



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 131 512
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 84401409.2

(51) Int. Cl.⁴: H 01 Q 19/10
H 01 Q 3/24

(22) Date de dépôt: 03.07.84

(30) Priorité: 08.07.83 FR 8311430

(71) Demandeur: THOMSON-CSF
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

(43) Date de publication de la demande:
16.01.85 Bulletin 85/3

(72) Inventeur: Drabowitch, Serge
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT NL SE

(72) Inventeur: Aubry, Claude
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

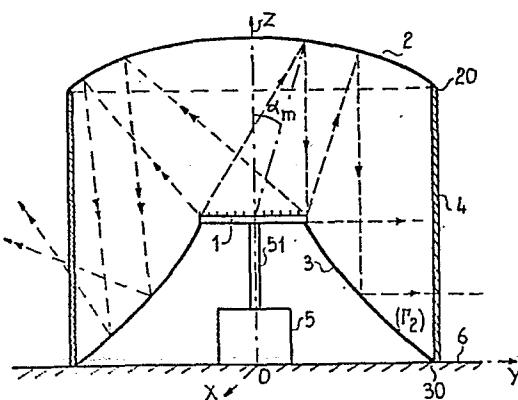
(74) Mandataire: Benoit, Monique et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

(54) Antenne à couverture quasi torique à deux réflecteurs.

(57) L'invention a pour objet une antenne à couverture quasi torique pour l'émission et/ou la réception d'une onde hyperfréquence.

Elle comporte principalement un réseau (1) émettant une onde hyperfréquence vers un premier réflecteur (2) en forme de calotte elliptique ou parabolique, dont la concavité est tournée vers le réseau et qui réfléchit l'énergie vers un second réflecteur (3) en forme d'anneau concave, dont le centre est occupé par le réseau et dont la concavité tournée vers le premier réflecteur; le réflecteur (2) est de préférence supporté par un radome (4).

FIG_1



EP 0 131 512 A1

ANTENNE A COUVERTURE QUASI TORIQUE
A DEUX REFLECTEURS.

La présente invention a pour objet une antenne à couverture quasi torique à deux réflecteurs, pour l'émission et/ou la réception d'une onde hyperfréquence.

5 De nombreuses applications radar exigent une antenne susceptible de fournir des faisceaux tournants. Il est connu d'obtenir de tels faisceaux tournants à l'aide d'antennes tournantes ; celles-ci présentent de nombreux inconvénients bien connus, notamment le manque de souplesse, qui ont conduit à développer des antennes statiques où le mouvement du faisceau est réalisé électroniquement.

10 Différentes réalisations d'antennes statiques sont connues, parmi lesquelles une structure constituée d'un ensemble d'antennes en forme de dalles, disposées selon un tronc de pyramide ; la couverture obtenue est demi-sphérique et le fonctionnement en est satisfaisant ; son inconvénient toutefois est d'avoir un prix de revient élevé. On connaît également une antenne dite antenne dôme, qui est constituée par un réseau d'éléments rayonnants permettant un balayage du faisceau selon un cône d'angle limité, de l'ordre de 90°, recouvert par un dôme hémisphérique, qui comporte des éléments déphasant les rayonnements le traversant, de sorte que l'angle de balayage du faisceau à l'extérieur du dôme soit égal à 180°. Cette structure a notamment pour avantage de diminuer le nombre d'éléments actifs nécessaires par rapport à la solution précédente, mais elle présente un certain nombre d'inconvénients 15 parmi lesquels la complexité de fabrication du dôme qui doit inclure des déphasateurs, le volume de l'antenne résultante et les pertes se produisant par réflexion sur la paroi du dôme.

20 La présente invention a pour objet une antenne statique permettant d'éviter ces inconvénients en utilisant un système à

double réflexion, les réflecteurs étant passifs et de révolution, ce qui est relativement simple donc peu onéreux à fabriquer.

Plus précisément, l'invention a pour objet une antenne à couverture quasi torique à deux réflecteurs, assurant l'émission 5 et/ou la réception d'une onde hyperfréquence, l'antenne admettant un axe de révolution et comportant un réseau, placé perpendiculairement à cet axe, le premier des deux réflecteurs étant en forme de calotte dont la concavité est tournée vers le réseau, le deuxième des réflecteurs étant en forme d'anneau concave, s'étendant de 10 l'autre côté du réseau par rapport au premier réflecteur, anneau dont le centre est occupé par le réseau et dont la méridienne a sa concavité tournée vers le premier réflecteur.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention 15 ressortiront de la description suivante, illustrée par les dessins annexés où :

- la figure 1 représente un mode de réalisation de l'antenne selon l'invention ;
- la figure 2 représente un mode de réalisation d'un réseau 20 rayonnant utilisé dans l'antenne selon l'invention ;
- la figure 3a représente une variante de réalisation de ce réseau, et la figure 3b, un diagramme de rayonnement s'y rapportant ;
- la figure 4, représente le diagramme de couverture de 25 l'antenne selon l'invention.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

Sur la figure 1, on a donc représenté un mode de réalisation de 30 l'antenne selon l'invention. Afin de simplifier l'exposé, on décrit le fonctionnement de l'antenne dans le cas de l'émission, étant entendu qu'une telle antenne est adaptée aussi bien à l'émission qu'à la réception.

Cette antenne comporte des moyens 1 pour émettre un rayon-

nement hyperfréquence, constitués par exemple par un réseau d'éléments rayonnants sensiblement plan et parallèle à un plan XOY, par exemple horizontal, de révolution autour d'un axe OZ normal à XOY. Il reçoit l'énergie à émettre de moyens 5, par exemple placés 5 sous le réseau 1, sur un plan 6 supportant l'antenne, par exemple également sensiblement parallèle à XOY, et transmettant au réseau 1 l'énergie hyperfréquence et les commandes nécessaires par des moyens 51. Le réseau 1 peut être constitué par exemple par une pluralité de sources, alimentées par une matrice de circuits de formation d'un ou plusieurs faisceaux, représentée sur la figure 1 comme partie des moyens 5. Le réseau 1 peut également utiliser des déphasateurs comme illustré ci-dessous, ces divers dispositifs constituant des moyens de commande de la loi d'illumination du réseau en phase et éventuellement en amplitude.

15 L'énergie rayonnée par le réseau 1 est réfléchie par un réflecteur 2, de révolution autour de l'axe OZ, en forme de calotte sensiblement elliptique ou parabolique par exemple, dont la concavité est tournée vers le réseau 1.

20 Les rayonnements réfléchis par le réflecteur 2 sont réfléchis une seconde fois par un réflecteur 3 qui est, lui, en forme d'anneau entourant le réseau 1, cet anneau ayant une méridienne dont la concavité est tournée vers le réflecteur 2 ; le réflecteur 3 est également de révolution autour de l'axe OZ ; il s'étend de préférence jusqu'au plan 6 supportant l'antenne.

25 L'antenne comporte encore un radome 4, dont la présence n'est pas indispensable à son fonctionnement mais qui permet, outre les fonctions classiques d'un radome, de supporter le réflecteur 2. Ce radome 4 est sensiblement de révolution autour de l'axe OZ comme le réflecteur 2 ; il peut être cylindrique ou conique ; il s'appuie de 30 préférence d'une part sur la circonference 20 du réflecteur 2 et d'autre part sur la circonference extérieure 30 du réflecteur 3.

La figure 2 représente un mode de réalisation du réseau 1 de la figure 1.

Sur cette figure, on distingue une plaquette 12 en forme de disque d'axe OZ, comportant des éléments rayonnants 11 et 14 respectivement sur ses deux faces, par exemple du type dipôle. Chacun des éléments 11 est relié à un élément 14 par l'intermédiaire d'un circuit déphaseur 13. Le réseau 1 ainsi constitué est éclairé par une source ou un système de sources primaires hyperfréquences 10 d'axe OZ.

Ainsi qu'il est connu, le rayonnement émis par le système 10 est capté par les éléments 11 ; après le déphasage induit par les circuits 13, le rayonnement est réémis par les éléments rayonnants 14. Les angles d'émission de l'énergie par l'ensemble des éléments rayonnants 14 est déterminé par la valeur des déphasages conférés par chacun des circuits 13 et par les caractéristiques du système 10.

La figure 3a représente une vue partielle d'une variante de réalisation du réseau (1) utilisé dans l'antenne selon l'invention, dans lequel les éléments rayonnants 14 de la figure 2 sont du type unipôle.

Sur la figure 3a, on a donc représenté une fraction de la plaquette 12 vue en coupe dans laquelle sont insérés des éléments rayonnants du type unipôle, repérés 15, qui sont des solides de révolution par exemple comme représenté sur la figure de forme conique, ce qui permet une plus grande largeur de bande.

Afin de diminuer le couplage entre les unipôles 15, on dispose dans une variante de réalisation des rainures 16 circulairement autour de chaque unipôle 15, ces rainures constituant des pièges pour l'onde hyperfréquence ; la profondeur des rainures 16 est de l'ordre du quart de la longueur d'onde (λ) émise. Comme représenté sur les figures, les rainures 16 peuvent être des cercles tangents.

Selon une réalisation préférée, les unipôles 15 sont disposés en quinconces.

A titre d'exemple, la hauteur des unipôles est de l'ordre de $\lambda/4$, l'angle au sommet du cône formé par un unipôle peut être de l'ordre de 20° et le diamètre des cercles formés par les rainures, de

l'ordre de $\lambda/2$.

Sur la figure 3b, on a représenté en coordonnées polaires la section méridienne du diagramme de couverture (enveloppe des diagrammes de rayonnement possibles) obtenu avec un réseau 1 constitué d'unipôles tel qu'illusté sur la figure 3a.

5

Il apparaît que la couverture d'un tel réseau est de forme quasi torique, c'est-à-dire dont la directrice est une courbe fermée non circulaire, avec un zéro selon l'axe OZ et un zéro dans le plan XOY. L'angle d'ouverture maximal est par exemple compris entre 45° et 60° .

10

15

En se reportant à la figure 1, on voit qu'un tel diagramme est particulièrement adapté à l'antenne selon l'invention, dans laquelle il est souhaitable d'éviter tout rayonnement dans un angle ϕ_m pour que ne se produise pas de réflexion parasite et multiple entre le réseau 1 et le réflecteur 2.

20

La géométrie adoptée pour les réflecteurs 2 et 3 est fonction, à partir des caractéristiques du réseau 1, de la loi de couverture en site souhaitée pour l'ensemble de l'antenne, par exemple une loi cosécante. Une telle loi est représentée à titre d'exemple sur la figure 4.

25

30

Sur cette figure, on a reporté le support 6 de l'antenne, son réseau 1 et ses deux réflecteurs 2 et 3. On a représenté en outre par une courbe 7 la loi de couverture de l'antenne, qui est quasi torique et limitée sensiblement, d'une part, par un plan parallèle à XOY et, d'autre part, par un cône d'axe OZ et d'angle au sommet γ . Il apparaît que la couverture de l'antenne selon l'invention n'est pas hémisphérique ; toutefois, cet inconvénient est considéré comme négligeable, du fait que les seules cibles qui ne peuvent être atteintes par une telle antenne sont celles qui sont voisines de OZ, c'est-à-dire généralement voisine du zénith, c'est-à-dire encore des cibles proches.

Deux méthodes de calcul de réflecteurs sont possibles. La première méthode consiste à considérer le diagramme de chaque

source en présence de réflecteurs, à écrire les expressions reliant les densités énergétiques au niveau du réseau 1, du premier puis du deuxième réflecteurs, puis à intégrer les expressions obtenues. Une autre méthode consiste à décomposer les illuminations du réseau et par suite les diagrammes résultants, en l'absence et en présence des réflecteurs, sur une base de fonctions orthogonales à symétrie circulaire. Le calcul montre qu'il existe une multiplicité de solutions possibles pour les équations des méridiennes des réflecteurs 2 et 3, le diagramme de couverture souhaité de l'antenne étant préalablement fixé ; un diagramme de rayonnement particulier est alors obtenu par le choix de la loi de pondération du réseau en phase et éventuellement en amplitude ; cela constitue bien entendu un avantage . Le choix définitif du couple de méridiennes se fait de préférence en utilisant la technique dite de conformation connue dans les systèmes de type Cassegrain et qui consiste, après avoir calculé les deux réflecteurs, à modifier par approximations successives la méridienne de l'un d'eux pour se rapprocher du diagramme de rayonnement recherché, puis modifier corrélativement le second réflecteur.

En se reportant à la figure 1, l'élément 4 peut être un radome continu ou un simple support, continu ou non, métallique ou diélectrique du réflecteur 2. Il peut en outre porter un filtre de polarisation, formé de fils conducteurs parallèles à la direction de polarisation à éliminer. Il peut également porter un polariseur permettant de rayonner par exemple une onde à polarisation circulaire : dans ce cas, il porte des fils conducteurs orientés à 45° par rapport à la polarisation incidente. Il peut encore constituer un écran mobile : il porte alors par exemple des fils conducteurs parallèles entre eux, par exemple parallèles à la direction OZ, portant en série chacun des diodes, rendues conductrices à volonté ; dans cet exemple, il est possible de réaliser un écran mobile : la partie écran est alors constituée d'un ensemble de fils dont les diodes sont conductrices, réfléchissant ainsi l'énergie dont la polarisation est parallèle à eux.

On a décrit ci-dessus une antenne utilisant des focalisateurs passifs, qui permettent de moduler le gain du réseau et par là-même de limiter le nombre d'éléments actifs nécessaires, pour un gain donné, par rapport aux antennes à rayonnement direct. De plus, 5 cette antenne utilise le phénomène de réflexion, évitant ainsi les pertes aux interfaces rencontrées dans les systèmes à transmission. En outre, elle utilise deux réflecteurs, ce qui d'une part confère une plus grande souplesse dans le choix et la mise au point des réflecteurs et d'autre part limite l'encombrement de l'antenne. Par 10 ailleurs, les réflecteurs sont passifs et de révolution, ce qui est de fabrication relativement simple et peu onéreuse. Enfin, cette antenne est adaptée au rayonnement de toute polarisation : polarisation constante dans tout le diagramme et parallèle à OZ si le réseau est constitué d'unipôles, dans le plan XOY si le réseau est constitué de boucles de courant parallèles à XOY, et circulaire si le réseau est 15 constitué par exemple d'hélices ou de toute autre source de polarisation circulaire.

L'antenne décrite ci-dessus est donc susceptible d'émettre et de recevoir un faisceau directif balayant électroniquement la zone de couverture de l'antenne. Elle est également susceptible de fonctionner en régime multifaisceau. Dans le cas d'une antenne multifaisceau utilisée uniquement à l'émission, les moyens 1 peuvent être quelconques et par exemple constitués par une source omnidirectionnelle, à la réserve près faite ci-dessus sur l'angle α_m (figure 1). Lorsque l'antenne multifaisceau est utilisée en réception ; 20 les moyens 1 doivent être constitués par un réseau, associés à une matrice de formation de faisceaux (analogique ou numérique) connectée à un ensemble de récepteurs ; ainsi qu'il est connu, lorsque la matrice de formation de faisceaux est numérique, elle doit être 25 placée en amont des récepteurs. Sur le schéma de la figure 1, la matrice de formation de faisceaux comme les récepteurs sont inclus dans les moyens 5.

La description faite ci-dessus l'a été à titre d'exemple non limitatif ; c'est ainsi par exemple que l'axe OZ peut être vertical,

mais que ce n'est nullement nécessaire. C'est ainsi également que le réseau 1 a été décrit plan, mais qu'il peut être légèrement concave, sa concavité étant tournée vers le réflecteur 2, afin de faciliter la focalisation de l'énergie qu'il rayonne sur ce réflecteur. Enfin, l'utilisation du réseau d'unipôles tel que décrit figure 3 n'est pas limitée à une antenne telle que décrite figure 1, mais s'étend à tout type d'antenne utilisant un réseau.

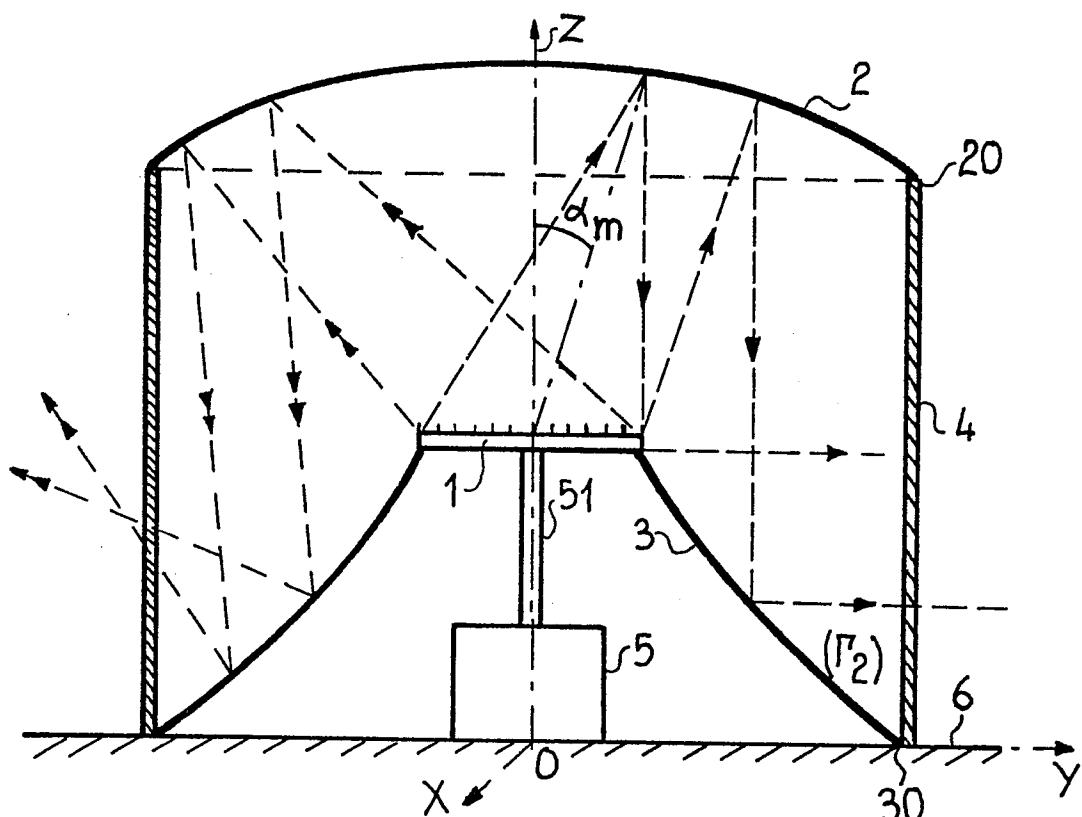
REVENTICATIONS

1. Antenne à couverture quasi torique, assurant l'émission et/ou la réception d'une onde hyperfréquence, caractérisée par le fait qu'elle admet sensiblement un axe de révolution (OZ) et qu'elle comporte : un réseau (1), placé perpendiculairement à cet axe; un premier réflecteur (2), en forme de calotte dont la concavité est tournée vers le réseau (1), un deuxième réflecteur (3), en forme d'anneau concave, s'étendant de l'autre côté du réseau (1) par rapport au premier réflecteur (2), dont le centre est occupé par le réseau (1) et dont la méridienne a sa concavité tournée vers le premier réflecteur (2).
5
2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle comporte de plus des moyens de support (4) du premier réflecteur (2), supportant celui-ci sur sa périphérie (20).
10
3. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens de support (4) forment en outre radome.
15
4. Antenne selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que les moyens de support (4) forment en outre polariseur ou filtre de polarisation.
20
5. Antenne selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que les moyens de support (4) forment en outre écran mobile.
25
6. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le premier réflecteur (2) est en forme de calotte sensiblement elliptique ou parabolique.
7. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le réseau (1) comporte une pluralité d'éléments rayonnants du type unipôle (15).
30

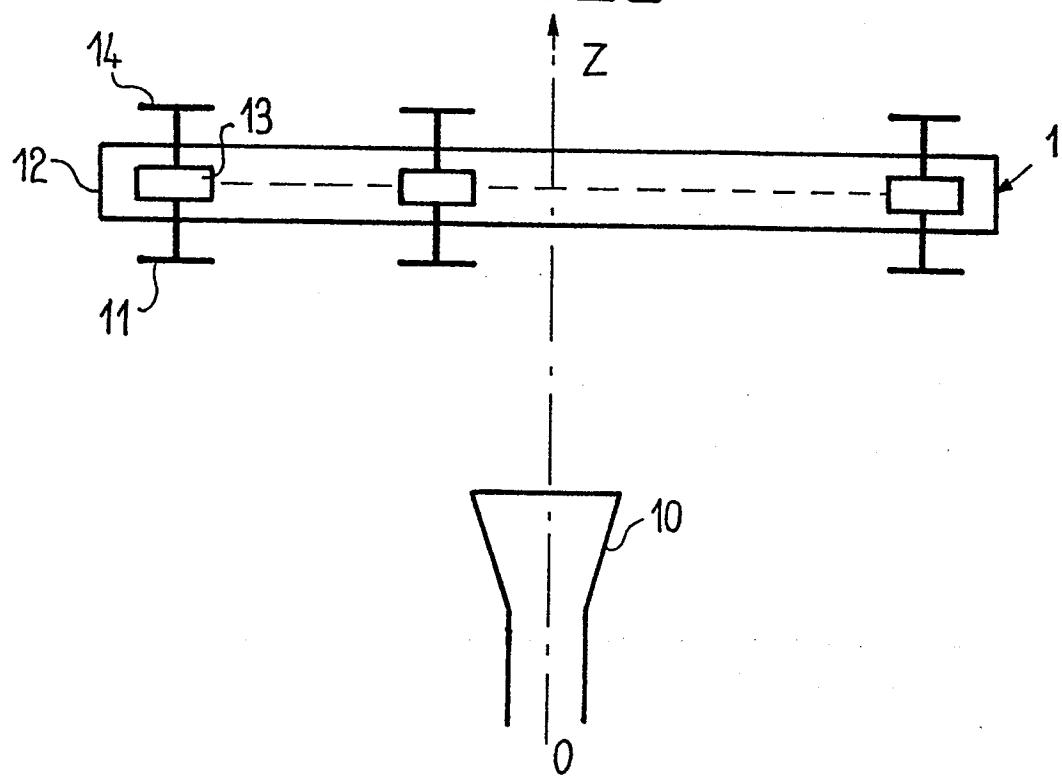
8. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le réseau (1) comporte des moyens de commande de sa loi d'illumination.

5 9. Antenne selon l'une des revendications précédentes, du type multifaisceaux, assurant la réception d'une onde hyperfréquence, caractérisée par le fait que le réseau (1) est associé à une matrice de formation de faisceaux connectée à un ensemble de récepteurs.

FIG_1

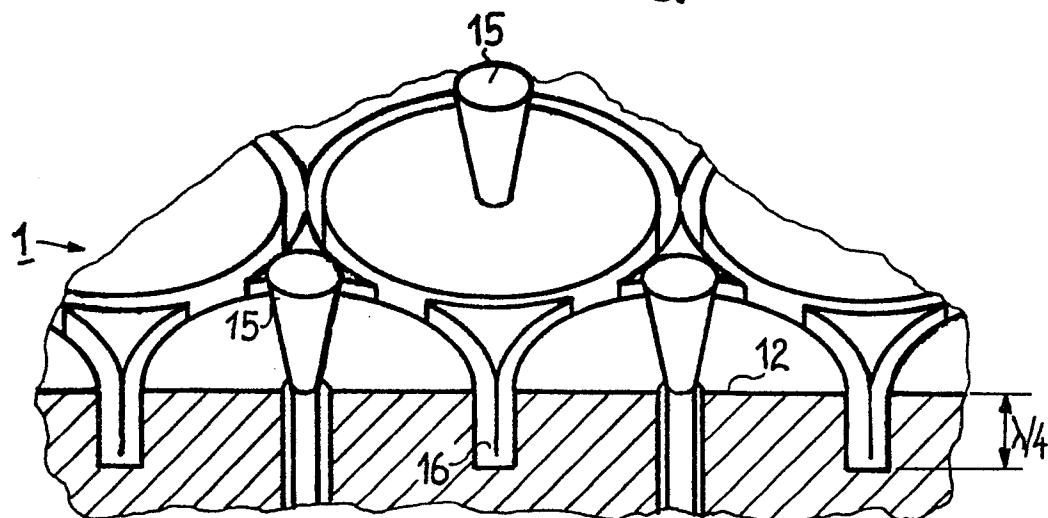


FIG_2

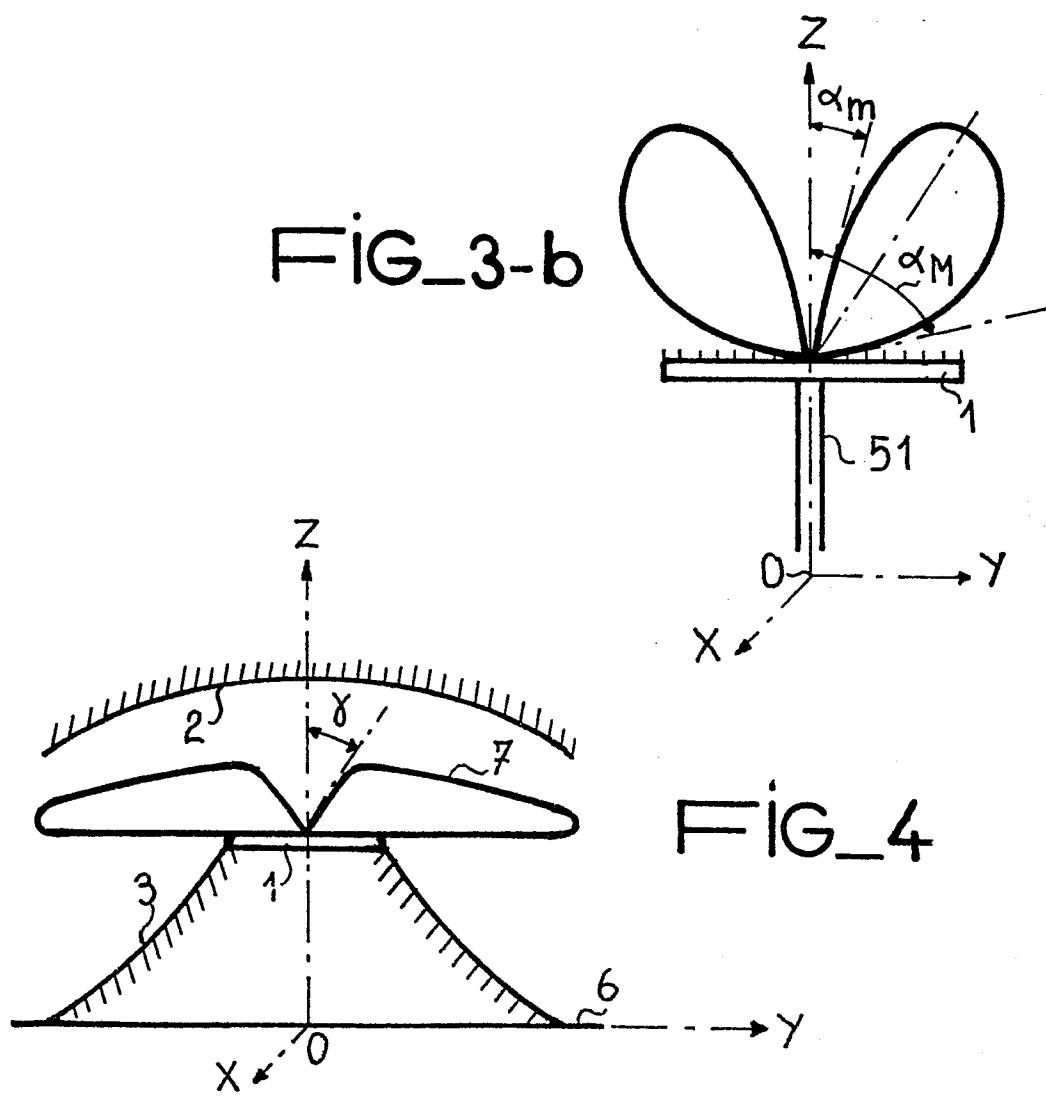


2/2

FIG_3-a



FIG_3-b



FIG_4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 84 40 1409

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin des parties pertinentes	Revendication concernée			
X	US-A-3 551 676 (R.W. RUNNELS) * en entier *	1-3, 6, 7	H 01 Q 19/10 H 01 Q 3/24		
A	FR-A-2 193 268 (STANDARD ELECTRIC) * figure 4C; page 6, ligne 29 - page 7, ligne 6 *	1, 6, 8			
A	US-A-2 440 210 (H.J. RIBLET) * en entier *	1			
A	DE-C- 710 087 (TELEFUNKEN) * figure *	1			
A	FR-A-1 392 013 (G.R.P. MARIE) * figure 3 *	1, 6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)		
A	FR-A-1 569 560 (CSF) * figure 4 *	1, 6, 7	H 01 Q		
A	FR-A-1 571 407 (C.F.T.H-H.B.) * en entier *	8			
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche LA HAYE	Date d'achèvement de la recherche 02-10-1984	Examinateur CHAIX DE LAVARENE C.			
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 : arrrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire					