

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.02.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 07.08.92 Bulletin 92/32.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *ALCATEL ESPACE Société  
Anonyme — FR.*

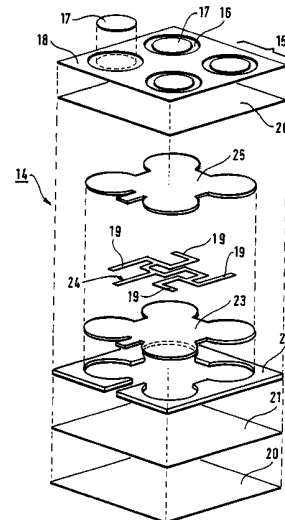
⑦2 Inventeur(s) : *Remondière Olivier.*

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *SOSPI du Boisbaudry Dominique.*

⑤4 Antenne réseau notamment pour application spatiale.

⑤7 Antenne réseau notamment pour application spatiale  
constituée d'éléments rayonnants ayant une structure de  
type stratifié; ces éléments étant fixés sur une structure  
porteuse (30) ajourée sous les éléments rayonnants.  
Application notamment au domaine spatial.



Antenne réseau notamment pour application spatiale

L'invention concerne une antenne réseau notamment pour application spatiale.

Une antenne réseau a la particularité de présenter une ouverture  
5 réalisée par un nombre important d'éléments rayonnants. Le rayonnement de l'antenne est alors 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 :

- 10 - 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.

15 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  
20 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, les caractéristiques techniques (masse, tenue à l'environnement, fiabilité) et le coût de celle-ci par leurs  
25 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  
30 raisonnement s'applique aussi à d'autres paramètres tels que la masse. Le choix des technologies est important car il permet de simplifier les problèmes 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  
35 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  $-150^{\circ}\text{C}$  ;  $+ 120^{\circ}\text{C}$  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 qui ne doivent ni détériorer les matériaux, ni provoquer de décharges électrostatiques après accumulation sur des zones isolantes ou mal reliées à la masse.

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

Les éléments rayonnants, pour constituer un réseau, doivent être réunis sur une structure porteuse par un dispositif interface. Ces deux derniers éléments, structure porteuse et dispositif interface, doivent être optimisés en masse en tenant compte des performances en rigidité et en résistance mécanique nécessaires au lancement, ainsi que des performances en rigidité et en stabilité dimensionnelle nécessaires aux exigences radioélectriques dans le cas d'un satellite en orbite. Les solutions actuelles permettent d'obtenir des masses surfacique de l'ordre de  $4,5$  à  $7 \text{ kg/m}^2$ .

L'invention a pour objet de résoudre ces problèmes.

Elle propose à cet effet une antenne réseau pour application spatiale constituée d'éléments rayonnants ayant une structure de type stratifié, caractérisé en ce que ces éléments sont fixés sur une structure porteuse ajourée sous les éléments rayonnants.

Dans une réalisation avantageuse, l'antenne réseau comprend au moins un sous-réseau formé de quatre éléments rayonnants ; chaque élément rayonnant étant formé d'une fente réalisée entre un disque central et un plan de masse supérieur, une ligne située à un niveau inférieur, alimentant ladite fente ; chaque sous-réseau comprenant différentes couches :

- un plan de masse inférieur conducteur ;
- une couche diélectrique de collage ;
- un premier élément diélectrique espaceur sur lequel est disposée une piste conductrice qui se subdivise en quatre lignes alimentant chacun des éléments rayonnants ;
- un second élément diélectrique espaceur ;

- 3 -

- une couche diélectrique de collage ;
- le plan de masse supérieur conducteur.

L'invention permet d'obtenir des panneaux rayonnants pour antenne réseau de masse surfacique très faible.

5 L'invention proposée présente des qualités techniques et économiques particulièrement appropriées pour une application spatiale, bien que de simple aménagements ne remettent en cause des applications éventuelles dans d'autres domaines.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront  
10 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 illustrent le dispositif selon l'invention ;
- la figure 4 illustre une variante du dispositif de l'invention.

15 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"  
20 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 de propagation, 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  
25 étant maintenue en position grâce à un élément diélectrique 14.

Le sous réseau 14, représenté sur les figures 2 et 3, est formé de quatre éléments 15 rayonnants. Chaque élément rayonnant 15 est formé d'une fente annulaire 16 réalisée entre un disque central 17 ("ou patch") et un plan de masse supérieur 18, une ligne 19 située à un  
30 niveau inférieur, alimentant ladite fente 16.

Ce sous-réseau comprend donc différentes couches :

- un plan de masse inférieur 20 (conducteur) ;
- une couche diélectrique de collage 21 ;
- un élément conducteur espaceur 22 si nécessaire d'un point de  
35 vue mécanique ;

- un premier élément diélectrique espaceur 23 sur lequel est disposé une piste conductrice 24 qui se subdivise en quatre lignes 19 alimentant chacun des éléments rayonnants ;

- un second élément diélectrique espaceur 25 ;

5 - une couche diélectrique de collage 26 ;

- le plan de masse supérieur (conducteur) 18.

Ce sous-réseau 14 est donc réalisé par un empilement de couches conductrices ou isolantes dont on minimise la masse, tout en procurant à ce sous-réseau des caractéristiques mécaniques minimales de bon  
10 fonctionnement. Ainsi les plans de masse sont constitués par une feuille métallique ou par une couche diélectrique métallisée. Le choix des matériaux, qui constituent les plans de masse des sous-réseaux se fait de manière à obtenir pour une moindre masse les caractéristiques  
mécaniques minimales pour un bon fonctionnement.

15 L'écartement entre plans de masse est donné par des matériaux de très faible densité : mousse ou "nid d'abeille" (structure alvéolaire). Ces matériaux peuvent être choisis diélectriques ou conducteurs selon qu'ils sont placés à des endroits où le champ électromagnétique est intense ou non. Ces éléments sont assemblés entre eux par collage pour  
20 constituer une structure stratifiée de type "sandwich".

Plusieurs sous-réseaux peuvent être intégrés dans un même sandwich continu sans que cela modifie l'invention.

Ces sous-réseaux, dont la masse a été ainsi minimisée, sont fixés sur une structure porteuse 30 elle aussi optimisée. Comme représenté sur  
25 la figure ", cette structure porteuse 30 est ajourée de façon à procurer des zones d'interface 31 pour fixer les sous-réseaux sur leur périphérie.

La structure porteuse 30, assurant un bon comportement mécanique d'ensemble de l'antenne, est avantageusement réalisée en utilisant des  
30 matériaux à hautes performances mécaniques tels que matériaux composites à renfort carbone, beryllium, ou alliages légers en tenant compte des contraintes mécaniques et économiques. Cette structure 30 peut être obtenue à partir d'une plaque "sandwich" de la dimension de l'antenne, ajourée par usinage. Cette solution simplifie les problèmes des noeuds  
35 de structure. Cependant d'autres solutions peuvent être citées telles

que l'assemblage de tubes profilés 32 représenté sur la figure 4.

Les sous-réseaux étant solidarisés par collage à la structure porteuse 30, sur leur périphérie 31, on interpose avantageusement une couche souple telle que du nid d'abeille ou de la mousse entre les sous  
5 réseaux et la structure porteuse pour favoriser leur découplage thermoélastique.

Dans un exemple de réalisation l'antenne, qui est une antenne spatiale de communication avec les mobiles en bande L, comporte un panneau plan de 2,1 m x 2,1 m fixé en six points sur une plateforme de  
10 satellite. Elle est constituée de 36 sous-réseaux de quatre fentes annulaires 16 rayonnantes comportant chacun un accès coaxial. Chaque sous-réseau est constitué d'un assemblage par collage de feuilles très minces d'alliage d'aluminium constituant les plans de masse avec du "nid d'abeille" aluminium dans les zones n'ayant pas de fonctions  
15 radioélectriques. Dans les zones ayant des fonctions radioélectriques, le "nid d'abeille" aluminium est remplacé par du "nid d'abeille" diélectrique enserrant une piste de cuivre qui permet d'obtenir une propagation en mode TEM depuis l'accès coaxial et d'alimenter les quatre éléments rayonnants par couplage électromagnétique. L'épaisseur de  
20 feuilles d'aluminium est calculée pour obtenir juste la rigidité et la résistance nécessaire.

La structure porteuse 30 est obtenue par usinage d'une plaque "sandwich" à peaux, en fibre de carbone "Ultra Haut Module" (c'est-à-dire très raides) et à matrice époxy, collées sur du "nid d'abeille"  
25 aluminium. L'épaisseur des peaux est minimisée pour obtenir les caractéristiques mécaniques nécessaires pour la tenue à l'environnement de lancement. Les sous-réseaux sont assemblés sur la structure porteuse par collage par l'intermédiaire d'une couche de "nid d'abeille".

Ces technologies pouvant supporter une grande variation de  
30 températures, un contrôle thermique simple est utilisé : peinture blanche en face avant de l'antenne appliquée sur les sous-réseaux et super-isolation multicouche tendue en face arrière sur la structure porteuse.

Ces différents éléments ainsi que les câbles coaxiaux  
35 d'alimentation étant pris en compte dans le dimensionnement mécanique,

on peut obtenir une masse surfacique totale (hors câble coaxiaux) inférieure à  $3 \text{ kg/m}^2$ .

En utilisant des matériaux encore plus performants tels que le beryllium, des composites à matrice métallique, et des composites fibres  
5 de carbone UHM à matrice organique utilisés avec des plis de faible épaisseur (inférieure ou égale à  $25 \text{ }\mu\text{m}$ ), on peut envisager d'obtenir une masse surfacique totale (hors câbles coaxiaux) de l'ordre de  $2,3 \text{ kg/m}^2$ .

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  
10 remplacer ses éléments constitutifs par des éléments équivalents sans, pour autant, sortir du cadre de l'invention.

## REVENDEICATIONS

- 1/ Antenne réseau notamment pour application spatiale constituée d'éléments rayonnants ayant une structure de type stratifié, caractérisée en ce que ces éléments sont fixés sur une structure porteuse (30) ajourée sous les éléments rayonnants.
- 2/ Antenne réseau selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle comprend au moins un sous-réseau (14) formé de quatre éléments (15) rayonnants ; chaque élément rayonnant (15) étant formé d'une fente (16) réalisée entre un disque central (17) et un plan de masse supérieur (18), une ligne (19) située à un niveau inférieur, alimentant ladite fente (16).
- 3/ Antenne selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque sous-réseau (14) comprend différentes couches :
- un plan de masse inférieur (20) conducteur ;
  - une couche diélectrique de collage (21) ;
  - un premier élément diélectrique espaceur (23) sur lequel est disposé une piste conductrice (24) qui se subdivise en quatre lignes (19) alimentant chacun des éléments rayonnants ;
  - un second élément diélectrique espaceur (25) ;
  - une couche diélectrique de collage (26) ;
  - le plan de masse supérieur conducteur (18).
- 4/ Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que les couches conductrices sont des couches métalliques, ou des couches en diélectriques métallisés, ou des couches en composites à matrice métallique.
- 5/ Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que les sous-réseaux (14) sont collés sur la structure porteuse (30) sur leur périphérie.
- 6/ Antenne réseau selon la revendication 4, caractérisée en ce que les sous-réseaux (14) sont collés sur la structure porteuse (30) par l'intermédiaire d'une couche de "nid d'abeille" ou de mousse.
- 7/ Antenne réseau selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure porteuse (30) est obtenue à partir d'une plaque "sandwich" ajourée par usinage.
- 8/ Antenne réseau selon la revendication 7, caractérisée en ce que la

plaque "sandwich" comporte des peaux en matériaux composites à renfort carbone et à matrice organique ou métallique.

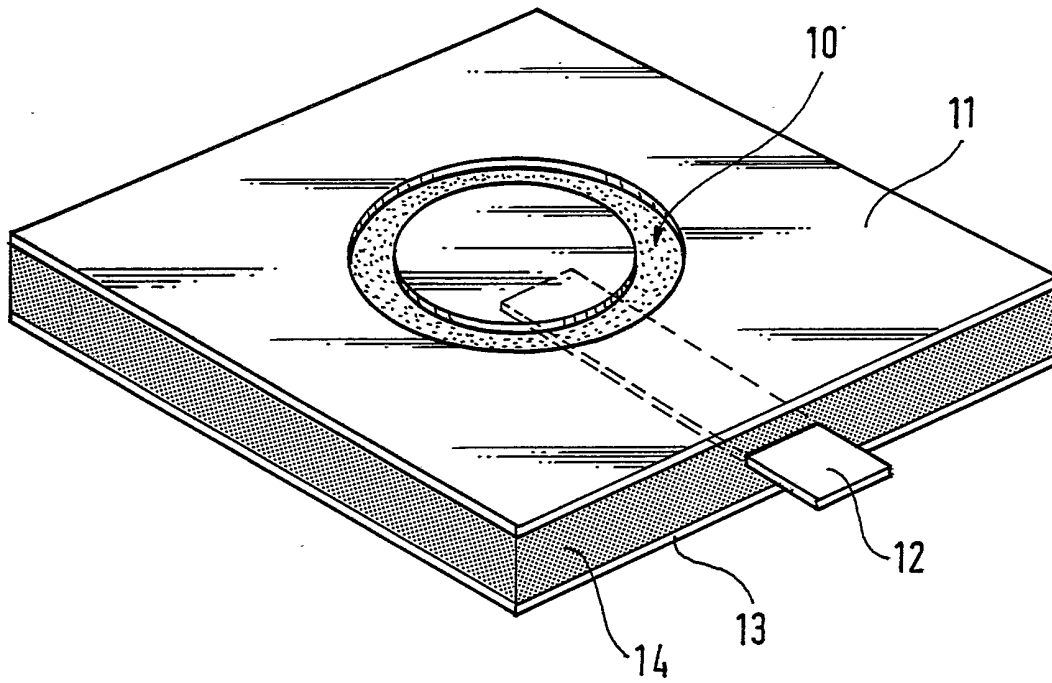
9/ Antenne réseau selon la revendication 7, caractérisée en ce que la plaque "sandwich" comporte des peaux métalliques.

5 10/ Antenne réseau selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure porteuse (30) est obtenue par assemblage de tubes profilés (32).

11/ Antenne réseau selon la revendication 10, caractérisée en ce que les tubes profilés (32) sont constitués de matériaux composites à renfort carbone et à matrice organique ou métallique.

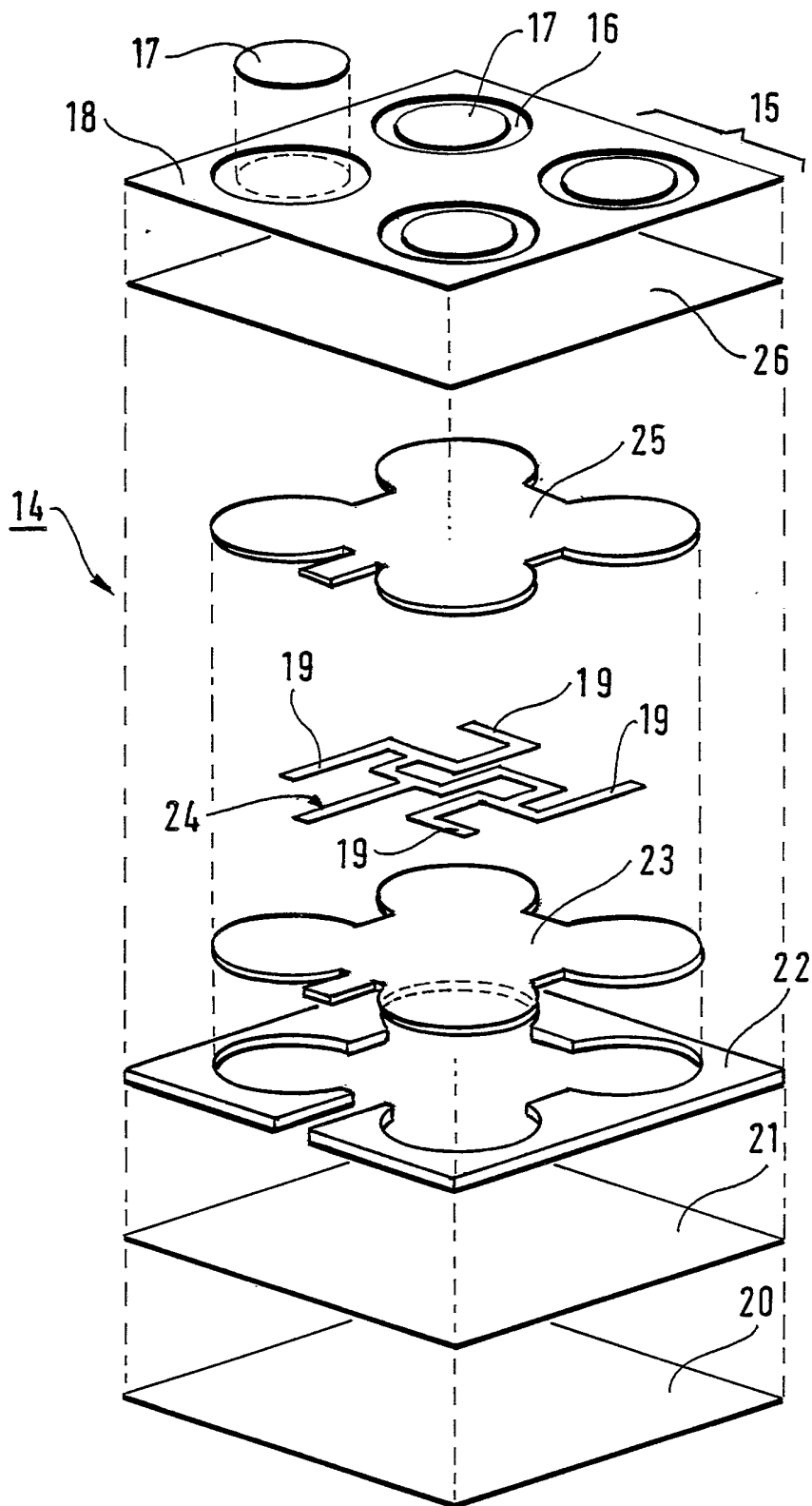
10 12/ Antenne réseau selon la revendication 10, caractérisée en ce que les tubes profilés (32) sont constitués en métaux ou en alliages métalliques.

FIG. 1



2/3

FIG. 2



3/3

FIG. 3

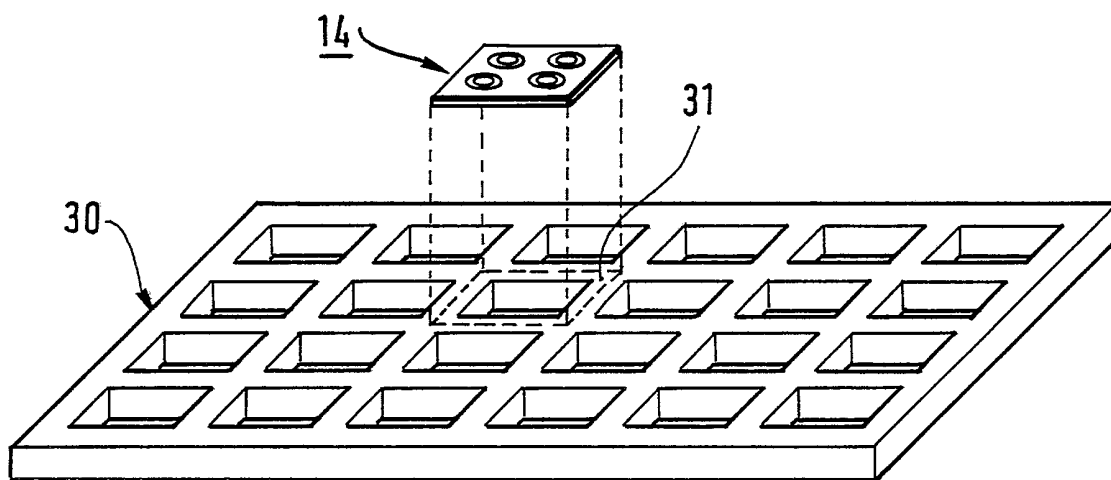
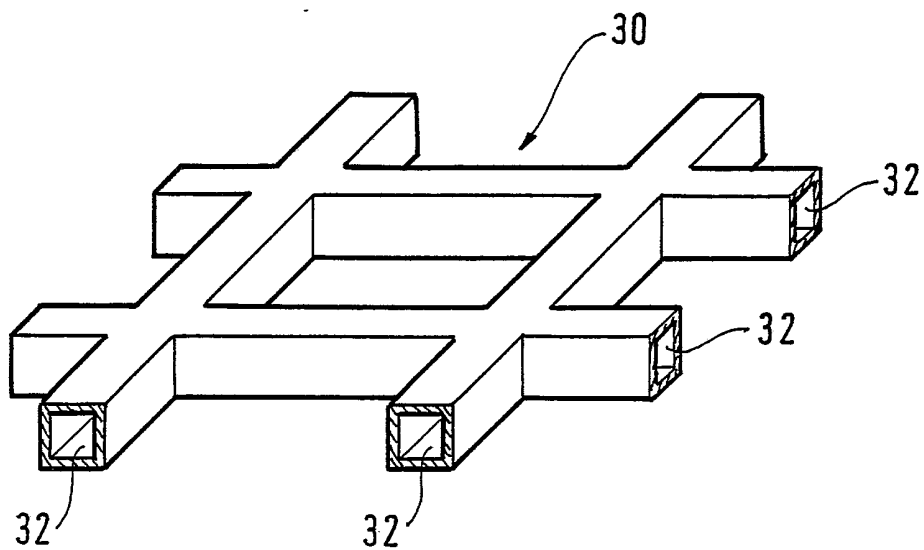


FIG. 4



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9101153  
FA 457703

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	10TH INTERNATIONAL GEOSCIENCE & REMOTE SENSING SYMPOSIUM IGARSS ,90 vol. 3, Mai 1990, WASHINGTON, D.C. pages 2473 - 2476; ANDREWARTHA ET AL.: 'ADVANCED SAR DESIGN FOR MULTIPOLARISATION OPERATION ' * page 2474, colonne de droite, alinéa 4 - page 2475, colonne de gauche; figure 1 *	1,2,7-12
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 123 (E-317)(1846) 28 Mai 1985 & JP-A-60 10 805 (UCHIYUU KAIHATSU JIGIYUDAN ) 21 Janvier 1985 * le document en entier *	1,2,7-12
A	EP-A-0 325 701 (DORNIER) * revendications 1-6; figures 1,2 *	1,5-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 123 (E-317)(1846) 28 Mai 1985 & JP-A-60 10 806 (UCHIYUU KAIHATSU JIGIYUDAN ) 21 Janvier 1985 * le document en entier *	1,2,5-12
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)</b>
A	ELECTRONIC PACKAGING AND PRODUCTION. vol. 29, no. 12, Décembre 1989, NEWTON, MASSACHUSETTS US pages 52 - 55; VIDANO ET AL.: 'Packaging a Microwave Antenna with GaAs Chips as Radiating Elements ' * le document en entier *	1,2,5-12
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
30 SEPTEMBRE 1991		ANGRABEIT
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)