



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**10.05.2000 Bulletin 2000/19**

(51) Int Cl.7: **H01Q 9/04, H01Q 9/00**

(21) Numéro de dépôt: **99402708.4**

(22) Date de dépôt: **29.10.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Dufrane, Philippe, Thomson-CSF P.I.D.B  
94117 Arcueil Cedex (FR)**  
• **Roy, Pascal, Thomson-CSF P.I.D.B  
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(30) Priorité: **04.11.1998 FR 9813869**

(74) Mandataire: **Lincot, Georges et al  
Thomson-CSF Propriété Intellectuelle,  
Département Brevets,  
13, Avenue du Président Salvador Allende  
94117 Arcueil Cédex (FR)**

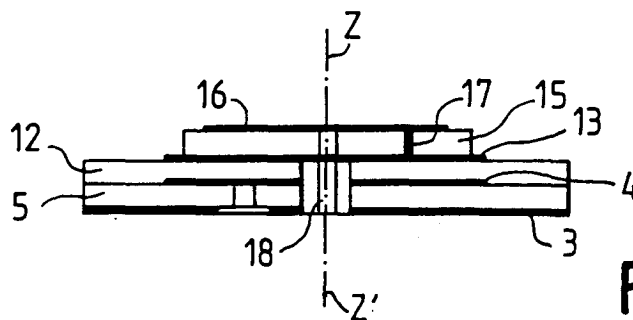
(71) Demandeur: **THOMSON-CSF  
75008 Paris (FR)**

(54) **Antenne imprimée multifonctions**

(57) L'antenne imprimée multifonctions est destinée à la réception d'ondes radio-électriques émises par les systèmes de radionavigation GPS, GLONASS et MLS. Elle comprend des premier (4), deuxième (13) et troisième (16) patches circulaires parallèles entre eux et superposés dans cet ordre au dessus d'un même plan de masse (3) qui leur est parallèle. Les centres des patches sont alignés sur un même axe z'z' perpendiculaire au plan des trois patches, les patches étant séparés entre eux par des épaisseurs d'un matériau diélectrique formant substrat (5, 12, 15) pour chacun des patches. Les premier (4) et deuxième (13) patches forment avec le plan de

masse la structure antennaire de réception des ondes GPS, GLONASS. La structure antennaire de réception MLS est formée par les troisième (16) et deuxième (13) patches, le deuxième patch (13) servant également de plan de masse pour la structure antennaire MLS. Le troisième patch (16) de la structure MLS a un diamètre inférieur à celui des premier (4) et deuxième (13) patch de la structure GPS, GLONASS, et les dimensions surfaciques du substrat diélectrique (15) séparant les troisième (16) et deuxième patches (13) sont inférieures à celles du premier (4) et deuxième (13) patch.

Application ; Antennes GPS/GLONASS, MLS.



**FIG. 3b**

## Description

**[0001]** La présente invention entre dans le cadre général du regroupement des fonctions radioélectriques sur aéronefs.

**[0002]** Elle s'applique notamment à la réalisation d'une antenne aéronautique suivant la technologie connue des circuits imprimés multicouches, regroupant d'une part, les fonctions de localisation par satellite des systèmes travaillant dans la bande L des fréquences radioélectriques, connus sous les abréviations anglo-saxonnes GPS L1 de "Global Positioning System" et GLONASS de "GLObal NAVigation Satellite System" et d'autre part, la fonction d'aide à l'atterrissage travaillant dans la bande C des fréquences radioélectriques connue sous l'abréviation MLS Omni de "Microwave Landing System".

**[0003]** Actuellement, les antennes liées à ces fonctions sont distinctes et de technologies différentes. En consultant les catalogues des antennes aéronautiques de RAYAN et M/A-Com, il apparaît que les aériens destinés au système MLS Omni sont du type "fouet quart d'onde" tandis que les éléments rayonnants des systèmes GPS L1 ou GLONASS sont principalement formés par des structures monocouches à microrubans du type patchs imprimés sur des substrats à haute permittivité diélectrique. En outre, quand la fonction GLONASS est proposée à partir de l'antenne GPS, ses performances ne sont pas certifiées.

**[0004]** Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités en proposant une structure antennaire multicouche unique, très compacte, adaptée aux contraintes aéronautiques et respectant les cahiers des charges des fonctions GPS L1, GLONASS et MLS Omni lorsqu'elles sont prises isolément.

**[0005]** A cet effet l'invention a pour objet, une antenne imprimée multifonctions pour la réception d'ondes radio-électriques émises par les systèmes de radio-navigation GPS, GLONASS et MLS, caractérisée en ce qu'elle comprend des premier, deuxième et troisième patchs circulaires parallèles entre eux et superposés dans cet ordre au dessus d'un même plan de masse qui leur est parallèle, les centres des patchs étant alignés sur un même axe z'z perpendiculaire au plan des trois patchs, les patchs étant séparés entre eux par des épaisseurs d'un matériau diélectrique formant substrat pour chacun des patchs, et dans laquelle les premier et deuxième patchs forment avec le plan de masse la structure antennaire de réception des ondes GPS, GLONASS, la structure antennaire de réception MLS étant formée par les troisième et deuxième patchs, le deuxième patch servant également de plan de masse pour la structure antennaire MLS, le troisième patch de la structure MLS ayant un diamètre inférieur à celui des premier et deuxième patch de la structure GPS, GLONASS, et en ce que les dimensions surfaciques du substrat diélectrique séparant les troisième et deuxième patchs sont inférieures à celles du premier et deuxième

patch et en ce qu'elle comprend un premier fil de masse reliant les centres du premier patch et du deuxième patch au plan de masse dans une direction perpendiculaire au plan de masse, des premier et deuxième ports de sortie reliés respectivement en des points du premier patch par des trous métallisés traversant l'épaisseur du substrat qui est interposé entre le premier patch et le plan de masse et situés à une distance déterminé d du centre du premier patch suivant deux directions x'x et y'y perpendiculaires pour produire sur les premier et deuxième ports de sortie des signaux en quadrature de phase et un deuxième fil de masse reliant le troisième patch en un point situé à une distance déterminée d' du centre du troisième patch, au deuxième patch suivant une direction perpendiculaire au plan de masse, un troisième port de sortie étant relié par un trou métallisé au centre du troisième patch au travers des épaisseurs des substrats séparant les premier deuxième et troisième patch.

**[0006]** L'invention a pour avantage qu'elle permet à partir d'un même élément rayonnant constitué d'une antenne imprimée à deux patchs circulaires superposés, sur des substrats identiques, de réaliser les fonctions des systèmes GPS L1 et GLONASS avec des performances radioélectriques de réception qui sont conformes à la norme ARINC 743A. Elle a aussi pour avantage qu'elle permet d'obtenir la fonction MLS Omni avec une seule antenne imprimée à patch circulaire et réception centrale, fonctionnant sur un mode supérieur, le mode TM020 dont le rayonnement est du type monopolaire ce qui permet un regroupement des éléments rayonnants par superposition.

**[0007]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit, faite en regard des dessins annexés qui représentent:

**[0008]** La figure 1 un schéma représentant le regroupement par superposition selon l'invention d'une antenne GPS L1, GLONASS et d'une antenne MLS Omni.

**[0009]** Les figures 2a et 2b un mode de réalisation d'une antenne adaptée selon l'invention à la réception d'ondes radioélectriques des systèmes GPS L1 et GLONASS.

**[0010]** Les figures 3a et 3b l'adjonction d'une structure antennaire adaptée à la réception d'ondes radioélectriques du système MLS Omni.

**[0011]** Les figures 4a et 4b des courbes de gain de la structure antennaire selon l'invention aux fréquences 1572 MHz et 1628 MHz de réception des signaux GPS L1 et GLONASS.

**[0012]** La figure 4c les directions angulaires  $\phi$  des plans de relevé des gains utilisées pour le tracé des courbes des figures 4a et 4b.

**[0013]** La figure 5 une courbe de gain de la structure antennaire MLS de l'invention.

**[0014]** La figure 6 un mode de réalisation final de l'antenne selon l'invention munie de prises coaxiales pour l'acheminement des signaux détectés vers des circuits de réception.

**[0015]** L'antenne selon l'invention qui est représentée suivant le schéma de principe de la figure 1 se compose de deux structures antennaires superposées référencées 1 et 2 au dessus d'un même plan de masse 3.

**[0016]** La structure antennaire 1 est adaptée à la réception des signaux en bande L des systèmes GPS ou GLONASS alors que la structure antennaire 2 est adaptée à la réception de signaux du système MLS Omni.

**[0017]** La structure antennaire 1 est représentée aux figures 2a et 2b en vue de dessus et en vue de profil suivant la coupe aa'. Elle comporte un premier patch composé d'un film conducteur 4 déposé sur la face supérieure d'un substrat diélectrique 5 dont la face inférieure, parallèle à la face supérieure est entièrement métallisée pour constituer un plan de masse 3. Le film conducteur 4 a une forme circulaire afin d'obtenir un diagramme de réception à symétrie de révolution.

**[0018]** La propagation du champ électromagnétique reçu par l'antenne à l'intérieur du substrat diélectrique s'effectue suivant les modes de résonance  $TM_{100}$  et  $TM_{001}$ . Des liaisons coaxiales relient des ports de sortie 6 et 7 à des entrées 8 et 9 d'un coupleur 3 dB extérieur 10. Les ports de sortie 8 et 9 sont reliés respectivement en des points A et B du film conducteur 4 par des trous métallisés traversant l'épaisseur du substrat 5. Les points A et B sont disposés respectivement sur deux axes perpendiculaires  $x',x$  et  $y',y$  à une même distance  $d$  du centre O du film conducteur 4 pour produire deux signaux en quadrature de phase. Le signe du déphasage entre les deux signaux en quadratures détermine le sens droite ou gauche de la polarisation. Les signaux appliqués sur les deux entrées 8 et 9 du coupleur 10 ressortent recombinaisonnés en un seul signal sur la sortie 11 du coupleur 10. Ce dernier est chargé de façon connue par une résistance d'adaptation R.

**[0019]** Pour réduire de façon notable l'épaisseur de l'antenne lorsque par exemple des conditions particulières d'aérodynamisme sont exigées un deuxième substrat diélectrique 12 est placé au dessus du premier film conducteur 4 et un deuxième patch sous la forme d'un film conducteur circulaire 13 centré sur un axe z'z passant par le centre O du film conducteur 4 et perpendiculaire aux plans des deux films conducteurs 4 et 13, est déposé sur la surface extérieure du deuxième 12 substrat parallèlement au premier film conducteur 4.

**[0020]** Un fil de masse 14 relie le centre O du film 4 au plan de masse 3 de façon à assurer une bonne mise à la masse galvanique de l'antenne sur l'équipement sur lequel elle est destinée et pour ne pas perturber les modes  $TM_{10}$  et  $TM_{01}$  de réception de l'antenne, leur composante électrique verticale étant nulle en ce point.

**[0021]** Pour la réception de signaux MLS un troisième substrat diélectrique référencé 15 sur les figures 3a et 3b est placé au dessus du film conducteur 13 et un troisième patch sous la forme d'un film conducteur 16 de forme circulaire centré sur l'axe z'z est déposé au dessus du substrat diélectrique 15. Dans cette configuration le plan de masse de l'antenne MLS est constitué par le

deuxième film conducteur 13. Un fil de masse 17 parallèle à l'axe z'z et à une distance  $d'$  de celui-ci, relie le troisième film conducteur 16 au deuxième film conducteur 13 au travers du substrat diélectrique 15. La récupération du signal MLS est effectuée par une prise coaxiale venant s'engager dans un trou métallisé 18 reliant le centre du film conducteur 16 au travers de l'épaisseur des trois substrats 5, 12 et 15.

**[0022]** Suivant ce mode de réalisation il est important que le diamètre du film conducteur 16 formant le troisième patch soit inférieur à ceux des films conducteurs des deux autres patches et que les dimensions surfaciques du substrat diélectrique 15 interposé entre les deuxième et troisième patches 13 et 16 soient inférieures à celles du film conducteur des patches 4 et 13.

**[0023]** Une représentation de l'antenne selon l'invention munis de prises coaxiales P1 P2 et P3 pour la liaison des trous métallisés 6,7 et 18 à des circuits de réception extérieurs est montrée à la figure 6 où les éléments homologues à ceux des figures 3a et 3b sont repérés avec les mêmes références. Cette disposition permet d'assurer la liaison du fil de masse 14 par le conducteur extérieur de la liaison coaxiale.

**[0024]** A titre indicatif, pour satisfaire le fonctionnement du système antennaire selon l'invention à la fois dans la bande L de réception des signaux GPS L1, GLONASS et dans la bande C de réception des signaux Omni, les dimensions suivantes peuvent être adoptées:

Epaisseur du premier substrat:	$h_1=3,2\text{mm}$
Epaisseur du deuxième substrat:	$h_2=3,2\text{mm}$
Epaisseur du troisième substrat:	$h_3=4,45\text{mm}$
Epaisseur totale:	$h=11\text{mm}$

**[0025]** Constante diélectrique  $\epsilon_r=3,2$  pour les trois substrats avec une valeur de 0,0025 pour la tangente de l'angle de perte.

Diamètre du premier film conducteur 4:  $\phi_1=56,5\text{mm}$   
 Diamètre du deuxième film conducteur 13:  $\phi_2=56,5\text{mm}$   
 Diamètre du troisième film conducteur 16:  $\phi_3=40\text{mm}$   
 Distance  $d=16\text{mm}$   
 Distance  $d'=10\text{mm}$

**[0026]** Cette disposition permet d'obtenir des diagrammes de rayonnement de la fonction GPS L1, GLONASS réalisée avec la structure des figures 2a et 2b qui ne sont pas perturbés par la présence de la structure MLS et qui satisfont la norme ARINC, Comme le montrent les figures 4a et 4b, le gain de la structure GPS L1, GLONASS aux fréquences 1572 MHz et 1628 MHz reste très supérieur au gain minimum requis par la norme ARINC dans l'ensemble des directions de plan représenté figure 4c, ayant en commun l'axe z'oz, le plan d'origine étant celui qui contient l'axe x'ox. Le diagram-

me de rayonnement de la structure MLS qui est représenté à la figure 5 apparaît toutefois modifié par rapport à celui connu d'une antenne fouet quart d'onde, par un renforcement intéressant du gain sur l'horizon à plus ou moins 90° et l'apparition de deux creux aux angles de site à plus ou moins 30°. Ce comportement s'explique par l'élévation du centre de phase de l'antenne MLS qui produit un effet "réseau" qui déforme les diagrammes.

**[0027]** Il est à noter qu'en utilisant des épaisseurs de diélectriques plus importantes, conduisant à une épaisseur totale  $h$  supérieure à 11 mm, des déformations plus importantes du diagramme de rayonnement seront obtenues avec une chute notable du gain sur l'horizon.

## Revendications

1. Antenne imprimée multifonctions pour la réception d'ondes radio-électriques émises par les systèmes de radio-navigation GPS, GLONASS et MLS, caractérisée en ce qu'elle comprend des premier (4), deuxième (13) et troisième (16) patchs circulaires parallèles entre eux et superposés dans cet ordre au dessus d'un même plan de masse (3) qui leur est parallèle, les centres des patchs étant alignés sur un même axe z'z perpendiculaire au plan des trois patchs, les patchs étant séparés entre eux par des épaisseurs d'un matériau diélectrique formant substrat (5,12,15) pour chacun des patchs, et dans laquelle les premier (4) et deuxième (13) patchs forment avec le plan de masse la structure antennaire de réception des ondes GPS, GLONASS, la structure antennaire de réception MLS étant formée par les troisième (16) et deuxième (13) patchs, le deuxième patch (13) servant également de plan de masse pour la structure antennaire MLS, le troisième patch (16) de la structure MLS ayant un diamètre inférieur à celui des premier (4) et deuxième (13) patch de la structure GPS, GLONASS, et en ce que les dimensions surfaciques du substrat diélectrique (15) séparant les troisième (16) et deuxième patchs (13) sont inférieures à celles du premier (4) et deuxième (13) patch et en ce qu'elle comprend un premier fil de masse (14) reliant les centres du premier patch (4) et du deuxième (13) patch au plan de masse dans une direction perpendiculaire au plan de masse (3), des premier et deuxième ports de sortie ( $P_1$ ,  $P_2$ ) reliés respectivement en des points (A, B) du premier patch (4) par des trous métallisés traversant l'épaisseur du substrat (5) qui est interposé entre le premier patch (4) et le plan de masse (3) et situés à une distance déterminé  $d$  du centre du premier patch suivant deux directions  $x$ ' $x$  et  $y$ ' $y$  perpendiculaires pour produire sur les premier et deuxième ports de sortie des signaux en quadrature de phase et un deuxième fil de masse (17) reliant le troisième patch (16) en un point situé à une distance déterminée  $d'$  du centre du troisième patch

(16), au deuxième patch (13) suivant une direction perpendiculaire au plan de masse (3), un troisième port de sortie ( $P_3$ ) étant relié par un trou métallisé (18) au centre (0) du troisième patch (16) au travers des épaisseurs des substrats (5, 12, 15) séparant les premier (4) deuxième (13) et troisième patch (16).

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que la liaison constituée par le premier fil de masse (14) est réalisée par le conducteur extérieur d'une liaison coaxiale.
3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle a une épaisseur totale inférieure à 11 mm.

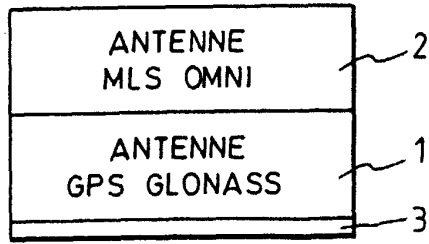


FIG.1

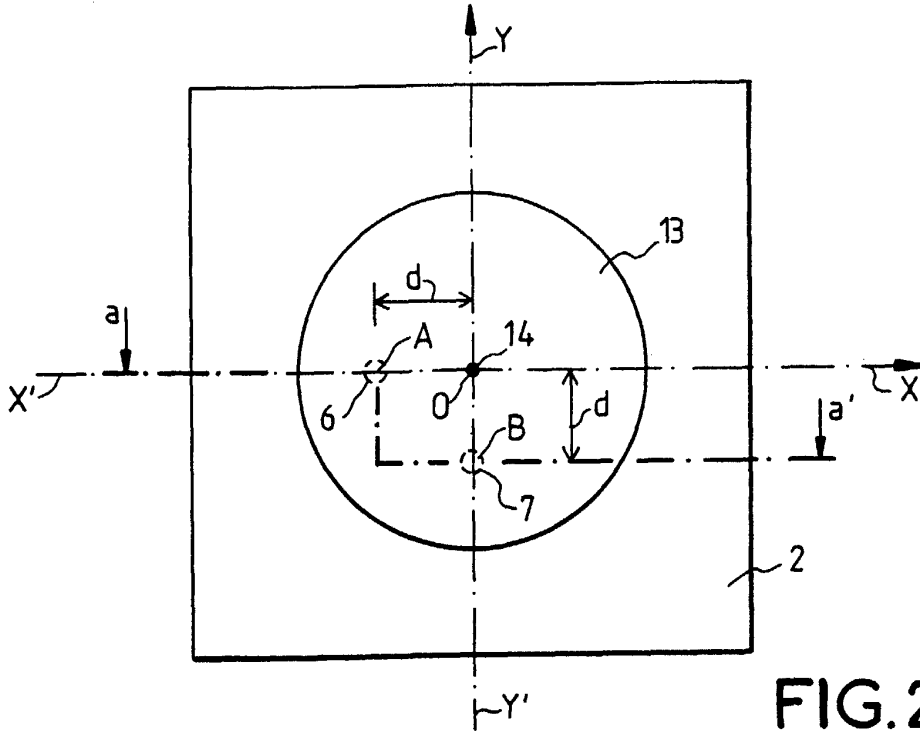
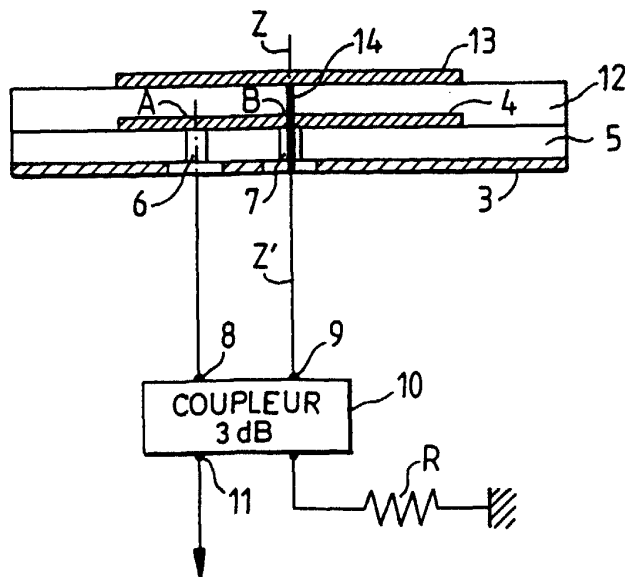


FIG.2a



COUPE aa'  
FIG.2b

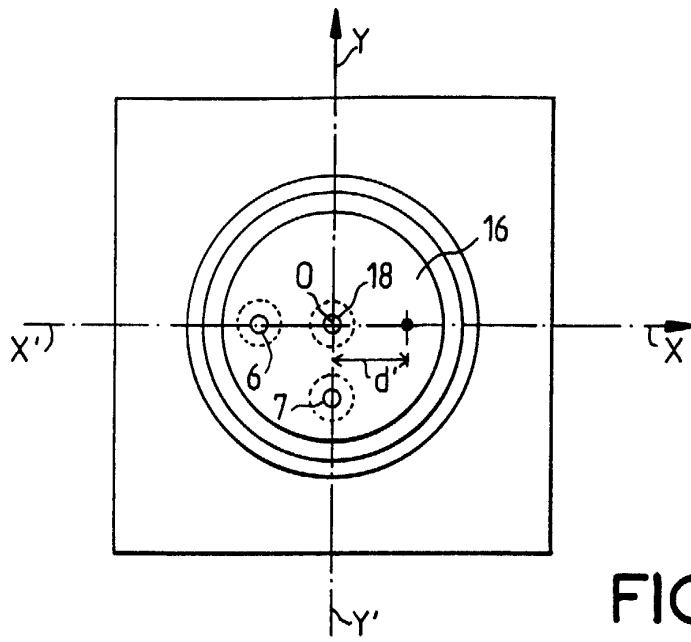


FIG. 3a

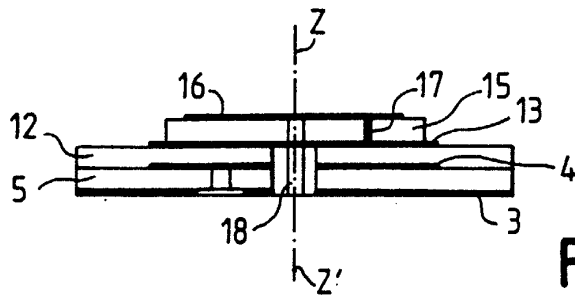


FIG. 3b

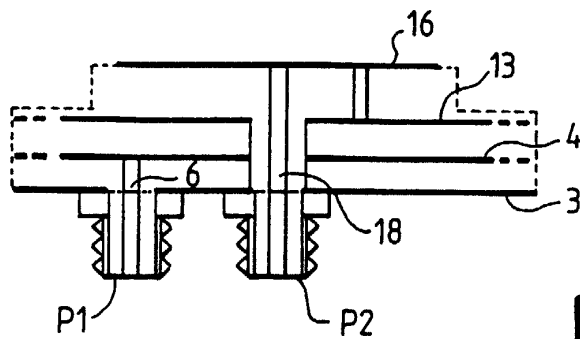


FIG. 6

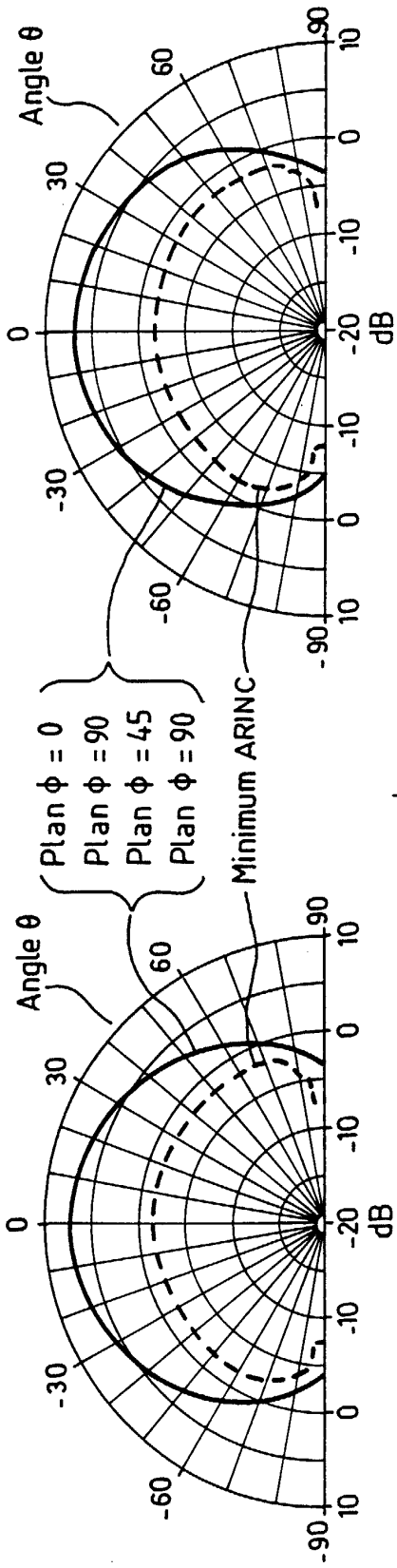


FIG. 4a

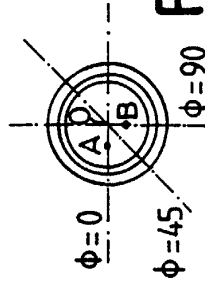


FIG. 4c

FIG. 4b

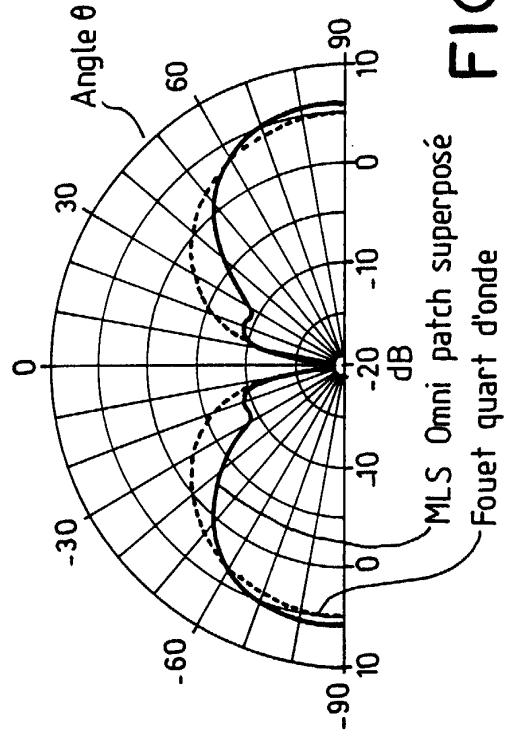


FIG. 5



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 2708

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	US 4 218 682 A (YU I-PING) 19 août 1980 (1980-08-19)	1,2	H01Q9/04 H01Q9/00
Y	* colonne 1, ligne 24 - colonne 2, ligne 29 * * colonne 5, ligne 45 - colonne 6, ligne 18 *	3	
	---		
Y	EP 0 362 079 A (SONY CORP) 4 avril 1990 (1990-04-04) * revendications 4-6 * * page 6, ligne 58 - page 7, ligne 2 *	3	
	---		
A	US 4 072 952 A (DEMKO PAUL S) 7 février 1978 (1978-02-07) * colonne 2, ligne 12 - ligne 61 *	1-3	
	---		
A	US 5 003 318 A (BERNEKING WILLIAM D ET AL) 26 mars 1991 (1991-03-26) * revendications 1,3 *	1-3	
	-----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H01Q
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	10 février 2000	Wattiaux, V	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 99 40 2708

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.

10-02-2000

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4218682	A	19-08-1980	AUCUN	
-----				
EP 0362079	A	04-04-1990	JP 2202203 A	10-08-1990
			JP 2751303 B	18-05-1998
			JP 2202204 A	10-08-1990
			JP 2751304 B	18-05-1998
			JP 2094905 A	05-04-1990
			JP 2179102 A	12-07-1990
			AU 623437 B	14-05-1992
			AU 4243589 A	05-04-1990
			DE 68919323 D	15-12-1994
			US 5121127 A	09-06-1992
-----				
US 4072952	A	07-02-1978	AUCUN	
-----				
US 5003318	A	26-03-1991	US 4827271 A	02-05-1989
-----				

EPO FORM P0460

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