



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 90117356.7

(51) Int. Cl.⁵: **H01Q 9/04**

(22) Date de dépôt: 10.09.90

(30) Priorité: 11.09.89 FR 8911829

(43) Date de publication de la demande:
15.05.91 Bulletin 91/20

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

(71) Demandeur: **ALCATEL ESPACE**
11, avenue Dubonnet
F-92407 Courbevoie Cédex(FR)

(72) Inventeur: **Dusseux, Thierry**
12, rue de Cheverny
F-31170 Tournefeuille(FR)
Inventeur: **Lairle, Michel**
85 Route de Portet
F-31270 Villeneuve Tolosane(FR)
Inventeur: **Gomez-Henri, Michel**
11, rue de l'Antan Noir
F-31240 l'Union(FR)
Inventeur: **Raguenet, Gérard**
171C Chemin de Tucaut
F-31600 Eaunes(FR)

(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)

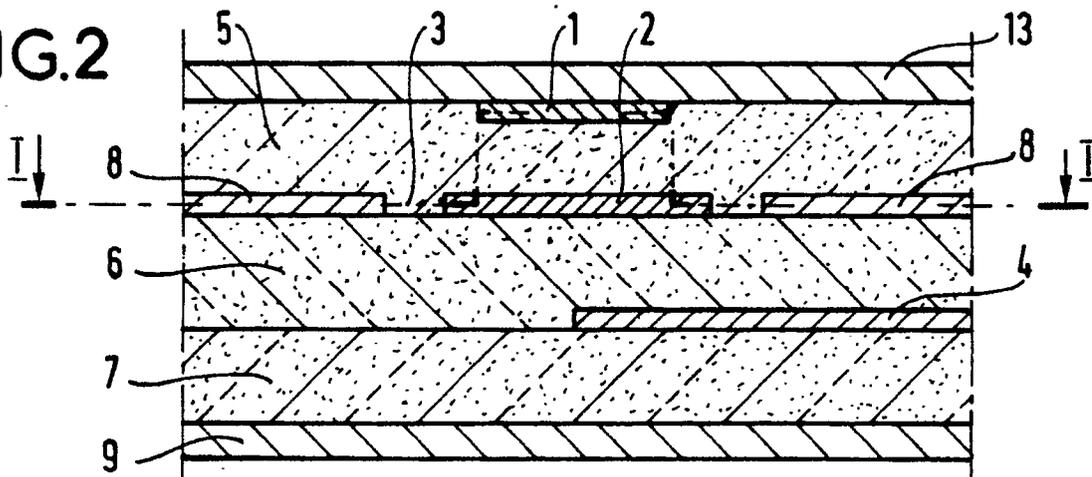
(54) **Antenne plane.**

(57) L'arrangement concerne une antenne comprenant un résonateur passif (1) couplé à une ligne d'alimentation (4) par une fente bouclée (3). Le résonateur (1) est recouvert d'un matériau non conduc-

teur protecteur (13).

Application notamment au domaine spatial.

FIG.2



ANTENNE PLANE

L'invention concerne une antenne plane, par exemple imprimée ou plaquée, rayonnant des ondes polarisées circulairement ou linéairement. L'invention peut s'appliquer à l'excitation d'un guide d'onde en polarisation circulaire ou linéaire.

Une telle antenne selon l'invention réalise une transition compacte entre des lignes d'alimentation de type TEM (Transverse Electro-Magnétique) telles que les lignes triplaques, microruban, coaxiales, "bar-line" (liste non exhaustive) et l'espace libre (ou un guide d'onde).

Les systèmes connus permettant une transition entre une onde guidée TEM et l'espace libre sont :

- les systèmes composés d'un excitateur et d'un cornet :

L'encombrement est alors important (longueur supérieure à une longueur d'onde),

- les antennes plaquées : L'encombrement est alors réduit (longueur inférieure à la demi-longueur d'onde).

L'antenne de l'invention fait partie des antennes plaquées, tout en améliorant leurs performances.

Les dispositifs connus de cette catégorie comprennent :

- les doubles résonateurs respectivement de forme carrée, circulaire, ..., alimentés par sondes coaxiales orthogonales. Le rayonnement est alors dissymétrisé par les sondes d'excitation. De plus un tel dispositif nécessite des opérations de soudure,

- les doubles ou simples résonateurs alimentés respectivement par une fente linéaire ou un trou de couplage. Un tel dispositif évite toute soudure. De plus, l'excitation ne dissymétrise pas les diagrammes, lorsque la fente ou le trou de couplage est disposé(e) symétriquement par rapport au résonateur (de forme carrée, circulaire, ...). Dans le cas d'une onde polarisée circulairement ou d'une double polarisation linéaire, il est alors nécessaire de dissymétriser l'excitation ou de croiser les lignes d'alimentation (cas d'une fente en croix).

- alimentation par couplage électromagnétique. Un tel dispositif est dépourvu de soudure. Le rayonnement est dégradé par celui de la ligne apparaissant du côté rayonnant.

Les systèmes connus compacts permettant une transition entre une onde guidée TEM et un guide d'ondes sont :

- les résonateurs disposés respectivement au fond d'un guide. Les performances, largeur de bande et pureté de polarisation, sont alors rarement compatibles avec des bandes de télécommunications,

- les double-résonateurs alimentés par sondes coaxiales. Un tel dispositif nécessite alors trois étages différents :

- . étage d'excitation en ligne TEM

- . étage du résonateur alimenté

- . étage du résonateur passif.

5 Dans la demande de brevet n° 87 15359, le dispositif appliqué au cas de l'excitation d'un guide présente deux étages seulement pour des performances équivalentes à celle d'un diplexeur classique et ne nécessite aucune soudure.

10 L'invention a pour but d'améliorer les caractéristiques du dispositif de l'art connu.

Elle présente, à cet effet, une antenne plane caractérisée en ce qu'elle comprend un résonateur passif couplé à une ligne d'alimentation par une fente bouclée.

15 Avantageusement l'invention présente une meilleure largeur de bande que les dispositifs précédents. De plus, elle est bien adaptée à conserver une symétrie de rayonnement dans le cas d'une polarisation circulaire ou d'une double polarisation linéaire.

20 Les performances obtenues sont :

- une largeur de bande accrue,

- une grande pureté de polarisation en polarisation circulaire ou linéaire, avec un ou deux accès,

25 - une excitation très symétrique ; les lignes d'alimentation étant blindées du côté ondes excitées.

Une telle antenne peut être utilisée dans une antenne multisource (réseau d'antennes) à ré-utilisation de fréquence en polarisation circulaire ou linéaire. Elle peut être également utilisée dans une antenne multisource ou réseau à rayonnement direct, où un seul type de polarisation de l'onde est excité.

30 Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- les figures 1 et 2 représentent respectivement une vue de face et la figure 2 une vue en coupe longitudinale du dispositif de l'invention suivant le plan II-II de la figure 1 ;

- la figure 3 représente le détail de la ligne d'alimentation sans contact ;

40 - la figure 4 illustre une topologie de lignes d'alimentation orthogonales pouvant générer deux ondes polarisées linéairement indépendantes ou deux ondes polarisées circulairement opposées, lorsque ces lignes sont reliées à un dispositif de mise en quadrature ;

50 - la figure 5 représente une variante de l'invention où une onde polarisée circulairement est générée avec un accès seulement ;

- les figures 6, 7 et 8 représentent deux variantes de la variante représentée à la figure 5 ;

- les figures 9 et 10 représentent le dispositif de

l'invention associé à des pièges pour le guide d'onde plans parallèles ;

Le dispositif de l'invention est constitué, selon les figures 1 et 2, d'un résonateur passif 1, de forme quelconque, plus spécifiquement ronde ou carrée. Ce résonateur 1 est un conducteur à la fréquence de fonctionnement, imprimé ou plaqué, dont le centre peut être évidé. Ce résonateur 1 peut être constitué de plusieurs résonateurs qui peuvent être superposés.

Ce résonateur est couplé à la ligne d'alimentation 4 par une fente annulaire 3 de forme circulaire, carrée ou autre, la largeur de la fente étant constante ou non. Cette fente 3 est constituée par l'espacement entre un plan conducteur 8 et un disque, carré ou autre forme de matériau conducteur 2.

Les conducteurs 8 et 2 peuvent être imprimés ou gravés.

La ligne d'alimentation 4, qui peut être par exemple une ligne triplaque ou une ligne microruban, peut être comprise entre deux plans de masse 8 et 9. Elle peut être dépourvue du deuxième plan de masse 9, si le rayonnement côté ligne d'alimentation est suffisamment faible (alimentation par ligne microruban).

L'antenne de l'invention possède divers espaceurs de nature diélectrique 5, 6 et 7. Ces espaceurs peuvent être homogènes ou inhomogènes, partiels ou non, de hauteurs variables suivant la couche considérée et en fonction des performances attendues. Ces espaceurs peuvent être constitués d'un matériau à faible permittivité diélectrique, spécialement l'espaceur 5. Si les espaceurs 6 et 7 sont identiques en hauteur et qualités radioélectriques, la ligne d'alimentation est alors de type ligne triplaque ou "bar-line" suivant l'épaisseur du conducteur 4. Les matériaux espaceurs 6 et 7 sont en général de permittivité égale ou plus élevée que celle de l'espaceur 5.

Dans le cas où les espaceurs 6 et 7 sont différents, la ligne d'alimentation est de type microruban blindé. La permittivité de l'espaceur 6 peut être alors plus élevée que celle de l'espaceur 7. L'épaisseur de l'espaceur 6 est alors plus faible que celle de l'espaceur 7.

Le résonateur 1 peut être recouvert d'un matériau non conducteur protecteur 13.

La ligne d'alimentation 4 est, en général, radiale et alimente la fente 3 par couplage électromagnétique, typiquement par un stub quart d'onde terminé par un circuit ouvert. La fente se couple alors au résonateur 1. L'ensemble de ces couplages permet d'obtenir une bande passante large, typiquement 20% à un TOS inférieur à 1.2, sur des substrats à air.

Le rayonnement maximum se fait alors perpendiculairement aux conducteurs 8 et 2, selon une

direction parallèle à celle de la flèche I de la figure 2. Le plan de masse 8 et le conducteur 2 masquent donc le rayonnement de la ligne d'alimentation. Le rayonnement présente une très bonne symétrie et un niveau de polarisation croisée faible.

L'excitation de la fente annulaire 3 peut se faire les techniques connues de l'homme de l'art :

- couplage par tronçon quart d'onde radial,
- couplage par ligne tangentielle,
- excitation par sonde coaxiale (soudures),
- excitation via un court-circuit.

La figure 3 détaille l'excitation de la fente annulaire 3 par tronçon quart d'onde radial. Cette excitation peut se faire en ligne triplaque, microruban, ... le tronçon 10 est un stub terminé par un circuit ouvert, de longueur voisine du quart de la longueur d'onde guidée de la ligne. Le circuit ouvert de l'extrémité se transforme en un court-circuit dans le plan de la fente, permettant alors l'excitation de la fente. Le tronçon 11 est un tronçon transformateur d'impédance de longueur voisine du quart de la longueur d'onde guidée de la ligne, permettant une adaptation du dispositif à une impédance voulue (50 ohms par exemple). La ligne 12 est alors une ligne d'accès au dispositif transportant la puissance échangée.

Suivant la géométrie du dispositif, le plan d'excitation de la fente peut être plus ou moins compris entre le centre de symétrie du dispositif et la fente, comme illustré sur la figure 3.

Les dimensions typiques sont :

- diamètre du résonateur 1 inférieur à la demi-longueur d'onde,
- diamètre de la fente annulaire 3 de l'ordre de la demi-longueur d'onde. Ce diamètre décroît d'autant plus que l'espaceur 6 est de permittivité relative élevée. La circonférence de la fente peut être supérieure à la longueur d'onde. La fente 3 est résonante.
- les hauteurs des espaceurs 5 et 6 sont de quelques fractions de longueur d'onde.

Dans une première variante de l'invention représentée à la figure 4, l'antenne de l'invention est alimentée en deux positions orthogonales (espacées de 90° dans le plan de la ligne parallèle au conducteur 8). Les types d'excitation étant ceux connus de l'homme de l'art, décrits précédemment. L'antenne permet alors :

- de générer deux ondes de polarisation linéaire orthogonales spatialement (polarisation verticale et horizontale, par exemple) et indépendamment les deux accès étant découplés. Ce système permet alors de bénéficier du rayonnement symétrique du dispositif pour chacun des accès ;
- de générer une ou deux onde(s) polarisée(s) circulairement à l'aide d'un dispositif de mise en quadrature (coupleur, hybride 90°, jonction en Té plus longueur de ligne) tout en conservant la symé-

trie du dispositif.

La figure 4 illustre une vue de face du dispositif dans le cas d'une double alimentation par tronçons quart d'onde en circuit ouvert. Les lignes 14 et 15 croisent, chacune, la fente perpendiculairement (radialement) et, éventuellement en fonction de leurs longueurs, prennent sous le conducteur 2 une forme non rectiligne en s'éloignant l'une de l'autre pour réduire tout couplage. Les lignes 14 et 15 sont structurées selon la description de la figure 3.

Les figures 5, 6 et 7 représentent des variantes à l'invention, où il s'agit de générer une polarisation circulaire avec un seul accès.

Il est connu de l'homme de l'art, qu'une dissymétrie rapportée à une antenne plaquée est susceptible de créer une onde polarisée circulairement.

L'antenne de l'invention peut donc être aussi utilisé avec adjonction de ces dissymétries. En particulier, on peut utiliser des entailles ("notch") sur le conducteur 2 ou 1 ou les deux, des oreilles ("ear") sur le conducteur 2 ou 1 ou les deux, une fente dans le conducteur 2 ou 1 ou les deux. Ces modifications ont pour but de dissymétriser la structure rayonnante.

La figure 5 représente de telles entailles disposées diagonalement, la largeur d'entailles diminuant continuellement en se rapprochant du centre. Cette forme du conducteur 2 optimise le taux d'ellipticité sur une grande largeur bande. (Taux d'ellipticité inférieur à 1 dB sur une bande de près de 8%).

La figure 6 illustre une autre façon de générer une onde de polarisation circulaire avec un accès : sur la diagonale est disposé un conducteur fin court-circuitant la fente 3 entre les conducteurs 8 et 2.

La figure 7 représente une autre variante. La ligne d'alimentation passe sous la fente à deux endroits perpendiculaires. La longueur de la ligne entre les deux croisements est de l'ordre du quart de la longueur d'onde. La fermeture de la ligne est obtenue par un tronçon quart d'onde en circuit ouvert, en accord avec la description de la figure 3.

Afin de disposer de deux accès générant une polarisation circulaire d'une façon indépendante, les variantes décrites précédemment (en particulier, celles des figures 5 et 6), peuvent être munies d'un deuxième accès symétrique du premier par rapport à la dissymétrie comme représenté sur la figure 8.

Toutes les descriptions précédentes sont valables, lorsque l'espace libre, au-delà du matériau 13, est remplacé par un guide d'onde cylindrique (de section circulaire, carrées, elliptique, ...), d'axe de propagation confondu avec l'axe perpendiculaire au conducteur 8. L'axe de symétrie du guide d'on-

de passe par l'axe de symétrie des conducteurs 1 et 2. Les parois métalliques du guide d'onde rentrent en contact avec le dispositif en interceptant les conducteurs 8 ou 9.

Dans le cas, où le dispositif de l'invention est alimenté par une ligne d'alimentation 4 en présence de deux plans conducteurs 8 et 9, il est possible que le guide d'onde constitué des deux conducteurs 8 et 9, soit excité par la dissymétrie apportée par la fente à l'un des conducteurs. Ce phénomène peut éventuellement dégrader les performances potentielles. Dans ce cas, le dispositif peut être muni de pièges pour cette onde parasite :

- sur la périphérie de la fente 3, entre les conducteurs 8 et 9 peuvent être rapportés des court-circuits discrets 16 ou continus, illustrés par la figure 9. Une cavité de forme quelconque court-circuitant le guide d'onde plans parallèles est alors formée. Sa plus grande dimension est inférieure à la longueur d'onde et doit être minimale, afin de réduire l'encombrement de la cavité. Cette cavité doit laisser passer la ligne ou les lignes d'alimentation.
- la cavité peut être remplacée par des plots métalliques résonants ;
- la cavité peut être constituée par une diminution abrupte de l'espacement entre les conducteurs 8 et 9, sans réaliser nécessairement un contact entre les deux conducteurs 8 et 9. Le rapprochement des deux conducteurs constitue une capacité forte qui court-circuite l'onde parasite à la fréquence de fonctionnement ;
- l'excitation du guide plan parallèle peut être contrôlée en procédant à des évidements 17 autour de la fente 3 dans le conducteur 8 illustré par la figure 10. Ces évidements constituent des circuits ouverts pour le guide plans parallèles. Ils ne doivent pas perturber la propagation le long des lignes d'alimentation. La forme de ces évidements peut être quelconque, mais a un rôle sur les performances désirées.

Ces deux dernières méthodes sont dépourvues de soudure.

D'autres variantes au dispositif, sont possibles :

- on peut utiliser deux ou plus de deux résonateurs, afin d'accroître la bande passante ou la directivité,
- on peut utiliser les variantes précédentes dans l'espace libre mais aussi avec un guide d'onde.

Il est bien entendu que la présente invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et que l'on pourra remplacer ses éléments constitutifs par des éléments équivalents sans, pour autant, sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1/ Antenne plane caractérisée en ce qu'elle com-

prend un résonateur passif (1) couplé à une ligne d'alimentation (4) par une fente bouclée (3).

2/ Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que la fente bouclée (3) est une fente annulaire.

3/ Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comprend une ligne d'alimentation (4) constituée d'une ligne quart d'onde en circuit ouvert, suivie d'un tronçon d'adaptation (11), décalée par rapport au plan de la fente.

4/ Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'alimentation se fait par deux lignes générant des ondes de polarisation orthogonales.

5/ Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la (ou les) ligne(s) d'alimentation croise(nt) la fente (3) radialement.

6/ Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la (ou les) ligne(s) d'alimentation est (sont) tangentielle(s) à la fente (3).

7/ Antenne selon la revendication 4, caractérisée en ce que ces lignes d'alimentation sont l'une tangentielle, l'autre radiale à la fente (3).

8/ Antenne selon la revendication 1, caractérisé en ce que le résonateur (1) ou la fente (3) ou les deux sont disposés dissymétriquement par rapport à la ligne d'alimentation (4) afin de générer une polarisation circulaire.

9/ Antenne selon la revendication 8, caractérisée en ce que cette dissymétrie consiste en un ou deux court-circuits réalisés sur la fente (3).

10/ Antenne selon la revendications 8, caractérisée en ce que la dissymétrie est constitué par des entailles de largeur diminuant avec la profondeur dans le conducteur.

11/ Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la ligne d'alimentation alimente en une seule branche la fente en deux positions orthogonales pour générer une polarisation circulaire.

12/ Antenne selon l'une quelconque des revendications 8, 9 ou 10, caractérisée en ce que deux accès d'alimentation sont utilisés, disposés symétriquement par rapport à la dissymétrie, afin de générer sur un accès une onde polarisée circulairement orthogonale à l'autre accès.

13/ Antenne selon l'une quelconque des revendications de 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle est disposée à l'extrémité d'un guide d'onde, perpendiculairement à l'axe de celui-ci, de manière à pouvoir l'exciter.

14/ Antenne selon l'une quelconque des revendications de 1 à 13, caractérisée en ce qu'une cavité métallique court-circuitante continue ou discrète, entoure au moins en partie la fente bouclée côté ligne d'alimentation.

15/ Antenne selon l'une quelconque des revendica-

tions de 1 à 13, caractérisée en ce qu'une cavité métallique à fermeture capacitive entoure la fente bouclée, côté ligne d'alimentation.

16/ Antenne selon l'une quelconque des revendications de 1 à 13, caractérisée en ce que le conducteur extérieur (8) de la fente (3) comporte des évidements (17).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

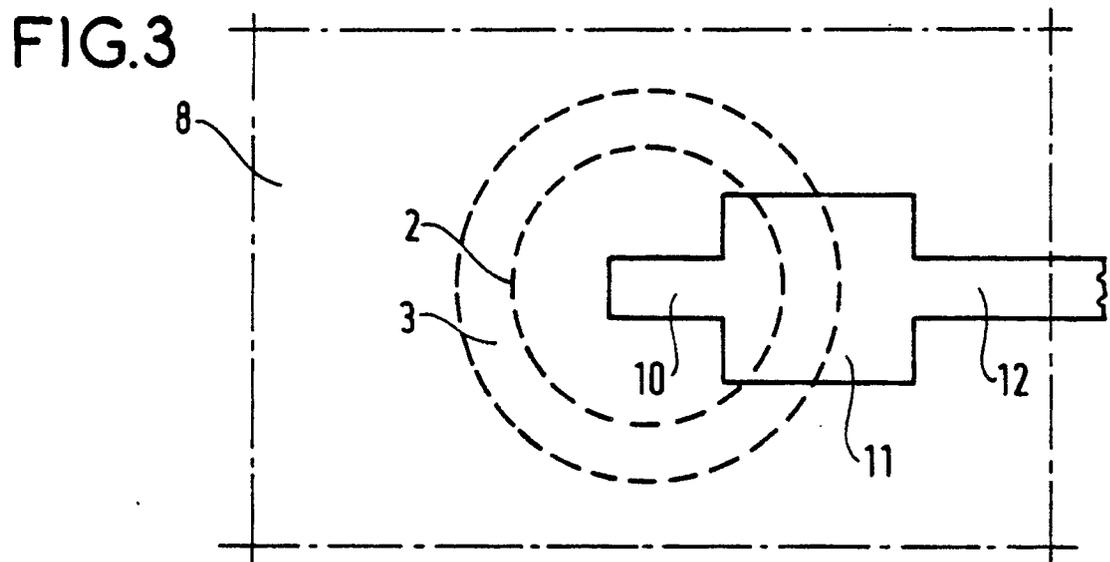
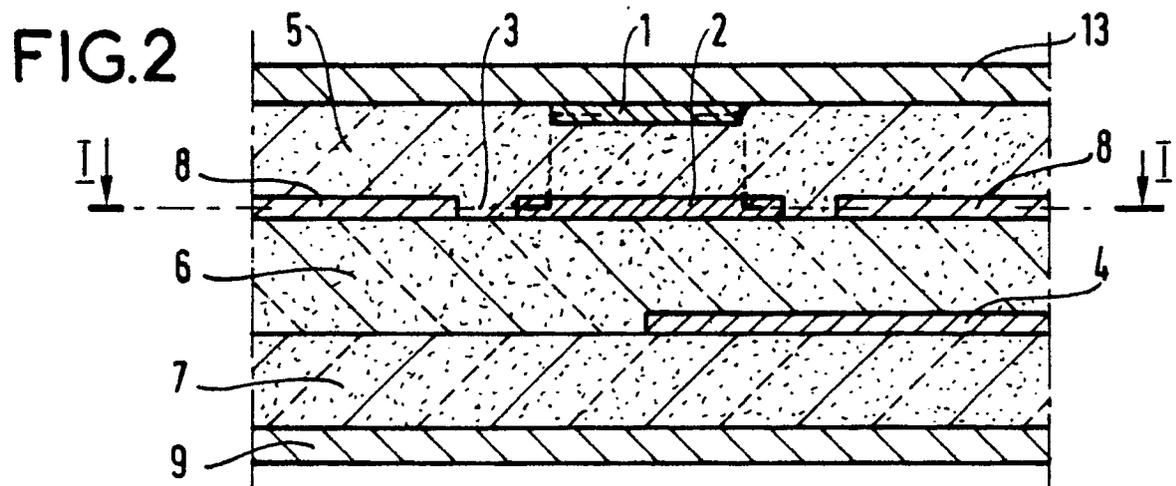
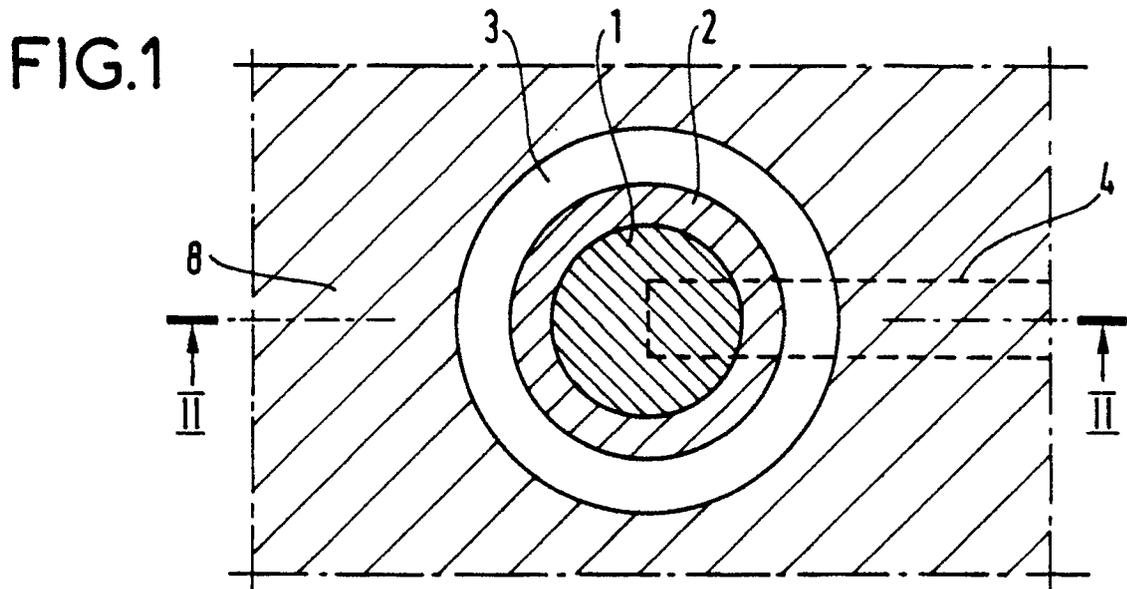


FIG.4

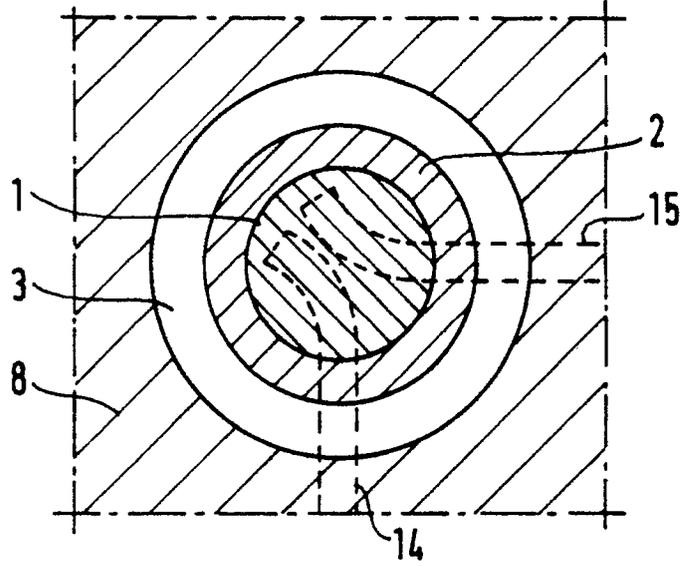


FIG.5

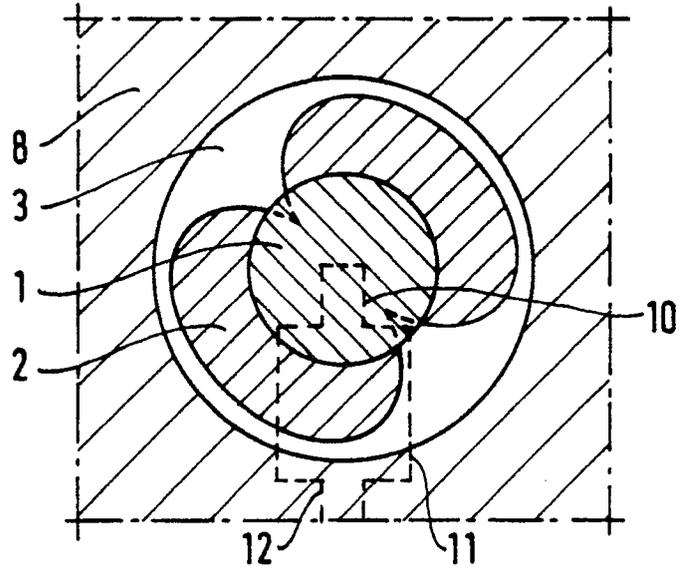
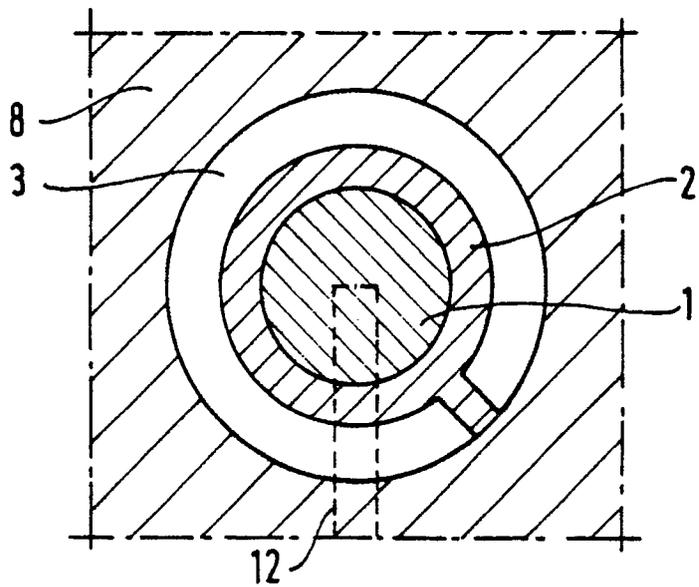
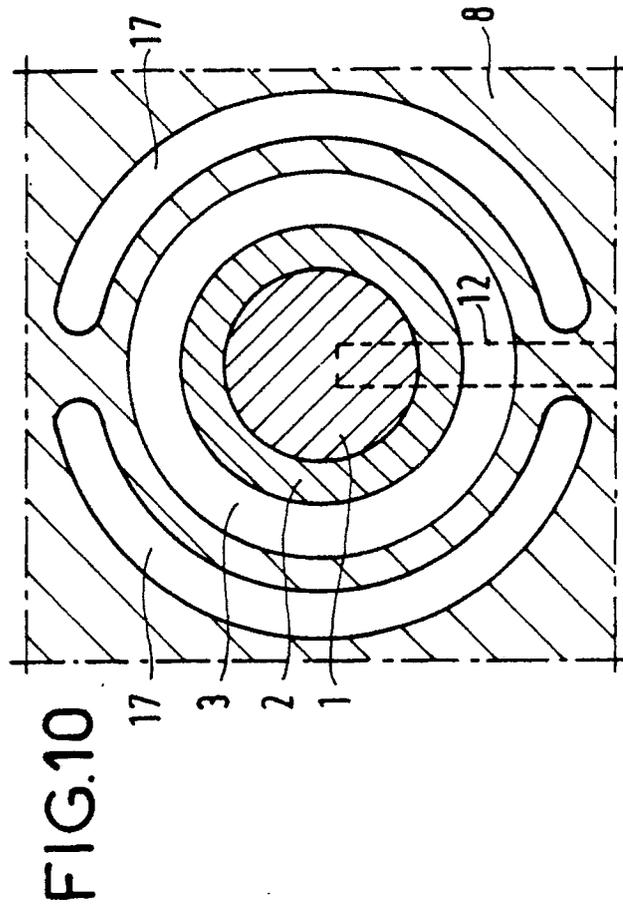
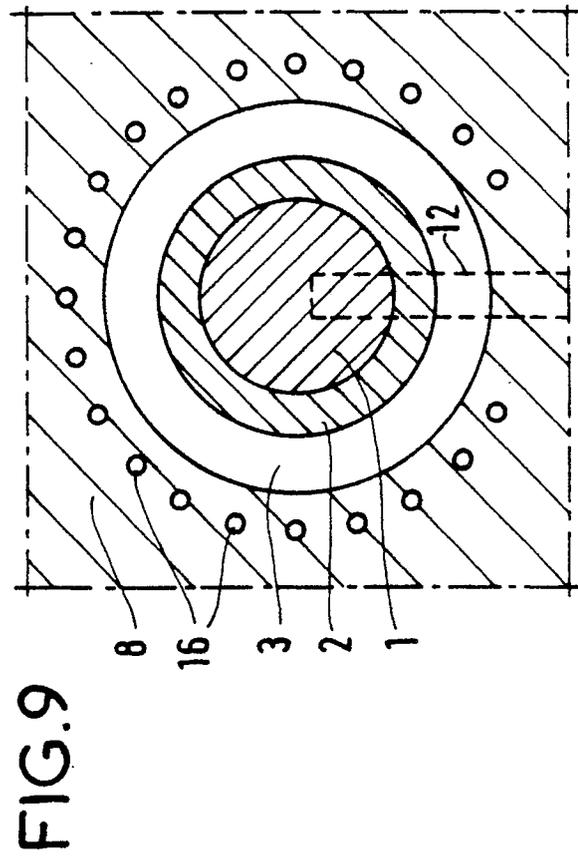
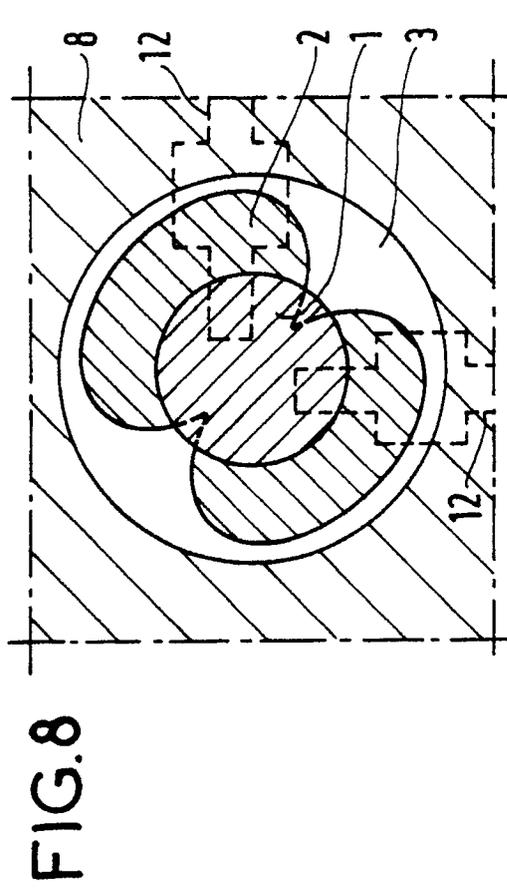
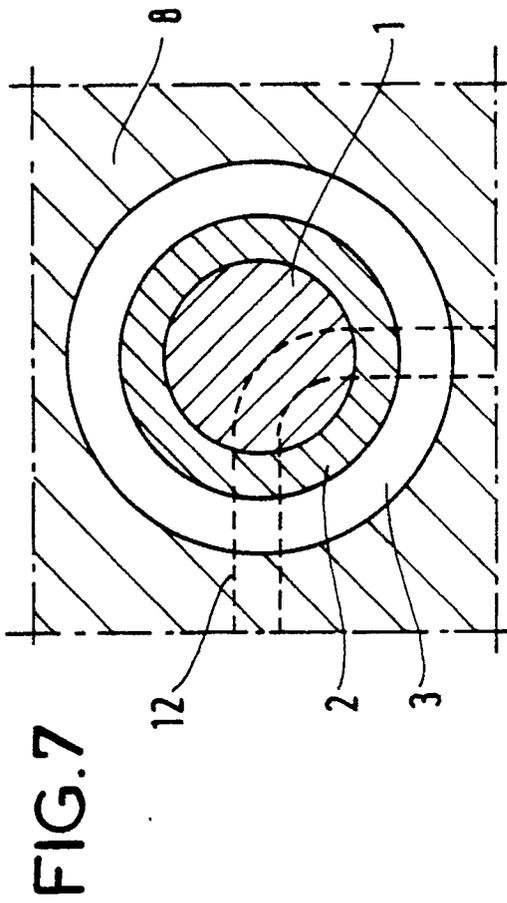


FIG.6







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.5)	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 232 (E-765)(3580), 29 mai 1989; & JP - A - 139102 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS) 09.02.1989 ---	1	H 01 Q 9/04	
Y	FR-A-2 603 744 (MATSUSHITA) * figures 2,3; abrégé * ---	1		
Y	L'ONDE ELECTRIQUE vol. 69, no. 2, mars/avril 1989, pages 15-21, Paris, FR; A. PAPIERNIK: "Les activités du Groupement de Recherche microantennes du CNRS" * page 18, figure 8; page 17, paragraphe IV.2.4. * ---	1		
Y	US-A-4 710 775 (R.J. COE) * figure 6; colonne 8, lignes 4-13 * ---	1		
A	US-A-4 208 660 (S.A. MC OWEN) * figures 1,5; abrégé * ---	2,4,5,16		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 271 458 (COMM. SATELLITE CORP.) * figure 10B; colonne 8, lignes 3-15 * ---	3		H 01 Q
A	US-A-4 719 470 (R.E. MUNSON) * figure 1; colonne 6, lignes 38-44 * ---	3		
A	EP-A-0 207 029 (COMM. SATELLITE CORP.) * figure 1B; abrégé * ---	1,4,5		
A	EP-A-0 315 141 (ALCATEL ESPACE) * figure 2; abrégé *; & FR-A-2623020 (cat. D) -----	13		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications				
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 13-12-1990	Examineur BREUSING J	
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				