

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲① Numéro de dépôt: 85402616.8

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 P 1/08**

⑲② Date de dépôt: 24.12.85

③① Priorité: 28.12.84 FR 8419997

④③ Date de publication de la demande:
06.08.86 Bulletin 86/32

⑥④ Etats contractants désignés:
DE GB IT

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

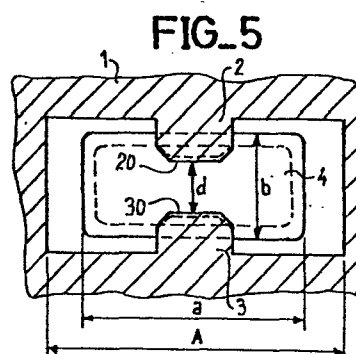
⑦② Inventeur: **Tikes, Jacques**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld. Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑦④ Mandataire: **Courtellemont, Alain et al,**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris(FR)

⑤④ **Guide d'ondes rectangulaire à moulures, muni d'une fenêtre étanche.**

⑤⑦ Le guide (1) est muni d'une fenêtre à large bande de fréquences de fonctionnement; cette fenêtre est une fenêtre mince (4, 5) composée d'un cadre métallique (5) percé d'une ouverture, et d'une plaque en diélectrique (4) qui obture l'ouverture. Le cadre permet de réduire les dimensions (a, b) de la plaque de telle sorte que les fréquences parasites qu'elle amène soient rejetées hors de la bande de fonctionnement. En donnant à la plaque une forme oblongue il est possible d'équilibrer ses apports selfiques par ses apports capacitifs, à la fréquence centrale de la bande. Un transformateur d'adaptation, formé par des moulures (2, 3) plus rapprochées au voisinage de la fenêtre que dans le reste du guide, permet de réaliser l'adaptation dans toute la bande.

Application, en particulier, à la réalisation de fenêtres hyperfréquences de puissance.



EP 0 189 712 A1

Guide d'ondes rectangulaire à moulures, muni d'une fenêtre étanche

La présente invention se rapporte aux guides d'ondes rectangulaires et plus particulièrement aux guides d'ondes à moulures (ridge waveguides dans la littérature anglo-saxonne) munis d'une fenêtre étanche, c'est-à-dire d'une cloison transparente à l'énergie électromagnétique et étanche
5 aux gaz et à l'humidité.

Lorsqu'une large bande de fréquences de fonctionnement est désirée pour un guide rectangulaire muni d'une fenêtre étanche il est tentant d'utiliser un guide à moulures c'est-à-dire, comme le définit le "vocabulaire électronique international", un guide avec une ou deux
10 moulures rentrantes s'étendant sur toute la longueur et en contact avec les parois. Un tel guide muni d'une fenêtre est connu par le brevet US 3 860 891 déposé le 11 juin 1973; ce brevet décrit une fenêtre diélectrique épaisse avec, de part et d'autre une petite zone de transition ou les moulures sont supprimées et où la section transversale du guide a
15 une hauteur égale à la hauteur maximale de la section du guide contenant le diélectrique de la fenêtre. Ce guide à fenêtre a malheureusement une bande de fonctionnement limitée à l'octave et est susceptible de produire des résonances parasites dues à l'épaisseur du diélectrique.

La présente invention a pour but de permettre de munir un guide
20 d'ondes à moulures d'une fenêtre étanche tout en gardant une bande de fréquences de fonctionnement supérieure à l'octave.

Ceci est principalement obtenu grâce à la combinaison d'un cadre métallique, d'une lame de diélectrique mince placée dans le cadre et d'un transformateur d'impédance.

25 Selon l'invention un guide d'ondes rectangulaire à moulures, muni d'une fenêtre étanche, est caractérisé en ce que la fenêtre est une fenêtre mince composée d'un cadre métallique et d'une plaque de diélectrique, le cadre étant percé d'une ouverture et la plaque obturant cette ouverture, en ce que, en projection sur un plan transversal du guide,
30 l'ouverture a une forme oblongue dont la plus grande dimension est parallèle aux grands côtés du guide et dont les dimensions hors tout parallèles respectivement aux grands et aux petits côtés du guide sont respectivement plus petites que les dimensions des grands côtés (A) et des petits côtés (B) du guide, et en ce qu'il comporte un transformateur

d'adaptation disposé dans une zone de part et d'autre de la fenêtre, ce transformateur étant obtenu en donnant aux moulures du guide une épaisseur plus grande dans la zone que hors de la zone.

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

- les figures 1 et 2, deux vues en coupe d'un guide à moulures muni d'une fenêtre étanche,
- la figure 3, un abaque de Smith relatif au guide selon les figures 1 et 2,
- les figures 4 à 6, trois vues en coupe d'un guide selon l'invention,
- la figure 7, un abaque de Smith relatif au guide selon les figures 4 à 6,
- les figures 8 à 11, quatre vues en coupe relatives à deux autres guides selon l'invention.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes symboles.

Dans ce qui suit et dans les revendications, il sera question de fenêtres minces ; il faudra entendre par là des fenêtres dont le diélectrique a une épaisseur qui représente une longueur électrique au moins cinq fois plus faible que la longueur d'onde guidée correspondant à la fréquence de travail la plus élevée dans le guide.

Les figures 1 et 2 représentent un guide d'ondes rectangulaire 1 dont les grands côtés et les petits côtés ont respectivement une largeur A et une largeur B ; la figure 1 est une vue en coupe longitudinale de ce guide par celui des plans de symétrie du guide qui est perpendiculaire aux grands côtés, tandis que la figure 2 est une vue transversale par un plan dont la trace XX est indiquée sur la figure 1. Le guide des figures 1 et 2 comporte deux moulures longitudinales identiques, disposées respectivement au milieu des deux grands côtés et séparées par une distance D. Pour les besoins de l'étude qui a abouti au guide revendiqué, une fenêtre étanche, mince, composée d'un cadre métallique, 5, en ferronickel, encadrant une plaque de diélectrique 4 en céramique, a été disposée à l'intérieur du guide perpendiculairement aux quatre côtés de ce dernier ; cette plaque 4 a la forme d'un rectangle à angles arrondis, de dimensions a par b et dont les grands et les petits côtés sont respectivement parallèles aux grands et aux petits côtés du guide 1.

Des mesures ont été effectuées pour des bandes de fréquences délimitées par les fréquences F_1 et F_2 et de fréquence centrale F_0 , avec F_2 supérieur à F_0 supérieur à F_1 et $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$ les longueurs d'ondes guidées correspondant aux fréquences F_0, F_1, F_2 . L'expérience a montré

5 que lorsque la composante selfique, déterminée par $A-a$, et la composante capacitive, déterminée par $B-b$, de l'impédance dans le plan P du cadre, sont égales, à la fréquence F_0 , la fenêtre 4-5 présente, dans le plan P, une susceptance symétrique par rapport à l'axe des réels (axe des résistances pures) et passant par le milieu (1, 0) de cet axe sur l'abaque de Smith. La

10 figure 3 est une représentation de cette courbe de susceptance dans un abaque de Smith où le sens du déplacement source vers charge a été indiqué par une flèche Ch. La susceptance varie régulièrement en fonction de la fréquence ; elle passe successivement par des valeurs selfique pures, nulles pour F_0 et capacitives pures, dans le sens croissant des fréquences

15 de la bande F_1 - F_2 . L'adaptation n'est donc correcte que pour la fréquence F_0 ; pour réaliser l'adaptation dans toute la bande F_1 - F_2 il est proposé d'ajouter un transformateur demi-onde et de réaliser ainsi une adaptation à large bande. Les figures 4 à 11 montrent comment un tel transformateur d'adaptation peut être utilisé et ce qu'il en résulte pour la courbe de la

20 susceptance (figure 7).

Les figures 4, 5 et 6 montrent comment le guide selon les figures 1 et 2 peut être modifié pour lui incorporer un transformateur d'adaptation d'impédance du type demi-onde. Les figures 4 et 5 ne diffèrent respectivement des figures 1 et 2 que par le fait que la distance entre les

25 moulures 2 et 3 a été réduite sur une longueur $L = \lambda_0/2$, de part et d'autre de la fenêtre étanche 4-5, pour passer de l'écartement D à l'écartement d ; les tronçons de moulures, tous de même longueur, situés de part et d'autre de la fenêtre 4-5 portent les références 20 et 21 pour la moulure 2 et 30 et 31 pour la moulure 3. La figure 6 a été donnée en complément

30 aux figures 4 et 5 pour permettre de mieux comprendre comment était réalisé le guide ; il s'agit d'une vue en coupe transversale par le plan de symétrie du guide qui est parallèle aux grands côtés du guide.

Sur la figure 4 trois plans d'observation du guide ont été indiqués : plan P1 situé contre le transformateur d'impédance constitué par les

35 tronçons de moulures rapprochés qui s'étendent sur la longueur $L = \lambda_0/2$,

du côté de la source couplée au guide, plan P2 situé contre le transformateur d'impédance mais du côté opposé à la source et plan P situé au niveau de la fenêtre 4-5.

Comme indiqué sur l'abaque de la figure 7, avant et contre le plan d'observation P1, la fenêtre 4-5 présente la courbe (1) de susceptance qui correspond à la courbe de la figure 3 après une rotation de 180° autour du point J de coordonnées (1, 0) qui est due au transformateur.

Après et contre le plan d'observation P1, la courbe (1) de la figure 7 subit une translation résistive, fonction de l'écartement d, et devient la courbe (2). Si φ désigne l'angle dont le sommet est le point J et dont les côtés passent par les extrémités de la courbe (2) relatives aux fréquences F1 et F2, la valeur de l'écartement d du transformateur demi-onde est ajustée afin que cet angle φ soit égal à la différence de rotation (vers la charge : flèche Ch) des points représentatifs des fréquences F1 et F2 le long du transformateur, c'est-à-dire que :

$$\varphi = \pi \cdot \lambda_0 \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

Le tronçon de guide de longueur L se comporte alors comme un espace de regroupement ; dans le plan d'observation P2, après une rotation vers la charge sur un cercle à R.O.S. (rapport d'ondes stationnaires) constant du diagramme de Smith, tous les points relatifs aux différentes fréquences de la bande, se regroupent en I, puis en J après ce même plan ; ainsi l'adaptation est obtenue pour toutes les fréquences de la bande F1 - F2.

Il est à observer que la fenêtre 4-5 doit satisfaire non seulement au problème d'adaptation mais aussi à celui du rejet des résonances parasites en dehors de la bande des fréquences de fonctionnement du guide à moulures. Pour trouver une solution permettant le rejet de ces fréquences parasites, l'expérience montre qu'il n'est pas possible de prendre, comme valeur b de la petite dimension de la plaque 4, la valeur pour laquelle la plaque en diélectrique n'occasionne aucune variation de capacité le long de la ligne de transmission que constitue le guide 1. Dans ce cas, en effet, la grande dimension, a, du cadre métallique 5, devrait être égale à la largeur intérieure, A, du guide à moulures, de manière à ne pas faire un apport selfique qui ne serait pas contrebalancé par un apport capacitif ; or le volume de la plaque 4 serait alors assez important pour

introduire des résonances parasites (ghost modes dans la littérature anglo-saxonne) dans la bande passante du guide à moulures ; il faut donc donner à la petite dimension de la plaque une valeur b suffisamment réduite par rapport à la valeur qui n'occasionnerait aucune variation de capacité le long de la ligne de transmission. Cette réduction qui fait apparaître une composante capacitive doit être annulée par un apport selfique correspondant qui est fonction de la valeur $A-a$ (figure 5). Il est à noter que la réduction de b dont il vient d'être question ne doit pas être excessive car sinon l'apport selfique nécessaire à l'annulation de l'apport capacitif devient important, ce qui augmente la sélectivité du guide à fenêtre et est donc incompatible avec l'adaptation à large bande qui est recherchée.

A titre d'exemple, il a été réalisé un guide selon les figures 4 à 6, avec :

$A = 17,55$ mm $B = 8,15$ mm et largeur de moulure de
 $4,395$ mm (guide type WRD 750 D 24)
 $a = 12,7$ mm $b = 6,7$ mm
 $D = 3,45$ mm $d = 3$ mm
longueur du transformateur $5,7$ mm de part et d'autre de la
fenêtre

plaque 4 en alumine d'une épaisseur de $0,5$ mm,
cadre 5 en ferronickel d'une épaisseur de $1,5$ mm,

les résultats obtenus sont les suivants :

bande F1-F2 : $7,4$ à $18,2$ GHz
fréquence de la première résonance parasite : $18,4$ GHz
R.O.S. dans la bande F1-F2 : $1,30$
R.O.S. à 7 GHz : $1,5$.

Un autre exemple de guide à fenêtre étanche selon l'invention est représenté sur les figures 8 et 9. La figure 8 est une coupe longitudinale d'un guide d'ondes rectangulaire, 1, à moulures, 2, 3, par un plan perpendiculaire aux grands côtés du guide. La figure 9 est une vue en coupe transversale par un plan dont la trace, YY, est indiquée sur la figure 8. Une fenêtre constituée par un cadre métallique 5 et une plaque en diélectrique 4, est disposée dans un plan transversale du guide, sensiblement au milieu d'un transformateur demi-onde. Des tronçons de moulures, dont l'écartement est plus faible que l'écartement des moulures

dans le reste du guide d'ondes 1, apparaissent sur la figure 8 ; ces tronçons constituent le transformateur demi-onde. Ce guide à fenêtre se distingue de celui selon les figures 4 à 6 par la façon dont est réalisée sa fenêtre ; en effet, alors que dans le cas précédent le cadre 5 était usiné, cette fois-ci il est obtenu par emboutissage, ce qui, pour une réalisation en série, permet de réduire le coût ; par ailleurs, toujours avec le souci de faciliter la réalisation de la fenêtre, il a été donné, à l'ouverture du cadre 5 et au pourtour de la plaque 4, la forme d'un rectangle sur les deux petits côtés duquel auraient été accolés respectivement deux demi-cercles de diamètre égal à la longueur des petits côtés du rectangle. Ce guide à fenêtre qui, à la forme près de sa fenêtre, correspond au guide des figures 4 à 6, a permis d'obtenir les mêmes résultats en ce qui concerne la transmission des ondes et la résistance mécanique de la fenêtre.

Les deux exemples qui viennent d'être décrits, concernaient des fenêtres disposées dans un plan transversal du guide à moulures et munies d'une plaque de diélectrique, 4, de forme oblongue dont la plus grande dimension était parallèle aux grands côtés du guide afin d'égaliser les apports selfiques et les apports capacitifs dus à la présence de cette plaque de diélectrique. Dans le cas où la plaque de diélectrique ne serait plus de forme oblongue mais serait circulaire il n'y aurait plus possibilité d'égaliser les apports capacitifs et selfiques, ces derniers étant toujours prépondérants ; dans ce cas il n'est pas possible d'obtenir un rapport d'ondes stationnaires inférieur à 2, même dans une bande réduite aux deux tiers de la bande passante du guide. Par contre il est possible d'incliner la fenêtre circulaire pour qu'elle se comporte comme une fenêtre oblongue ; en effet, lorsque la projection de la plaque de diélectrique sur un plan transversal du guide a une forme oblongue dont la plus grande dimension est parallèle aux grands côtés du guide, il est possible d'égaliser les apports selfiques et les apports capacitifs.

Les figures 10 et 11 montrent un guide selon l'invention, comportant une fenêtre inclinée 4-5, à plaque en diélectrique circulaire 4 et cadre métallique 5. La figure 10, qui est une vue en coupe longitudinale par le plan de symétrie du guide qui est perpendiculaire aux grands côtés du guide, montre le guide 1 avec ses moulures 2, 3 qui, sur une longueur L, sont rapprochées pour former un transformateur d'adaptation. La figure

Il est une vue en coupe transversale du guide, par un plan dont la trace ZZ est représentée sur la figure 10 ; cette figure montre que, dans le plan de coupe, l'ellipse de projection de la plaque 4 a son grand axe, non représenté, parallèle aux grands côtés du guide.

5 Dans les trois exemples de réalisation qui ont été décrits à l'aide des figures 4 à 6 et 8 à 11, la plaque en céramique 4 est fixée sur le cadre en ferronickel 5 par brasage sur plat, c'est-à-dire que la brasure disposée entre la plaque 4 et le cadre 5, est en contact avec la plaque uniquement sur une des faces de celle-ci et forme un cordon refermé sur lui-même
10 dont le bord extérieur épouse le bord de la face considérée. Tout autre mode de fixation est envisageable dans la mesure où il assure la solidité et l'étanchéité de la fenêtre : brasage sur le champ de la plaque ou combinaison d'un brasage sur champ avec un brasage sur plat, ou collage... Il est de plus à noter que, pour faciliter le brasage de la plaque en
15 céramique sur le cadre, il peut être intéressant d'interrompre les moulures un peu avant la fenêtre, par exemple sur un à cinq dixièmes de millimètre.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits, c'est ainsi que, pour l'ouverture, toute forme oblongue ou à projection transversale oblongue peut convenir dans la mesure où elle permet d'équilibrer les
20 apports capacitifs et selfiques. De même, s'il est indispensable que la fenêtre 4-5 soit située dans la zone du transformateur d'impédance (tronçons de moulures 20, 21, 30, 31 de la figure 4), par contre il n'est pas nécessaire qu'elle soit au milieu de cette zone, ni que les moulures du guide soient symétriques, même dans la zone du transformateur d'impédance ; d'ailleurs un guide à une seule moulure convient pour réaliser un
25 guide à fenêtre selon l'invention.

La présente invention est tout particulièrement applicable à la réalisation de fenêtres hyperfréquences de puissance, capables de travailler dans une bande de fréquences supérieure à une octave sans fréquences
30 parasites dans la bande de fonctionnement.

REVENDICATIONS

1. Guide d'ondes rectangulaire (1) à moulures (2, 3), muni d'une
fenêtre étanche (4, 5), caractérisé en ce que la fenêtre (4, 5) est une
fenêtre mince composée d'un cadre métallique (5) et d'une plaque de
diélectrique (4), le cadre étant percé d'une ouverture et la plaque obturant
5 cette ouverture, en ce que, en projection sur un plan transversal du guide,
l'ouverture a une forme oblongue dont la plus grande dimension est
parallèle aux grands côtés du guide et dont les dimensions hors-tout
parallèles respectivement aux grands et aux petits côtés du guide sont
respectivement plus petites que les dimensions des grands côtés (A) et des
10 petits côtés (B) du guide, et en ce qu'il comporte un transformateur
d'adaptation (20-21, 30-31) disposé dans une zone (L) de part et d'autre de
la fenêtre (4, 5) ce transformateur étant obtenu en donnant aux moulures
(2, 3) du guide une épaisseur plus grande dans la zone que hors de la zone.

2. Guide selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fenêtre
15 (4, 5) est disposée dans un plan transversal du guide (1).

3. Guide selon la revendication 2, caractérisé en ce que la plaque
(4) a la forme d'un rectangle dont les angles seraient arrondis (figure 5).

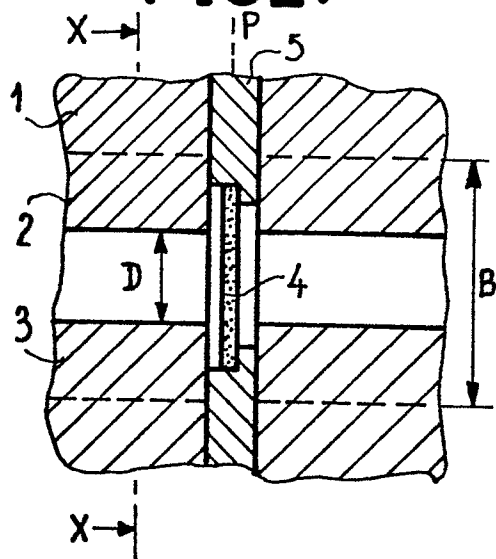
4. Guide selon la revendication 2, caractérisé en ce que la plaque
(4) a la forme d'un rectangle sur les deux petits côtés duquel auraient été
20 accolés respectivement deux demi-cercles de diamètre égal à la longueur
des petits côtés du rectangle (figure 9).

5. Guide selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fenêtre
(4, 5) est inclinée par rapport à un plan transversal du guide (figures 10,
11).

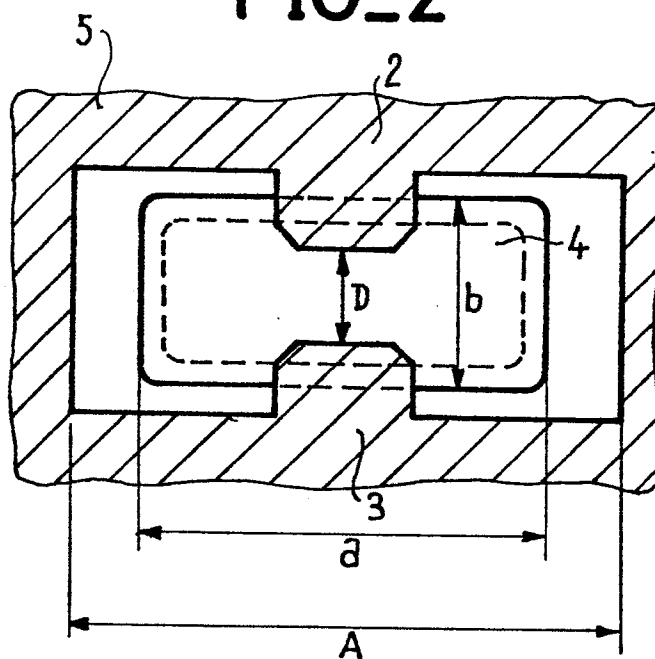
25 6. Guide selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque
(4) est de forme circulaire (figures 10, 11).

7. Guide selon la revendication 4, caractérisé en ce que le cadre
est obtenu par emboutissage.

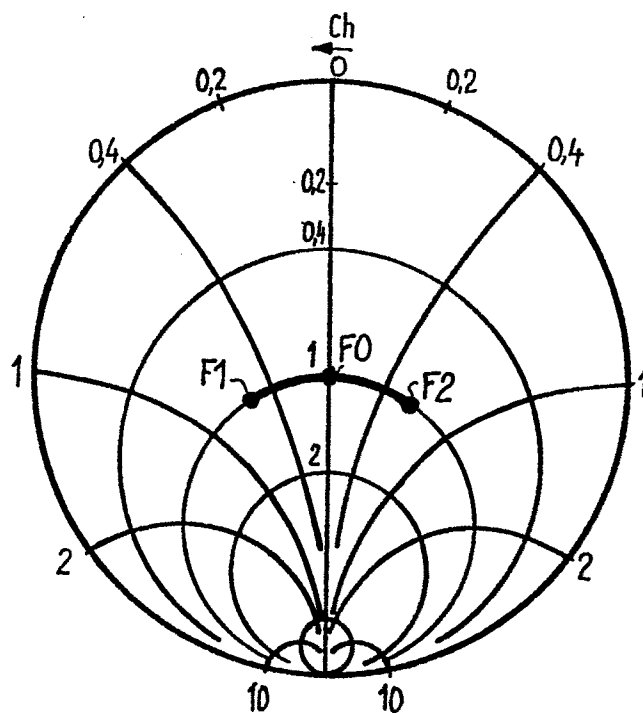
FIG_1

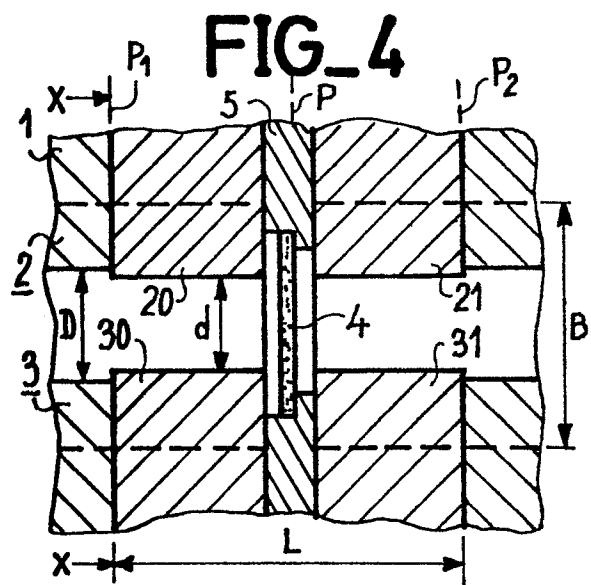


FIG_2

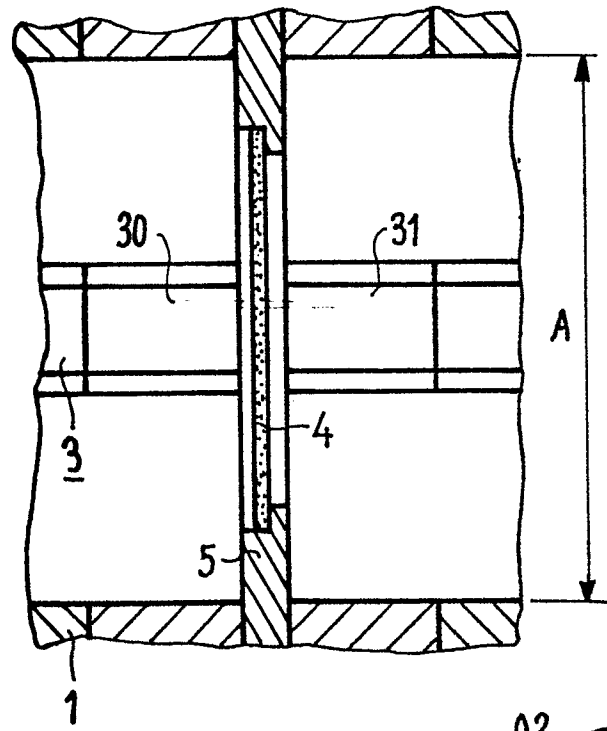
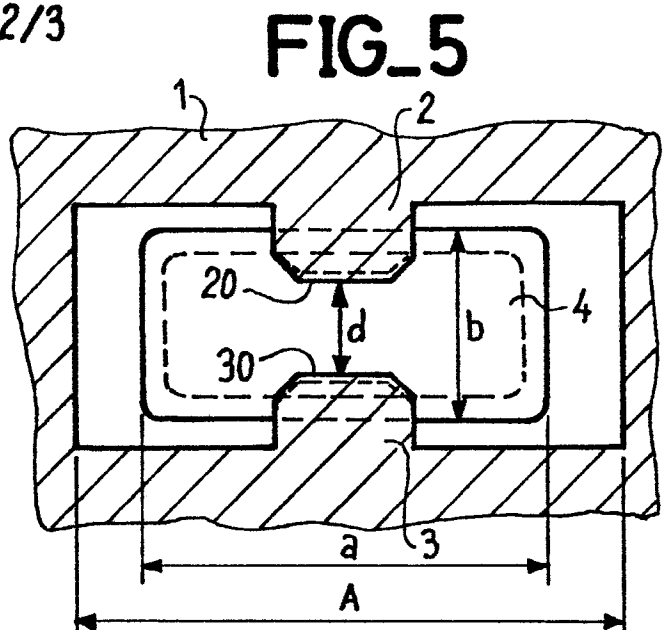


FIG_3



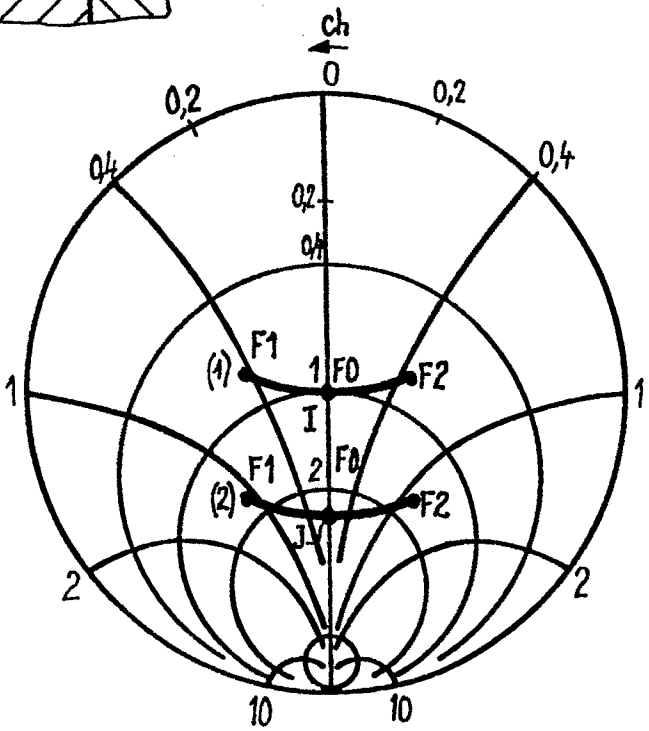


2/3

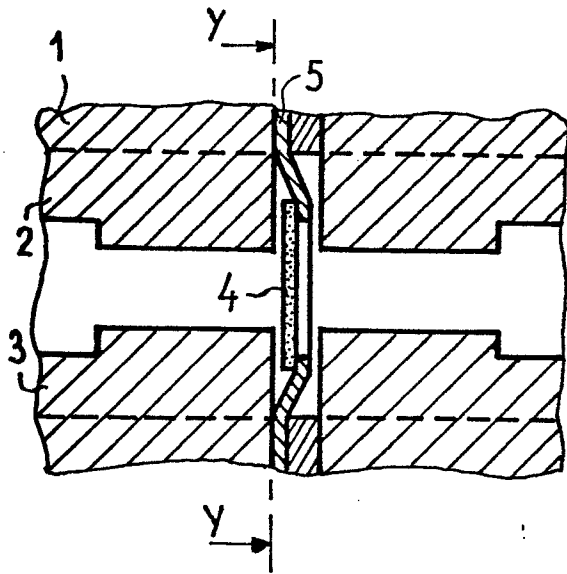


FIG_6

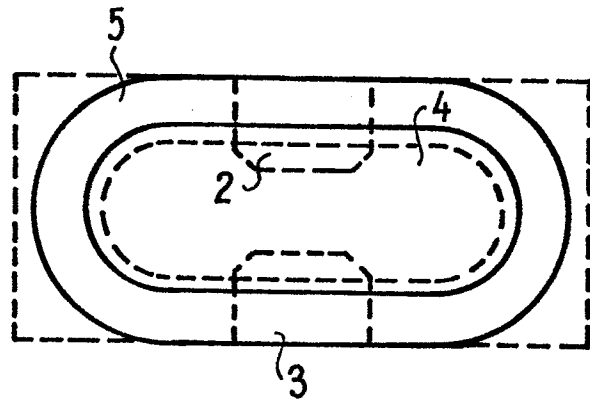
FIG_7



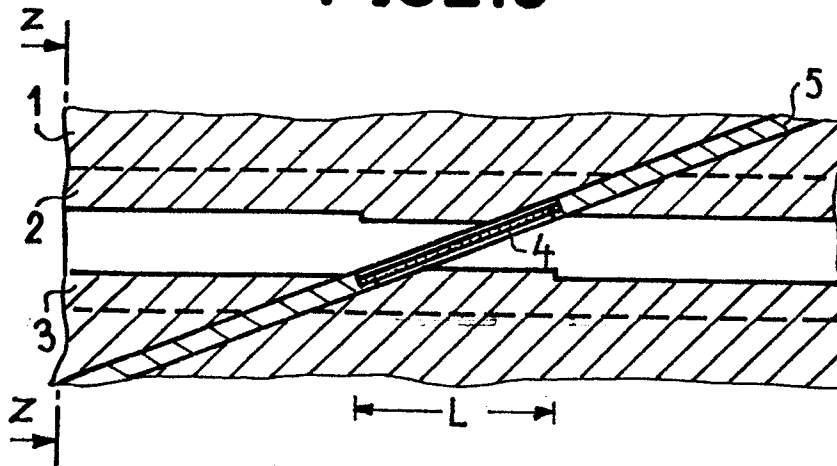
FIG_8



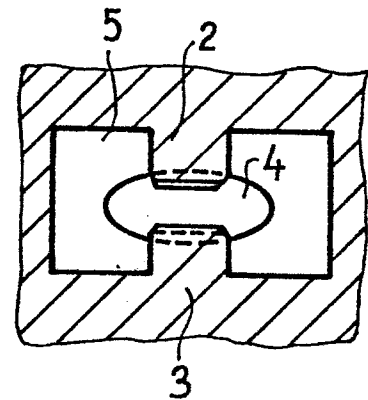
FIG_9



FIG_10



FIG_11





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	US-A-4 352 077 (R.Z. GERLACK) * En entier *	1, 2, 5	H 01 P 1/08
Y	EP-A-0 031 275 (THOMSON-CSF) * Page 6, ligne 14 - page 12, ligne 32; figures 5-10 *	1, 2, 5	
A	US-A-2 957 148 (H.C. ALEXANDER) * Figure 3 *	3	
A	US-A-3 387 237 (E.J. COOK) * Figures 2, 4 *	4	
A	FR-A-1 169 674 (VARIAN) * Figures *	5-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			H 01 P
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-03-1986	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	