

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 762 529 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

12.03.1997 Bulletin 1997/11

(51) Int Cl.⁶: **H01P 1/17**

(21) Numéro de dépôt: **96401830.3**

(22) Date de dépôt: **27.08.1996**

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **01.09.1995 FR 9510299**

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

(72) Inventeurs:

- **Morineau, Jean-Yves**
92402 Courbevoie Cedex (FR)

- **Bazzani, Serge**
92402 Courbevoie Cedex (FR)

- **Jamet, Bernard**
92402 Courbevoie Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Albert, Claude et al**
THOMSON-CSF-S.C.P.I.,
13, Avenue du Président
Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

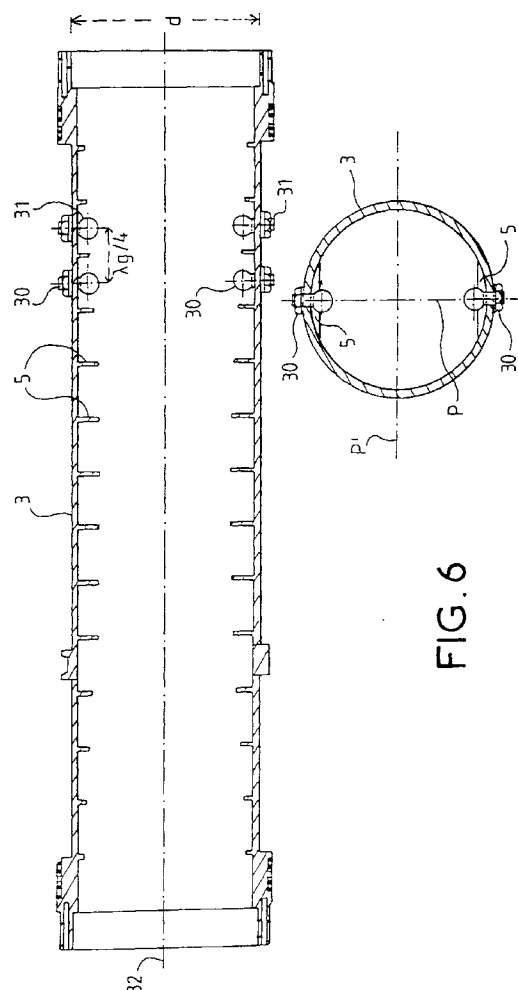
(54) **Polariseur à iris pour source primaire d'antenne**

(57) L'invention concerne un polariseur à iris pour source primaire d'antenne.

Le polariseur comporte dans une section de guide d'ondes (3) une succession d'iris d'enfoncement variable, qui peuvent produire un déphasage différentiel de 90° sur deux composantes orthogonales du champ électrique de façon à obtenir une onde à polarisation circulaire.

Pour optimiser le polariseur sans avoir à changer les dimensions du guide, on introduit des paires de vis de réglage (30, 31) soit dans le plan médian (P) des iris, soit dans le plan orthogonal (P').

L'invention s'applique notamment aux sources primaires pour antennes radar.



Description

La présente invention se rapporte à un polariseur à iris pour source primaire d'antenne.

Dans de nombreux cas, on souhaite pouvoir disposer d'une antenne pouvant fonctionner soit en polarisation linéaire, soit en polarisation circulaire. C'est notamment le cas des antennes utilisées dans le contrôle du trafic aérien. Comme on le sait, l'utilisation d'une polarisation circulaire permet plus particulièrement de s'affranchir, dans une large mesure, des perturbations dues à la pluie. Un élément essentiel de l'antenne est alors le polariseur utilisé dans la source primaire, qui permet de commuter d'une polarisation à l'autre en assurant, dans le cas de la polarisation circulaire, un déphasage différentiel sensiblement de 90° entre les composantes du champ électrique.

Généralement et notamment pour les puissances importantes, le polariseur est du type à iris, c'est-à-dire qu'il comporte à l'intérieur d'une section de guide d'ondes une succession d'éléments réactifs régulièrement espacés. Ces éléments réactifs sont souvent des bandes conductrices pénétrant symétriquement dans la section de guide d'ondes et situées dans des plans transversaux c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe longitudinal.

Suivant l'orientation du champ électrique par rapport aux iris, ceux-ci peuvent présenter une susceptance capacitive ou inductive. Lorsque le champ électrique est à 45° par rapport aux iris, on peut décomposer celui-ci en deux composantes orthogonales égales en amplitude. En prévoyant convenablement la disposition des iris, leur nombre et les dimensions du guide, on peut obtenir un déphasage différentiel entre ces deux composantes égal à 90° d'où une onde à polarisation circulaire en sortie du polariseur. Un déphasage différentiel optimisé sur une bande de fréquence de fonctionnement peut être obtenu en définissant de manière très précise les paramètres du polariseur. Or certains de ceux-ci sont très difficiles à définir par le calcul, ce qui entraîne des réalisations successives de polariseur pour mettre au point et optimiser celui-ci de manière expérimentale. Ceci est bien entendu long et coûteux. De plus, les procédés de réalisation étant complexes, on éprouve des difficultés à tenir les tolérances de fabrication lors des fabrications en série d'où une dégradation des performances.

Un objet de l'invention est donc un polariseur exempt de ces inconvénients grâce à une possibilité simple de réglage et d'adaptation à une bande de fréquence donnée.

Selon l'invention, il est prévu un polariseur à iris pour source primaire d'antenne du type incluant une section de guide d'ondes comportant une succession d'éléments réactifs régulièrement espacés formant des iris et agissant comme des susceptances capacitatives ou inductives selon la direction de la polarisation linéaire du champ électrique à l'intérieur de ladite section de guide d'ondes, caractérisé en ce qu'il est prévu de disposer dans ladite section de guide d'ondes des éléments ajustables présentant une susceptance qui est essentiellement d'un type donné, capacitif ou inductif, de manière à recentrer la bande de fréquence de fonctionnement dudit polariseur tout en maintenant le déphasage différentiel dudit polariseur sensiblement égal à 90° dans ladite bande de fréquence.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- la figure 1 est le schéma d'une source primaire d'antenne connue avec un polariseur à iris ;
- les figures 2a et 2b représentent des diagrammes explicatifs ;
- les figures 3 à 5 sont des courbes relatives à un polariseur à iris optimisé ;
- la figure 6 est un schéma en coupe longitudinale et transversale d'un polariseur selon l'invention ;
- les figures 7 à 9 sont des courbes relatives au polariseur de la figure 6 lorsque le guide d'ondes a une section trop faible ; et
- les figures 10 à 12 sont des courbes relatives au polariseur de la figure 6 lorsque le guide d'ondes a une section trop grande.

La figure 1 représente schématiquement une source primaire d'antenne connue telle que celles mentionnées ci-dessus.

Cette source 1 comprend une transition 2 vers une section de guide d'ondes 3 d'un polariseur. Le guide d'ondes peut être de section carrée, rectangulaire ou circulaire. La plus simple solution qui a été représentée ici est la section circulaire. Cette section de guide d'ondes 3 comporte une succession d'éléments réactifs 5 qui sont des iris. On préfère souvent utiliser des iris bien que des solutions à vis ou lames de quartz par exemple puissent être utilisées. Cependant la solution à iris est plus performante, mieux adaptée aux puissances importantes et surtout nécessite moins d'éléments que les autres solutions à éléments réactifs car un iris peut présenter à la fois des susceptances capacitive et inductive, d'où une plus grande simplicité.

Un iris peut être constitué de deux volets conducteurs pénétrant à l'intérieur du guide de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal du guide et disposés dans un plan transversal perpendiculaire à cet axe.

La section de guide d'ondes 3 peut être entraînée en rotation par un ensemble moto-réducteur 4 (d'où l'avantage d'un guide circulaire) de façon à la faire tourner de 45° . La section 3 est suivie d'un transformateur 6 puis d'un déphaseur 7 relié à un cornet 8.

Les figures 2a et 2b représentent le schéma équivalent d'un iris 5 pour un guide carré ou circulaire selon la direction de polarisation du champ électrique. L'iris comprend deux volets conducteurs 51 et 52 dans un plan transversal au guide 3 et pénétrant dans le guide d'une hauteur h donnée.

Dans le cas de la figure 2a, la direction du champ électrique (représenté par une flèche) est perpendiculaire aux bords de l'iris. Dans ce cas, la susceptance B_c est capacitive.

Par contre, dans le cas de la figure 2b où le champ électrique est parallèle aux bords de l'iris, la susceptance B_L est inductive.

Si maintenant on fait tourner de 45° la section de guide 3 par rapport au champ électrique ayant la direction de la figure 2a ou 2b, on peut considérer l'onde incidente comme décomposable en deux composantes orthogonales de même amplitude dont l'une est parallèle aux bords de l'iris et l'autre perpendiculaire à ces mêmes bords. Si le polariseur impose à ces deux composantes un déphasage différentiel de 90° , on obtient en sortie une onde à polarisation circulaire.

Pour optimiser le déphasage différentiel sur une bande de fréquences de fonctionnement donnée, on doit définir les dimensions du guide (côté d d'un guide carré par exemple) et l'enfoncement h des iris. En général on prévoit une loi d'enfoncement pour les différents iris qui peut être une loi en cosinus ou selon une distribution de Tchebycher et qui permet de minimiser le TOS dans la bande de fonctionnement.

La figure 3 montre les variations des susceptances capacitive (courbe BC) et inductive (courbe BL) de l'ensemble des iris en fonction de la fréquence.

Pour l'iris de rang n dont l'enfoncement est h_n , la susceptance capacitive est donnée par :

$$\frac{B_{cn}}{Y_0} = K_1(h_n, d) \cdot \frac{1}{\lambda g(d, f)}$$

où B_{cn} est la susceptance capacitive, Y_0 la susceptance caractéristique du guide, λg la longueur d'onde dans le guide fonction des dimensions du guide et de la fréquence et $K_1(h_n, d)$ une constante dépendant des dimensions du guide et de l'enfoncement de l'iris. La susceptance capacitive est inversement proportionnelle à la longueur d'onde dans le guide.

De même la susceptance inductive B_{Ln} de l'iris est donnée par :

$$\frac{B_{Ln}}{Y_0} = K_2(h_n, d) \cdot \lambda g(d, f)$$

Cette valeur est proportionnelle à la longueur d'onde dans le guide.

Les constantes K_1 et K_2 sont difficiles à déterminer analytiquement.

Cependant par approximation dans le cas du guide carré et en supposant que h est très petit par rapport à d et λg , on peut déterminer le déphasage différentiel d'un simple iris par la relation approchée :

$$\Delta\Phi_n = \left[\frac{\pi^2 \cdot h_n^2}{2d} \right] \left[\frac{\lambda g}{d^2} + \frac{2}{\lambda g} \right]$$

Le premier terme dépend de la dimension du guide et de l'enfoncement des iris ; le deuxième terme dépend de la dimension du guide et de la fréquence. On peut généraliser cette relation et le déphasage différentiel introduit par l'ensemble des N iris s'écrit alors :

$$\Delta\Phi_T = \left[\sum_{n=1}^N \frac{\pi^2 \cdot h_n^2}{2d} \right] \left[\frac{\lambda g}{d^2} + \frac{2}{\lambda g} \right] \quad (1)$$

La variation de ce déphasage avec la fréquence est représentée sur la figure 4 et celle du taux d'ellipticité en

décibels est représentée sur la figure 5. Pour optimiser le polariseur, il faut minimiser le taux d'ellipticité dans la bande de fonctionnement (ici entre 2,6 et 3,6 GHz) d'une part en égalant les performances aux deux fréquences extrêmes et d'autre part en ajustant l'enfoncement des iris de façon à centrer la variation du déphasage différentiel Φ_T sur 90° .

La première condition, appliquée au deuxième terme de la relation (1), conduit à la détermination de la dimension d du guide :

$$2d^2 = \lambda_{g\max} \cdot \lambda_{g\min} \quad (2)$$

où $\lambda_{g\max}$ et $\lambda_{g\min}$ sont les longueurs d'onde dans le guide pour les valeurs extrêmes de fréquence de la bande. Lorsque l'on veut donc réaliser un polariseur dans une bande de fréquence donnée, il faut d'abord choisir la dimension d selon la relation (2). Mais, comme on l'a vu, cette détermination découlant de celle des constantes K_1 et K_2 n'est qu'approximative. Seule, une série de réalisations expérimentales permet de préciser ces facteurs, ce qui, comme on l'a déjà dit, accroît les coûts.

Pour remédier à cela, la figure 6 représente le schéma d'un polariseur selon l'invention. Ce polariseur comporte une section de guide d'ondes (3), circulaire dans l'exemple décrit, de diamètre d déterminé approximativement. Dans ce guide, sont placés des iris 5 dont l'enfoncement h_n est déterminé à partir de d : l'enfoncement h_n des iris obéit à une loi qui peut être une distribution de Tchebycher pour obtenir le meilleur TOS possible dans la bande. Le tout est ajusté pour obtenir également un déphasage différentiel sensiblement égal à 90° .

En complément des iris, sont prévues des vis ajustables disposées par paires 30, 31 symétriques par rapport à l'axe de symétrie longitudinale 32, ceci afin d'éviter la génération de modes supérieurs. L'espacement longitudinal entre deux paires adjacentes est sensiblement égal à $(2n+1) \lambda_g/4$ pour la fréquence centrale de la bande de fonctionnement de façon à obtenir une bonne adaptation, ceci supposant qu'il y a au moins deux paires de vis.

Enfin les vis par exemple à l'intérieur du guide sont disposées vers une extrémité du guide 3, là où les iris sont le moins enfoncés, de façon à garantir la meilleure tenue en puissance. Dans le cas de la figure 6, les vis ont été disposées dans le plan médian P des iris contenant l'axe 32, c'est-à-dire le plan de la figure pour la coupe longitudinale. Les traces du plan P et du plan orthogonal P' passant par l'axe longitudinal 32 ont été représentées sur la coupe transversale passant par les vis 30 de la figure 6.

On peut supposer que, dans un premier cas, la valeur d du guide 3 est trop faible. Les figures 7 à 9 illustrent ce cas.

En l'absence des vis 30, 31, on obtient les courbes en trait plein. On voit immédiatement qu'on aboutit à un décalage de la bande de fonctionnement vers les fréquences élevées (cf. figure 9 courbe e).

En observant les courbes BC et BL de la figure 7 qui représentent les variations des susceptances capacitive et inductive, on remarque que le déphasage différentiel dans les basses fréquences est essentiellement dû à l'effet inductif des iris qui présente une grande dispersion. L'adjonction de vis conformément à la figure 6, c'est-à-dire dans le plan P, comme représenté à droite de la figure 7, apporte un effet capacitif qui s'ajoute aux susceptances capacitives des iris. On peut alors diminuer l'enfoncement des iris ce qui réduit l'effet inductif et donc la dispersion (cf les courbes BC' et BL' en pointillé de la figure 7). En jouant sur l'enfoncement des vis et des iris, on obtient une courbe de déphasage différentiel optimisée (courbe Φ' sur la figure 8) et une bande de fréquence de fonctionnement recentrée (courbe e' de la figure 9).

De la même façon, les figures 10 à 12 illustrent le cas où la section du guide d'ondes 3 et donc la dimension d sont trop grandes. Les courbes en trait plein correspondent aux résultats en l'absence de vis. On aboutit ici à un décalage vers les fréquences basses. Ici, on observe (courbes BC et BL de la figure 10) une dispersion vers les fréquences hautes des susceptances capacitive et inductive dues aux iris et une pente plus faible pour la susceptance inductive. Pour y remédier on prévoit des vis 30, 31 ajustables disposées dans le plan P' (Fig. 6) comme représenté à droite de la figure 10.

Les courbes en pointillé des figures 10 à 12 traduisent les résultats obtenus. L'action des vis diminue le déphasage apporté par les susceptances inductives, ce qui permet d'augmenter l'enfoncement des iris pour accroître la pente de la courbe BL' (figure 10). On peut ainsi optimiser le déphasage différentiel et recentrer la bande de fonctionnement, comme le montre la courbe e' de la figure 12.

Il est clair que l'invention permet ainsi de réaliser un polariseur pour une bande de fonctionnement donnée sans avoir à rechercher expérimentalement par une succession de fabrications les dimensions optimales du guide.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux exemples de réalisation décrits. Notamment, il serait possible de remplacer les vis ajustables par d'autres éléments réactifs, tels que des barreaux, ayant une susceptance essentiellement capacitive ou essentiellement inductive. De même, selon le mode de réalisation envisagé, on peut utiliser différents types de vis et notamment des vis classiques s'il n'y a pas de problèmes liés aux fortes puissances.

Revendications

1. Polariseur à iris pour source primaire d'antenne du type incluant une section de guide d'ondes (3) comportant une succession d'éléments réactifs (5) régulièrement espacés formant des iris et agissant comme des susceptances capacitatives ou inductives selon la direction de la polarisation linéaire du champ électrique à l'intérieur de ladite section de guide d'ondes, caractérisé en ce qu'il est prévu de disposer dans ladite section de guide d'ondes des éléments ajustables (30, 31) présentant une susceptance qui est essentiellement d'un type donné, capacitif ou inductif, de manière à recentrer la bande de fréquence de fonctionnement dudit polariseur tout en maintenant le déphasage différentiel dudit polariseur sensiblement égal à 90° dans ladite bande de fréquence.
2. Polariseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits éléments ajustables sont constitués par des vis ou des barreaux dont la profondeur de pénétration dans la section de guide (3) est réglable.
3. Polariseur selon la revendication 2, dans lequel lesdits éléments réactifs (5) sont constitués chacun par deux volets conducteurs pénétrant symétriquement d'une hauteur donnée (h_n) à l'intérieur de la section de guide (3) dans un plan transversal à la section de guide, caractérisé en ce que lesdits éléments ajustables sont constitués par au moins deux paires de vis (30, 31) réglables en hauteur, les vis de chaque paire étant disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie longitudinal (32) de la section de guide d'ondes (3) et la distance entre les deux paires suivant ledit axe étant sensiblement égale à un multiple impair du quart de la longueur d'onde dans la section de guide à la fréquence centrale de ladite bande de fréquence de fonctionnement.
4. Polariseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la tête des vis (30, 31) à l'intérieur de la section de guide est de forme sphérique.
5. Polariseur selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que la dimension transversale (d) de la section de guide d'ondes (3) dans le plan médian (P) des iris contenant ledit axe de symétrie (32) étant inférieure à la dimension optimale pour la bande de fréquence de fonctionnement désirée, lesdites vis (30, 31) sont disposées dans ledit plan médian.
6. Polariseur selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que, la dimension transversale (d) de la section de guide d'ondes (3) dans le plan médian des iris contenant ledit axe de symétrie étant supérieure à la dimension optimale pour la bande de fonctionnement désirée, lesdites vis (30, 31) sont disposées dans le plan (P') contenant ledit axe de symétrie et orthogonal audit plan médian (P).
7. Polariseur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits éléments ajustables (30, 31) sont disposés vers une des extrémités de ladite section de guide d'ondes (3).

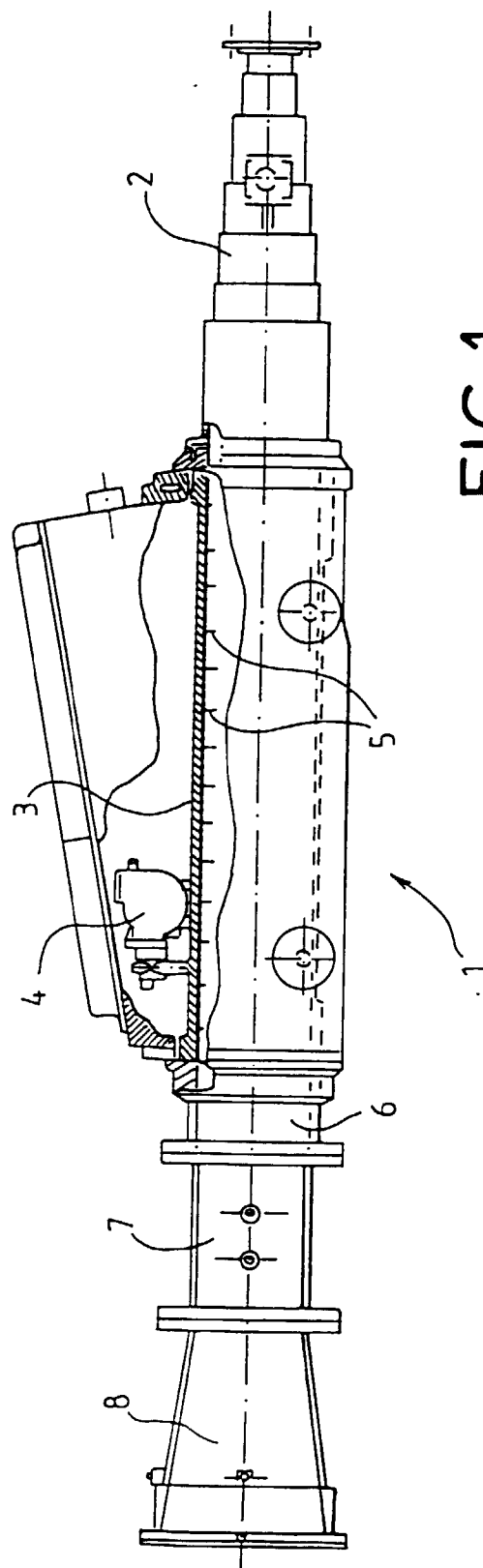


FIG. 1

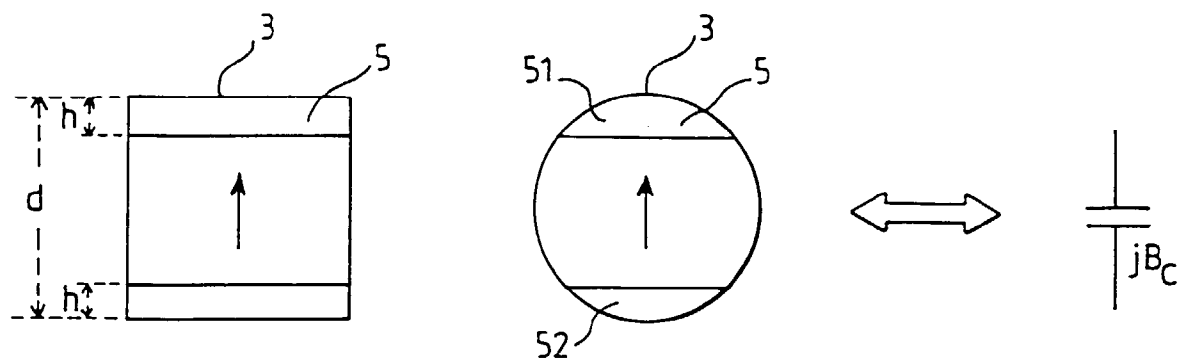


FIG. 2a

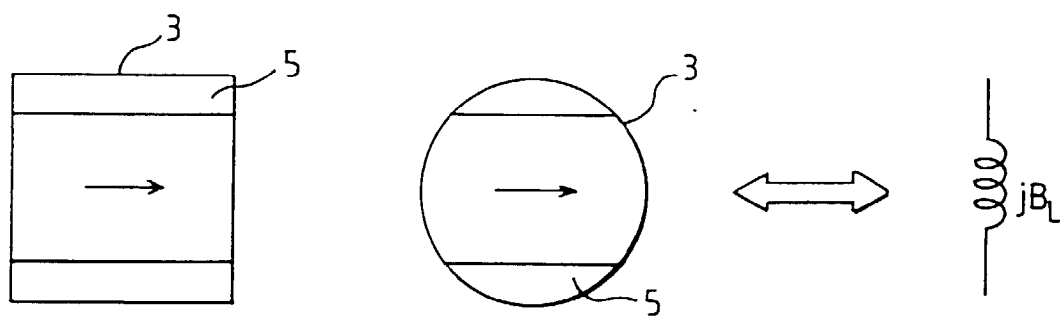


FIG. 2b

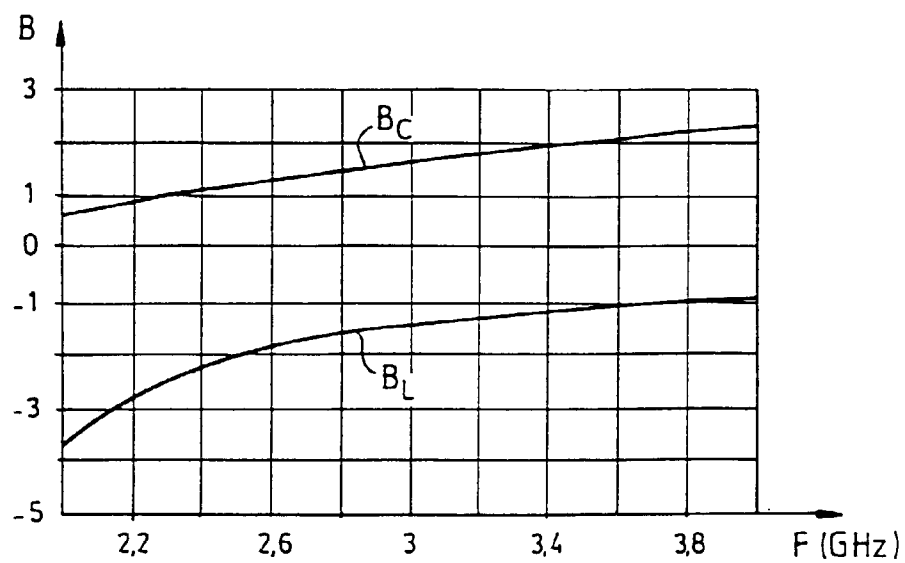


FIG. 3

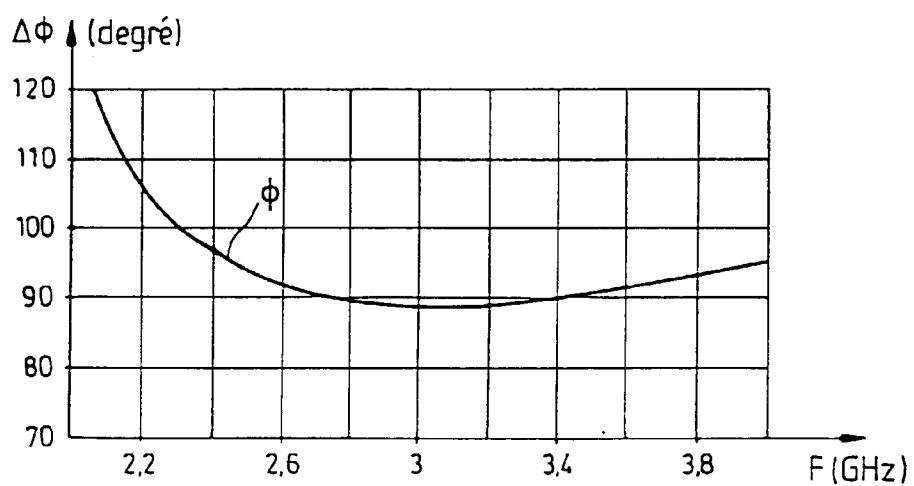


FIG. 4

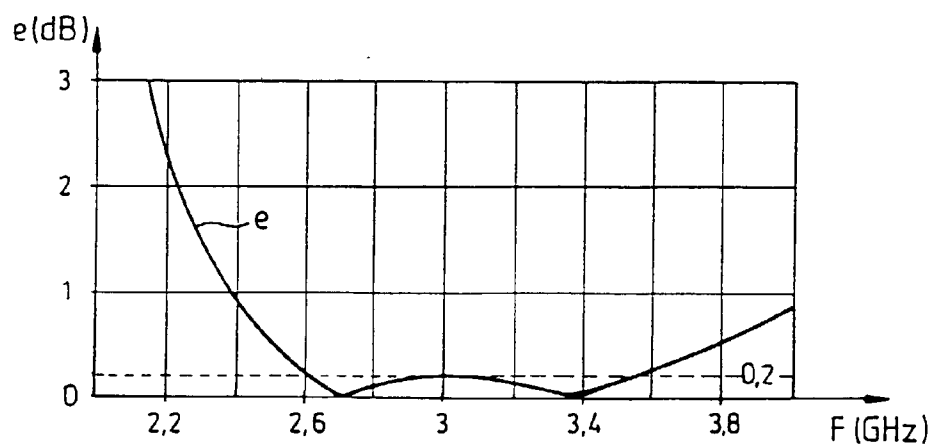


FIG. 5

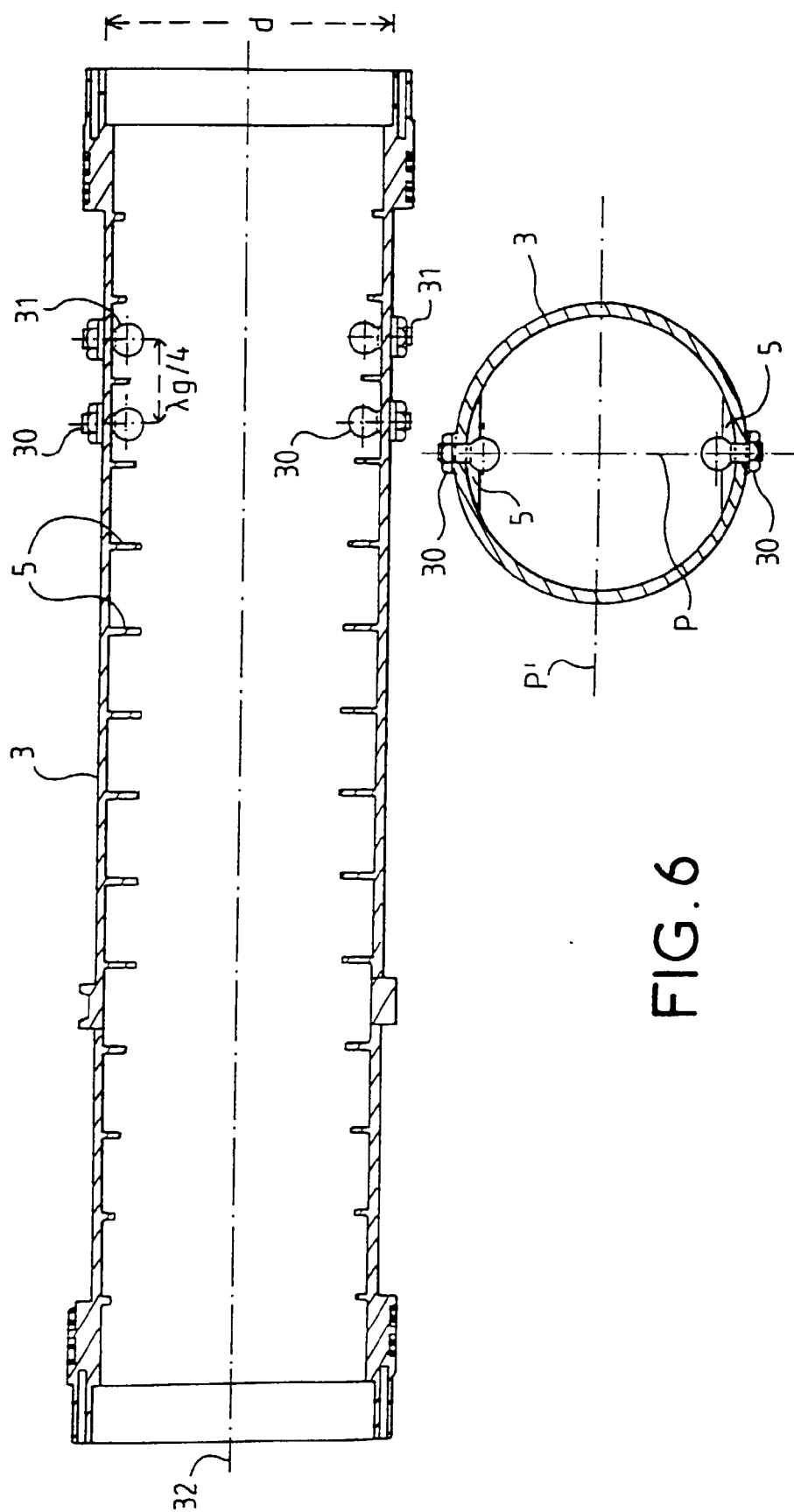


FIG. 6

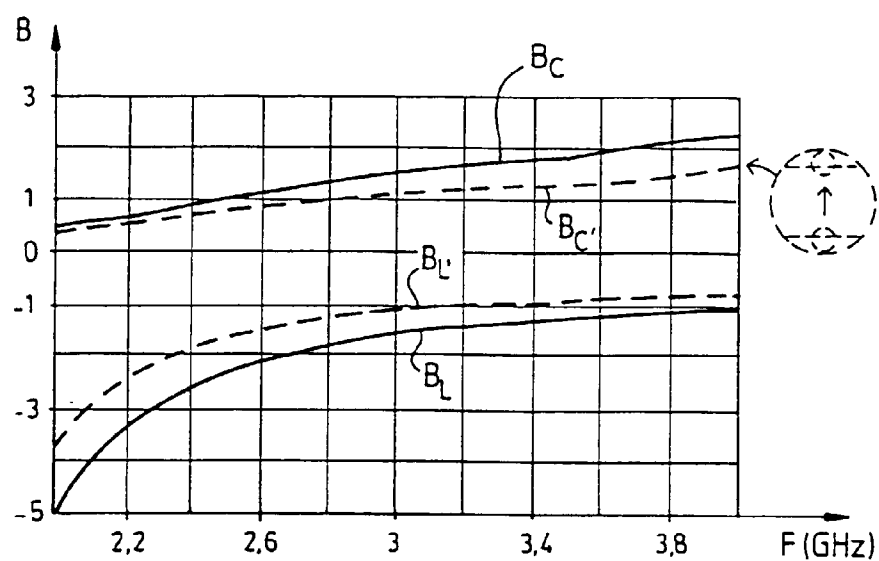


FIG. 7

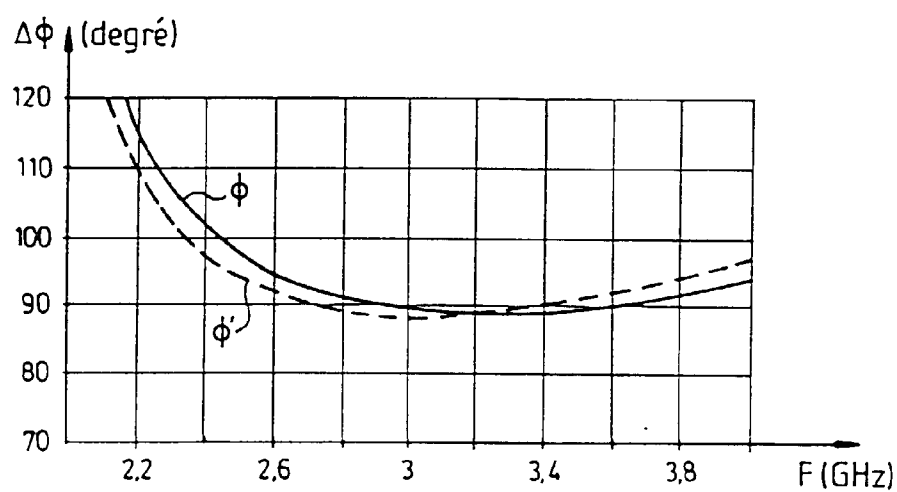


FIG. 8

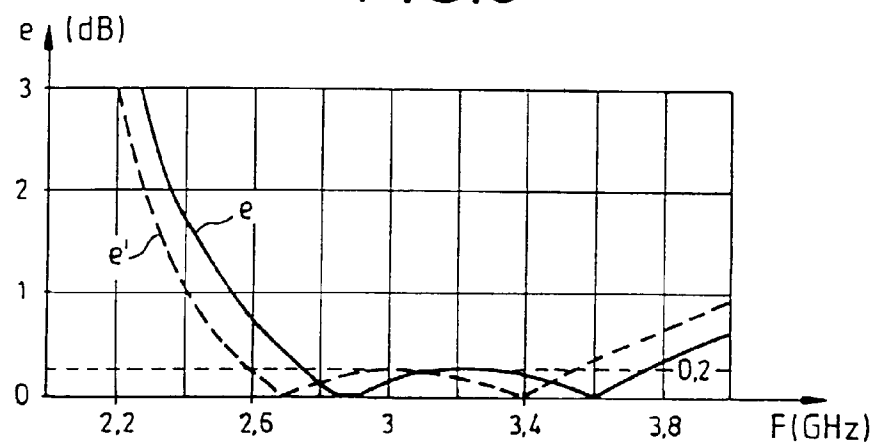


FIG. 9

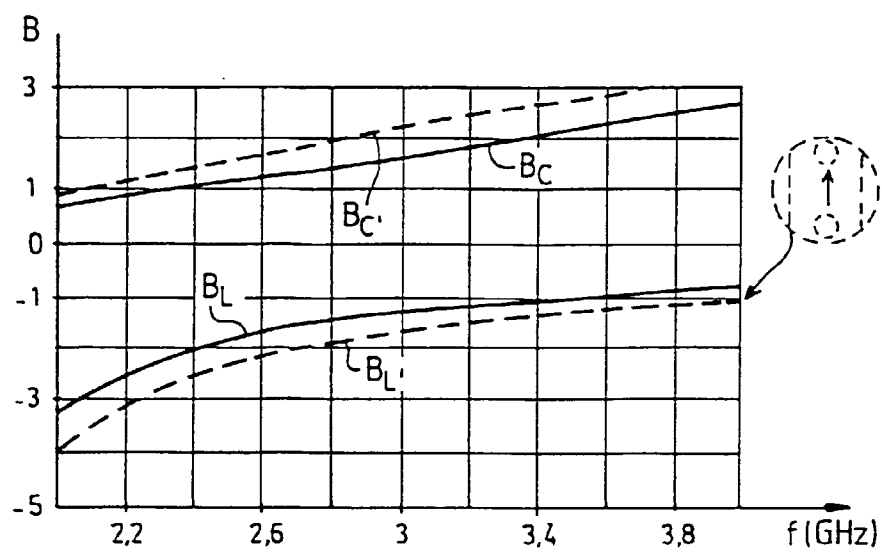


FIG. 10

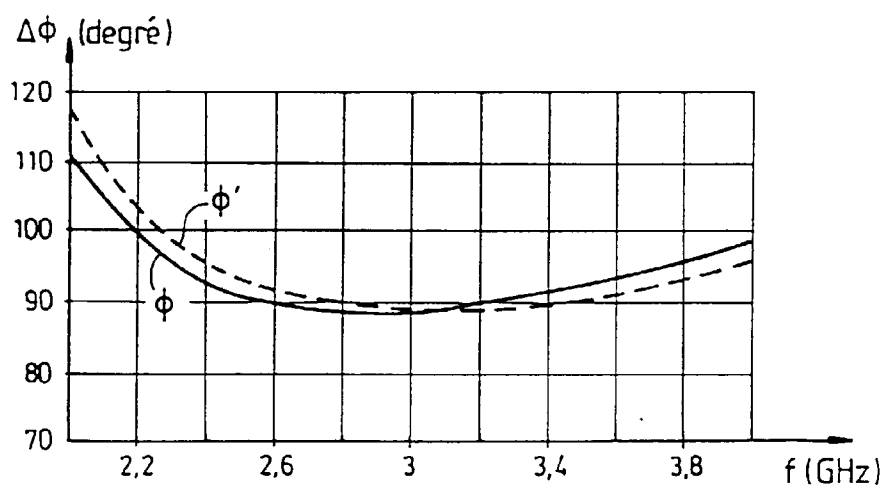


FIG. 11

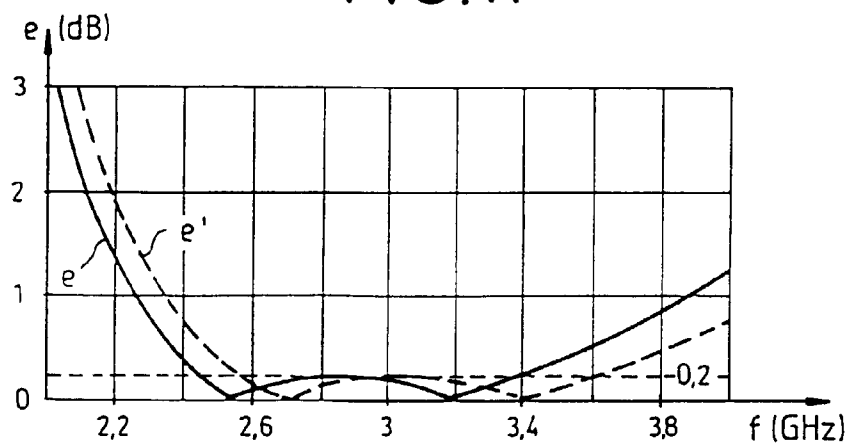


FIG. 12



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 1830

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.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 222 (E-201), 4 Octobre 1983 & JP 58 114502 A (NIPPON HOSO KYOKAI), 7 Juillet 1983, * abrégé *	2,7	H01P1/17
A	--- US 4 672 334 A (SAAD) * abrégé; figure 4 * * colonne 5, ligne 5 - ligne 7 * * colonne 5, ligne 23 - ligne 32 * * colonne 6, ligne 26 - ligne 27 *	1-3	
A	--- 1990 INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST ANTENNAS & PROPAGATION IEEE, vol. 1, 7 - 11 Mai 1990, DALLAS, TEXAS, pages 492-495, XP002003898 BORNEMANN ET AL.: "TE to x Mode analysis of corrugated waveguide circular polarizers" * le document en entier *	1	
A	--- SOVIET PATENT ABSTRACTS Week 9134 9 Octobre 1991 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 91-250807 XP002003899 & SU 1 596 407 A (ROZVADOVSKII) , 30 Septembre 1990 * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01P H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 26 Novembre 1996	Examineur Danielidis, S
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 01/82 (P04C02)