

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 527 417 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **92113233.8**

(51) Int. Cl.⁵: **H01Q 13/18, H01Q 21/00**

(22) Date de dépôt: **03.08.92**

(30) Priorité: **07.08.91 FR 9110066**

(43) Date de publication de la demande:
17.02.93 Bulletin 93/07

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

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

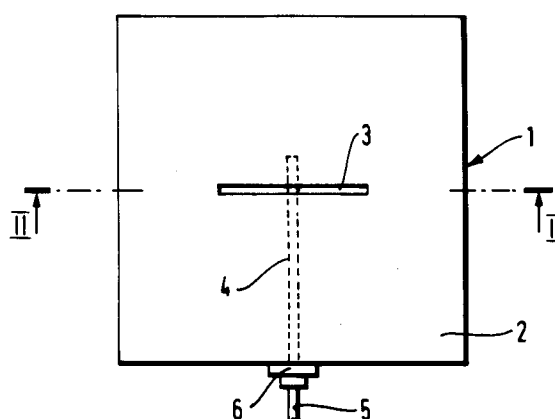
(72) Inventeur: **Raguenet, Gérard**
1710 Chemin de Tucaut
F-31600 Eaunes(FR)
Inventeur: **Gomez-Henry, Michel**
11, rue de l'Antan Noir
F-31240 L'Union(FR)

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

(54) **Antenne radioélectrique élémentaire miniaturisée.**

(57) L'antenne est conçue pour fonctionner bien en deçà de la résonance, et comporte une petite cavité plate (1) à la surface (1) de laquelle est pratiquée au moins une fente rayonnante (3) de dimensions très inférieures à celles d'une fente normalement résonnante. En revanche, un circuit d'adaptation d'impédance est souvent nécessaire aux accès (5) de cette antenne.

FIG.1



EP 0 527 417 A1

La présente invention se rapporte à une antenne radioélectrique élémentaire miniaturisée, destinée en particulier aux ondes V.H.F. et U.H.F., c'est à dire aux ondes comprises dans une gamme de fréquence couvrant depuis la petite centaine de Mégahertz jusqu'à quelques Gigahertz seulement. Une telle antenne est en particulier destinée à équiper un satellite de radio-communications.

Les antennes V.H.F. ou U.H.F. les plus anciennement utilisées sont les antennes filaires. A ces fréquences relativement basses, ces antennes ont des dimensions importantes, ce qui est très pénalisant en poids et encombrement pour un satellite. En outre, justement en raison de cet encombrement important, elles doivent être repliées pour le stockage et lors du lancement du satellite, puis déployées lorsque ce dernier est finalement en orbite. Ceci nécessite de prévoir un mécanisme de déploiement complexe, coûteux, encombrant, lourd, et de plus sujet à un risque de panne lors de son actionnement une fois le satellite mis en orbite.

Il paraît donc finalement très souhaitable de miniaturiser au maximum ces antennes pour V.H.F. et U.V.F., et une solution qui peut venir à l'esprit pour celà est d'utiliser la technique, maintenant très en vogue, des antennes imprimées sur substrat, du genre "patch" consistant en un carré conducteur séparé d'un plan de masse par un substrat diélectrique de faible épaisseur et de permittivité ϵ_r . Ce carré conducteur est déposé sur le substrat par une technique classique de circuit imprimé, et son côté a classiquement pour longueur approximative:

$$L/2 \cdot \sqrt{\epsilon_r}$$

où L est la longueur d'onde de l'onde émise ou captée par cette antenne imprimée.

Dans l'air, on obtient pour ces antennes, et aux fréquences qui nous intéressent ici, des dimensions encore beaucoup trop importantes.

L'utilisation d'un substrat à constante diélectrique ϵ_r élevée, tel que l'Alumine, permet de réduire ces dimensions, mais de manière encore insuffisante. De plus, une permittivité élevée pénalise considérablement les qualités de rayonnement d'une telle antenne, de sorte qu'une telle solution est finalement discutable.

Il existe bien des diélectriques de permittivité encore plus élevée, telles que les céramiques frittées, mais l'utilisation de tels matériaux n'est absolument pas actuellement envisageable sur le plan industriel. De plus, les performances de rayonnement de telles antennes seraient encore plus dégradées.

L'invention vise à remédier à ces inconvénients. Elle se rapporte à cet effet à une antenne radioélectrique élémentaire miniaturisée, en parti-

culier pour gammes d'ondes V.H.F. et U.H.F., qui se caractérise :

- en ce qu'elle se compose d'une ou plusieurs fentes rayonnantes de dimensions très inférieures à celles des fentes rayonnantes résonnantes pour la ou les fréquences de fonctionnement de cette antenne, et donc fonctionnant bien en deçà de la résonance, cette ou ces fentes étant pratiquées sur une des deux grandes faces d'une cavité, cette cavité étant elle-aussi de dimensions très inférieures à celle d'une cavité résonnante pour cette ou ces fréquences de fonctionnement;
- et en ce que son ou ses accès est ou sont chacun couplés à la ligne correspondante à travers au moins un circuit d'adaptation d'impédance.

De toute façon, l'invention sera bien comprise, et ses avantages et autres caractéristiques ressortiront, lors de la description suivante de quelques exemples non limitatifs de réalisation de cette antenne non-résonnante miniaturisée, en référence au dessin annexé dans lequel :

- Figure 1 est une vue en plan d'une forme simple de réalisation de cette antenne élémentaire;
- Figure 2 représente ce même élément rayonnant, en coupe selon II-II de Figure 1 ;
- Figure 3 est un schéma synoptique de branchement de cette antenne ;
- Figures 4,5, et 6, montrent, de même façon qu'en Figure 1, trois autres configurations utilisant plusieurs fentes parallèles sur une même cavité;
- Figures 7 à 10 montrent de même façon des possibilités de réalisation et excitation d'un élément rayonnant comportant deux fentes orthogonales;
- Figure 11 montre de même une configuration bi-polarisation et comportant plusieurs fentes pour chaque polarisation; et
- Figure 12 montre enfin une configuration multi-fentes, bi-polarisations, et bi-fréquences.

En se référant aux figures 1 et 2, cette antenne élémentaire miniaturisée se compose d'une cavité plate 1, par exemple en Aluminium et de section rectangulaire, avec par exemple 10 à 15 centimètres de côté et une faible hauteur (pour minimiser l'encombrement) de par exemple 5 centimètres, et dont une des grandes faces, par exemple la face supérieure 2 est ajourée d'une fine fente rayonnante 3 qui est, conformément à l'invention, dimensionnée totalement en deçà de la résonance : au lieu d'avoir une longueur égale à la demi-longueur d'onde, soit $L/2$, sa longueur est une bien plus petite fraction de celle-ci, par exemple de l'ordre de $L/10$ ou même $L/20$.

On constate que les caractéristiques de rayonnement d'une telle fente 3, couplée à cette cavité 2 quelles que soient précisément les dimensions de cette dernière, restent très acceptables bien que l'ensemble fonctionne totalement en deçà de la résonance.

L'excitation de la fente 3 est réalisée d'une manière classique, par exemple par une sonde 4 qui prolonge l'âme d'une ligne tri-plaque 5 branchée à la cavité 1 par l'intermédiaire d'un connecteur 6.

Bien sur, une telle antenne est, contrairement aux antennes résonnantes de l'art antérieur, désadaptée en impédances, et selon l'invention, un circuit d'adaptation d'impédances, en soi pouvant être très classique, est prévu entre l'antenne et la ligne principale d'alimentation correspondante.

La figure 3 représente le schéma synoptique du circuit de branchement de cette antenne 1,3 à sa ligne principale 7, représentée sous forme de quadripôle. Un circuit d'adaptation d'impédances 8 est donc prévu entre l'antenne 1,3 et cette ligne principale 7, pour remédier à la désadaptation en impédance de cette antenne.

A priori, les dimensions de la fente 3 et de la cavité associée 1 peuvent être quelconques, pourvu qu'elles soient très inférieures à celles qui correspondent à la condition de résonance. Cependant, le tracé des diagrammes de rayonnement de cette antenne pour diverses fréquences comprises dans la gamme V.H.F.-U.H.F. montre qu'il existe des fréquences pour lesquelles ce diagramme présente un creux dans la direction axiale du rayonnement, et un lobe prépondérant de part et d'autre de celle-ci, à environ 40 à 60 degrés.

Une telle caractéristique est particulièrement avantageuse dans le cas d'antennes embarquées sur un satellite, car elle coïncide alors avec le diagramme de rayonnement optimal, de sorte que finalement il sera quelquefois judicieux de choisir une longueur de fente qui fournisse, pour la ou les fréquences VHF ou UHF utilisées, un diagramme de ce type, c'est-à-dire présentant un creux pour la direction de rayonnement axiale, ce creux définissant deux lobes latéraux de part et d'autre à environ 40 à 60 degrés.

Il n'existe pas de méthode simple de calcul pour la détermination des dimensions optimales satisfaisant à cette condition, mais celles-ci peuvent être aisément optimisées par des essais et mesures en laboratoire.

Le dispositif de base qui vient d'être décrit n'est, bien entendu, pas le seul envisageable, et les figures 4 à 12 qui seront maintenant décrites illustrent quelques variantes d'exécution de cette antenne parmi beaucoup d'autres.

La réalisation selon la figure 4 se différencie de celle selon la figure 1 par le fait que la fente unique

3 est remplacée par un réseau de cinq fentes 3A à 3E parallèles et identiques, ce qui permet d'obtenir une antenne avec un meilleur gain et une meilleure gestion du diagramme de rayonnement.

L'antenne selon la figure 5 comporte sept fentes parallèles, dont une fente centrale 3F qui est la plus longue de toutes et, disposées symétriquement de part et d'autre de celle-ci, trois paires de fentes de longueurs décroissantes au fur et à mesure que l'on s'écarte de cette fente centrale 3F :

- . une première paire de fentes identiques 3G,3H;
- . une seconde paire de fentes identiques 3I,3J; et
- . une troisième paire de fentes identiques 3K,3L.

Une antenne de ce type est utilisable soit pour obtenir une loi de distribution correspondant à un diagramme bien déterminé, soit pour rayonner sur quatre fréquences déterminées avec un seul et même circuit d'adaptation d'impédances.

Selon Figure 6, une antenne multi-fentes peut comporter, par exemple pour obtenir un diagramme de rayonnement déterminé, plusieurs fentes parallèles 3M,3N,3P,3Q, qui sont décalées l'une par rapport à l'autre dans le sens latéral, c'est à dire dans le sens orthogonal à la sonde 4.

Les antennes décrites jusqu'alors sont faites pour rayonner une polarisation linéaire. Il est également possible, selon Figures 7 à 10 par exemple, de réaliser une antenne conforme à l'invention et prévue pour rayonner une polarisation circulaire.

Selon Figure 7, la cavité est ajourée de deux fentes identiques 3R,3S qui sont orthogonales l'une à l'autre et disposées en croix grègue dont le centre coïncide avec celui de la surface carrée 2.

La fente 3R est alimentée par une sonde 4A qui lui est orthogonale, tandis que la fente 3S est alimentée de façon similaire par une autre sonde 4B. Les deux sondes 4A,4B sont donc orthogonales. Pour que l'onde rayonnée par la fente en croix 3R,3S soit de polarisation circulaire, ces deux sondes 4A,4B sont alimentées par des ondes de même fréquence et en quadrature de phase.

A noter que des perturbations sont à craindre en raison des colinéarités de la sonde 4A et de la fente 3S d'une part, ainsi que de la sonde 4B et de la fente 3R d'autre part.

Pour éviter ces perturbations, plusieurs variantes de l'antenne selon Figure 7 sont réalisables:

- . selon Figure 8, les sondes 4A et 4B précitées sont décalées d'un angle α par rapport à la normale à la fente, respectivement 3R et 3S, qu'elles alimentent. Par exemple, cet angle α est de l'ordre de 45 degrés.
- . Selon Figure 9, les sondes d'alimentation 4A et 4B sont décalées latéralement par rapport au point milieu de la fente, 3R et 3S respecti-

vement, qu'elles alimentent et à laquelle elles sont respectivement orthogonales.

Enfin, selon Figure 10, l'optimum est atteint pour éviter toute interférence par le fait qu'en outre, par rapport à la figure 9, les fentes 3R et 3S sont elles aussi décalées l'une par rapport à l'autre de manière à ne plus être sécantes, bien que restant orthogonales.

La figure 11 montre une autre variante de cette antenne, qui comporte deux sondes d'alimentation orthogonales 4A,4B alimentant chacune un réseau 3T,3U de fentes parallèles et toutes identiques. On obtient ainsi une antenne à bi-polarisation et multi-fentes.

Enfin, la figure 12 montre une variante de cette antenne à deux polarisations et à deux réseaux 3T,3U de fentes, pour laquelle les fentes du réseau 3T sont nettement moins longues que celles du réseau 3U. Une telle antenne est souhaitable dans le cas d'une antenne prévue pour rayonner deux ondes de fréquences très différentes et à polarisations orthogonales.

Comme il va de soi, l'invention n'est nullement limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. C'est ainsi par exemple qu'il est possible de miniaturiser d'avantage cette antenne élémentaire en remplissant totalement ou partiellement la cavité 1 d'un matériau diélectrique, tel que de l'Alumine par exemple. La section de cette cavité peut bien entendu être circulaire, ou autre, au lieu de rectangulaire.

Revendications

1. Antenne radioélectrique élémentaire miniaturisée, en particulier pour ondes V.H.F. et U.H.F., caractérisée:
 - en ce qu'elle se compose d'une ou plusieurs fentes rayonnantes (3) de dimensions très inférieures à celles des fentes normalement résonnantes pour la ou les fréquences de fonctionnement de cette antenne, et donc fonctionnant bien en deçà de la résonance, cette ou ces fentes (3) étant pratiquées sur une des deux grandes faces (2) d'une cavité (1), cette cavité étant elle-aussi de dimensions très inférieures à celle d'une cavité résonnante pour cette ou ces fréquences de fonctionnement; et
 - en ce que son ou ses accès (5) est ou sont chacun couplés à la ligne correspondante (7) à travers au moins un circuit (8) d'adaptation d'impédances.
2. Antenne radioélectrique selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs fentes parallèles (3A à 3E).

3. Antenne radioélectrique selon la revendication 2, caractérisée en ce que les fentes parallèles (3F à 3L) sont de longueurs choisies, afin de réaliser par exemple une antenne fonctionnant selon plusieurs fréquences déterminées, mais avec un seul et même circuit (8) d'adaptation d'impédances.
4. Antenne selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que ces fentes parallèles (3M,3N,3P,3Q) sont décalées l'une par rapport à l'autre.
5. Antenne selon la revendication 1, cette antenne étant apte à rayonner une polarisation circulaire, caractérisée en ce qu'elle comporte deux fentes identiques (3R,3S) disposées en croix grèque.
6. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce que les alimentations respectives (4A,4B) de ces deux fentes (3R,3S) sont décalées angulairement par rapport à la normale à la fente (3R,3S) qu'elles alimentent respectivement.
7. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que ce décalage angulaire (α) est de l'ordre de 45 degrés.
8. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce que les alimentations respectives (4A,4B) de ces deux fentes (3R,3S) sont décalées latéralement par rapport au point milieu de la fente (3R,3S) qu'elles alimentent respectivement.
9. Antenne selon la revendication 1, cette antenne étant apte à rayonner une polarisation circulaire, caractérisée en ce qu'elle comporte deux fentes 3R,3S identiques, orthogonales, et non-sécantes.
10. Antenne selon la revendication 1 cette antenne étant à polarisations orthogonales, caractérisée en ce qu'elle comporte un réseau de fentes parallèles (3U,3T) par polarisation.
11. Antenne selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que sa cavité (1) est totalement ou partiellement remplie d'un matériau diélectrique.
12. Antenne selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que les dimensions de la ou des fentes (3) sont choisies pour obtenir un diagramme de rayonnement présentant un creux pour la direction de rayonnement axiale,

ce creux définissant deux lobes latéraux à environ 40 à 60 degrés de part et d'autre de cette direction axiale.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG.1

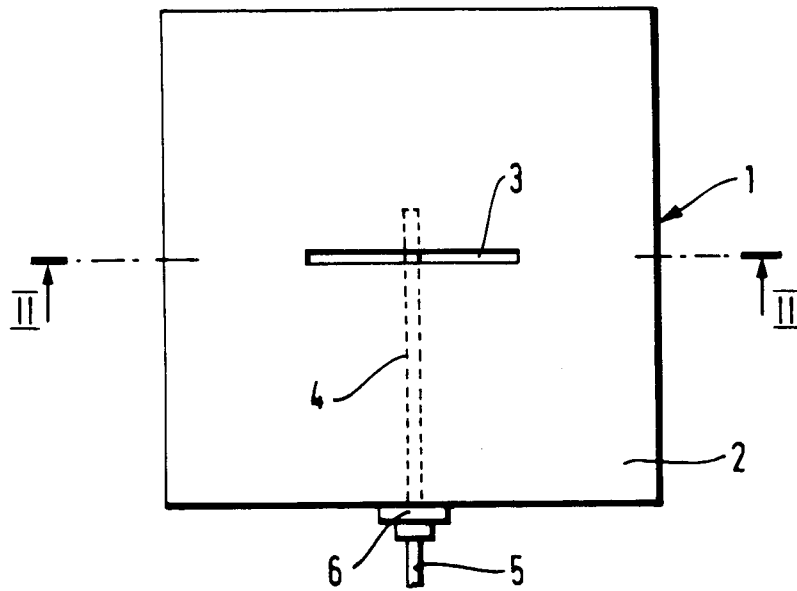


FIG.2

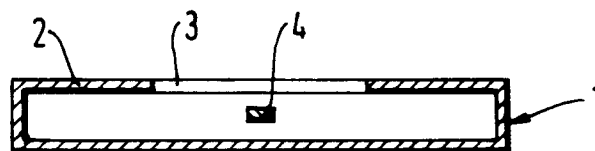


FIG.3

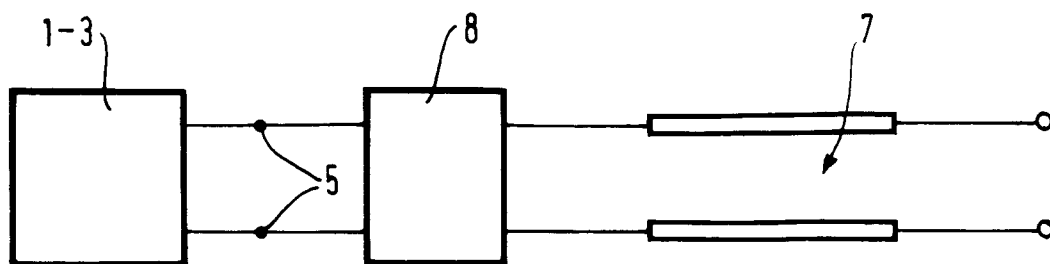


FIG.4

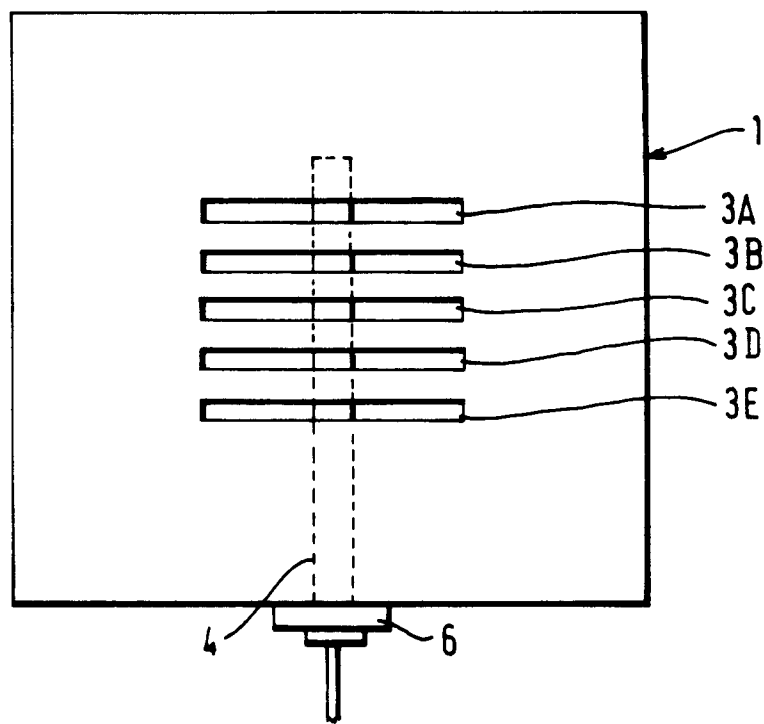


FIG.5

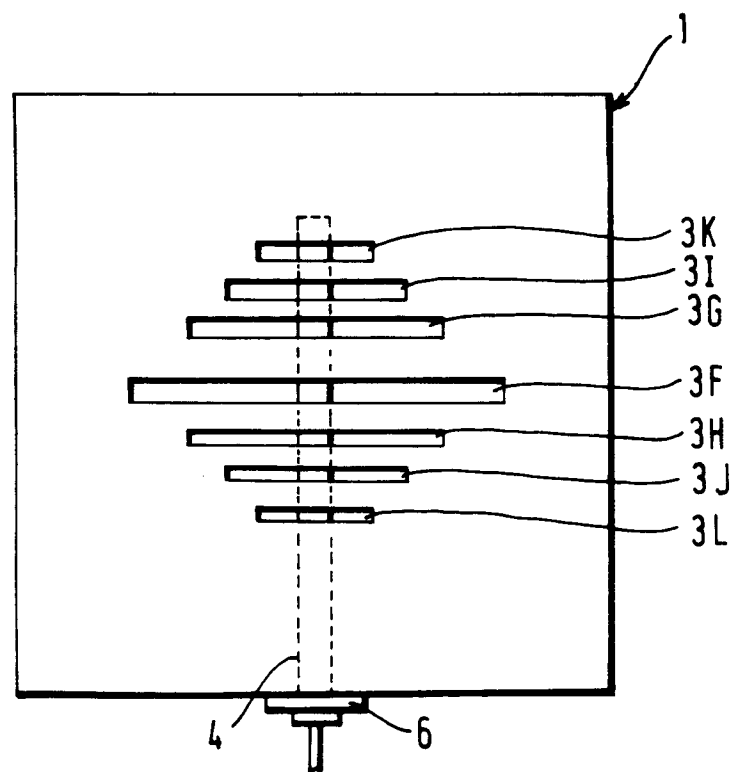


FIG. 6

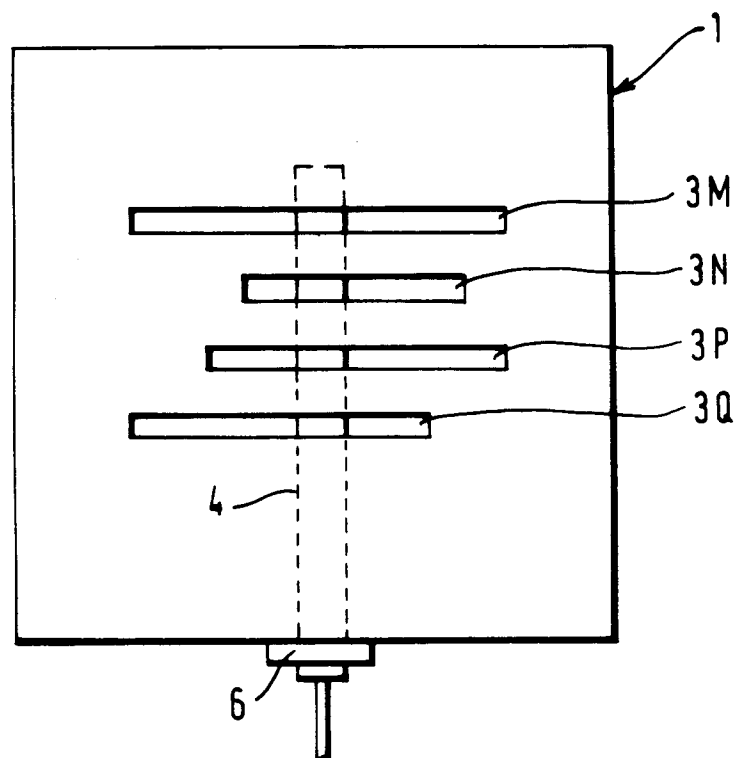


FIG.7

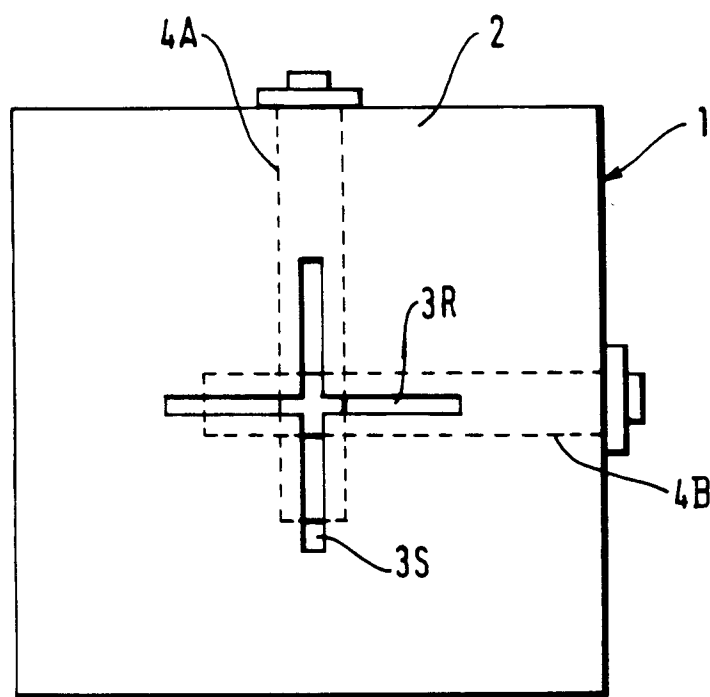


FIG.8

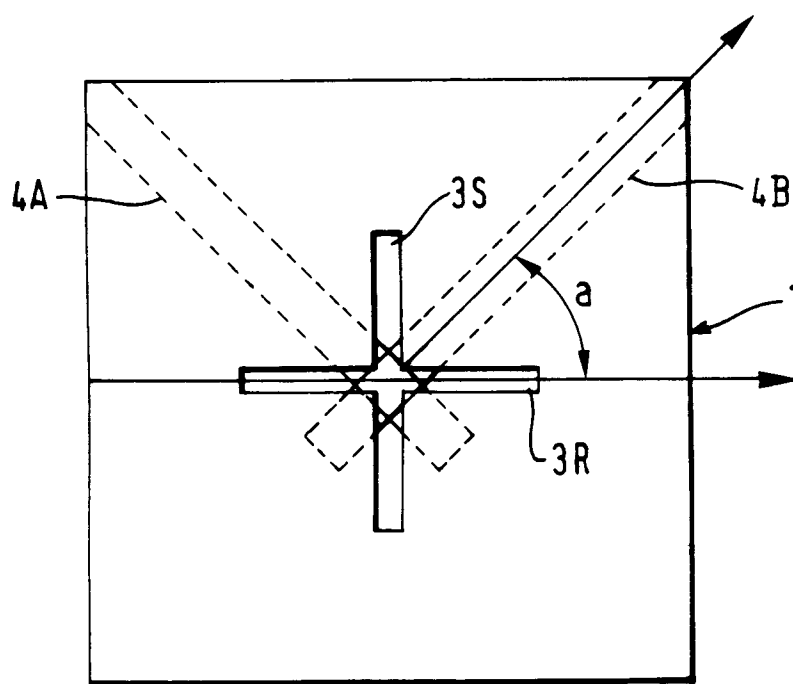


FIG.9

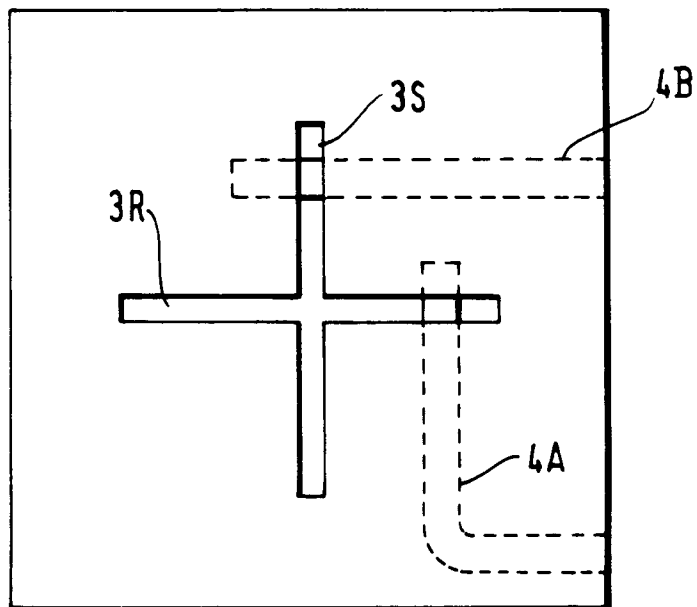


FIG.10

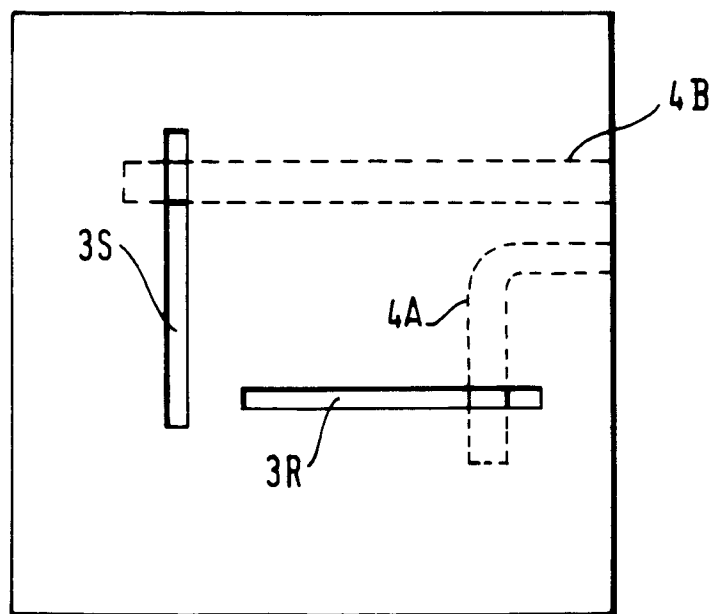


FIG.11

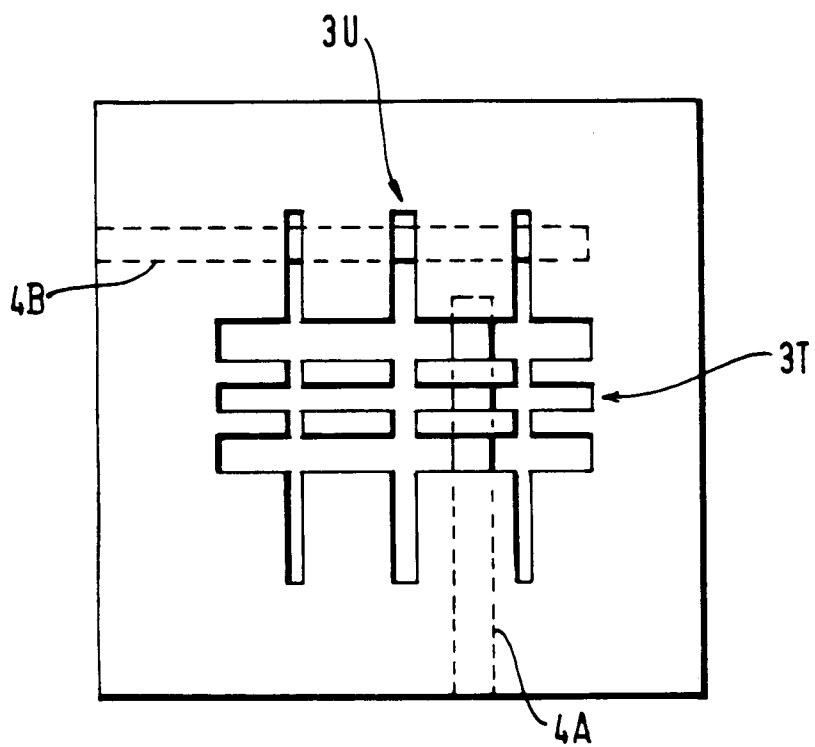
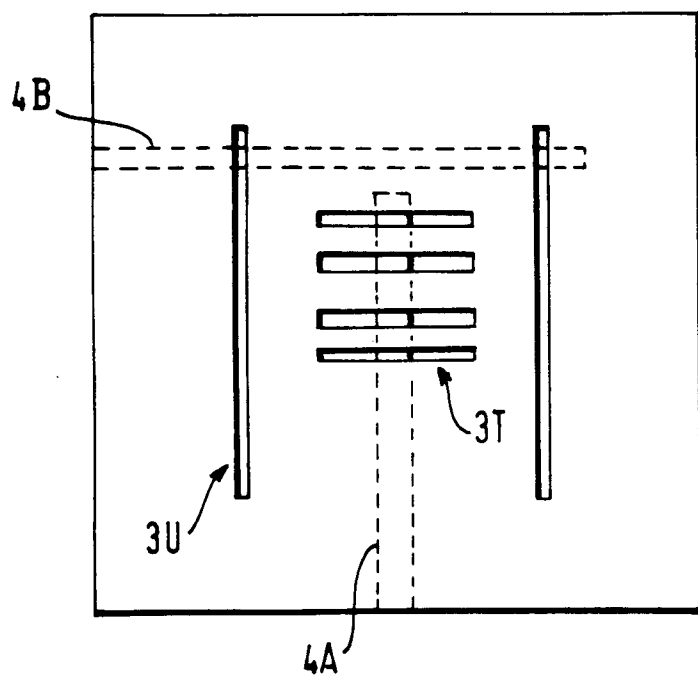


FIG.12





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 11 3233

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)
A	1988 INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST ANTENNAS AND PROPAGATION vol. I, Juin 1988, SYRACUSE, NY pages 312 - 315 CLOUSTON ET AL. 'A TRIPLATE STRIPLINE SLOT ANTENNA DEVELOPED FOR TIME-DOMAIN MEASUREMENTS ON PHASED ARRAYS' * page 313; figures 1-3 * ---	1,2	H01Q13/18 H01Q21/00
A	EP-A-0 295 003 (THORN EMI) * colonne 5, ligne 27 - colonne 6, ligne 46; figures 1,2,5 * ---	1,5-12	
A	US-A-4 916 457 (FOY ET AL.) * colonne 5, ligne 19 - ligne 68; figures 1-6 * ---	5-12	
A	US-A-3 713 165 (LAGERLOF ET AL.) * abrégé; figure 1 * -----	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 OCTOBRE 1992	Examineur ANGRABEIT F.F.K.
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			