un diamètre extérieurs. La longueur et le diamètre extérieurs de l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur sont respectivement inférieurs à la profondeur et au diamètre intérieurs de la source d'alimentation, de manière à ménager un espace.

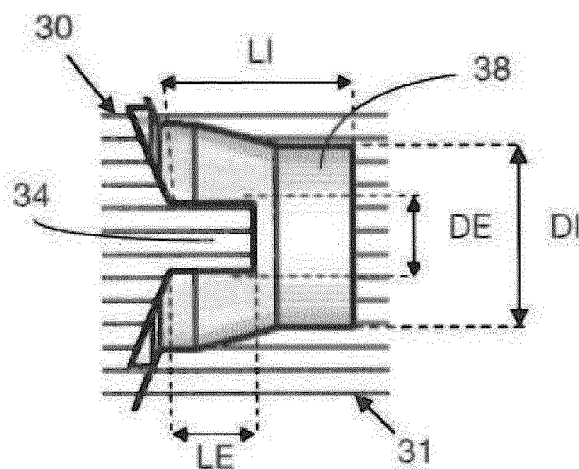


Fig. 5

Description

[0001] La présente invention se rapporte à une antenne à double réflecteur, notamment de type micro-onde, habituellement utilisée pour les réseaux de télécommunications mobiles.

ARRIERE PLAN

[0002] De plus en plus, le spectre sera une ressource rare pour les liaisons de déploiement point à point, et de nombreuses fréquences sont saturées aujourd'hui dans les zones urbaines denses. Le gabarit de la classe 4 de la norme ETSI très strict permet de déployer plus de liaisons dans un spectre donné et d'augmenter la capacité de transport de données avec moins d'interférences.

[0003] Afin de réaliser des systèmes d'antenne compacts, on utilise des antennes à double réflecteur, notamment les antennes dites de type « Cassegrain ». Le double réflecteur comporte un réflecteur principal concave, le plus souvent une parabole ou une portion de parabole, et un sous-réflecteur convexe, de diamètre très inférieur, placé au voisinage du foyer de la parabole sur le même axe de révolution que le réflecteur principal. Une source d'alimentation est située le long de l'axe de symétrie de l'antenne, face au sous-réflecteur. Ces antennes sont dites « à réflecteur profond » (« deep dish » en anglais) avec une faible valeur du rapport F/D inférieur ou égal à 0,25, où F est la distance focale du réflecteur principal (distance entre le sommet du réflecteur et son foyer) et D est le diamètre du réflecteur principal.

[0004] Pour remplir les critères du gabarit de la classe 4 de la norme ETSI, une antenne nécessite un haut niveau de performances radioélectriques. La principale difficulté est d'obtenir un diagramme d'antenne ayant un niveau très faible des lobes secondaires, en particulier pour une antenne avec un rapport D/λ (D : diamètre du réflecteur principal et λ : longueur d'onde de la fréquence centrale de la bande de fréquence de travail de l'antenne) inférieur à 30. Dans ce domaine de fréquences, l'effet de masque du sous-réflecteur augmente les lobes secondaires.

[0005] Ces antennes présentent des pertes par débordement (« spillover » en anglais) qui sont élevées et diminuent le rapport avant/arrière (« front-to-back ratio » en anglais) de l'antenne. Ces pertes par débordement conduisent à une pollution de l'environnement par les ondes RF. Les pertes par débordement doivent donc être limitées à des niveaux très faibles, tels qu'exigés par le gabarit de la classe 4 de la norme ETSI.

RESUME

[0006] Afin de réduire les premiers lobes latéraux du diagramme de rayonnement (effet de masque), une solution est de réduire au minimum l'obstruction du sous-réflecteur en utilisant un sous-réflecteur de petite taille. Mais cette solution est très difficile à réaliser car un sous-

réflecteur de faible diamètre diminue les performances de débordement et le niveau de perte en retour (« return loss » en anglais) si la distance d qui le sépare du cornet de la source d'alimentation (« feed horn » en anglais) est trop courte.

[0007] Une solution habituelle pour supprimer l'effet de débordement est d'attacher, à la périphérie du réflecteur principal, une jupe (« shroud » en anglais) qui a la forme d'un cylindre, de diamètre voisin de celui du réflecteur principal et de hauteur suffisante, revêtu intérieurement d'une couche absorbant le rayonnement RF. Mais cette solution est chère et l'antenne obtenue est encombrante. Il est donc nécessaire de trouver une solution pour obtenir une valeur élevée du rapport avant/arrière avec une longueur acceptable de la jupe absorbante. Par exemple, la hauteur de la jupe absorbante doit être de préférence inférieure à la moitié du diamètre D du réflecteur principal.

[0008] Dans ce but, on propose une antenne à double réflecteur dont le diagramme de rayonnement est amélioré de manière à remplir les critères du gabarit de la classe 4 de la norme ETSI, sans présenter les inconvénients des solutions antérieures.

[0009] A cette fin, l'objet de la présente invention est une antenne à double réflecteur comportant un réflecteur principal traversé par une source d'alimentation et un sous-réflecteur, le sous-réflecteur comprenant un corps diélectrique s'étendant entre une première extrémité de petit diamètre et une seconde extrémité de plus grand diamètre, l'extrémité de petit diamètre étant raccordée à l'extrémité de la source d'alimentation. L'extrémité de la source d'alimentation raccordée au sous-réflecteur comprend un logement ayant une profondeur et un diamètre intérieurs, et l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur comprend une forme sensiblement cylindrique, apte à s'insérer dans le logement, ayant une longueur et un diamètre extérieurs. La longueur et le diamètre extérieurs de l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur sont respectivement inférieurs à la profondeur et au diamètre intérieurs de la source d'alimentation, de manière à ménager un espace.

[0010] De préférence cet espace est rempli d'air. L'air se trouve emprisonné entre l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur et la source d'alimentation au moment de la mise en contact lors de l'assemblage de ces deux pièces.

[0011] Selon un aspect, les dimensions de la forme cylindrique de l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur sont de l'ordre de $\lambda/8 \times \lambda/10$, où λ est longueur d'onde de la fréquence centrale de la bande de fréquence de travail de l'antenne.

[0012] Selon un autre aspect, le logement à l'extrémité de la source d'alimentation a une forme sensiblement cylindrique. Dans ce cas, les dimensions du logement sont de l'ordre du quart d'onde $\lambda/4$.

[0013] La présente invention a comme avantage de réaliser des performances radioélectriques élevées lui permettant de remplir les critères du gabarit de la classe

4 de la norme ETSI, sans présenter un encombrement rédhibitoire.

[0014] L'invention s'applique aux antennes de type micro-onde, notamment aux antennes micro-ondes ayant un diamètre du réflecteur principal de 1 pied et 2 pieds.

BREVE DESCRIPTION

[0015] D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation, donné bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- la figure 1 illustre schématiquement le trajet d'un rayonnement émis dans une antenne à double réflecteur,
- la figure 2 est un schéma simplifié du diagramme du rayonnement d'une antenne directive dans le plan horizontal en fonction de l'angle d'émission/réception,
- la figure 3 illustre une vue en coupe du sous-réflecteur couplé au guide d'onde,
- la figure 4 illustre une vue en coupe éclatée du sous-réflecteur couplé au guide d'onde,
- la figure 5 illustre une vue en coupe détaillée de la zone de couplage du sous-réflecteur et du guide d'onde,
- la figure 6 illustre le diagramme de rayonnement du sous-réflecteur de l'antenne montrant de faibles pertes par débordement,
- la figure 7 illustre le comportement du champ électrique E autour de la zone de couplage du sous-réflecteur et du guide d'onde,
- la figure 8 illustre le diagramme de rayonnement du réflecteur principal de l'antenne montrant des intensités faibles des lobes latéraux et un rapport avant/arrière élevé,
- la figure 9 illustre la perte en retour de la source d'alimentation.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0016] Sur la figure 1, on a représenté schématiquement une antenne présentant une symétrie de révolution autour d'un axe X-X'. L'antenne comprend un réflecteur principal **1** présentant une concavité, ayant par exemple la forme d'un paraboloïde de révolution autour de l'axe X-X' de façon à présenter une directivité marquée dans la direction de l'axe X-X'. Une source d'alimentation **2** de l'antenne est située le long de l'axe X-X' au centre de la partie du réflecteur principal **1** présentant la concavité. La source d'alimentation **2** présente, comme l'ensemble de l'antenne, une symétrie de révolution autour de l'axe X-X'. La source d'alimentation **2** peut être un guide d'onde comme un tube creux métallique, par exemple en aluminium, ou un câble coaxial relié à un cornet d'alimentation. La source d'alimentation **2** comporte le long de l'axe X-X' une partie de guide d'onde **3** dont une première

extrémité traverse le centre du réflecteur principal **1**. Une seconde extrémité **4** du guide d'onde **3** est située face à un sous-réflecteur **5**. Le sous-réflecteur **5**, sécant à l'axe X-X', a une forme de révolution autour de l'axe X-X'. Le sous-réflecteur **5** présente une convexité qui fait face à la concavité du réflecteur principal **1**. Le diamètre extérieur du sous-réflecteur **5** est supérieur au diamètre de l'extrémité **4** du guide d'onde **3** qui lui fait face.

[0017] En réception, le rayonnement est reçu par le réflecteur principal **1**, mais une partie de ce rayonnement est masqué par le sous-réflecteur **2** ce qui contribue à augmenter les lobes latéraux. La zone masquée par le sous-réflecteur **2** est limitée par les droites **6** et **6'** sur la figure 1. Le réflecteur principal **1** réfléchit le rayonnement qu'il reçoit en direction du sous-réflecteur **5**. Une partie du rayonnement réfléchi est alors masquée par la source d'alimentation **2**. La zone masquée par la source d'alimentation **2** est limitée par les droites **7** et **7'** sur la figure 1.

[0018] En émission, la source d'alimentation **2** de l'antenne émet un rayonnement incident en direction du sous-réflecteur **5** qui est réfléchi vers le réflecteur principal **1**. Une partie du rayonnement incident est renvoyé dans une direction divergente, provoquant des pertes par débordement.

[0019] La courbe **20** de la figure 2 illustre schématiquement le diagramme de rayonnement dans le plan horizontal du réflecteur principal d'une antenne directive. L'intensité I du rayonnement est donnée en ordonnée en fonction de l'angle d'émission/réception θ en degrés donné en abscisse. La zone centrale correspond au lobe principal **20** et les zones latérales correspondent aux lobes secondaires **21**. La différence d'intensité entre le lobe principal **20** et les lobes secondaire **21** définit le rapport avant/arrière **23** de l'antenne qui est ici élevé.

[0020] On considérera maintenant les figures 3, 4 et 5 qui illustrent un mode de réalisation d'une antenne à double réflecteur.

[0021] Dans un mode réception, le sous-réflecteur **30** réfléchit les ondes électromagnétiques provenant du réflecteur principal vers le guide d'onde **31**. Dans un mode émission, le sous-réflecteur **30** réfléchit les ondes électromagnétiques provenant du guide d'onde **31** vers le réflecteur principal. Le sous-réflecteur **30** comprend un corps diélectrique **32** s'étendant entre une première extrémité **33** et une seconde extrémité **34**. Du fait de la différence de dimension entre le diamètre du sous-réflecteur **30** et le diamètre du guide d'onde **31**, la surface extérieure du corps diélectrique **32** a une forme tronconique ayant deux extrémités, l'une de petit diamètre et l'autre de grand diamètre. L'extrémité **34** de petit diamètre est raccordée au guide d'onde **31**. Le petit diamètre est sensiblement égal au diamètre du guide d'onde **31**, et le grand diamètre est sensiblement égal au diamètre extérieur du sous réflecteur **30**. Un dépôt métallique réalisé sur la surface extérieure du corps diélectrique **32** constitue la surface réfléchissante du sous réflecteur **30**.

[0022] Afin de confiner les ondes électromagnétiques entre le guide d'onde **31** et le sous-réflecteur **30**, la se-

conde extrémité **34** du sous-réflecteur **30** est adaptée pour le couplage à l'extrémité du guide d'onde **31**. Le confinement des ondes électromagnétiques entre le guide d'onde **31** et la seconde extrémité **34** du sous-réflecteur **30** assure un meilleur couplage électromagnétique entre le sous-réflecteur **30** et le réflecteur principal. Le corps diélectrique **32** comporte une portion interne **35** pénétrant dans le guide d'onde **31** et une portion externe **36** extérieure au guide d'onde **31**.

[0023] L'extrémité **34** de la portion interne **35** du sous-réflecteur **30** a une forme sensiblement cylindrique dont la longueur **LE** et le diamètre **DE** extérieurs sont inférieurs à la profondeur **LI** et au diamètre **DI** intérieurs d'un logement **37** ménagé à l'extrémité du guide d'onde **31** dans lequel l'extrémité **34** de la portion interne **35** vient s'insérer. Les dimensions de ce cylindre sont d'environ $\lambda/8 \times \lambda/10$, où λ est longueur d'onde de la fréquence centrale de la bande de fréquence de travail de l'antenne.

[0024] Ainsi un espace **38** est formé entre l'extrémité **34** de la portion interne **35** du sous-réflecteur **30** et les parois du logement **37**. Cet espace **38** emprisonne de l'air lors de l'assemblage du guide d'onde **31** avec l'extrémité **34** de la portion interne **35**. La forme de cet espace **38** est proche d'un cylindre avec des dimensions autour du quart d'onde $\lambda/4$. De préférence et par commodité, l'espace **38** contient de l'air mais il pourrait contenir un autre gaz ou une autre matière de constante diélectrique adaptée. La présence de ce volume d'air augmente les performances en termes de largeur de bande en raison d'une constante diélectrique inférieure par rapport au matériau diélectrique constituant le corps diélectrique **32** du sous-réflecteur **30**.

[0025] Généralement le matériau utilisé pour le corps diélectrique **32** est un matériau de type polystyrène ayant une valeur de constante diélectrique autour de 2,55. La distance **d** séparant l'extrémité **34** du sous-réflecteur **30** de l'extrémité du guide d'onde **31** peut être légèrement réduite tout en conservant le même niveau de perte en retour. Ainsi le diagramme de rayonnement est amélioré avec une intensité moindre des lobes latéraux. Un autre avantage de ce volume d'air **38** est de faciliter le processus de collage du sous-réflecteur **30** sur les parois diélectrique du logement **37** en évitant des bulles dans la colle.

[0026] Sur le diagramme de rayonnement du sous-réflecteur dans le plan horizontal, illustré sur la figure 6, le gain ou directivité **D** en dB est donnée en ordonnée en fonction de l'angle de réflexion α en degrés donné en abscisse. L'angle de réflexion α est l'angle entre l'axe de la parabole du réflecteur principal et la droite joignant un point sur cette parabole au point focale de la parabole. Le diagramme de rayonnement d'une antenne à réflecteur profond (rapport **F/D** de l'ordre de 0,17) montre un bon niveau de performances radioélectriques en termes de perte par débordement. Les pertes par débordement **60** au-delà de $\pm 115^\circ$, c'est-à-dire en dehors du réflecteur principal, sont peu élevées. Dans la partie centrale **61** du diagramme de rayonnement, l'intensité est volon-

tairement réduite d'une dizaine de dB pour réduire au maximum l'effet de masque de la source d'alimentation. Une faible intensité de champ rayonnée au centre de la parabole réduit les réflexions au niveau de la source d'alimentation..

[0027] La figure 7 illustre la représentation de la carte du champ **E** autour de la jonction entre le sous-réflecteur **70** et le guide d'onde **71**. Il s'agit de la représentation de l'amplitude maximale du champ électrique **E** à un instant donné. Une zone de plus fort champ **72** se trouve autour de l'extrémité du sous-réflecteur **70** et une zone de champ plus faible **73** se trouve le long du guide d'onde **71** du côté opposé au sous-réflecteur **70**, ce qui montre un faible champ rayonné vers le centre de la parabole du réflecteur principal.

[0028] La figure 8 illustre la mesure du gain de l'antenne normalisée par rapport au maximum du gain. On a représenté le diagramme de rayonnement du réflecteur principal dans le plan horizontal d'une antenne d'un pied de diamètre en fonction de l'angle d'émission/réception θ , respectivement à une fréquence de 21,2 GHz, 23,6 GHz et 22,4 GHz (courbes **80**, **81** et **82**). Le gain **G** en dB est donné en ordonnée, et en abscisse l'angle d'émission/réception θ en degrés. Les courbes **80**, **81** et **82** montrent des valeurs rayonnées avec de faibles lobes secondaires, en-dessous du gabarit classe 3 ETSI (courbe **83**) et du gabarit classe 4 ETSI (courbe **84**).

[0029] Comme illustré sur la figure 9, les performances de perte en retour sont très améliorées avec une perte en retour moindre à -30dB. Le paramètre **S** en dB est donné en ordonnée, et en abscisse la fréquence **F** en GHz.

[0030] 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 modifier la forme et les dimensions du logement, ainsi que la nature et la quantité de la matière remplissant l'espace.

Revendications

1. Antenne à double réflecteur comportant un réflecteur principal traversé par une source d'alimentation et un sous-réflecteur, le sous-réflecteur comprenant un corps diélectrique s'étendant entre une première extrémité de petit diamètre et une seconde extrémité de plus grand diamètre, l'extrémité de petit diamètre étant raccordée à l'extrémité de la source d'alimentation, **caractérisé en ce que**

- l'extrémité de la source d'alimentation raccordée au sous-réflecteur comprend un logement ayant une profondeur et un diamètre intérieurs,
- l'extrémité de petit diamètre du sous-réflecteur comprend une forme sensiblement cylindrique, apte à s'insérer dans le logement, ayant une lon-

gueur et un diamètre extérieurs,
- la longueur et le diamètre extérieurs de l'extré-
mité de petit diamètre du sous-réfecteur sont
respectivement inférieurs à la profondeur et au
diamètre intérieurs de la source d'alimentation, 5
de manière à ménager un espace.

2. Antenne selon la revendication 1, dans laquelle l'es-
pace est rempli d'air. 10
3. Antenne selon l'une des revendications 1 et 2, dans
laquelle les dimensions de la forme cylindrique de
l'extrémité de petit diamètre du sous-réfecteur sont
de l'ordre de $\lambda/8 \times \lambda/10$. 15
4. Antenne selon l'une des revendications précéden-
tes, dans laquelle le logement a une forme sensible-
ment cylindrique.
5. Antenne selon la revendication 4, dans laquelle les 20
dimensions du logement sont de l'ordre du quart
d'onde $\lambda/4$.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

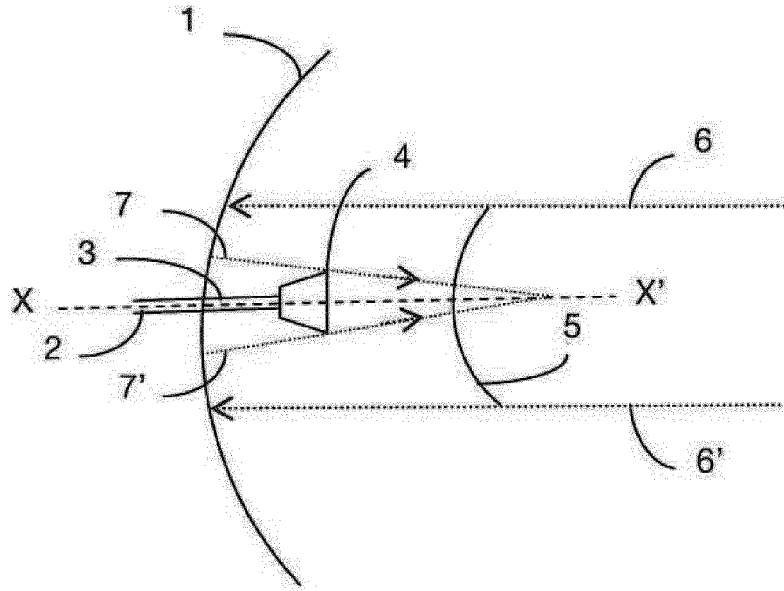


Fig. 2

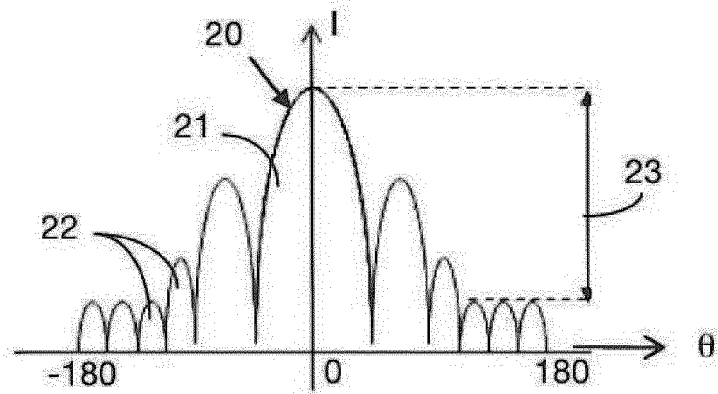


Fig. 3

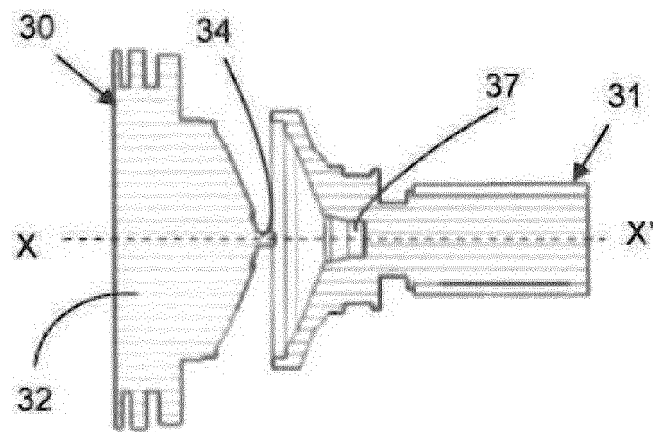
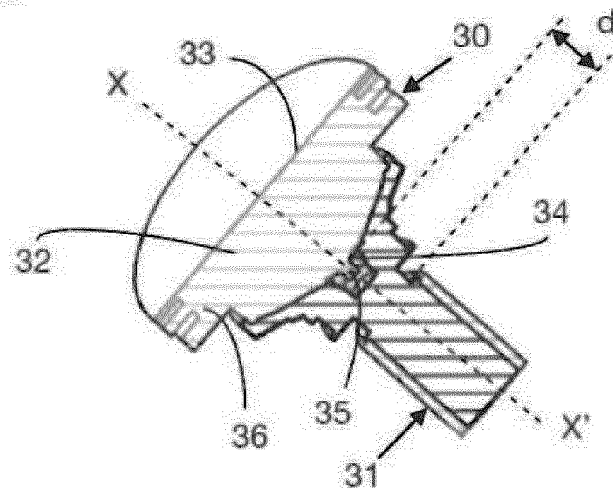


Fig. 4

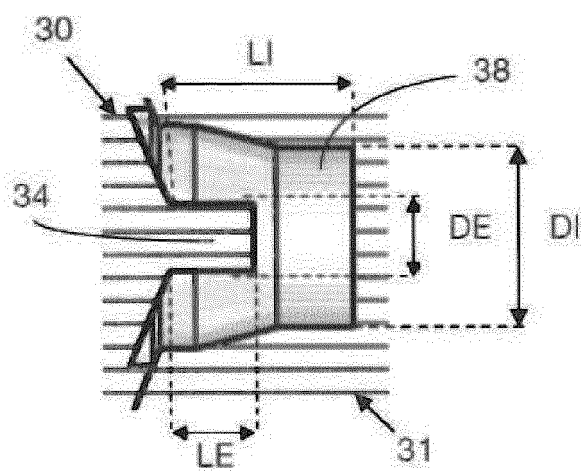


Fig. 5

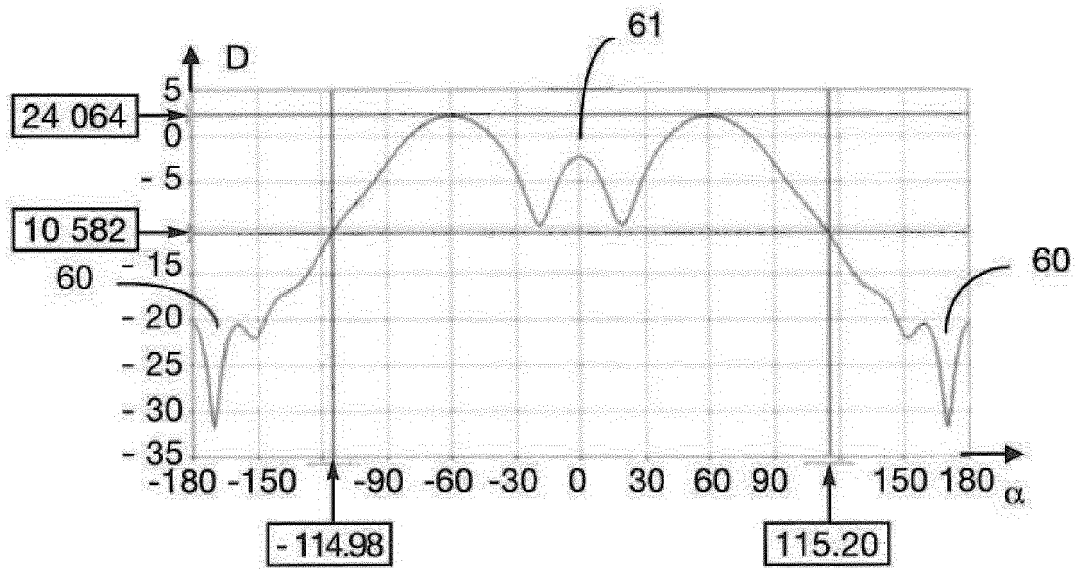


Fig. 6

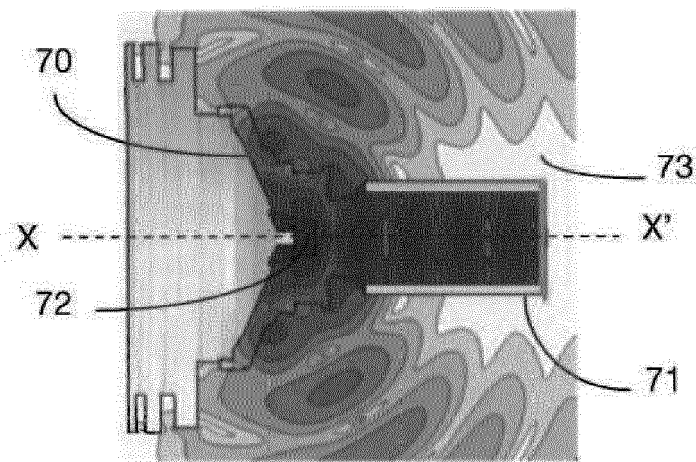


Fig. 7

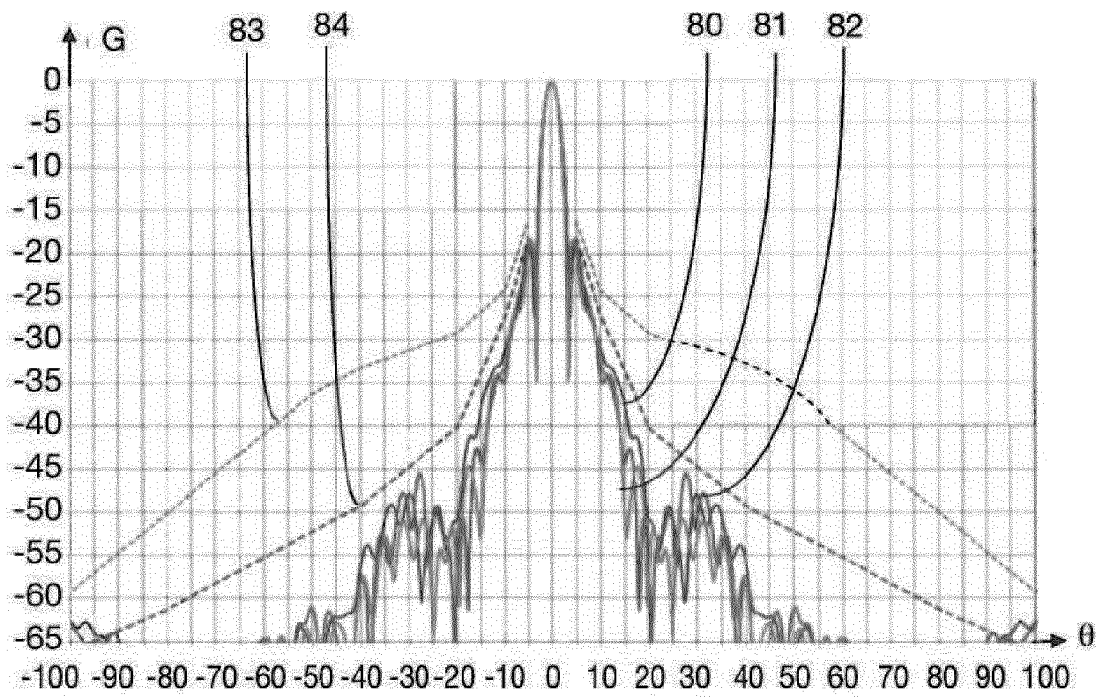


Fig. 8

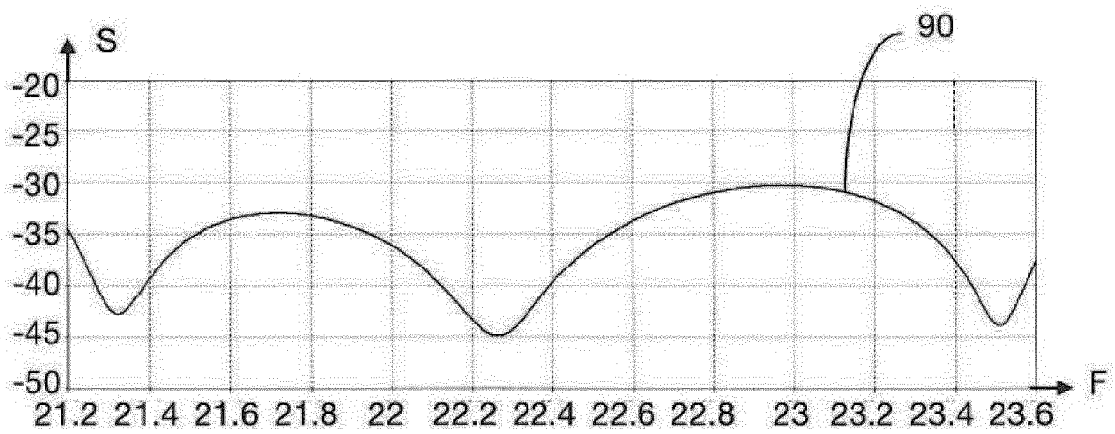


Fig. 9



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 30 5967

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	FR 2 986 376 A1 (ALCATEL LUCENT [FR]) 2 août 2013 (2013-08-02) * abrégé; figures 1-4 * * page 2, lignes 27-32 * * page 5, lignes 21-31 * -----	1-5	INV. H01Q15/08 H01Q19/08 H01Q19/19
X	US 2009/184886 A1 (TUAU DENIS [FR] ET AL) 23 juillet 2009 (2009-07-23) * abrégé; figures 1-5 * * page 4, lignes 65-69 * -----	1,2	
A	FR 2 466 108 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 27 mars 1981 (1981-03-27) * abrégé; figure 1 * * page 4, lignes 8-16 * -----	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 décembre 2015	Examineur Cordeiro, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 30 5967

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.

16-12-2015

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
10	FR 2986376	A1	02-08-2013	CN	104170166 A		26-11-2014
				EP	2810339 A1		10-12-2014
				FR	2986376 A1		02-08-2013
15				JP	2015505653 A		23-02-2015
				KR	20140119782 A		10-10-2014
				US	2014368408 A1		18-12-2014
				WO	2013113701 A1		08-08-2013

20	US 2009184886	A1	23-07-2009	AT	508495 T		15-05-2011
				CN	101488606 A		22-07-2009
				EP	2081258 A1		22-07-2009
				FR	2926680 A1		24-07-2009
				JP	5679820 B2		04-03-2015
25				JP	2011510550 A		31-03-2011
				JP	2014112909 A		19-06-2014
				KR	20100119550 A		09-11-2010
				US	2009184886 A1		23-07-2009
				WO	2009090195 A1		23-07-2009

30	FR 2466108	A1	27-03-1981	DE	2938187 A1		02-04-1981
				FR	2466108 A1		27-03-1981
				IT	1132744 B		02-07-1986

35							
40							
45							
50							
55							

EPO FORM P0460

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