

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **89400371.4**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 P 1/16**
H 01 P 5/12

(22) Date de dépôt: **09.02.89**

(30) Priorité: **23.02.88 FR 8802127**

(43) Date de publication de la demande:
30.08.89 Bulletin 89/35

(84) Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur: **Bergero, Jean-Pierre**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Couasnard, Claude
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

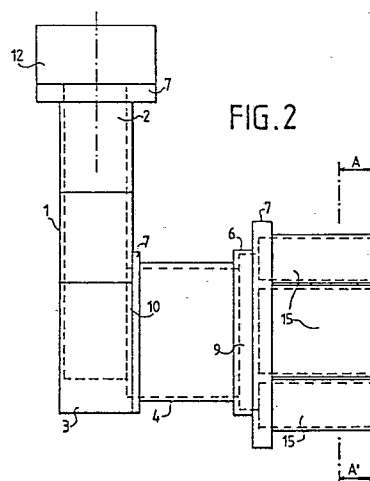
(54) **Diviseur de puissance en guide d'ondes.**

(57) La présente invention concerne un diviseur de puissance en guide d'ondes, pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence fonctionnant à puissance élevée dans le mode TE₁₀ rectangulaire.

Il est constitué par la juxtaposition :

- d'un guide d'ondes rectangulaire (1) d'entrée fonctionnant dans son mode fondamental recevant par l'une de ses extrémités (2) la puissance à diviser et dont l'autre extrémité (3) est fermée ;
- d'un guide d'ondes circulaire (4) propageant le mode TM₀₁ relié au guide rectangulaire (1) par une ouverture latérale (10) de façon à ce que les axes des deux guides soient perpendiculaires ;
- d'un groupe de n guides d'ondes de sortie (15), placés à la sortie du guide d'ondes circulaire (4) répartis en couronne devant son extrémité libre, fonctionnant dans le mode TE₁₀ et transmettant chacun une fraction de la puissance introduite à l'entrée.

Application aux circuits de transmission d'énergie hyperfréquence.



Description

DIVISEUR DE PUISSANCE EN GUIDE D'ONDES

La présente invention concerne un diviseur de puissance en guide d'ondes, pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence fonctionnant à puissance élevée. La technique des ondes millimétriques et centimétriques de grande puissance se développe actuellement grâce aux générateurs et amplificateurs tels que gyrotrons.

Il existe déjà des diviseurs de puissance en guide d'ondes. Deux types ont largement été développés ceux en forme de Y et ceux en forme de T. Ces diviseurs sont constitués d'un guide d'ondes d'entrée qui se déforme progressivement afin d'obtenir deux guides d'ondes de sortie. L'ensemble a la forme de la lettre T majuscule ou de la lettre Y majuscule.

Ces diviseurs de puissance permettent de diviser la puissance introduite dans le guide d'entrée en deux parties égales ou inégales. Cela dépend des dimensions de la section des guides d'ondes composant les trois branches du T ou du Y. Dans le cas où les trois branches ont la même section, la puissance transmise dans les deux guides d'ondes de sortie, sera la moitié de la puissance injectée à l'entrée. Ces diviseurs de puissance sont aussi appelés coupleurs à 3dB.

Dans le cas où l'on désire diviser la puissance introduite en entrée, en plus de deux parties égales, il faut assembler en série plusieurs diviseurs en T ou en Y. Ce genre de montage ne permet pas, toutefois de réaliser une division par un nombre impair, ni par un nombre pair autre qu'une puissance de deux. De plus les diviseurs de puissance de ce type sont généralement assez volumineux, surtout si l'on est obligé d'en assembler plusieurs, en série, pour obtenir une division par une puissance de deux.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en présentant un diviseur de puissance en guide d'ondes peu volumineux et permettant d'obtenir dans chacun des n guides d'ondes de sortie une fraction de la puissance injectée dans le guide d'ondes d'entrée, n pouvant être un nombre entier supérieur ou égal à deux. Ce nombre n est toutefois limité à la quantité de guides d'ondes de sortie qu'il est possible de juxtaposer mécaniquement.

Ce diviseur de puissance autorise le passage de puissances élevées. Il est réalisé par la juxtaposition de plusieurs tronçons de guide d'ondes. Il a une forme particulièrement compacte même si le nombre n de guides d'ondes de sortie est assez grand. Il fonctionne dans le mode TE₁₀ rectangulaire, qui est le mode fondamental des guides d'ondes de section rectangulaire. Ce mode est fréquemment employé dans les circuits de transmission d'énergie hyperfréquence.

La présente invention propose :
un diviseur de puissance en guide d'ondes pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence, fonctionnant à puissance élevée, dans le mode TE₁₀ rectangulaire, comportant :

- un guide d'ondes rectangulaire d'entrée fonction-

nant dans son mode fondamental, recevant par l'une de ses extrémités la puissance à diviser et ayant une autre extrémité fermée ;

- un guide d'ondes circulaire, propageant le mode TM₀₁, ayant une première extrémité reliée au guide d'ondes rectangulaire d'entrée par une ouverture latérale placée dans le grand côté du guide d'ondes rectangulaire, près de son extrémité fermée, de telle manière que les axes des deux guides soient perpendiculaires ;

diviseur caractérisé en ce qu'il comporte en outre un groupe de n guides d'ondes de sortie fonctionnant dans le mode TE₁₀ rectangulaire, répartis en couronne devant une deuxième extrémité du guide d'onde circulaire de façon à ce qu'au moins un de leurs grands côtés soit coupé sensiblement perpendiculairement par un rayon de la section droite du guide circulaire et de façon à ce qu'ils transmettent chacun dans le mode TE₁₀ une fraction de la puissance introduite dans le guide d'ondes rectangulaire d'entrée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, illustrée par les figures annexées qui représentent :

- la figure 1 : une coupe longitudinale d'un diviseur de puissance de type Y selon l'art antérieur ;

- la figure 2 : une coupe longitudinale d'un diviseur de puissance selon l'invention ;

- la figure 3 : une coupe transversale selon l'axe AA' de ce diviseur de puissance ;

- les figures 4a à 4f diverses sections possibles pour les n guides d'ondes de sortie.

Sur les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

Le diviseur de puissance en guide d'ondes représenté sur la figure 1 est du type Y.

Le guide d'ondes d'entrée 20 est par exemple un guide d'ondes rectangulaire. Il propage une onde électromagnétique dans le mode TE₁₀ rectangulaire.

Ce guide d'ondes 20 est progressivement déformé afin d'obtenir deux guides d'ondes de sortie 21, 22.

Dans notre exemple, les deux guides d'ondes de sortie 21, 22 ont la même section. Ils ont également la même section que le guide d'ondes d'entrée 20. La puissance transmise dans chacun des guides d'ondes de sortie 21, 22 sera la moitié de la puissance introduite dans le guide d'ondes d'entrée 20. Ce montage est un diviseur de puissance par deux. En ajoutant à la sortie de chacun des deux guides d'ondes 21, 22 un diviseur de puissance de type Y tel que décrit précédemment, on obtiendrait un diviseur de puissance par quatre. Avec ce genre de montage la puissance est toujours divisée par une puissance de deux.

La figure 2 représente, en coupe longitudinale, un diviseur de puissance selon l'invention. Ce diviseur de puissance est constitué par la juxtaposition de plusieurs tronçons de guide d'ondes.

L'entrée se fait par un guide d'ondes 1 de section rectangulaire, fonctionnant dans son mode fondamental. Ce guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée est excité par une source d'ondes électromagnétiques 12 placée à son extrémité supérieure 2. Son extrémité inférieure 3 est fermée. Une première extrémité d'un guide d'ondes de section circulaire 4 est reliée au guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée par une ouverture latérale 10 placée dans le grand côté du guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée près de son extrémité fermée 3.

Les axes des deux guides d'ondes sont perpendiculaires.

Le guide d'ondes 4 propage le mode TM_{01} car la répartition du champ magnétique dans le guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée au niveau de l'ouverture 10 correspond à celle du mode TM_{01} dans le guide d'ondes 4 de section circulaire. L'ouverture 10 dans le guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée est de grande dimension, ce qui autorise le fonctionnement aux puissances élevées.

Cette structure permet de transformer le mode TE_{10} rectangulaire dans le mode TM_{01} circulaire.

La puissance injectée dans le guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée se transmet dans le guide d'ondes circulaire 4.

Un groupe de n guides d'ondes de sortie 15 est disposé à l'autre extrémité 9 du guide d'ondes circulaire 4. Leurs axes longitudinaux sont parallèles à celui du guide circulaire 4 mais non confondus avec lui.

Ces n guides d'ondes de sortie 15 sont répartis en couronne à la périphérie du guide d'ondes circulaire 4. Chacun de ces n guides d'ondes de sortie 15 a une section rectangulaire ou de forme voisine : trapézoïdale, elliptique, avec angles arrondis, etc...

Ils sont placés de façon à ce que leurs grands côtés 13 soient coupés sensiblement perpendiculairement par un rayon de la section droite du guide d'ondes circulaire 4.

Ils sont choisis monomodes, ils ont tous la même longueur et sont alimentés en phase.

Le nombre n de guide d'ondes de sortie 15 est quelconque mais toutefois supérieur ou égal à deux.

Dans notre exemple, on a représenté quatre guides d'ondes de sortie 15, qui ont la même section rectangulaire.

La puissance injectée dans le guide d'ondes rectangulaire d'entrée 1 étant P , la puissance transmise dans chacun des n guides d'ondes de sortie 15 sera $p = P/n$, si les n guides d'ondes de sortie 15 ont la même section.

Dans l'exemple choisi, chaque guide d'ondes de sortie 15 transmettra un quart de la puissance injectée dans le guide d'ondes rectangulaire 1 d'entrée.

La figure 3 représente, en coupe selon l'axe AA', les quatre guides d'ondes de sortie 15. La répartition du champ électrique est indiquée à l'intérieur de chacun d'entre eux.

La répartition du champ électrique, dans le guide d'ondes circulaire 4, est aussi représentée.

Dans chacun des guides d'ondes de sortie 15 se propage le mode TE_{10} rectangulaire. En effet, la répartition du champ électrique dans le guide

d'ondes circulaire 4 propageant le mode TM_{01} est suivant les rayons de sa section droite. Dans les n guides d'ondes de sortie 15, cette répartition correspond à celle du mode TE_{10} rectangulaire.

Afin d'obtenir un fonctionnement optimum, on peut être amené, à réaliser un compromis d'une part, entre les dimensions des n guides d'ondes de sortie 15 et celles du guide d'ondes circulaire 4, et d'autre part entre la distance séparant chaque axe des n guides d'ondes 15 de l'axe du guide d'ondes circulaire 4.

C'est pourquoi le diamètre du guide d'ondes circulaire 4, à la jonction avec les n guides d'ondes de sortie 15, peut être différent du diamètre optimal du guide d'ondes circulaire 4 utilisé pour la première transition, c'est-à-dire pour la transformation du mode TE_{10} rectangulaire en mode TM_{01} circulaire.

Dans ce cas une transition de diamètre doit être incorporée entre le guide d'ondes circulaire 4 et les n guides d'ondes de sortie 15. Cette transition peut se faire par saut unique comme représenté en 6 sur la figure 2, par sauts successifs ou progressivement. Dans ce dernier cas, on introduira un raccord progressif.

Les figures 4a à 4f représentent diverses formes possibles de la section droite des n guides d'ondes de sortie 15.

Ces sections peuvent être en secteur de couronne (fig. 4a) trapézoïdales (fig. 4b), trapézoïdales à coins arrondis (fig. 4c), elliptiques (fig. 4d), rectangulaires à quatre côtés bombés (fig. 4e), trapézoïdales à quatre côtés bombés (fig. 4f). D'autres formes encore peuvent être utilisées.

Les sections représentées sur les figures 4a à 4c et 4f permettent de placer un maximum de guides d'ondes de sortie 15 à la périphérie du guide d'ondes circulaire 4 car elles sont légèrement trapézoïdales.

Cela permet d'obtenir une division de la puissance par un nombre assez important.

Les sections représentées sur les figures 4d à 4f autoriseront le passage d'une puissance plus importante à cause de leurs côtés bombés.

Les éléments portant le repère 7 sur la figure 1 sont des brides de fixation qui permettent de raccorder un guide d'ondes à un autre.

Revendications

1. Diviseur de puissance en guide d'ondes pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence fonctionnant à puissance élevée, dans le mode TE_{10} rectangulaire, comportant :

- un guide d'ondes rectangulaire (1) d'entrée fonctionnant dans son mode fondamental, recevant par l'une de ses extrémités (2) la puissance à diviser et ayant une autre extrémité (3) fermée

- un guide d'ondes circulaire (4), propageant le mode TM_{01} , ayant une première extrémité reliée au guide d'ondes rectangulaire d'entrée par une ouverture latérale (10) placée dans le grand côté du guide d'ondes rectangulaire (1) près de son extrémité fermée (3), de telle manière que

les axes des deux guides d'ondes soient perpendiculaires ;

diviseur caractérisé en ce qu'il comporte en outre un groupe de n guides d'ondes de sortie (15) fonctionnant dans le mode TE_{10} rectangulaire, répartis en couronne devant une deuxième extrémité (9) du guide d'onde circulaire (4) de façon à ce qu'au moins un de leurs grands côtés (13) soit coupé sensiblement perpendiculairement par un rayon de la section droite du guide circulaire (4) et de façon à ce qu'ils transmettent chacun dans le mode TE_{10} une fraction de la puissance introduite dans le guide d'ondes rectangulaire (1) d'entrée.

2. Diviseur de puissance en guide d'ondes pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en

ce que la section droite des n guides d'ondes de sortie (15) est rectangulaire ou de forme voisine.

3. Diviseur de puissance en guide d'ondes pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les n guides d'ondes de sortie (15) sont identiques.

4. Diviseur de puissance en guide d'ondes pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon la revendication 3, caractérisé en ce que les n guides d'ondes de sortie (15) transmettent un nième de la puissance introduite dans le guide d'ondes rectangulaire (1) d'entrée.

20

25

30

35

40

45

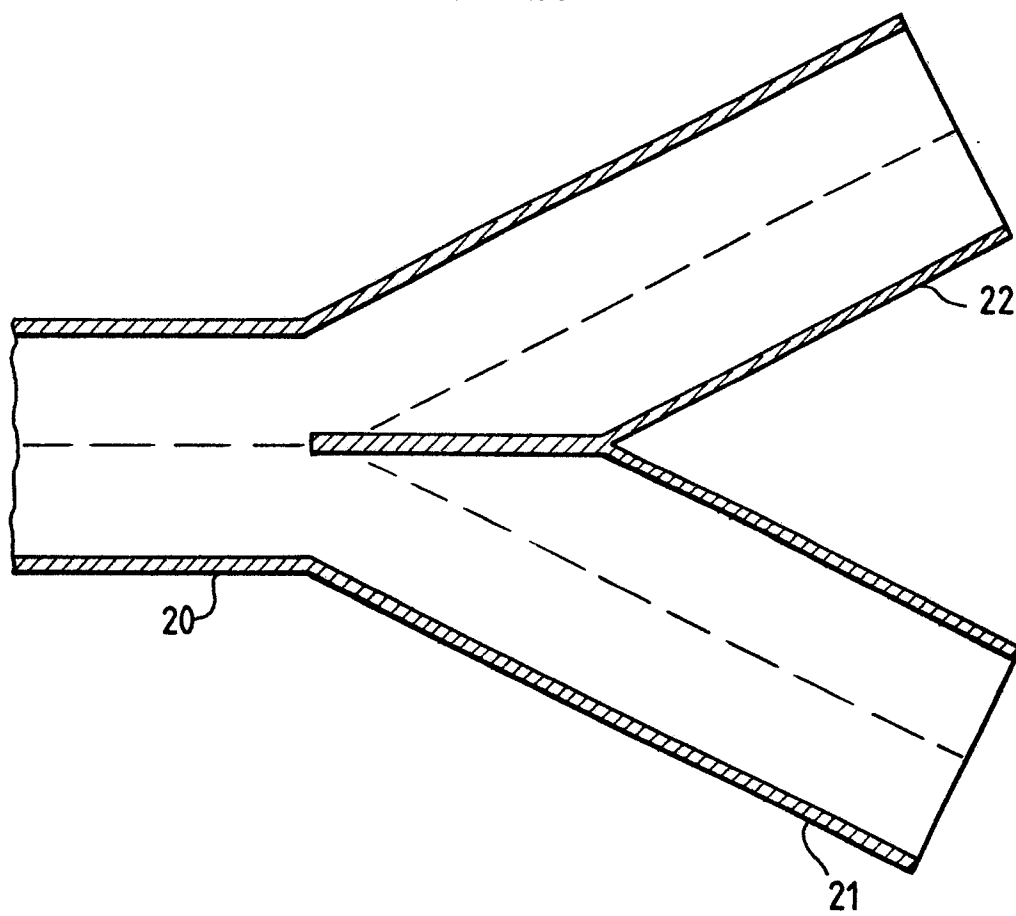
50

55

60

65

FIG.1



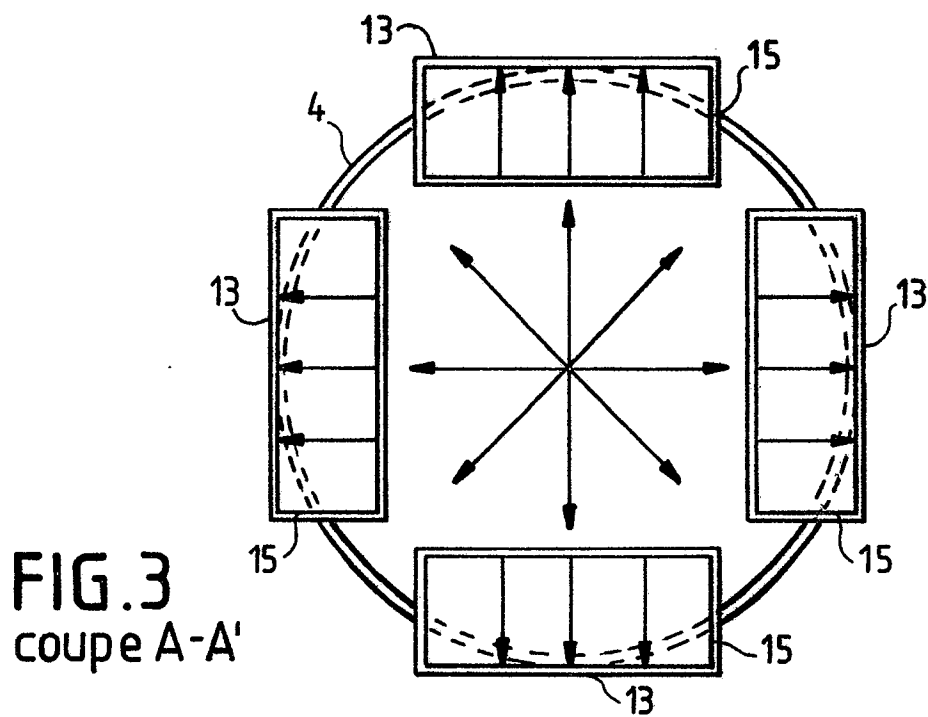
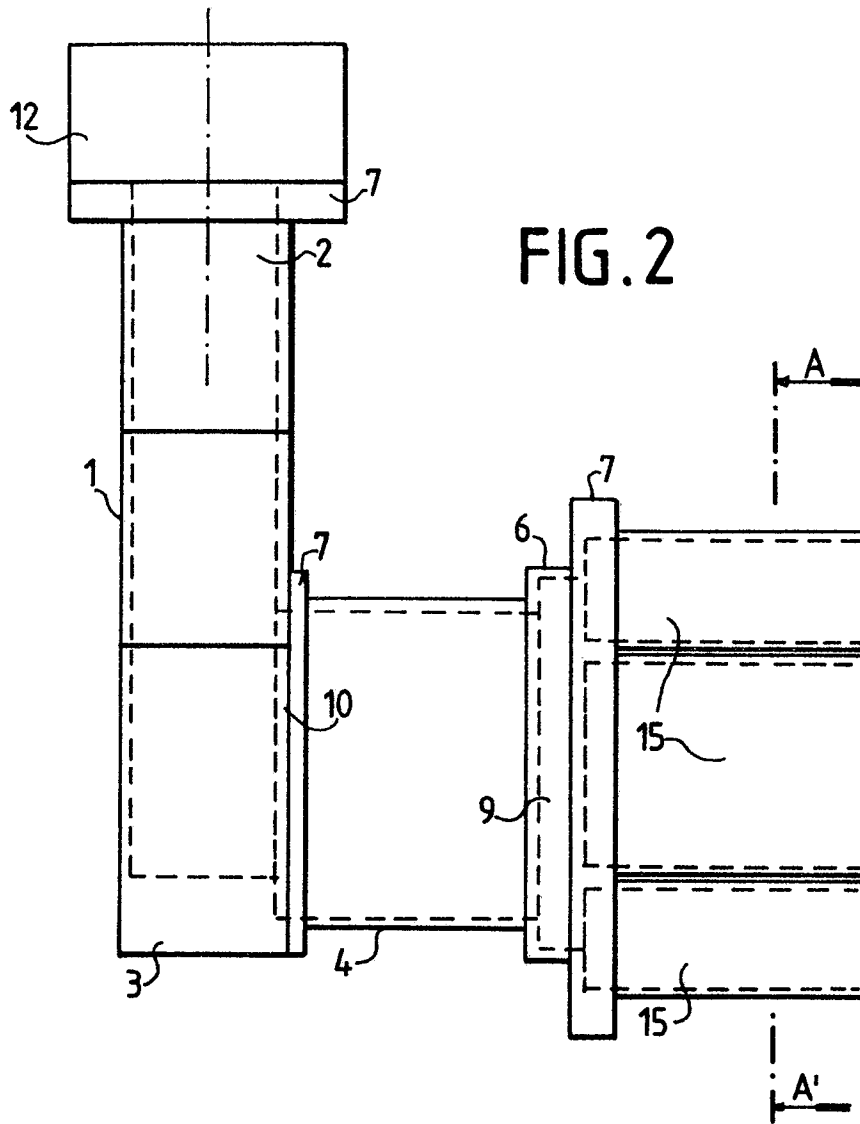
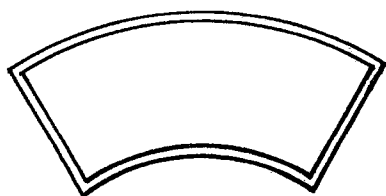
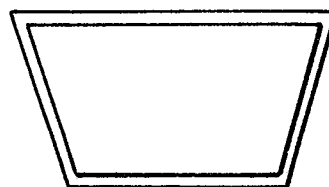


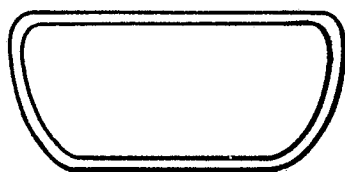
FIG. 4



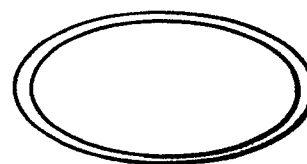
4a



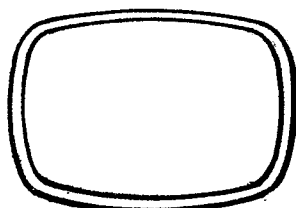
4b



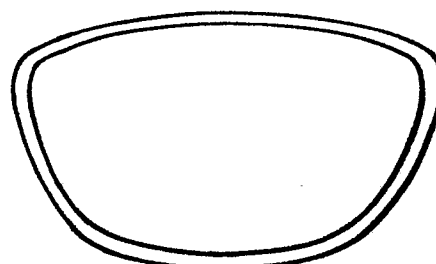
4c



4d



4e



4f



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.4)
Y	FR-A-1 314 408 (C.F.T.H.) * En entier * ---	1-4	H 01 P 1/16 H 01 P 5/12
Y	US-A-3 665 481 (G.M. LEW et al.) * Colonne 1, lignes 57-63; colonne 2, lignes 40-47, 58-63; colonne 3, lignes 28-42; figures 1, 2 * ---	1-4	
A	FR-A-2 255 716 (THOMSON-CSF) * Page 7, lignes 25-29; figures 7, 8 * ---	1-4	
A	US-A-3 165 743 (L. HATKIN) * Figures 1, 2 * ---	1	
A	US-A-2 455 158 (W.E. BRADLEY) * Figures * ---	2-4	
A	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, vol. 57, no. 6, décembre 1984, pages 1219-1224, Londres, GB; G. JANZEN: "Mode converters from TE _{0m} to TE _{m0} for high-power applications in the frequency range 1 to 30 GHz" -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24-05-1989	Examineur LAUGEL R.M.L.
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	