

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: 83402077.8

⑤① Int. Cl.³: H 01 Q 19/195, H 01 Q 25/00

⑳ Date de dépôt: 25.10.83

③① Priorité: 05.11.82 FR 8218597

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

④③ Date de publication de la demande: 23.05.84
Bulletin 84/21

⑦② Inventeur: Bouko, Jean, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Salvat, François, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, 75379 Paris Cedex 08 (FR)
Inventeur: Coquio, Claude, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, 75379 Paris Cedex 08 (FR)

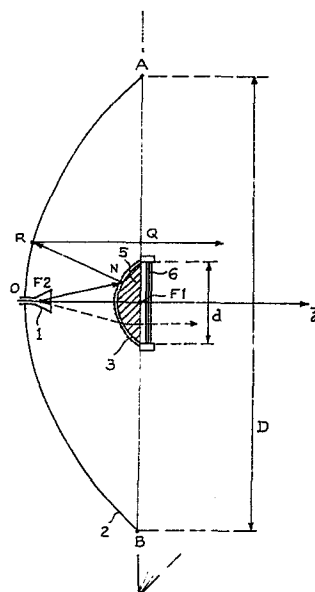
⑧④ Etats contractants désignés: DE GB IT NL

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

⑤④ Antenne à double réflecteur pour radar de poursuite permettant d'améliorer l'acquisition.

⑤⑦ Antenne à double réflecteur de type Cassegrain, permettant d'utiliser, d'une part les qualités d'un faisceau fin conventionnel pour les fonctions de poursuite et permettant, d'autre part, de pouvoir disposer d'un faisceau élargi pour l'acquisition d'objectif, l'antenne comportant pour cela outre le réflecteur principal (2) et un réflecteur auxiliaire semi-transparent (3), une source (1) émettant des ondes à polarisations croisées, une lentille (5) placée derrière le réflecteur auxiliaire (3) qui permet d'obtenir un plan équiphase par focalisation des ondes traversant le réflecteur auxiliaire (3), provoquant ainsi un élargissement du faisceau.

Application aux radars de poursuite.



ANTENNE A DOUBLE REFLECTEUR POUR RADAR DE POURSUITE
PERMETTANT D'AMELIORER L'ACQUISITION

La présente invention se rapporte aux antennes à double réflecteur pour radar de poursuite permettant d'améliorer l'acquisition, et plus
5 particulièrement aux antennes de type Cassegrain de grandes dimensions.

On entend par grandes antennes, des antennes ayant un diamètre supérieur à 70λ , λ étant la longueur d'onde de travail.

Une antenne de type Cassegrain comporte classiquement un réflecteur principal concave de forme généralement parabolique, un réflecteur
10 auxiliaire convexe, de forme généralement hyperbolique, et une source hyperfréquences, ces éléments étant disposés les uns par rapport aux autres afin que le réflecteur auxiliaire renvoie vers le réflecteur principal le rayonnement émis par la source.

Ce type d'antenne est particulièrement adapté pour équiper des
15 radars de poursuite car elle présente les caractéristiques nécessaires pour cela. En effet, les antennes du type Cassegrain à grandes dimensions ont un faisceau de rayonnement étroit c'est-à-dire un angle d'ouverture faible.

Or avant la phase de poursuite, il y a une phase dite phase
20 d'acquisition. L'acquisition d'une cible au moyen d'un faisceau étroit est assez difficile, donc en général on utilise une antenne à faisceau large. Ce sont généralement des antennes de petites dimensions qui permettent d'obtenir ce résultat.

Il est donc nécessaire d'avoir d'une part une antenne qui présente un
25 faisceau large pour explorer une zone large pendant la phase d'acquisition de la cible et d'autre part, d'avoir une antenne qui présente un faisceau étroit pour suivre la cible pendant la phase de poursuite. Ce résultat peut être obtenu par élargissement du faisceau de l'antenne de poursuite.

De façon générale trois solutions sont connues pour élargir le
30 faisceau d'une antenne.

Une première solution consiste à élargir le faisceau par défocalisation soit de la source primaire, soit du réflecteur auxiliaire dans le cas de l'antenne à double réflecteur.

En effet, si on considère un réflecteur parabolique éclairé par une source défocalisée, le foyer du parabolique ne coïncidant plus avec le centre de phase de la source, la répartition des champs (électrique et magnétique) sur l'ouverture du réflecteur n'est plus équiphase. Lorsque
5 l'ouverture n'est plus équiphase les faisceaux qui se réfléchissent ne sont plus parallèles à l'axe de symétrie du réflecteur, ce qui provoque un élargissement du faisceau. Ce résultat est obtenu au détriment du gain et du rendement de l'antenne, car la défocalisation s'accompagne toujours d'une perte d'énergie.

10 Dans le cas d'une antenne à double réflecteur, par exemple de type Cassegrain, on défocalise le réflecteur auxiliaire sur l'axe de symétrie du réflecteur principal, le résultat obtenu est identique, le faisceau est élargi au détriment du gain de l'antenne.

Une deuxième solution consiste à modifier la loi de phase du
15 rayonnement de manière efficace sous le contrôle d'un ordinateur pour éviter les pertes de rendement, mais cette solution ne s'applique qu'aux antennes à balayage électronique, or ces antennes sont d'un coût très élevé.

Les deux solutions présentées ont également pour inconvénient de ne
20 pas pouvoir obtenir un élargissement du faisceau supérieur à deux ou trois fois la largeur à mi-puissance donnée par le diagramme de rayonnement en fonctionnement normal, sans déformation de ce diagramme.

Une troisième solution consiste à utiliser une deuxième antenne, plus petite que l'antenne principale, et ayant les caractéristiques néces-
25 saires pour l'acquisition de cibles.

Cette troisième solution présente l'inconvénient d'augmenter l'encombrement et le poids que doit supporter la tourelle du radar. De plus, des problèmes technologiques dus au parallaxe entre les deux antennes doivent être pris en compte, ce qui complique l'exploitation.

30 Pour remédier à ces inconvénients, l'invention propose une antenne de poursuite de type Cassegrain, permettant d'avoir un faisceau suffisamment large pour effectuer l'acquisition de cibles dans une première phase, et permettant d'avoir un faisceau suffisamment étroit pour permettre la poursuite de ces cibles avec une grande précision.

L'invention a donc pour objet une antenne à double réflecteur pour radar de poursuite permettant d'améliorer l'acquisition, comprenant un réflecteur principal, un réflecteur auxiliaire de dimensions très inférieures aux dimensions du réflecteur principal, une source émettant
5 des ondes électromagnétiques sphériques à polarisations rectilignes croisées, l'un des foyers du réflecteur secondaire étant confondu avec le foyer du réflecteur principal, l'autre foyer étant situé au centre de phase de la source, de sorte que le réflecteur auxiliaire renvoie vers le réflecteur principal le rayonnement émis par la source, principalement caractérisé
10 en ce que le réflecteur auxiliaire est semi-transparent, permettant ainsi de laisser passer certaines ondes et de réfléchir les autres, et en ce qu'un élément optique, de dimensions appropriées pour intercepter les ondes traversant le réflecteur auxiliaire, permet de transformer ces ondes en ondes planes, d'obtenir un plan équiphase dans le plan équiphase de
15 l'antenne et d'obtenir un faisceau plus large par focalisation de ces ondes.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante présentée à titre d'exemple non limitatif et faite en regard des figures du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est un schéma d'une antenne à double réflecteur pour
20 radar de poursuite, permettant d'améliorer l'acquisition conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une variante de réalisation conforme à l'invention ;

- la figure 3 est un schéma partiel relatif à un premier mode de réalisation de l'élément optique selon la figure 1 ou 2 ;

25 - la figure 4 est un schéma partiel relatif à un deuxième mode de réalisation de l'élément optique selon la figure 1 ou 2.

L'antenne pour radar de poursuite représentée sur la figure 1 comporte une source primaire 1 qui rayonne des ondes électromagnétiques sphériques à polarisations rectilignes croisées. Elle émet donc des ondes
30 suivant deux polarisations orthogonales. Cette source est généralement, et notamment dans le cas des antennes Cassegrain, un cornet électromagnétique dont les dimensions sont appropriées pour éclairer correctement le réflecteur auxiliaire.

Une antenne Cassegrain comporte également, de manière connue en

soi, un réflecteur principal 2 de forme parabolique qui a pour foyer un point F1 situé sur son axe de symétrie Oz, O étant le sommet du paraboloïde. Le diamètre d'ouverture du réflecteur est généralement déterminé pour obtenir la largeur du faisceau désirée. Ce diamètre correspond dans cette réalisation particulière au diamètre D du réflecteur 2. Cette ouverture est donc définie par un segment AB qui engendre un cercle de diamètre $D = AB$ et qui a pour centre le point F1, foyer du réflecteur principal.

La source 1 peut être placée indifféremment en amont du sommet O du réflecteur principal, soit à ce sommet O, soit à l'intérieur du réflecteur sur l'axe Oz. Sur cette figure, la source 1 est placée à l'intérieur. L'antenne Cassegrain comporte également un réflecteur auxiliaire 3 de forme hyperbolique, de dimensions très inférieures aux dimensions du réflecteur principal 2 et qui a pour foyer le point F1 et le point F2 centre de phase de la source 1. Ainsi, tout rayon F2 N est réfléchi par l'hyperboloïde dans une direction NR semblant émaner de F1. Comme F1 est le foyer du paraboloïde 2, le rayon RQ réfléchi par ce dernier est parallèle à Oz. Les ondes réfléchies sont des ondes planes en phase dans le plan de l'ouverture. Si on désigne θ_1 l'ouverture à mi-puissance du faisceau de l'antenne, que l'on désigne également ouverture à 3 dB, cette ouverture étant obtenue à l'aide du diagramme de rayonnement de l'antenne, on a l'égalité suivante $\theta_1 = k.\lambda/D$, où k est un paramètre qui dépend de la distribution d'amplitude, λ est la longueur d'onde du rayonnement et D le diamètre d'ouverture.

Conformément à l'invention, le réflecteur auxiliaire 3 est semi-transparent. Il est transparent pour une polarisation rectiligne de l'onde émise et pour la polarisation croisée à cette onde, il se comporte comme un réflecteur classique. Ce réflecteur 3 est constitué par un ensemble de fils parallèles entre eux. Il permet en fonction de la position des fils par rapport à cette polarisation, de laisser passer les ondes dont la polarisation est perpendiculaire aux fils.

Si, par exemple, en fonctionnement "normal" la source F2, émet des ondes de polarisation (direction du champ électrique) verticale, le réflecteur auxiliaire 3 devra avoir des fils dans des plans parallèles à la

polarisation des ondes incidentes verticales pour réfléchir ces ondes afin d'éclairer le réflecteur principal. Le réflecteur sera par contre transparent aux ondes polarisées horizontalement.

Inversement, si en fonctionnement "normal" les ondes sont polarisées horizontalement, le réflecteur auxiliaire 3 devra avoir les fils dans des plans parallèles à cette polarisation pour réfléchir ces ondes. Le réflecteur sera alors transparent pour les ondes polarisées verticalement.

Conformément à l'invention, l'antenne comporte également en aval du réflecteur auxiliaire 3 un élément optique 5 du type lentille électromagnétique, permettant de focaliser à l'infini les ondes traversant le réflecteur 3. Les dimensions de cet élément sont appropriées pour intercepter le rayonnement traversant ce réflecteur 3 et pour obtenir un plan équiphase confondu avec le plan P. Le plan équiphase des ondes planes focalisées par l'élément 5 contient donc le foyer F1 et est perpendiculaire au plan de symétrie contenant l'axe Oz. Si on désigne θ_2 l'ouverture de cet élément et d son diamètre, on a l'égalité suivante :

$$\theta_2 = k \frac{\lambda}{d}.$$

Le diamètre d étant très inférieur à D, si d est environ dix fois plus petit que D, l'ouverture θ_2 est dix fois plus large que θ_1 .

Pour obtenir une polarisation identique pour toutes les ondes rayonnées, il suffit de placer un rotateur de polarisation 6 en aval de cet élément optique 5, à une distance égale environ à $\lambda/4$.

La figure 2 représente une variante de réalisation.

Dans cette réalisation la source 1 est placée en amont du réflecteur principal 2 sur l'axe Oz, ce qui permet par exemple de faire fonctionner l'antenne en scanning.

Selon cette configuration, l'élément optique 5 peut alors être placé au sommet O du réflecteur 2. Cependant la distance l entre le sommet O et le foyer F1 est limitée et ne doit pas dépasser la zone de Rayleigh, soit $l \leq \frac{d^2}{2\lambda}$. Dans ces conditions les ondes focalisées par l'élément 5 restent focalisées à proximité du réflecteur secondaire

Sur la figure 3 on a représenté un schéma partiel relatif à un premier mode de réalisation de l'élément optique 5. Ce mode de réalisation convient à une antenne ayant une bande passante large. L'élément

optique 5 est constitué par une lentille électromagnétique plan convexe de forme hyperbolique, de foyer F2 et d'indice de réfraction supérieur à un, c'est le cas d'un diélectrique. Ce type de lentille permet de travailler dans une large gamme de fréquences.

- 5 Pour obtenir une ouverture équiphase dans le plan P, la section plane de la lentille se trouve donc dans le plan P et l'indice de réfraction est choisi pour que les ondes soient en phase dans ce plan. Dans cette réalisation, la surface hyperbolique de la lentille se confond donc avec celle du réflecteur 3. La lentille 5 se comporte comme une antenne de
10 diamètre d'ouverture $d = CD$.

Le rotateur de polarisation 5 est constitué, par exemple, d'un ensemble de grilles, trois généralement, dont l'orientation des fils est de 45° par rapport au vecteur champ électrique E de la polarisation de l'onde focalisée par la lentille 5.

- 15 Sur la figure 4 on a représenté un schéma partiel relatif à un deuxième mode de réalisation.

Dans ce cas, la lentille 5 plan convexe est un ellipsoïde de foyer F2 et d'indice de réfraction inférieur à un, c'est le cas des lentilles métalliques. Cette structure réduit généralement la bande passante de
20 l'antenne, elle convient plus particulièrement à des applications ne nécessitant pas une large bande passante.

En conclusion, l'antenne à double réflecteur, telle qu'elle a été décrite dans les divers modes de réalisation, permet d'obtenir à la fois un faisceau étroit et un faisceau large car certaines ondes émises ayant une
25 polarisation rectiligne donnée se réfléchissent successivement sur le réflecteur auxiliaire 3 puis sur le réflecteur principal 2, tandis que les ondes ayant une polarisation croisée traversent le deuxième réflecteur 3.

L'élargissement du faisceau est d'autant plus grand que le diamètre de la lentille est petit par rapport au diamètre du réflecteur principal :

30 $\theta_2 = \frac{D}{d} \theta_1$.

REVENDEICATIONS

1. Antenne à double réflecteur pour radar à fonctions multiples comprenant un réflecteur principal (2), un réflecteur auxiliaire (3) de dimensions très inférieures aux dimensions du réflecteur principal, une source (1) émettant des ondes électromagnétiques sphériques à polarisations rectilignes croisées, l'un des foyers (F1) du réflecteur secondaire (3) étant confondu avec le foyer du réflecteur principal, l'autre foyer (F2) étant situé au centre de phase de la source (1) de sorte que le réflecteur auxiliaire renvoie vers le réflecteur principal le rayonnement émis par la source, caractérisé en ce que le réflecteur auxiliaire (3) est semi-transparent permettant ainsi de laisser passer les ondes d'une polarisation donnée et de réfléchir les autres, et en ce qu'un élément optique (5) de dimensions appropriées pour intercepter les ondes traversant le réflecteur auxiliaire (3) permet de transformer ces ondes en ondes planes, d'obtenir un plan équiphase dans le plan de l'ouverture de l'antenne et d'obtenir un faisceau plus large que le faisceau obtenu par réflexion sur le réflecteur principal (2) par focalisation de ces ondes, le diamètre d de cet élément étant très petit devant le diamètre D du réflecteur principal (2).

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'élément optique (5) est une lentille électromagnétique plan convexe dont la section plane se trouve dans le plan équiphase (P) de l'antenne.

3. Antenne, selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'élément optique (5) est une lentille électromagnétique plan concave dont la section plane se trouve dans un plan contenant le sommet (0) du réflecteur principal (2) et qui est parallèle au plan équiphase (P).

4. Antenne, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend un rotateur de polarisation (6) situé en aval de la lentille (5) permettant de modifier la polarité des ondes traversant le réflecteur secondaire (3) et réfractées par la

lentille (5) pour leur donner la même polarité que celle des ondes réfléchies successivement par le réflecteur (3) auxiliaire et le réflecteur principal (2).

5 5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la lentille électromagnétique (5) plan convexe est de forme hyperbolique et est constituée d'un matériau diélectrique.

10 6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la lentille électromagnétique (5) plan convexe est de forme elliptique et est constituée de lames métalliques.



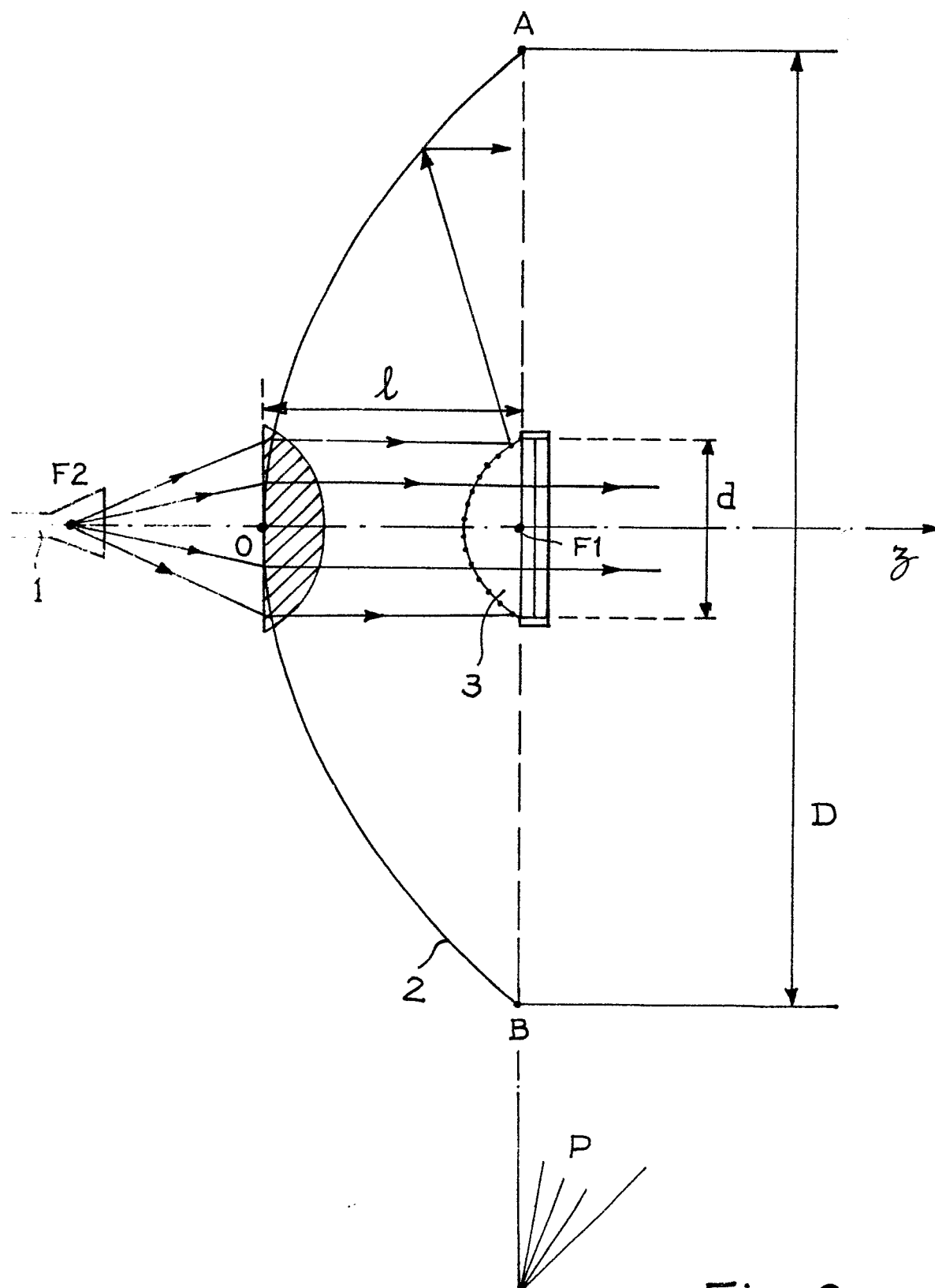


Fig. 2

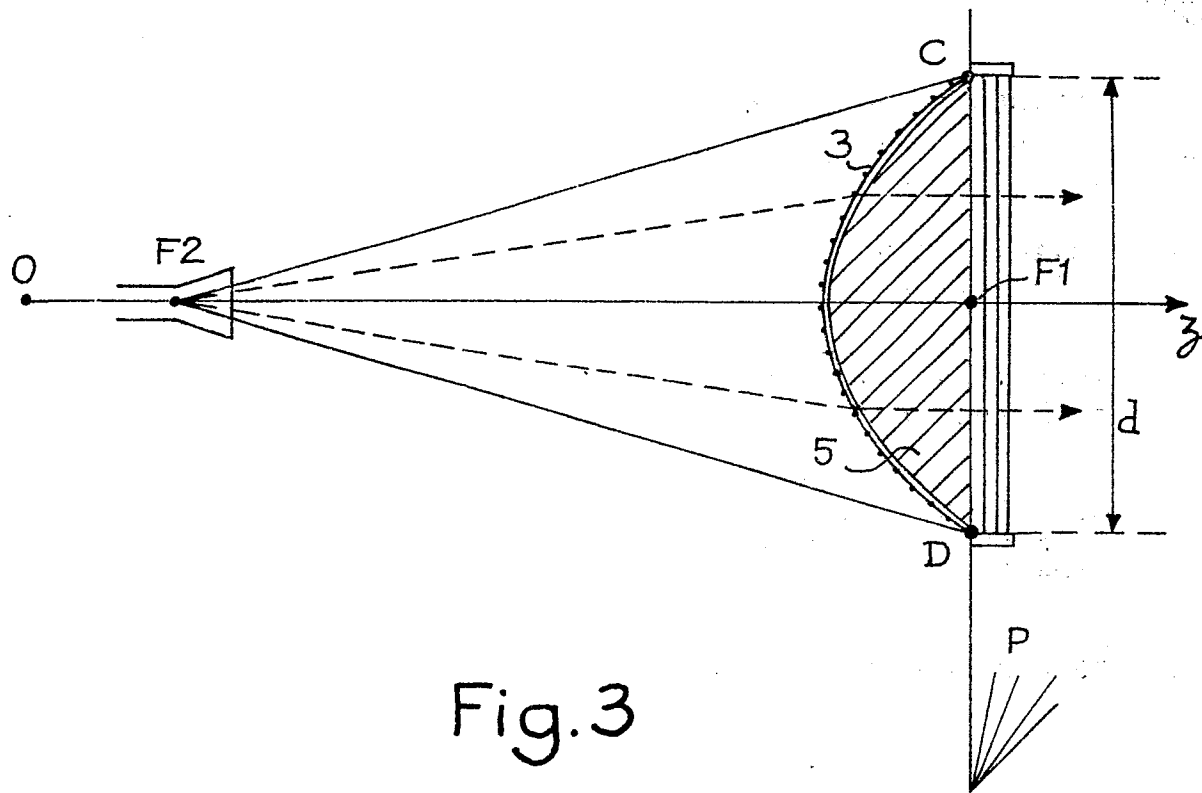


Fig. 3

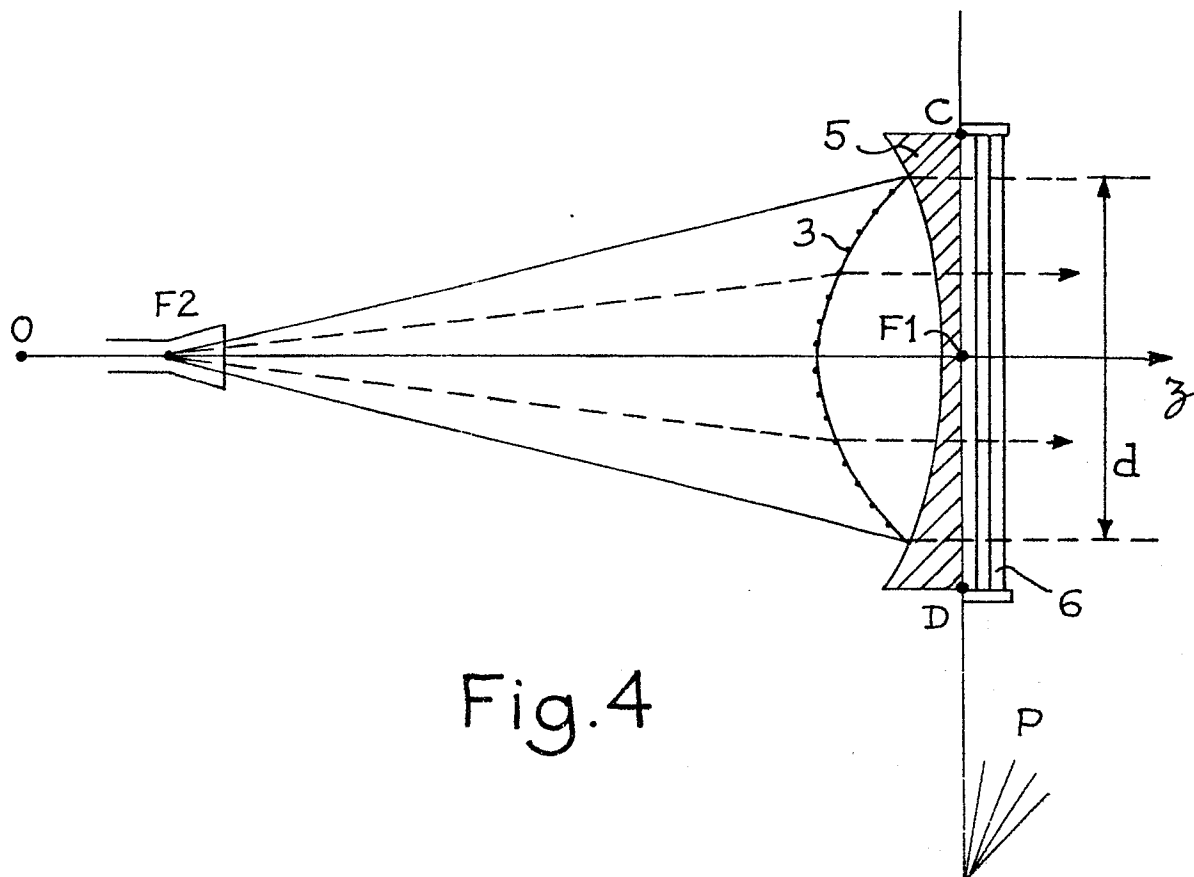


Fig. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0109322

Numéro de la demande

EP 83 40 2077

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	US-A-4 220 957 (P.P. BRITT) * En entier *	1,2,4	H 01 Q 19/195 H 01 Q 25/00
A	FR-A-1 477 571 (CSF) * En entier *	1	
A	GB-A-1 107 378 (MARCONI) * Figure 1; page 2, ligne 59 - page 3, ligne 55 *	1,4	
A	US-A-3 049 708 (B. BERKOWITZ) -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			H 01 Q
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 08-02-1984	Examineur CHAIX DE LAVARENE C.
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	