

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 82401514.3

51 Int. Cl.³: **H 01 P 1/15**

22 Date de dépôt: 10.08.82

30 Priorité: 21.08.81 FR 8116120

43 Date de publication de la demande:
02.03.83 Bulletin 83/9

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

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

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

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

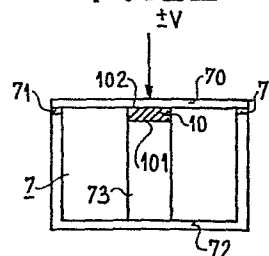
74 Mandataire: Eisenbeth, Jacques Pierre et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

84 Commutateur d'ondes électromagnétiques.

67 Commutateur d'ondes électromagnétiques constitué par un guide d'ondes mouluré (7) associé à une diode PIN (10), remplissant totalement la partie moulurée (8) du guide, ayant une forte tension de claquage et une faible résistance thermique.

Application d'un tel commutateur aux ondes électromagnétiques millimétriques.

FIG 2



COMMUTATEUR D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES

L'invention est relative à un commutateur d'ondes électromagnétiques réalisé à partir d'un semiconducteur placé dans un guide d'ondes et fonctionnant pour des ondes millimétriques. Le but d'un tel dispositif est de transmettre sans pertes de puissance certains signaux hyperfréquence et d'en atténuer certains autres.

L'art antérieur fournit des exemples de réalisation de commutateurs hyperfréquence, constitués notamment d'une diode PIN associée à un circuit de polarisation et montée dans un guide d'ondes. La figure 1 représente une section droite d'un guide d'ondes 1 rectangulaire comportant une diode PIN 2 placée sur une des faces internes 3 du guide. La tension de polarisation V de la diode est introduite par une ligne coaxiale 4, qui est reliée au boîtier de la diode par un piège hyperfréquence 5 et par un barreau métallique 6, le piège étant séparé de la ligne coaxiale par un morceau d'isolant 50. Le fonctionnement d'un tel commutateur est le suivant : lorsque la diode est bloquée, elle est équivalente avec son circuit de polarisation à un circuit résonnant parallèle, tandis que lorsqu'elle conduit, elle est équivalente à un circuit résonnant série, laissant ainsi passer le signal hyperfréquence se propageant dans le guide d'ondes, ou l'atténuant.

Il existe un autre type de commutateur hyperfréquence, voisin du précédent, et comportant une diode PIN. Il fonctionne en mode 2, c'est-à-dire que la diode PIN et son circuit présentent un circuit résonnant série lorsque la diode est bloquée et un circuit résonnant parallèle quand elle conduit.

Deux inconvénients principaux apparaissent lors du fonctionnement de ce genre de commutateur. L'un vient du fait que les boîtiers protégeant les diodes PIN ainsi que les différents éléments comme le barreau métallique qui assure à la fois le montage mécanique et l'arrivée de la polarisation de la diode, sont des éléments parasites selfiques et/ou capacitifs limitant la bande passante de fonctionnement du commutateur.

L'autre inconvénient est dû à l'impossibilité d'utiliser un tel commutateur en ondes millimétriques. En effet, pour le bon fonctionnement du commutateur, il faut une diode PIN ayant une capacité de jonction très faible, ce qui est très difficilement réalisable et ce qui peut entraîner une mauvaise tenue en puissance due à une tension de claquage trop basse et/ou à une mauvaise résistance thermique de la diode.

L'objet de la présente invention est un commutateur d'ondes électromagnétiques millimétriques, réalisé en guide d'ondes, permettant d'éviter les inconvénients précités.

Suivant l'invention le commutateur d'ondes électromagnétiques est constitué par un guide d'ondes rectangulaire dont les dimensions permettent la propagation d'ondes millimétriques comportant un redan ménageant un espace dit ridgé, de volume déterminé, dans lequel est disposé un barreau de matériau semiconducteur à forte tension de claquage et à faible résistance thermique, dont le volume est identique à celui de l'espace ridgé.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit, illustrée par les figures 2 à 6, qui outre la figure 1 déjà mentionnée, représentent :

- la figure 2, une vue en coupe d'un tel commutateur suivant une section droite du guide ;
- la figure 3, une vue en perspective du commutateur de la figure 2 ;
- la figure 4, une vue en coupe longitudinale du commutateur des figures précédentes ;
- la figure 5, une variante d'un commutateur selon l'invention vue en coupe et
- la figure 6, un dispositif utilisant un commutateur selon l'invention

La figure 2 représente un commutateur selon l'invention, vu en coupe selon une section droite. Il est réalisé à partir d'un guide d'ondes 7 rectangulaire, construit en deux parties, l'une étant une plaque métallique plane 70 et l'autre étant une plaque métallique 72

en forme de U, la réunion des deux réalisant la cavité du guide d'ondes. Elles sont isolées l'une par rapport à l'autre par une couche de matériau isolant 71. La partie 72 comporte un redan 73 dans sa partie centrale, ménageant dans le guide un espace dit ridgé selon la terminologie anglo-saxonne, espace dans lequel est concentré le champ électrique. Dans cet espace ridgé est disposé un barreau semiconducteur 10 à forte tension de claquage - plusieurs centaines de volts - et à faible résistance thermique, ce barreau ayant un volume identique au volume défini par l'espace ridgé.

Etant données les dimensions du guide d'ondes fonctionnant en ondes millimétriques, on peut mettre une puce de semiconducteur telle qu'une diode PIN dans l'espace ridgé. Dans un exemple particulier de réalisation, les dimensions de la section droite du guide 7 sont :

$L_1 = 2,54 \text{ mm}$ et $L_2 = 1,27 \text{ mm}$
et celles de l'espace ridgé sont :

$L_3 = 0,6 \text{ mm}$ et $L_4 = 0,4 \text{ mm}$.

La cathode 101 de la diode 10 est reliée au redan 73 tandis que son anode 102 est reliée à l'autre partie 70. Pour polariser la diode, on applique une tension $\pm V$ entre ces deux parties.

Ainsi, lorsque la diode est bloquée, le guide, d'une part, peut être considéré comme rempli d'un matériau diélectrique de constante diélectrique ϵ élevée ($\epsilon \sim 12$ pour une diode PIN) et d'autre part à des dimensions telles que la propagation d'une onde millimétrique est possible. Dans ce cas, une telle onde est transmise à travers le commutateur.

Par contre, lorsque la diode conduit, elle est équivalente à un court-circuit et l'onde millimétrique incidente est réfléchie par le commutateur.

En ce qui concerne la réalisation pratique, on utilise une diode PIN classique dont on ajuste les dimensions à celles du guide et dont les deux faces sont métallisées. Pour assurer une bonne dissipation thermique, on soude les deux faces métallisées de la diode aux parois du guide.

La figure 3 représente un commutateur selon l'invention, selon une vue en perspective. Les éléments identiques à ceux de la figure 2 assurent les mêmes fonctions et portent les mêmes références. Entre l'espace ridgé et le guide d'ondes, les transitions sont assurées
 5 par des biseaux 9, ou tapers en vocable anglo-saxon, qui sont équivalents à des transformateurs adaptant les discontinuités. Pour compenser en plus ces transitions, la dimension de la diode PIN 10, L_5 , selon l'axe longitudinal Δ du guide d'ondes, est un multiple du quart de la longueur d'onde guidée λ_g à la fréquence centrale de la
 10 bande de fonctionnement. De façon préférentielle, cette dimension est égale à $3\lambda_g/4$ plutôt qu'à $\lambda_g/4$, car la dimension des diodes PIN utilisées couramment est de l'ordre de 0,6 à 0,7 mm.

La figure 4 est une vue selon une coupe longitudinale du guide d'ondes 7, comportant les mêmes références que les deux figures
 15 précédentes. Y sont portées de plus les dimensions, selon l'axe Δ , de la diode PIN 10 et des biseaux 9.

Selon l'exemple de réalisation déjà indiqué, les longueurs L_5 et L_6 prennent les valeurs suivantes :

$$L_5 = 0,7 \text{ mm} \quad \text{et} \quad L_6 = 15 \text{ mm}$$

20 Sur la figure 5 est représentée une réalisation particulière d'un commutateur selon l'invention. Les deux parties 70 et 72, séparées par l'isolant 71, sont vissées ensemble par des vis 15 en nylon par exemple. Afin d'assurer les contacts hyperfréquences, en plus de la couche d'isolant 71, on a creusé un sillon 18 de part et d'autre du
 25 guide, à une distance $l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$ du guide, et sur toute la longueur du guide, servant de piège hyperfréquence. Ces deux pièges 18, dont la profondeur d est un multiple de $\lambda/4$ ramènent un circuit ouvert au niveau de la plaquette isolante, donc ramènent un court-circuit aux bords 19 du guide d'onde. Ce court-circuit électrique
 30 permet de réaliser la continuité au point de vue hyperfréquence tout en étant un isolant au point de vue continu.

Ainsi vient d'être décrit un commutateur d'ondes électromagnétiques millimétriques, ayant une bonne tenue en puissance. Par rapport aux dispositifs antérieurs, les éléments parasites du

montage sont considérablement réduits et les semiconducteurs utilisés sont des semiconducteurs fonctionnant dans des gammes de fréquences beaucoup plus basses et ayant une forte tension de claquage et une faible résistance thermique.

- 5 Ce dispositif peut être utilisé dans tous les systèmes où il est nécessaire d'atténuer ou de commuter un signal électromagnétique. Ainsi il peut soit protéger un récepteur en agissant comme un circuit protecteur commandé, soit être associé à un aiguillage pour commuter un signal dans une voie déterminée. C'est ce qui est
- 10 représenté sur la figure 6 : deux commutateurs 20 et 21 sont reliés à une voie d'entrée 22, par l'intermédiaire de deux lignes hyperfréquences 23 de longueur égale à un multiple impair du quart de la longueur d'onde guidée λ_g . Lorsque le commutateur 20 est passant, l'autre 21 étant bloqué, un signal entrant par la voie 22 est orienté
- 15 vers le commutateur 20 et inversement lorsque le commutateur est bloqué, l'autre 21 étant passant.

REVENDICATIONS

1. Commutateur d'ondes électromagnétiques constitué par un guide d'ondes rectangulaire d'axe longitudinal (Δ) associé à un élément semiconducteur, caractérisé en ce que le guide d'ondes (7), dont les dimensions permettent la propagation d'ondes millimétriques, comporte un redan (73) ménageant un espace ridgé, de volume déterminé, dans lequel est disposé un barreau de matériau semiconducteur à forte tension de claquage et à faible résistance thermique, dont le volume est identique à celui de l'espace ridgé.

2. Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guide d'ondes (7) est construit en deux parties (70 et 72), l'une étant une plaque métallique plane (70) et l'autre étant une plaque métallique (72) en forme de U comportant le redan (73), la réunion des deux réalisant la cavité du guide d'ondes, et ces deux parties étant isolées par une couche de matériau isolant (71).

3. Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le barreau de semiconducteur est une diode PIN (10) dont les deux faces métallisées (101 et 102) sont respectivement soudées l'une à la partie (70) et l'autre au redan (73) du guide (7).

4. Commutateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que des biseaux (9) ou transformateurs d'impédance assurent les transitions entre le guide d'ondes (7) et le redan (73).

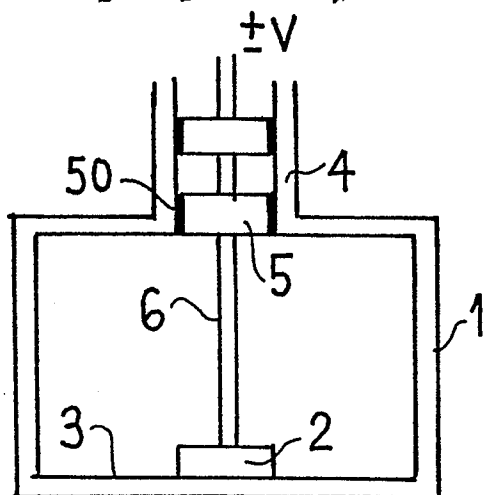
5. Commutateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la dimension de la diode PIN (10) selon l'axe longitudinal (Δ) est un multiple du quart de la longueur d'onde (λ_g) à la fréquence centrale de la bande de fonctionnement.

6. Commutateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la partie (72) du guide comportant le redan (73) comporte, à l'extérieur du guide proprement dit, deux sillons (18) de part et d'autre de l'axe (Δ), à une distance (1) déterminée du guide, ces deux sillons étant creusés sur une profondeur (d) déterminée et sur toute la longueur du commutateur, servant ainsi de pièges hyperfréquences.

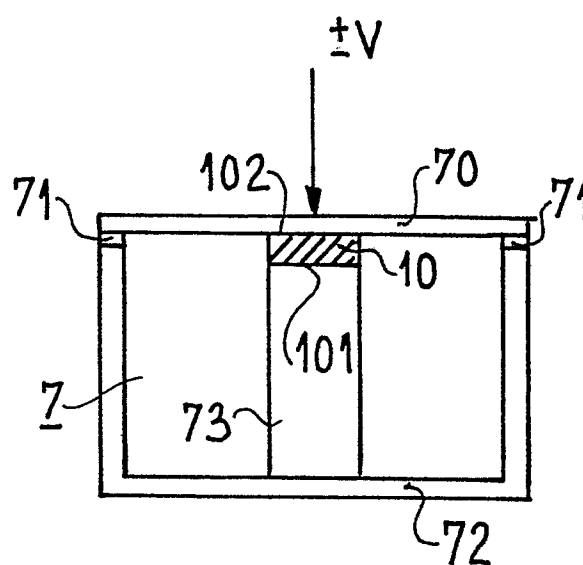
7. Commutateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la distance (l) et la profondeur (d) sont des multiples du quart de la longueur d'onde (λ) à la fréquence centrale de la bande de fonctionnement.

1/2

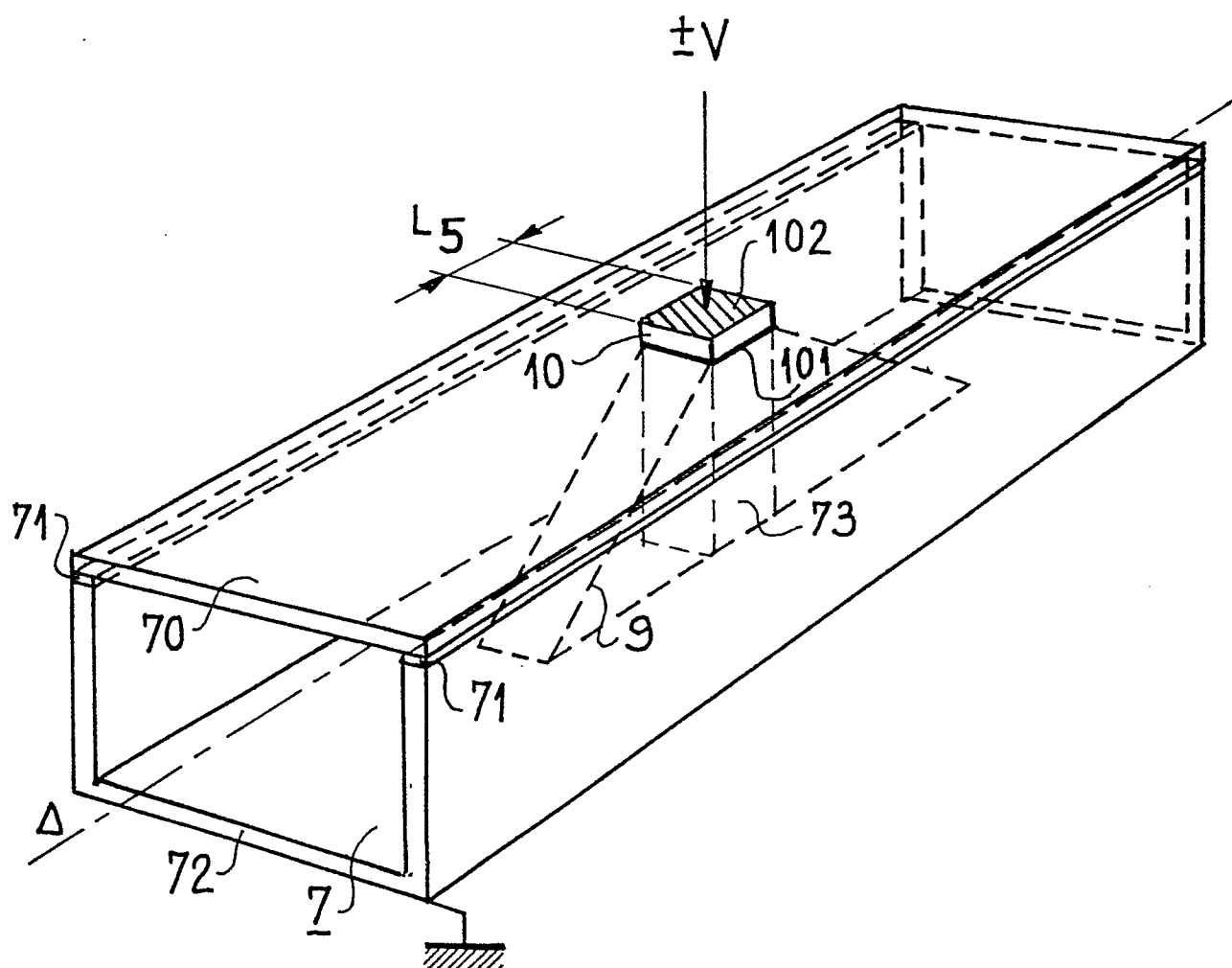
FIG_1



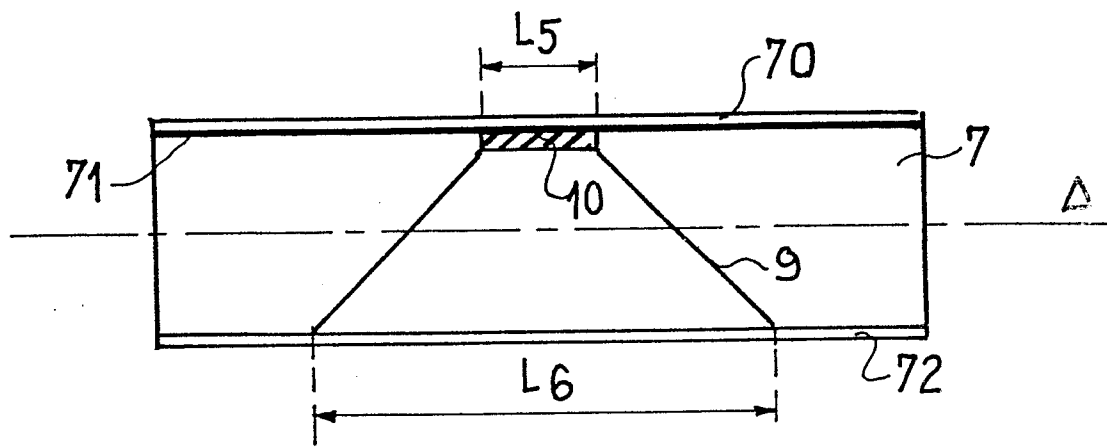
FIG_2



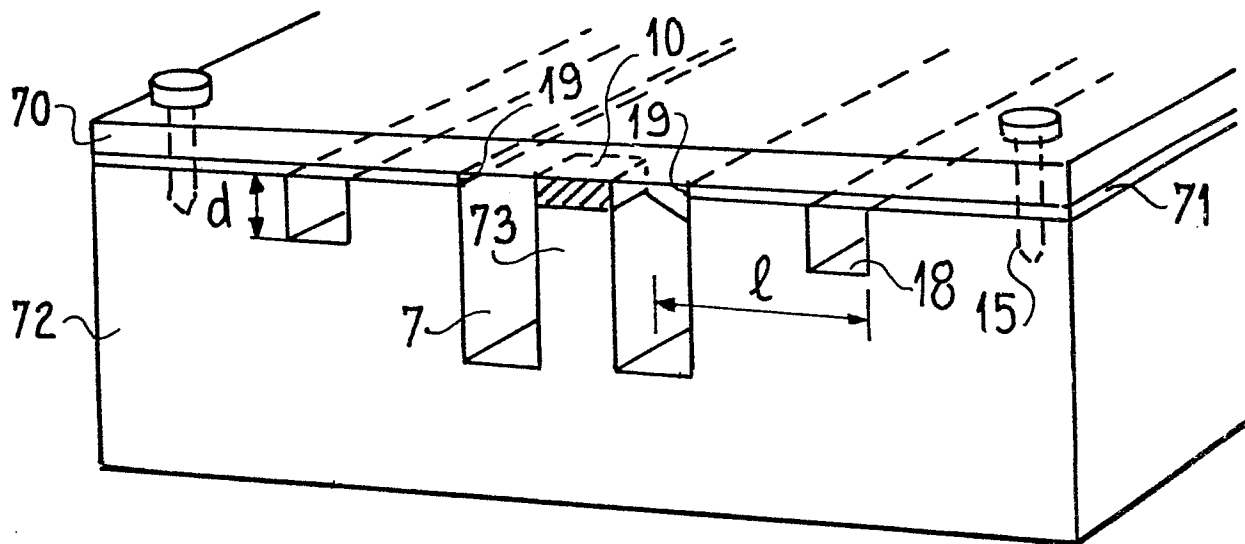
FIG_3



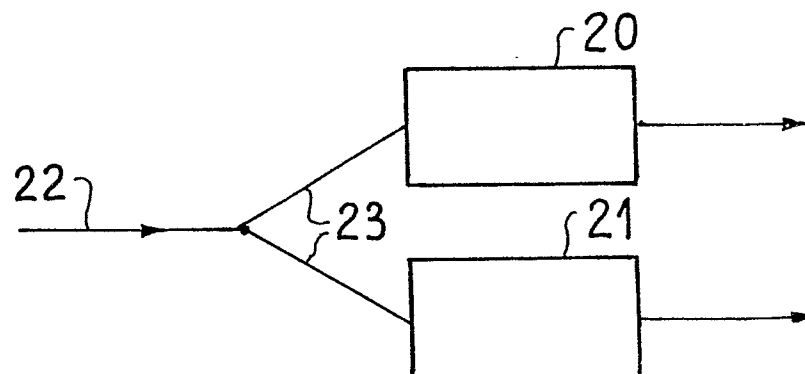
2/2
FIG_4



FIG_5



FIG_6





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)
Y	--- 1979 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICRO-WAVE SYMPOSIUM, 1979, pages 249-252, IEEE, New York (USA); H. MEINEL et al.: "New millimeter-wave fin-line attenuators and switches". *En entier*	1,3-5	H 01 P 1/15
Y	--- US-A-3 346 825 (W.J. SCOTT et al.) *En entier*	1,3-5	
A	--- FR-A-2 185 866 (NIPPON HOSO KYOKAI) *Page 10, lignes 1-14; figures 17(a) et 17(b)*	1,4	
A	--- FR-A- 944 067 (E.M.I.) *Page 3, ligne 69 - page 4, ligne 5; figure 3*	2,6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
A	--- FR-A- 942 848 (E.M.I.) *En entier*	2,6,7	H 01 P
A	--- US-A-2 951 217 (R.W. CLAPP) *Colonne 2, lignes 32-45; figures 1,2*	2,6,7	
	--- -/-		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-11-1982	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			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Page 2
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	IRE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES. vol. MTT-10, no. 1, janvier 1962, pages 41-50, New York (USA); W.J.GETSINGER: "Ridge waveguide field description and application to directional couplers". *Figure 10*	2	
A	US-A-3 050 702 (L.U.KIBLER) *Figures 3,4*	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-11-1982	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	