



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

 Numéro de dépôt: **89122316.6**

 Int. Cl.⁵: **H01Q 5/00**

 Date de dépôt: **04.12.89**

 Priorité: **08.12.88 FR 8816140**

 Date de publication de la demande:
13.06.90 Bulletin 90/24

 Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT SE

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

 Inventeur: **Raguenet, Gérard**
2868, Route Plantaurel Labarthe-sur-Lèze
F-31120 Portet-sur-Garonne(FR)
 Inventeur: **Lenormand, Régis**
18, Rue Bacquié Fonade
F-31700 Blagnac(FR)
 Inventeur: **Gomez-Henry, Michel**
51bis, Chemin Raynal Bât. D
F-31200 Toulouse(FR)
 Inventeur: **Gergondey, Alain**
45, Rue Louis Blériot
F-31830 Plaisance du Touch(FR)

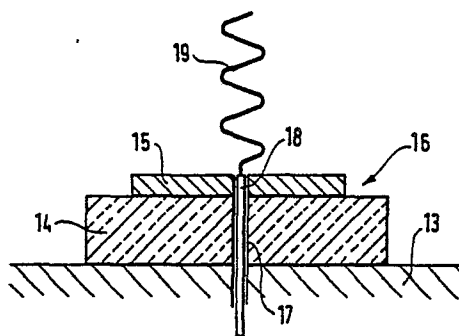
 Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
D-8133 Feldafing(DE)

 **Dispositif rayonnant multifréquence.**

 La présente invention se rapporte à un dispositif rayonnant multifréquence, comprenant au moins un premier élément rayonnant (11) d'un premier type, et au moins un élément rayonnant (12) d'un second type associés, côte à côte, sur une même surface (10) pour former une antenne réseau, dans lequel les éléments rayonnants du premier type (16) sont des éléments de type microruban et les seconds (19, 20) des éléments de type filaire, les éléments rayonnants du premier type (16) agissant dans une première gamme de fréquence, et les éléments rayonnants du second type (19, 20) dans une seconde gamme de fréquence.

Application notamment aux antennes hyperfréquences.

FIG. 4



Dispositif rayonnant multifréquence

L'invention concerne un dispositif rayonnant multifréquence.

L'évolution générale dans le domaine des satellites de télécommunication va dans le sens d'une augmentation de capacités en termes de puissance, de trafic, de nombres de missions. Le même satellite doit, pour des raisons économiques, être à même d'embarquer plusieurs charges utiles. Celles-ci font appel à des systèmes d'antennes dont les gains vont sans cesse croissant, ceci afin de garantir des spécifications toujours plus sévères sur les paramètres en vigueur, à savoir :

- le nombre de pinceaux ;
- le gain sur la ou/les couvertures ;
- l'isolation interfaisceaux.

Les nouvelles charges utiles font appel à des systèmes d'antenne dont l'ouverture projetée peut varier de 3 à 6 mètres, voire plus. On conçoit aisément que pour diverses raisons, et notamment d'implantation et de masse, il n'est pas possible de multiplier le nombre de ces grandes antennes sur un même corps de satellite.

De façon générale, que ce soit dans le cas d'un réseau à rayonnement direct ou d'une antenne à réflecteur utilisant un réseau primaire, il est attractif d'utiliser la même surface rayonnante : ceci allant dans le sens d'une intégration maximale des fonctions et d'une meilleure optimisation de la charge utile au niveau du satellite.

L'invention a pour objet d'apporter une solution à ce genre de problème et de réaliser ainsi, sur une même surface physique, l'optimisation d'ensembles d'éléments rayonnants différents travaillant à des fréquences différentes.

L'invention propose à cet effet un dispositif rayonnant multifréquence, comprenant au moins un premier élément rayonnant d'un premier type, et au moins un élément rayonnant d'un second type associés, côte à côte, sur une même surface pour former une antenne réseau, caractérisé en ce que les éléments rayonnants du premier type sont des éléments de type microruban et les seconds des éléments de type filaire, les éléments rayonnants du premier type agissant dans une première gamme de fréquence, et les éléments rayonnants du second type dans une seconde gamme de fréquence.

Avantageusement une mise en réseau peut se faire de façon optimale pour des missions différentes, à des fréquences différentes et ce sur la même antenne rayonnante.

De plus la possibilité d'utiliser des troisièmes éléments rayonnants permet de résoudre le délicat problème de la mise en réseau d'éléments présentant des besoins d'espacement fondamentalement différents dus à leur directivité ou à leur fréquence de fonctionnement.

La non interaction entre les différents types d'éléments rayonnants permet, enfin, de traiter et d'optimiser le réseau complet comme deux réseaux indépendants, chacun d'eux étant réalisés de façon optimum :

- l'un utilisant les premiers éléments rayonnants ;
- l'autre utilisant la combinaison des seconds et des troisièmes éléments rayonnants.

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 :

- les figures 1 et 2 représentent schématiquement deux réalisations respectives du dispositif selon l'invention ;
- les figures 3 et 4 représentent deux vues en coupe d'éléments d'une réalisation du dispositif selon l'invention ;
- les figures 5 et 6 représentent schématiquement deux réalisations du dispositif selon l'invention.

Le dispositif rayonnant de l'invention, tel que représenté à la figure 1, comprend, associés sur une même surface 10, au moins deux types d'éléments rayonnants fonctionnant selon des principes différents :

- des premiers éléments 11 rayonnants de type microrubans ou de type imprimés ("Patch" en anglais) ;
- de second éléments 12 rayonnants de type filaire.

On obtient, ainsi, une antenne bi-fréquence qui permet de réaliser sur la même surface utile le rayonnement à une première fréquence à l'aide d'une antenne imprimée, le rayonnement à une seconde fréquence à l'aide d'une antenne filaire. L'impédance de fonctionnement de ces deux antennes permet d'optimiser celles-ci à des fréquences séparées, le découplage entre celle-ci étant assuré par le fait que les principes qui contribuent au rayonnement sont de natures différentes.

La figure 2 représente une variante de réalisation du dispositif de l'invention, pour laquelle l'implantation des premiers et des seconds éléments 11 et 12 a été modifiée. Le nombre de seconds éléments 12, par exemple de type filaire, implantés entre les premiers éléments 10, par exemple de type imprimé dépend de

l'optimisation de l'antenne. Le réseau ainsi constitué peut d'ailleurs être de type triangulaire, carré, rectangulaire ou hexagonal.

Si l'on associe ainsi sur une même surface de tels éléments rayonnants fonctionnant selon des principes différents, on obtient une antenne bi-fréquence. Celle-ci permet en effet de réaliser sur la même surface utile le rayonnement à une fréquence à l'aide d'une antenne imprimée, le rayonnement à une autre fréquence par le biais d'une antenne filaire.

Une telle réalisation présente les deux caractéristiques suivantes :

- L'antenne filaire n'affecte par les caractéristiques adaptation et rayonnement de l'antenne imprimée.
- Du fait de principes de rayonnement différents, le couplage entre les deux éléments reste très faible.

Un certain nombre de types d'antennes filaires, peut être envisagé comme pouvant être montées sur l'antenne imprimée. Le choix précis dépend d'une optimisation par rapport à un besoin, et oriente la solution vers des dipôles, hélices monofilaires, hélices quadrifilaires...

Par rapport à un fonctionnement nominal (sans antenne imprimée) de l'élément filaire il n'y a aucun changement notable de performances de cette antenne lorsqu'elle est implantée sur une antenne imprimée ; le plan de masse vu par l'antenne filaire étant réalisé par l'ensemble du conducteur imprimé et du plan de masse général de l'antenne imprimée. Comme la fréquence de fonctionnement de l'antenne filaire ne correspond pas à une résonance de l'antenne imprimée, l'antenne imprimée ne joue pas de rôle particulier (concentration de champ, cavité, résonance).

Dans un autre l'exemple de réalisation du dispositif de l'invention, représenté à la figure 3, un premier élément 16 est associé à un second élément 19 sur une même surface projetée pour former un élément rayonnant dit "composé" ; ainsi on a :

- un plan de masse 13, un substrat diélectrique 14 et une piste métallique 15 qui forment une antenne imprimée plane 16 ; cette antenne étant percée en son centre d'un trou 17 de passage ;
- un câble coaxial 18 passant par ce trou 17 perpendiculairement au plan de l'antenne imprimée 16 ; ce câble se terminant à son extrémité libre par une antenne d'un autre type 19 ici un dipôle.

Dans l'exemple de réalisation, représenté à la figure 4, le câble coaxial 18 passant par le trou 17 se termine par une antenne 19 qui est alors une antenne en hélice.

L'antenne imprimée 16 ainsi définie est dimensionnée de façon à satisfaire aux exigences générales de sa mission. selon le cas et en fonction de l'application recherchée, elle consiste, par exemple, en :

- un élément imprimé simple résonateur ;
- un élément imprimé double résonateur ;
- un élément double "patch" diplexant présentant des accès séparés pour deux gammes de fréquence par exemple un accès émission et un accès réception.

De son côté l'élément filaire 19 est défini en raison de spécifications propres à la mission à laquelle il est destiné. Sa géométrie, s'il s'agit d'un dipôle ou d'une hélice, fait l'objet d'une optimisation afin d'obtenir les performances désirées.

On peut alors réaliser une antenne réseau constituée d'éléments rayonnants composés ainsi décrits. Mais cette mise en réseau si elle ne fait appel qu'aux éléments tels que décrits pose de sérieux problèmes d'efficacité et l'optimisation simultanée des diverses missions s'avère délicate voire impossible à réaliser. Ainsi l'antenne, représentée à la figure 5, comprend notamment des éléments rayonnants imprimés 16 simples résonateurs pour réaliser par exemple une mission à 1,5 GHz. Ce genre d'éléments présentant une directivité typique de l'ordre de 7 à 8 dB, la connaissance de leurs couplages mutuels permet d'envisager une utilisation satisfaisante ; c'est-à-dire à plus de 80% de rendement par rapport à la surface de la cellule élémentaire. Ces éléments sont alors situés :

- . à une distance d'environ $d_a = 0,67 \lambda_{OL}$ pour une maille carrée ;
 - . à une distance d_a de 0,70 à 0,72 λ_{OL} pour une maille hexagonale ;
- λ_{OL} étant la longueur d'onde de la fréquence du centre de la première gamme de fréquence, par exemple la bande L (1,5 - 1,6 GHz).

Ces contraintes de fonctionnement sur ces premiers éléments rayonnants 16 (couplage/espacement optimum) figent l'espacement inter-"patch" d_a et donc l'implantation générale du réseau.

Si l'on désire réaliser une mission à 2.00 GHz à l'aide de seconds éléments rayonnants 19, tels que décrits précédemment, on implante des dipôles 19 sur les "patch" 16. Typiquement ceux-ci présentent, une directivité de 5,20 dB.

Cette directivité nécessite une mise en réseau d'éléments identiques à une distance respectivement :

- de $0,51 \lambda_{OS}$ environ pour une maille carrée ;
- de $0,55 \lambda_{OS}$ environ pour une maille hexagonale ;

λ_{OS} étant la longueur d'onde du centre de la seconde gamme de fréquences par exemple la bande S (2 GHz). L'implantation étant nominalement bloquée par les distances inter-patch, on a donc dans la configura-

tion considérée une géométrie qui correspondrait à des distances inter dipôles de :

- $0,89 \lambda$ OS (bande S) en maille carrée ;
- $0,96 \lambda$ OS en maille hexagonale ;

Soit une perte à la mise en réseau de l'ordre de 4 à 5 dB pour les éléments dipôles 19 en bande S, trop
5 fortement contraintes par l'implantation des éléments imprimés.

La solution à ce sous échantillonnage pour les éléments bande S consiste à disposer entre les "patches" de troisièmes éléments 20 du même type que les seconds rayonnants donc dans la seconde gamme de fréquence.

L'implantation de tels éléments 20 est rendue possible par le fait que dans les zones considérées les
10 densités de champ des éléments imprimés sont négligeables. Des mesures effectuées en considérant différentes distances d'implantation ont conforté ces résultats et démontré le peu d'impact de ces éléments additionnels sur le fonctionnement nominal des éléments composés bi-bandes 16-19.

Une telle configuration, telle que représentée sur la figure 6, permet donc de densifier considérablement le réseau des seconds éléments rayonnants 19 dont l'échantillonnage se trouve grandement amélioré
15 et ce, sans impact notable sur les premiers éléments rayonnants 16.

Sur une maille hexagonale, comme représenté sur la figure 6, les distances inter dipôles obtenues correspondent, en incluant les éléments 19 et 20, à $d_b = d_a / \sqrt{3}$ soit typiquement pour la maille hexagonale à $d_b = 0,96 \lambda$ OS / $\sqrt{3}$, c'est-à-dire $d_b = 0,55 \lambda$ OS. Cette distance correspond donc à un échantillonnage optimal pour l'utilisation des dipôles en bande S. La réalisation du réseau bande S par l'intermédiaire des
20 éléments 19 et 20 permet donc une utilisation de la surface avec une efficacité maximum et correspondant à la mise en réseau de façon optimale des éléments bande S seule.

Ce résultat s'explique, d'ailleurs, de façon immédiate en raisonnant sur les directivités : Avec un tel type de maille, un second élément rayonnant 19 se trouve entouré de six troisièmes éléments rayonnants 20. Chacun de ces éléments 20 se trouve utilisé conjointement avec trois éléments 19 de sorte que,
25 rapporté à la maille hexagonale, tout se passe comme si ces trois éléments 19 contribuaient au rayonnement pour une cellule ; cette cellule présentant une surface S telle que : $S = \sqrt{3}/2 \cdot (0,96 \lambda \text{ OS})^2$ soit $S = 0,798 \lambda \text{ OS}^2$.

La directivité maximale DM d'une telle cellule est donnée par : $DM = 4 S / \lambda \text{ OS}^2$ soit $DM = 10 \text{ dB}$.

L'association de trois éléments rayonnants 19 de 5.2 dB en amplitude et phase correspond à un
30 diagramme de directivité.

$$\mathcal{L}_{\text{réseau}} = N + \mathcal{L}_{\text{élément}} = 10 \text{ dB}$$

dB dB dB

35

Une antenne réseau multifréquence peut donc être réalisée de façon optimale pour les diverses missions en faisant appel à :

- d'une part des éléments rayonnants composés tels que représentés aux figures 3 et 4 ;
- d'autre part des éléments additionnels 20 implantés entre ces éléments rayonnants composés..

La figure 6 présente l'implantation de ces éléments sur une maille hexagonale tandis que la figure 7 en donne un exemple pour une maille carrée.

La mise en réseau peut ainsi se faire de façon optimale pour des missions différentes, à des fréquences différentes et ce sur la même antenne rayonnante.

La possibilité d'utiliser des troisièmes éléments rayonnants 20 permet donc de résoudre le délicat problème de la mise en réseau d'éléments présentant des besoins d'espacement fondamentalement différents dus à leur directivité ou à leur fréquence de fonctionnement.

La non interaction entre les différents types d'éléments rayonnants permet de traiter et d'optimiser le réseau complet comme deux réseaux indépendants. Chacun étant réalisés de façon optimum :

- l'un utilisant les premiers éléments rayonnants 16 ;
- l'autre utilisant la combinaison des seconds et des troisièmes éléments rayonnants 19 et 20.

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.

Ainsi la forme du dispositif rayonnant de l'invention peut, bien évidemment, ne pas être plane et être munie d'une certaine courbure (cylindrique, sphérique...), dépendant de son implantation particulière sur une structure : par exemple implantation sur des surfaces concaves.

Revendications

1/ Dispositif rayonnant multifréquence, comprenant au moins un premier élément rayonnant (11) d'un premier type, et au moins un élément rayonnant (12) d'un second type associés, côte à côte, sur une même surface (10) pour former une antenne réseau, caractérisé en ce que les éléments rayonnants du premier type (16) sont des éléments de type microruban et les seconds (19, 20) des éléments de type filaire, les éléments rayonnants du premier type (16) agissant dans une première gamme de fréquence, et les éléments rayonnants du second type (19, 20) dans une seconde gamme de fréquence.

2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ces éléments sont associés deux à deux pour former respectivement au moins un élément rayonnant composé (16, 19).

3/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que de troisièmes éléments rayonnants (20) sont associés côte à côte à des éléments rayonnants composés (16, 19) pour former une antenne réseau.

4/ Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ces troisièmes éléments rayonnants (20) sont des éléments du second type.

5/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'un élément rayonnant composé comprend un premier élément (16) formé d'un plan de masse (13), d'un substrat diélectrique (14) sur lequel est disposée une piste métallique (15), et un second élément (19) de type filaire qui traverse le premier élément dans un trou de passage (17) percé au centre de symétrie de la piste métallique (13), le plan de masse vu par l'élément filaire étant composé de la piste métallique (15) ainsi que du plan de masse général (13) de l'élément imprimé.

6/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux gammes de fréquence sont la bande L et la bande S.

7/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments rayonnants (16, 19, 20) forment un réseau en maille hexagonale.

8/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ces éléments rayonnants (16, 19, 20) forment un réseau en maille carrée.

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

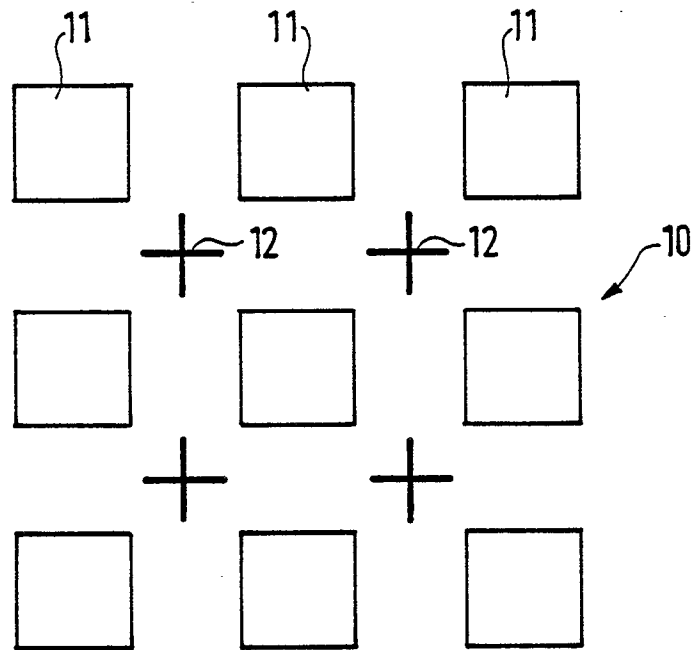


FIG. 2

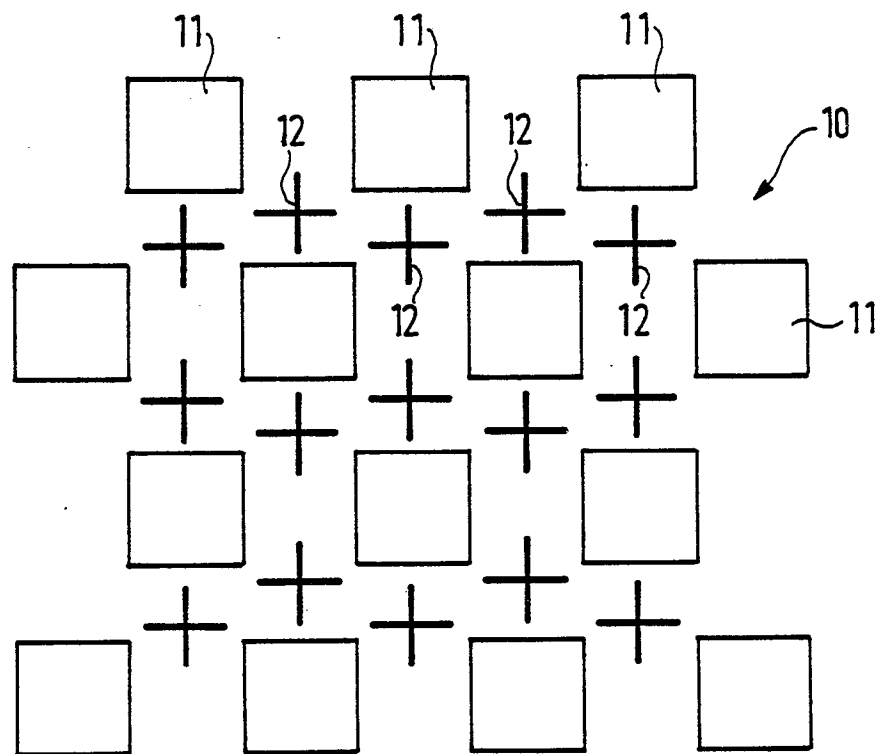


FIG. 3

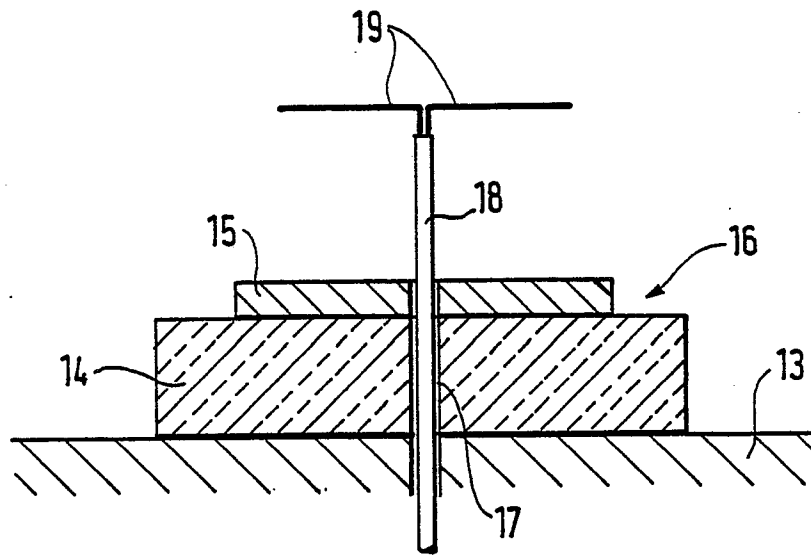


FIG. 4

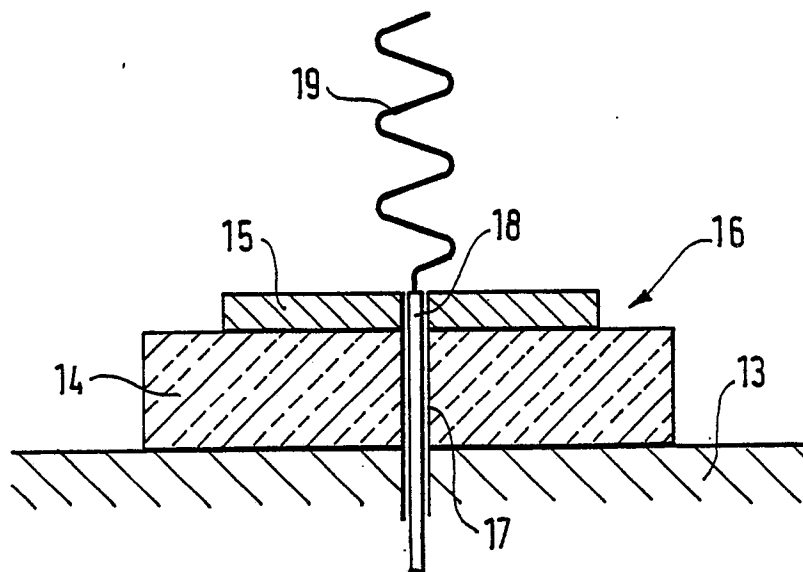


FIG. 5

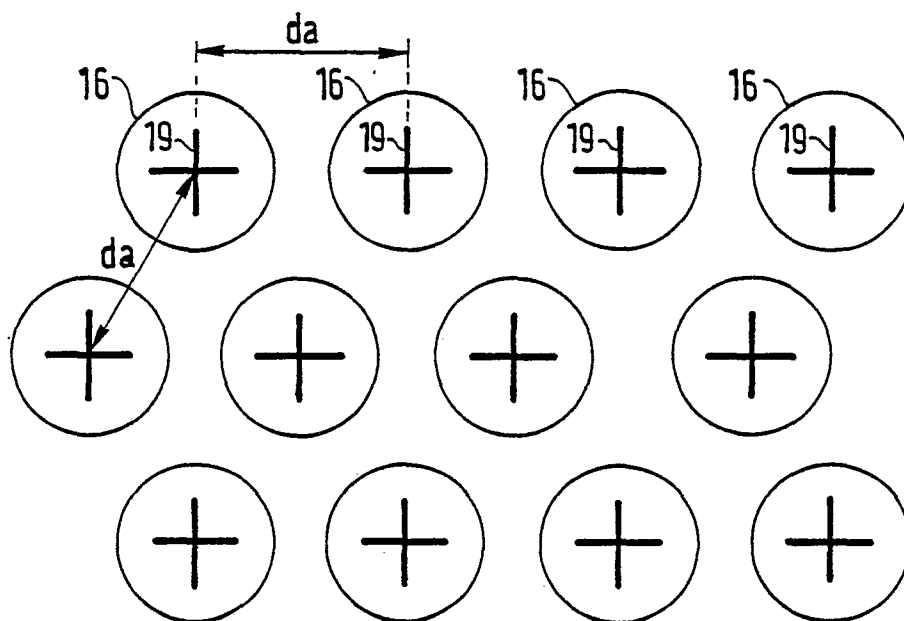


FIG. 6

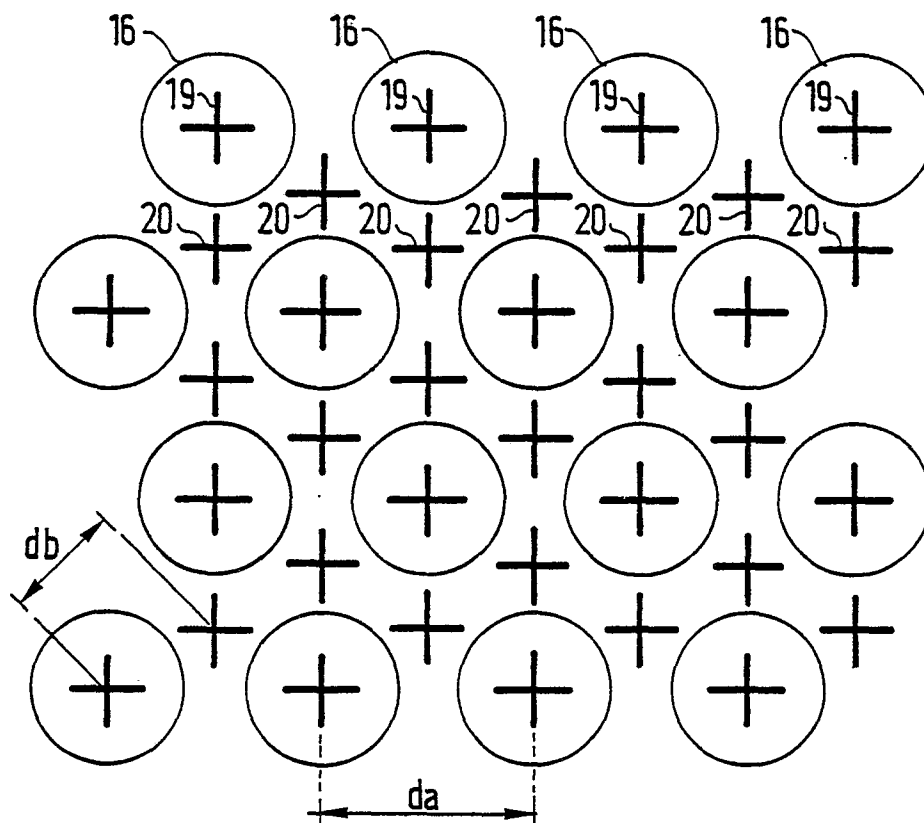
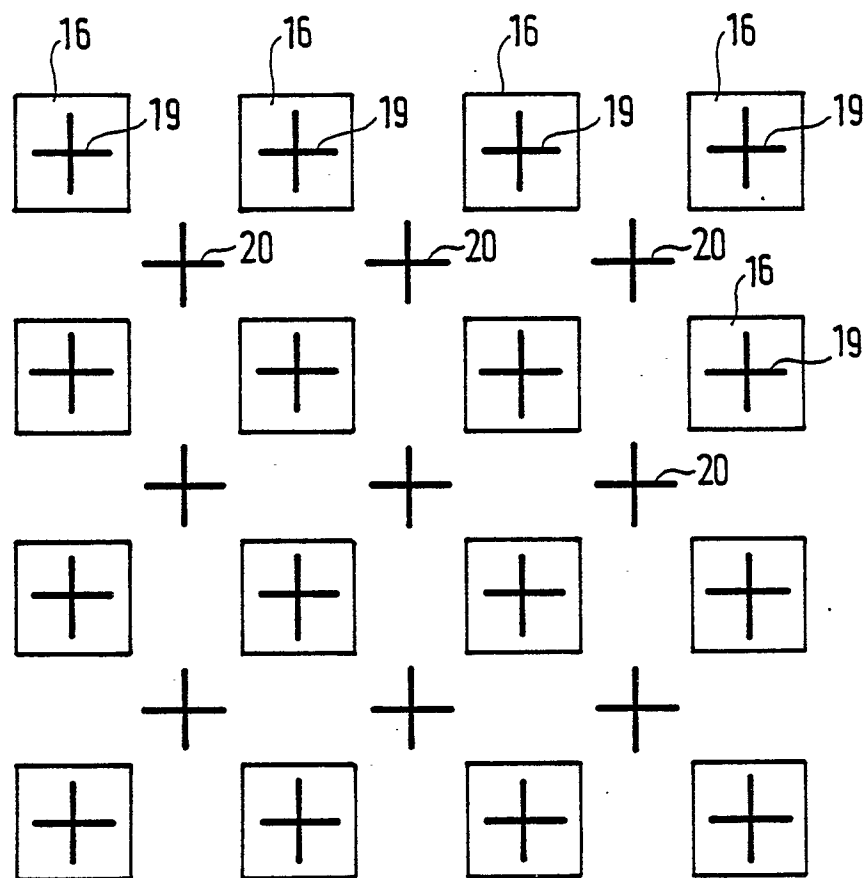


FIG. 7





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	AP-S INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1975, pages 189-192, IEEE, New York, US; W.S. GREGORWICH: "A multipolarization dual-band array" * En entier * ----	1-4	H 01 Q 5/00
A	US-A-3 761 943 (W.H. HARPER et al.) * En entier * ----	1-4	
A	EP-A-0 188 345 (COSSOR ELECTRONICS) * Figures 3,4; page 2, ligne 12 - page 3, ligne 11; page 5, ligne 3 - page 6, ligne 18 * ----	1,2	
A	US-A-4 089 003 (P.J. CONROY) * En entier * ----	1	
A	US-A-4 138 684 (J.L. KERR) ----	1	
A	US-A-4 316 194 (C.M. DE SANTIS et al.) ----	1	
A	US-A-4 118 706 (J.L. KERR) * Figures 1,2; colonne 2, lignes 17-38 * -----	1,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H 01 Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 06-03-1990	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			