



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **92400247.0**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01Q 21/06, H01Q 9/04**

(22) Date de dépôt : **30.01.92**

(30) Priorité : **01.02.91 FR 9101152**

(43) Date de publication de la demande :
05.08.92 Bulletin 92/32

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

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

(72) Inventeur : **Remondière, Olivier**
25bis, chemin de Montbel
F-31270 Frouzins (FR)
Inventeur : **David, Jean-François**
4, impasse du Général Aubugeois
F-31400 Toulouse (FR)

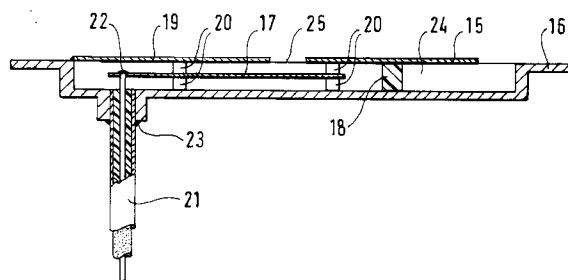
(74) Mandataire : **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing (DE)

(54) **Dispositif rayonnant pour antenne plane.**

(57) Dispositif rayonnant pour antenne plane, comprenant un premier et un second plans de masse, une fente (25), pratiquée dans le premier plan de masse, étant alimentée par couplage électromagnétique à partir d'une ligne d'alimentation (17), et un assemblage de plusieurs pièces conductrices de faible épaisseur; la partie centrale de la fente rayonnante (25) étant une pièce conductrice (15) supportée en son centre par une colonne de soutien (18).

Application notamment au domaine spatial.

FIG. 2



L'invention concerne un dispositif rayonnant pour antenne plane et notamment pour antenne réseau.

Une antenne réseau présente la particularité de posséder une ouverture réalisée par un nombre important d'éléments rayonnants ; le rayonnement de cette antenne étant la synthèse des rayonnements de chaque élément rayonnant. Le développement de telles antennes est récent et on leur trouve actuellement des applications dans des domaines aussi variés que :

- le contrôle du trafic aérien,
- la réception par satellite (télévision, messagerie, communication avec les mobiles),
- les antennes spatiales : télédétection et observation de la terre (radars), relais de données, antennes de télécommunications.

Les fréquences couvertes vont des ondes UHF et VHF jusqu'aux ondes millimétriques. Lorsque les éléments rayonnants sont commandés individuellement en amplitude et/ou en phase, on parle alors d'antenne active : Il est en effet possible de choisir la forme du diagramme de rayonnement de l'antenne de manière à, par exemple, sélectionner des zones de couverture très différentes (faisceau étroit, large ou formé) ou effectuer un balayage électronique.

Les éléments rayonnants qui forment l'antenne conditionnent les performances finales, les caractéristiques techniques (masse, tenue à l'environnement, fiabilité), et le coût de celle-ci par leurs performances radioélectriques intrinsèques, leur capacité à être mis en réseau et leur technologie.

Une antenne étant constituée de quelques dizaines à quelques milliers de tels éléments rayonnants, le coût unitaire de ceux-ci est déterminant dans le coût global de l'antenne. Ce même type de raisonnement s'applique aussi à d'autres paramètres tels que la masse. Le choix des technologies est important car il permet de simplifier les conditions d'adaptation de l'antenne à son environnement : Par exemple, pour des applications spatiales en orbite géostationnaire, il est important de pouvoir contrôler thermiquement l'antenne par des moyens simples (couvertures thermiques, peintures) sans avoir recours à une demande de puissance de réchauffage qui grève le bilan énergétique du système. Dans ces conditions, des gammes de températures aussi larges que -150°C ; $+120^{\circ}\text{C}$ peuvent être obtenues en tenant compte des caractéristiques thermo-optiques des surfaces. Une telle antenne est, de plus, soumise à des flux de particules chargées qu'il ne doit ni détériorer les matériaux, ni provoquer de décharges électrostatiques après accumulation sur des zones isolantes ou mal reliées à la masse.

Une antenne doit, en outre, conserver toutes ses qualités radioélectriques après avoir subi les fortes contraintes mécaniques dues au lancement.

Certaines de ces qualités, par exemple l'aptitude à ne générer que de très faibles niveaux de produits

d'intermodulation passifs, sont extrêmement liées aux technologies utilisées (association des différents matériaux, géométries des éléments) et à la façon dont elles supportent l'environnement opérationnel (en particulier thermique).

L'invention a pour objet de résoudre ces différents problèmes.

Elle propose à cet effet un dispositif rayonnant pour antenne plane, comprenant un premier et un second plans de masse, une fente, pratiquée dans le premier plan de masse, étant alimentée par couplage électromagnétique à partir d'une ligne d'alimentation, caractérisé en ce qu'il comporte un assemblage de plusieurs pièces conductrices de faible épaisseur assemblées entre elles, la partie centrale de la fente rayonnante étant une pièce conductrice supportée en son centre par une colonne de soutien.

Dans une réalisation avantageuse, ce dispositif comporte un corps, formant une cavité, qui est une pièce métallique usinée assurant les différentes fonctions de plan de masse inférieur pour la partie centrale de la fente rayonnante et pour la ligne d'alimentation, de structure mécanique de l'ensemble du dispositif, d'interface avec une structure porteuse pour l'ensemble de la fente rayonnante et de support pour l'interface électrique entre la ligne d'alimentation et cette fente. Ce dispositif comporte un couvercle conducteur rapporté sur le corps pour constituer le plan de masse supérieur autorisant la propagation dans la ligne ; Cette ligne étant une piste conductrice maintenue au milieu des plans de masse par des entretoises diélectriques. Ce dispositif comporte de plus un câble coaxial, d'alimentation de la ligne, dont l'âme est brasée ou soudée sur cette ligne, et dont le conducteur extérieur est soudé ou brasé directement sur le corps.

Dans un exemple de réalisation, ce dispositif peut être exécuté sous la forme d'un sous-réseau de quatre éléments rayonnants élémentaires identiques, réalisé en un seul ensemble mécanique ; Une ligne de propagation, qui alimente quatre fentes annulaires, comportant une partie diviseur 1 par 4 entre les éléments rayonnants.

Avantageusement un tel dispositif rayonnant présente une faible masse, un faible coût et des performances radioélectriques remarquables. Ce dispositif peut aussi bien être utilisé isolément qu'au sein d'une antenne réseau. Il présente des qualités techniques et économiques particulièrement appropriées pour une application spatiale, bien que de simples aménagements ne mettent pas en cause des applications éventuelles dans d'autres domaines.

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

- La figure 1 illustre un dispositif de l'art connu ;
- les figures 2 et 3 représentent respectivement une vue en coupe et une vue de dessus du dis-

positif selon l'invention ;

– les figures 4 et 5 représentent deux exemples de réalisation du dispositif de l'invention.

L'élément rayonnant, tel que représenté sur la figure 1, est communément appelé fente annulaire. Un tel élément est décrit dans l'article intitulé "a new circularly polarised planar antenna fed by electromagnetic coupling and its subarray" de M. Haneishi, Y. Hakura, S. Saito, et T. Hasegawa ("18th european microwave conference proceeding" ; 12-15 septembre 1988 ; Stockholm). Dans un tel élément rayonnant une fente 10 est pratiquée dans un premier plan de masse 11. Elle est alimentée par couplage électromagnétique à partir d'une ligne 12 d'alimentation, de type triplaque, située à un niveau inférieur entre le premier plan de masse 11 et un second plan de masse 13 ; cette ligne 12 étant maintenue en position grâce à un élément diélectrique 14.

Le dispositif rayonnant selon l'invention est représenté sur les figures 2 et 3. Il comporte un corps 16 formant une cavité 24, une fente annulaire rayonnante 25 qui est réalisée entre celui-ci et un disque central (ou "patch") 15, et une ligne 17 d'alimentation. Le corps 16 est une pièce conductrice, par exemple métallique, usinée de préférence en un seul bloc, qui assure les différentes fonctions de plan de masse inférieur pour le "patch" 15 et pour la ligne d'alimentation 17, de structure mécanique de l'ensemble du dispositif, d'interface avec une structure porteuse pour l'ensemble de la fente rayonnante 25 et de support pour l'interface électrique entre la ligne d'alimentation et cette fente 25. Le "patch" 15 est formé d'une pièce conductrice, par exemple circulaire, supportée par une colonne de soutien 18. Un couvercle conducteur 19 est rapporté sur le corps 16 pour constituer le plan de masse supérieur autorisant la propagation dans la ligne 17. Cette ligne 17 est une piste conductrice, monolithique ou gravée, maintenue au milieu des plans de masse 16 et 19 par des entretoises diélectriques 20. Elle peut être alimentée par exemple à l'aide d'une ligne coaxiale 21.

Dans une application où une faible génération de produits d'intermodulation passifs (PIMP) est recherchée, l'âme 22 de cette ligne coaxiale 21 peut être soudée, ou brasée, sur la ligne 17, alors que le conducteur extérieur 23 est soudé ou brasé directement sur le corps 16. Un couple de connecteurs coaxiaux est ainsi évité. De plus, on réalise des contacts excellents entre ces différents éléments. Ces éléments peuvent être soit obtenus à partir du même bloc de matière, soit soudés entre eux (laser, bombardement électronique, plasma,...) soit brasés avec un métal d'apport connu pour ses bonnes propriétés vis-à-vis de la génération PIMP.

Ce dispositif rayonnant, tel que représenté sur les figures 2 et 3, peut être utilisé seul ou regroupé en sous-réseau, avec la possibilité avantageuse de réaliser le circuit de répartition de ce sous-réseau sur un

même niveau de ligne triplaque.

L'invention propose donc une solution technologique concrète, industrielle, économique qui présente des performances radioélectriques exceptionnelles en particulier du point de vue des pertes et de la génération de produit d'intermodulation passifs (PIMP). Elle présente en outre une grande stabilité à l'environnement, en simplifiant les conditions de contrôle thermique et de protection contre les radiations (phénomènes "Electro Static Discharge").

Dans le dispositif de l'invention les différentes pièces conductrices utilisées sont réalisées dans des alliages légers, des matériaux composites à matrice métallique ou tout autre matériau isolant ou conducteur pourvu qu'il soit métallisé ; ces pièces étant assemblées entre elles par soudure, et/ou par des brasures, sélectionnées pour leur faible génération de PIMP. Ces pièces ont des parois de très faible épaisseur ; la raideur ou la résistance supplémentaire nécessaire étant fournies par des renforts locaux. Par contre la colonne de soutien 18 peut éventuellement être réalisée en matériau diélectrique, et les pions 20 sont réalisés en diélectrique.

Dans un premier exemple de réalisation de l'invention, tel que représenté sur la figure 4, on considère un dispositif simple rayonnant, en bande L, et en monopolarisation circulaire. Le métal utilisé est un alliage d'aluminium. Le corps est obtenu par usinage à commande numérique, en laissant des épaisseurs de parois aussi faibles que 0,6 mm environ, et des renforts locaux pour pouvoir supporter un environnement de lancement spatial. Le "patch" 15 ainsi que le couvercle 19 sont obtenus par découpe d'une tôle en alliage d'aluminium de faible épaisseur (par exemple environ 5/10 mm). Ces éléments sont rapportés respectivement sur la colonne de soutien 18 et sur le corps 16 par soudure laser (sans métal d'apport). La piste 17 est découpée dans une tôle d'alliage de cuivre (d'épaisseur par exemple environ 3/10 mm). Elle est maintenue entre les plans de masse par des pions diélectriques 20. La piste 17 est alimentée par un câble coaxial 21 dont le conducteur extérieur est brasé (23) à l'or/étain sur le corps 16 argenté alors que l'âme est soudée par soudure laser 22 sur la piste 17 avant fermeture par le couvercle. Après une optimisation radioélectrique, il est apparu que deux étages de "patch" 15 et 15' étaient nécessaires pour obtenir les caractéristiques radioélectriques recherchées. Ce dispositif rayonnant a été soumis à des vibrations aléatoires avec un niveau intégré entre 20 et 2000 Hz de 70 g_{RMS} (RMS = valeur quadratique moyenne), sans dégradations. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- directivité : 9,7 dB
- pertes : < 0,3 dB
- TE : < 2 dB
- TOS : < - 20 dB
- bande passante : 5,5 %

- dimensions : épaisseur = 20 mm ; largeur = 12 cm ; longueur = 18 cm
- masse : 0,1 kg

Dans un second exemple de réalisation on considère un dispositif rayonnant de type sous-réseau en bande L à monopolarisation circulaire. Ce dispositif comprend un sous-réseau de quatre éléments rayonnants élémentaires identiques au précédent. Ce sous-réseau est réalisé en un seul ensemble mécanique. La ligne de propagation alimentant les fentes annulaires comporte alors une partie diviseur (25) 1 par 4 entre les éléments rayonnants. La technologie de réalisation est en tous points identique à celle décrite précédemment.

Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :

- directivité : 15 dB
- pertes < 0,3 dB
- TE : < 2 dB
- TOS : < - 20 dB
- bande passante : 10%
- tenue en puissance : > 100 watts
- niveau de PIMP à l'ordre 7 et 9 sous 2 x 40 W, entre - 110°C et + 110°C : < 155 dBc (dBc : dB en dessous de la valeur crête de la puissance transmise)
- dimensions : épaisseur = 7 mm ; largeur = 35 cm ; longueur = 35 cm
- masse : environ 0,4 kg.

En utilisant les caractéristiques de l'invention, il est également possible de réaliser d'autres dispositifs rayonnants, tel que :

- . Élément simple en bande C, simple polarisation linéaire,
- . Élément simple et sous réseau de quatre en bande Ku simple polarisation linéaire,
- . Élément simple en bande Ku, double polarisation linéaire.

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/ Dispositif rayonnant pour antenne plane, comprenant un premier et un second plans de masse, une fente (25), pratiquée dans le premier plan de masse autour d'une partie centrale étant alimentée par couplage électromagnétique à partir d'une ligne d'alimentation (17), caractérisé en ce qu'il comporte un assemblage de plusieurs pièces conductrices de faible épaisseur incluant un corps (16) formant une cavité (24), qui est une pièce conductrice usinée assurant les fonctions de plan de masse inférieur pour la partie centrale (15) de la fente rayonnante et pour

la ligne d'alimentation (17) et de structure mécanique de l'ensemble du dispositif, la partie centrale de la fente rayonnante (25) étant une pièce conductrice (15) disposée dans ladite cavité (24) et supportée en son centre par une colonne de soutien (18), elle-même supportée par ledit corps (16).

2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit corps (16) sert aussi d'interface avec une structure porteuse pour l'ensemble de la fente rayonnante (25) et de support pour l'interface électrique entre la ligne d'alimentation et cette fente (25).

3/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un couvercle conducteur (19) rapporté sur le corps (16) pour constituer le plan de masse supérieur autorisant la propagation dans la ligne (17) ; cette ligne (17) étant une piste conductrice maintenue au milieu des plans de masse par des entretoises diélectriques (20).

4/ Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte un câble coaxial (21), d'alimentation de la ligne (17), dont l'âme est brasée ou soudée sur cette ligne (17), et dont le conducteur extérieur (23) est soudé ou brasé directement sur le corps (16).

5/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un sous-réseau de quatre éléments rayonnants élémentaires identiques réalisé en un seul ensemble mécanique ; une ligne de propagation, qui alimente quatre fentes annulaires, comportant une partie diviseur (25) 1 par 4 entre les éléments rayonnants.

6/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce conductrice (15) est recouverte par au moins un autre dispositif résonant (15') destiné à en modifier les caractéristiques radioélectriques.

7/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les pièces conductrices sont réalisées dans des alliages légers, des matériaux composites à matrice métallique ou tout autre matériau isolant ou conducteur pourvu qu'il soit métallisé.

8/ Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les pièces conductrices sont assemblées entre elles par soudage (laser, faisceau d'électron,...) ou brasque ou assemblage vissé.

FIG.1

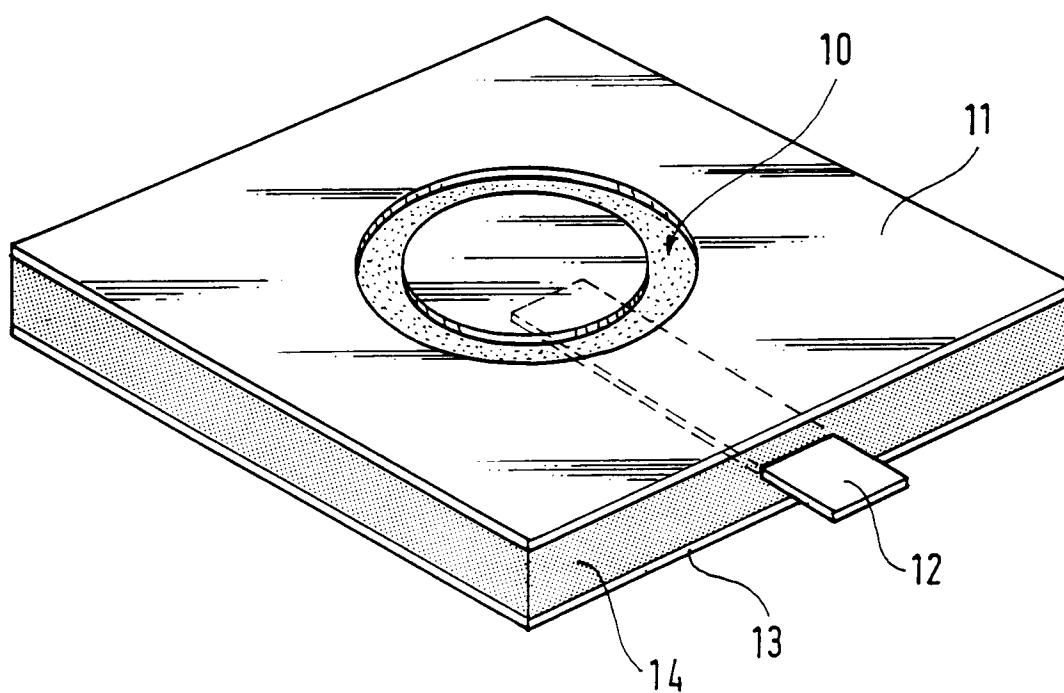


FIG. 2

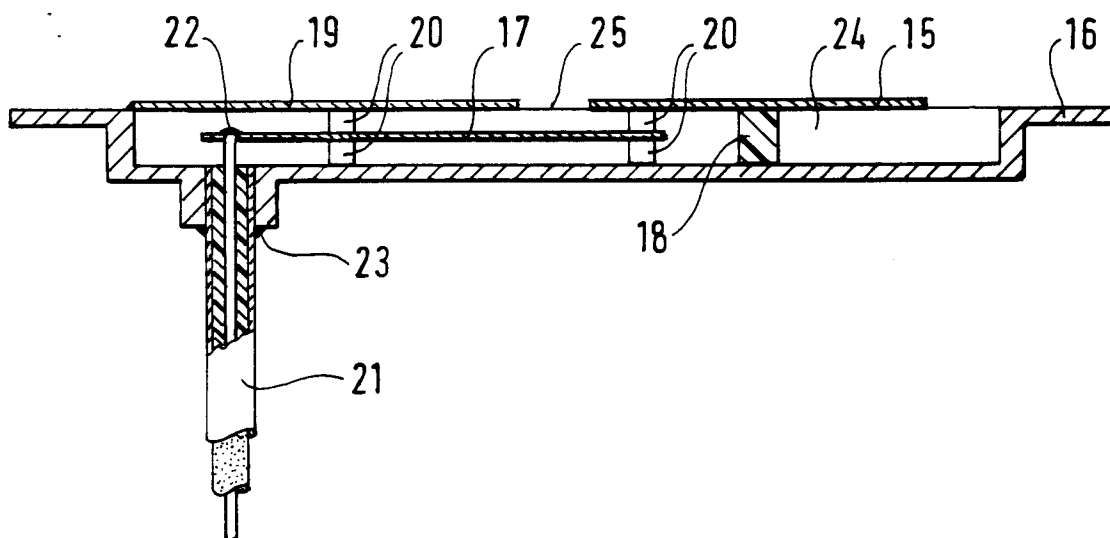


FIG. 3

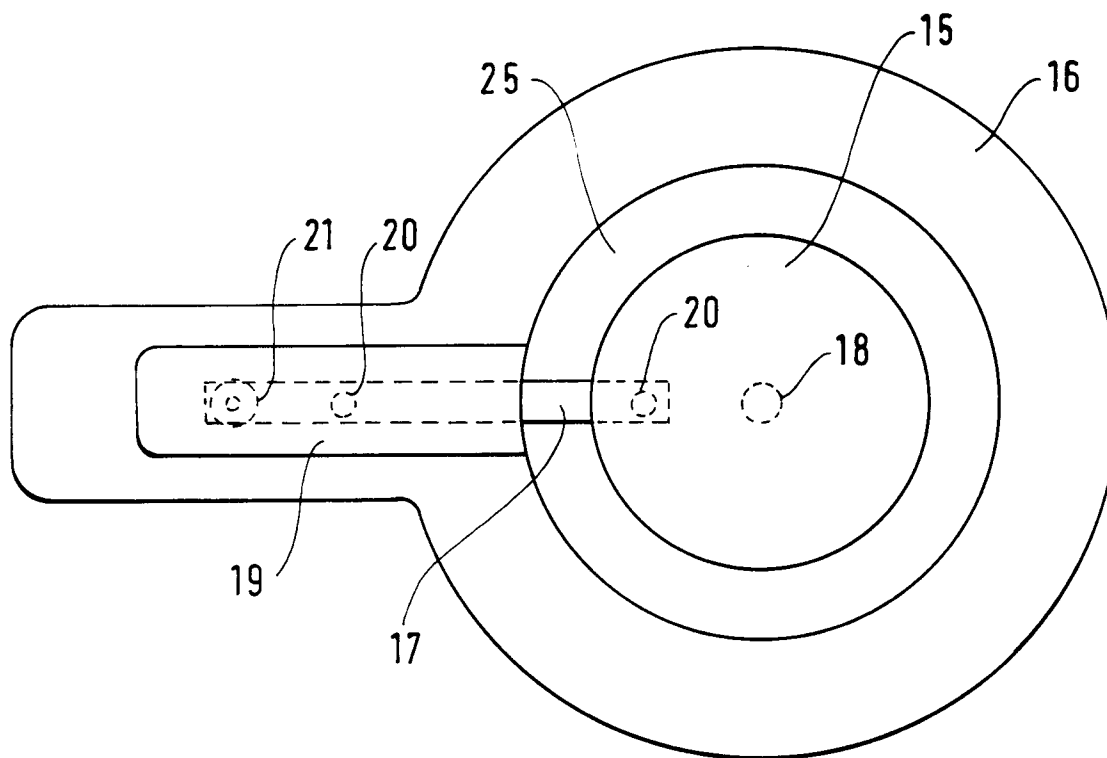


FIG. 4

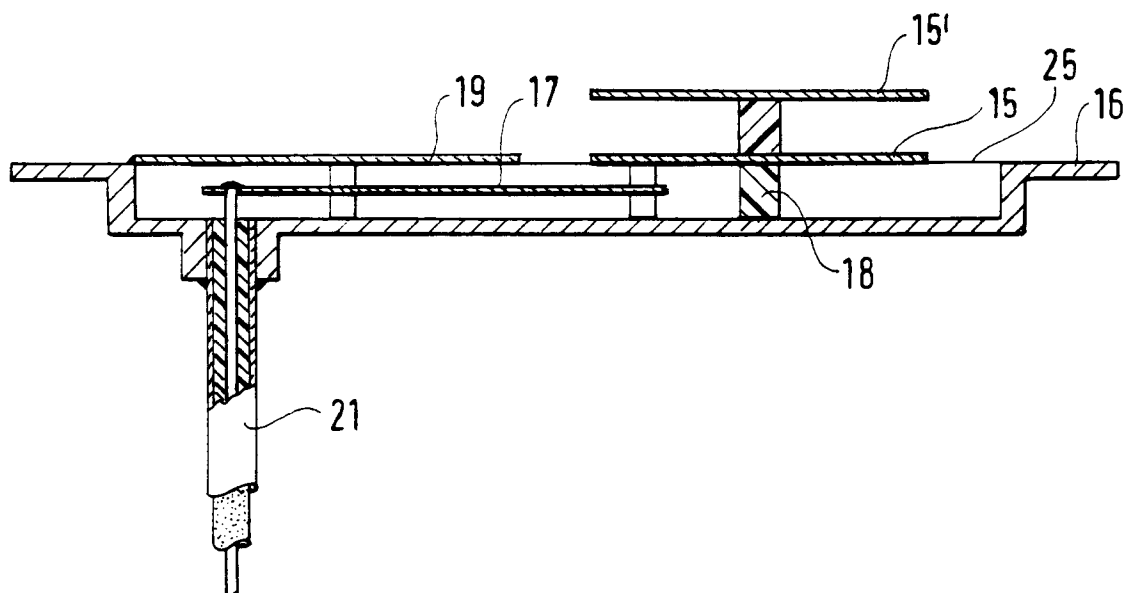
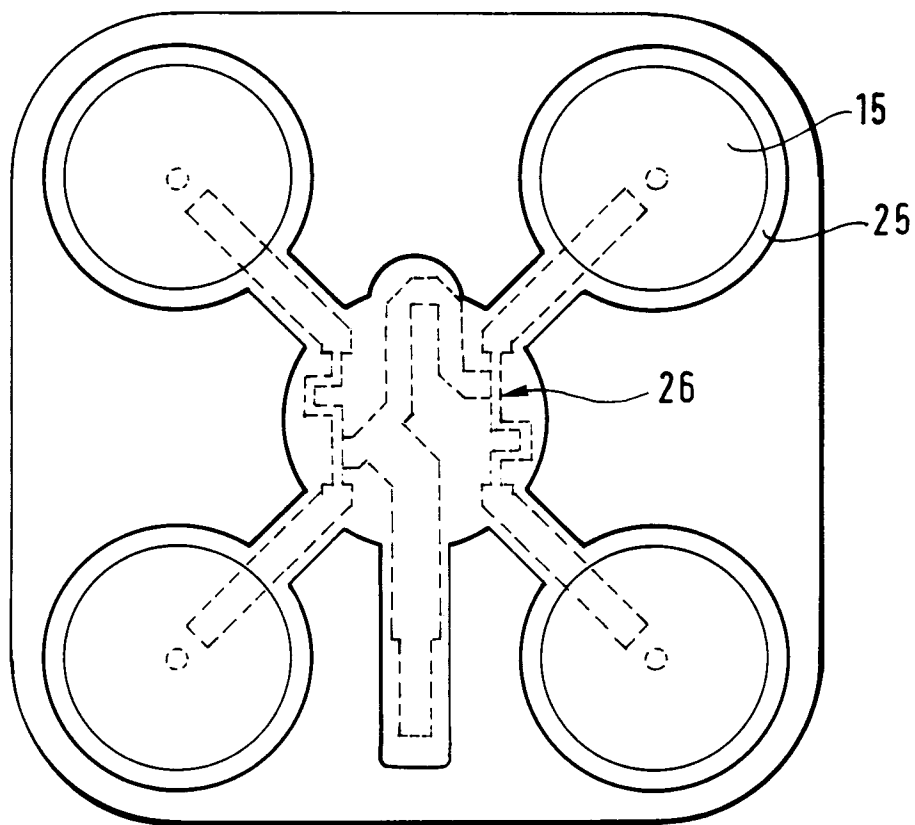


FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 0247

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	EP-A-0 216 331 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH) * figure 2; colonne 5, lignes 25-56 * ---	1,2,4	H 01 Q 21/06 H 01 Q 9/04
Y	EP-A-0 394 931 (SIEMENS) * figure 1; abrégé; revendication 9 * ---	1,2,4	
A	FR-A-2 627 636 (THOMSON CSF) * figure 3; page 5, ligne 28 - page 6, ligne 11 * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 268 (E-638)(3115), 27 juillet 1988; & JP - A - 6350202 (MATSUSHITA ELECTRIC) 03.03.1988 ---	5	
D,A	PROCEEDINGS 18TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 12-15 septembre 1988, pages 1074-1079, Stockholm, SE; M. HANEISHI et al.: "A New Circularly Polarised Planar Antenna Fed by Electromagnetical Coupling and its Subarray" * page 1076, figure 1 * ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 271 458 (COMMUNICATIONS SATELLITE) * figure 1; colonne 5, lignes 18-28 * ---		H 01 Q
A	US-A-4 208 660 (S.A. MCOWEN) * figures 1,2; abrégé * -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 19-03-1992	Examineur BREUSING J
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)