



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.02.2004 Bulletin 2004/06

(51) Int Cl.7: **H01Q 15/00**

(21) Numéro de dépôt: **03291727.0**

(22) Date de dépôt: **11.07.2003**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK

(72) Inventeur: **Legay, Hervé**
31830 Plaisance du Touch (FR)

(74) Mandataire: **Sciaux, Edmond et al**
Compagnie Financière Alcatel
Département de Propriété Industrielle,
5, rue Noel Pons
92734 Nanterre Cedex (FR)

(30) Priorité: **31.07.2002 FR 0209740**

(71) Demandeur: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(54) **Antenne multisources notamment pour système à réflecteur**

(57) L'invention concerne une antenne multisources (4,7), notamment pour système à réflecteur.

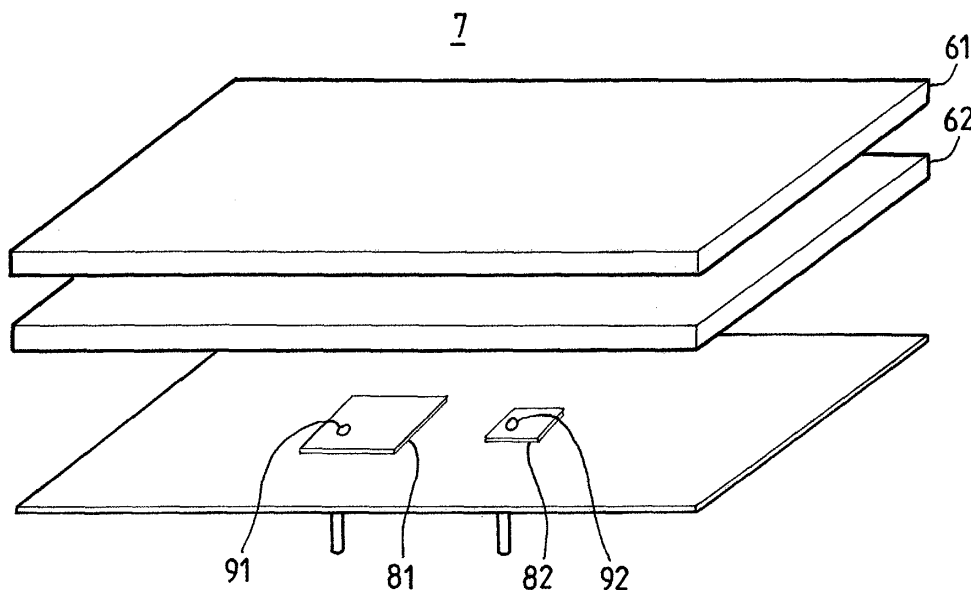
Selon l'invention, l'antenne comprend :

- au moins deux sources (51,52,...5n,91,92) d'excitation,
- des moyens (6) de sélectivité spatiale et fréquentielle apte à canaliser spatialement l'énergie captée/

rayonnée par lesdites sources d'excitation, et à permettre un découplage fréquentiel entre les bandes correspondantes respectivement aux ondes reçues/émises par les sources,

les sources étant agencées sur un plan de masse (70) de sorte à générer un entrelacement d'ouvertures rayonnantes au niveau desdits moyens de sélectivité.

FIG_3



Description

[0001] La présente invention est relative au domaine des télécommunications. Elle concerne plus particulièrement une antenne de télécommunications multisour-

[0002] Les systèmes focalisants sont couramment utilisés dans le domaine spatial car leurs performances permettent la couverture de plusieurs zones terrestres. Cependant, il n'est pas possible de réaliser une grille régulière de couvertures ou spots contigus avec une antenne à réflecteur associée à un réseau de multisources passives, chacune d'entre elles définissant un accès spot. Les sources d'un tel réseau focal passif doivent répondre à deux contraintes antagonistes :

- la taille maximale des sources est limitée par la maille du réseau focal, et dépend directement de l'espacement entre les spots,
- cette taille maximale est insuffisante ; le réflecteur étant mal illuminé, le rendement d'illumination est affecté de pertes par débordement ("spill over" en anglais) très élevées, et ne tient pas les spécifications demandées en termes de gain d'antenne requis.

[0003] Il s'ensuit qu'une couverture régulière de spots se réalise soit avec un système de quatre antennes réflecteur couplées à des multisources passives (ce qui représente la solution standard adoptée pour des couvertures en bande Ka), soit avec une seule antenne active ("FAFR" pour Focal Array Fed Reflector en anglais) dont le formateur de faisceau est complexe, et demeure toujours un point critique.

[0004] En effet, pour illuminer correctement un système 1 à réflecteur 2 avec un réseau 3 multisources, il est nécessaire d'entrelacer les sources primaires, comme le montre la figure 1. Une source primaire est alors réalisée par la combinaison de plusieurs sources de plus petite taille (FAFR et BFN associés). Des amplificateurs doivent être placés entre les sources et le formateur de faisceaux. Cette solution est, à l'évidence, complexe et chère.

[0005] Par ailleurs, outre l'objectif d'une antenne multisources pour couverture multispots, la présente invention vise à proposer une antenne directive multibande qui soit compacte, de manière à pallier les problèmes d'encombrement lié à l'art antérieur que représente l'antenne réflecteur à source bi-bandes et le système à deux antennes planes.

[0006] La présente invention a donc pour but de remédier aux problèmes énoncés ci-dessus.

[0007] L'invention a donc pour objet une antenne multisources, caractérisée en ce que l'antenne comprend :

- au moins deux sources d'excitation,
- des moyens de sélectivité spatiale et fréquentielle

apte à canaliser spatialement l'énergie captée/ rayonnée par lesdites sources d'excitation, et à permettre un découplage fréquentiel entre les bandes correspondantes respectivement aux ondes reçues/émises par les sources,

les sources étant agencées sur un plan de masse de sorte à générer un entrelacement d'ouvertures rayonnantes au niveau desdits moyens de sélectivité.

[0008] Ainsi, grâce à l'invention, l'énergie rayonnée par chacune des sources d'excitation est canalisée sur une surface apparente plus importante, tout en évitant des couplages entre sources. En outre, la source équivalente au niveau des moyens de sélectivité est suffisamment directive pour ne pas générer de pertes par débordement, l'entrelacement permettant de diminuer les pertes par recouvrements entre deux spots.

[0009] Selon un mode de réalisation, ledits moyens de sélectivité spatiale et fréquentielle comprennent un réseau à Bande Interdite Photonique dit BIP.

[0010] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement de plaques diélectriques avec une périodicité à une dimension (dit arrangement 1D).

[0011] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement de barreaux diélectriques avec une périodicité à deux dimensions (dit arrangement 2D).

[0012] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement de barreaux diélectriques avec une périodicité à trois dimensions (dit arrangement 3D), de type tas de bois.

[0013] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement périodique de motifs métalliques.

[0014] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement périodique de fentes dans le plan de masse.

[0015] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement de fils métalliques.

[0016] Selon un mode de réalisation, lesdites sources d'excitation forment un réseau focal passif, l'entrelacement des ouvertures rayonnantes associées à chaque source du réseau focal passif générant un canal d'énergie rayonnée sur une surface apparente agrandie au niveau du réseau BIP.

[0017] Selon un mode de réalisation, les sources d'excitation fonctionnent dans différentes bandes de fréquence et selon la même ouverture rayonnante.

[0018] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement périodique de fils métalliques, une partie de ces fils étant localement et périodiquement enlevés. Ces retraits de métallisation permettent de réaliser une seconde bande de fonctionnement, indépendante de la première.

[0019] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement périodique de plaques dié-

lectriques, l'épaisseur d'une d'entre elle étant modifiée par rapport aux autres. Cette rupture de la périodicité permet de réaliser une seconde bande de fonctionnement, indépendante de la première.

[0020] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend au moins deux plaques métalliques à motifs résonants résonantes à leur propre fréquence de fonctionnement et transparente à l'autre fréquence de résonance.

[0021] Selon un mode de réalisation, le réseau BIP comprend un arrangement périodique de motifs métalliques, et un arrangement périodique de fentes dans un plan de masse. Ces arrangements périodiques sont résonants à leur propre fréquence de fonctionnement et transparente à l'autre fréquence de résonance.

[0022] Selon un mode de réalisation, une des plaques métalliques forme surface réfléchissante à la plus haute fréquence et est transparente à la plus basse fréquence de fonctionnement, étant alors placée à une longueur d'une demi-longueur d'onde correspondant à cette haute fréquence du plan (70) de masse, et en ce qu'une seconde plaque métallique forme surface réfléchissante à la fréquence et est transparente à la fréquence plus haute (f_h), cette dernière étant placée à une longueur d'une demi-longueur d'onde correspondant à cette basse fréquence du plan de masse.

[0023] Selon un mode de réalisation, au moins une des sources fonctionne dans une bande de fréquence de réception et une autre des sources fonctionne dans une bande de fréquence d'émission.

[0024] Selon un mode de réalisation, elle est destinée au fonctionnement dans un système à réflecteur.

[0025] Dans le but de mieux faire comprendre l'invention, on va en décrire maintenant plusieurs modes de mise en oeuvre donnés à titre d'exemples non limitatifs de la portée de l'invention, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1, déjà décrite, illustre un réflecteur illuminé par un réseau multisources selon l'art antérieur,

- la figure 2a représente un premier mode de réalisation de l'antenne multisources selon l'invention, comprenant un réseau BIP avec un arrangement de plaques diélectriques avec une périodicité à une dimension, et les figures 2b, 2c et 2d illustrent respectivement des cristaux électromagnétiques diélectriques avec une périodicité à une, deux et trois dimensions,

- la figure 3 représente un second mode de réalisation de l'antenne multisources selon l'invention,

- la figure 4 représente un autre mode de réalisation de l'antenne multisources selon l'invention,

- la figure 5 représente un mode de réalisation de sources d'excitation selon l'invention,

- la figure 6 représente un autre mode de réalisation de l'antenne multisources selon l'invention,

- la figure 7a représente une antenne selon un autre mode de réalisation de l'invention, et la figure 7b

illustre de façon plus détaillée l'agencement filaire métallique utilisé dans ce mode,

- sur la figure 8 est illustrée une antenne multisources selon un autre mode de réalisation de l'invention,

- la figure 9 représente partiellement une variante de la figure 8,

- sur la figure 10 est illustrée une antenne multisources selon un autre mode de réalisation de l'invention,

- la figure 11 illustre le spectre obtenu lors de l'insertion d'une bande passante sélective à l'intérieur d'une bande interdite,

- la figure 12 illustre l'insertion d'un défaut dans un cristal métallique,

- la figure 13 illustre une structure multirésonateurs à résonateurs métalliques et fentes.

[0026] Dans la présente demande de brevet, les éléments remplissant des fonctions similaires portent les mêmes références.

[0027] Les antennes utilisant les propriétés de cristaux photoniques (en abrégé : BIP pour "Bande Interdite Photonique") ont connu récemment une forte attention dans la communauté scientifique.

[0028] L'objet de la présente invention consiste à appliquer les potentialités de ces antennes à des concepts innovants d'antennes pour des systèmes de télécommunications par satellite (antenne à bord d'un véhicule spatial du type d'un satellite ou antenne-sol).

[0029] La propriété fondamentale d'un réseau BIP est sa sélectivité spatiale et fréquentielle. Ainsi, différentes applications peuvent être envisagées pour les antennes à réseau BIP :

- une première application consiste à tirer parti de la capacité du réseau BIP de canaliser dans une direction préalablement choisie l'énergie rayonnée à partir d'un élément exciteur simple (une pastille ou "patch" par exemple), ceci tout en élargissant la surface rayonnante. On obtient ainsi une antenne beaucoup plus directive que l'élément exciteur.
- une seconde application réside dans la réalisation d'un filtre fréquentiel et spatial, avec suppression des ondes de surfaces, atténuation des lobes de réseau, augmentation du découplage entre éléments rayonnants, ...

[0030] Un réseau BIP peut être réalisé par un agencement périodique de motifs métalliques, ou de motifs diélectriques. Bien entendu, il existe d'innombrables façons de réaliser un réseau BIP. Pour des raisons de concision, il ne sera détaillé, dans la présente demande, que les réseaux à motifs diélectriques ou ceux à motifs métalliques.

[0031] Ainsi, un réseau BIP peut être constitué d'un agencement régulier de plaques diélectriques de permittivité ϵ_{r1} et d'épaisseur $\lambda/4 \sqrt{\epsilon_{r1}}$ et espacées par

un milieu de plus faible permittivité ϵ_{r2} et d'épaisseur $\lambda/4 \sqrt{\epsilon_{r2}}$. Il peut également être réalisé par un agencement de barreaux diélectriques de très forte permittivité, et distants de $\lambda/4$. Un tel réseau à plaques diélectriques est par exemple dans la demande de brevet français n° FR 99 14521.

[0032] Lorsqu'un réseau BIP est utilisé pour accroître la directivité d'une source, et particulièrement pour entrelacer les ouvertures rayonnantes de plusieurs sources, il est nécessaire d'avoir les conditions supplémentaires suivantes :

- comme expliqué ci-dessus, la première couche diélectrique (ou métallisée dans le cadre d'un mode de réalisation à motifs métallisés comme décrit dans la suite) est distante d'une demi longueur d'onde électrique du plan de masse,
- la structure est excitée par une sonde, ou un patch près du plan de masse, ou par une ouverture rayonnante dans ce plan de masse.

[0033] Dans la suite, en premier lieu, on prendra comme exemple de réseau BIP un réseau à couches diélectriques.

[0034] La figure 2 représente une antenne multisources 4. Cette antenne comporte un réseau focal 5 et un réseau BIP constitué d'un arrangement de plaques diélectriques 61,62 placées au dessus du plan de masse 70 sur lequel sont gravées des sondes d'excitation 51,52,...5n formant le réseau 5.

[0035] Cet arrangement périodique de plaques diélectriques définit une cavité résonante. L'onde émise par la sonde d'excitation se répartit alors sur une grande surface rayonnante. La taille de cette surface dépend de la réflectivité des couches diélectriques (ou métalliques dans le cas de grilles métalliques).

[0036] On notera que le réseau BIP de la figure 2a illustre un arrangement de plaques diélectriques à une dimension.

[0037] Les figures 2b, 2c et 2d illustrent respectivement des cristaux électromagnétiques diélectriques avec une périodicité à une, deux et trois dimensions.

[0038] Plusieurs familles de matériaux partiellement réfléchissants sont mentionnés dans la présente demande :

- matériaux diélectriques multicouches, dont plusieurs types d'agencement sont présentés dans les figures 2a à 2d,
 - matériaux filaires métalliques, présentés aux figures 7a et 7b, matériaux constitués d'un réseau de motifs métalliques résonants.

[0039] Ces matériaux, lorsqu'ils sont parfaitement périodiques, sont appelés cristaux électromagnétiques. Leur réponse à une onde électromagnétique incidente, varie entre la transmission totale dans les bandes de conduction, à la réflexion totale dans les bandes inter-

dites.

[0040] Dans le cas de la figure 2a, le réseau 6 permet l'entrelacement des ouvertures rayonnantes associées à chaque source du réseau focal passif. Il s'agit de canaliser l'énergie rayonnée sur une surface apparente plus importante que les sources excitatrices, tout en évitant des couplages trop élevés entre elles. Les sources du réseau focal passif deviennent ainsi plus directives que la surface qu'elles occupent dans le réseau inférieur 5, et les pertes par débordement diminuent.

[0041] La minimisation du couplage s'obtient par l'utilisation de sources sélectives en fréquence. Ces sources peuvent être des pastilles microrubans, des résonateurs diélectriques ou des fentes non résonantes, connectées à des filtres sélectifs en fréquence.

[0042] La figure 3 représente une antenne multisources 7 selon un second mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode, deux pastilles 81,82 sont excitées par deux sondes 91,92 d'excitation selon deux modes. Ces deux modes peuvent être un mode fondamental et un harmonique, par exemple.

[0043] De la sorte, l'antenne 7 est capable de réaliser plusieurs sources directives, fonctionnant dans plusieurs bandes de fréquence, dans la même ouverture rayonnante. Il en résulte un gain de place très significatif.

[0044] L'arrangement des couches diélectriques 61,62 (ou métallisées dans le cadre de motifs métallisés) peut être déterminé de sorte à générer plusieurs résonances distinctes dans le matériau BIP. Des arrangements spécifiques des couches diélectriques 61,62 (ou métallisées dans le cadre de motifs métallisés) peuvent notamment conduire à des bandes de fonctionnement du matériau BIP adaptées au ratio propre à l'application, et non plus régulièrement espacées.

[0045] La réalisation de réseaux BIP multibandes peut s'obtenir à l'aide de réseaux BIP métalliques à motifs résonants. Il s'agit alors d'optimiser deux réseaux BIP à chacune des fréquences de fonctionnement. Les couches sont résonantes à leur propre fréquence de fonctionnement et transparente à l'autre fréquence de résonance. Il s'agit là d'un principe analogue à celui des surfaces sélectives en fréquence. On peut alors entrelacer ces couches réfléchissantes, de sorte à respecter les règles de distances entre les différentes couches fonctionnant à même fréquence ($\lambda/4$), ainsi que la distance entre le plan de masse et la couche métallisée inférieure associée à chaque fréquence de fonctionnement ($\lambda/2$).

[0046] La figure 4 représente un tel réseau BIP réalisé sous forme de motifs métalliques. Par exemple, il peut être constitué de fils métalliques de même direction, et distants de $\lambda/4$, ou d'un grillage constitué de deux réseaux de fils métalliques orthogonaux. Ce type de réseau BIP est par exemple décrit dans la demande de brevet français déposée par la Demanderesse le 1^{er} septembre 1997 sous la référence n° FR 97 10842. A la figure 1 de cette demande est représentée un mode

de réalisation d'un réseau BIP dont la surface réfléchissante est constituée de motifs métalliques. En l'occurrence, il s'agit ici de pastilles circulaires ou d'anneaux. On peut également envisager des croisillons, des tripolles, etc.

[0047] Dans ce dernier mode de réalisation, la structure réfléchissante est constituée uniquement d'une interface. Il peut toutefois y en avoir plusieurs 40 comme à la figure 4. Dans ce cas, les interfaces métallisées doivent être distantes de $\lambda/4$ les unes des autres. L'essentiel est d'avoir la structure réfléchissante à $\lambda/2$ du plan de masse.

[0048] On notera que l'excitation ici représentée par une pastille 41 ("patch") peut être également réalisée par une fente dans le plan de masse, ou par un résonateur diélectrique, etc...

[0049] La figure 5 illustre une telle excitation par une fente 42. L'intérêt de l'implantation d'une telle fente est de permettre l'alimentation par un guide 43, et de pouvoir réaliser le filtrage nécessaire au bon fonctionnement de l'antenne par un filtre en technologie de guide. Des iris 44 sont implantés dans le guide pour en permettre l'adaptation. De tels iris sont, par exemple, décrits dans la demande de brevet français déposée par la Demanderesse et citée plus haut.

[0050] La figure 6 illustre une antenne 7 à réseau 6 de couches diélectriques, alimentée par une fente 42'. L'essentiel pour cette fente est qu'elle soit non résonante, pour limiter les couplages entre fentes voisines.

[0051] La figure 7 représente une antenne selon un mode de réalisation de l'invention. Le réseau 6 BIP utilisé est du type métallique dont les couches 61, 62 ne sont pas résonantes. Elles sont constituées de fils ou de pistes métalliques. Le moyen d'excitation du réseau n'a pas été illustré.

[0052] Pour fonctionner dans les deux polarisations ou en polarisation circulaire, il est nécessaire que la structure 6 soit invariante par une translation de 90° . Ainsi, nous obtenons une structure de type "grillagée", comme l'illustre la figure.

[0053] Les structures multi-bandes sont à présent abordées. Sur la figure 8 est illustrée une antenne multisources selon un mode de réalisation de l'invention. Le réseau 6, pour raison de simplicité, est réalisée par une seule interface résonante à chaque fréquence. L'antenne 7 comporte deux excitateurs 81, 82 fonctionnant à une fréquence propre respective. Ces excitateurs sont, sur la figure, des pastilles distinctes placées côte à côte, mais elles peuvent être des fentes. L'excitateur peut être également un excitateur bi-bande, à un ou deux accès, comme par exemple un "patch" avec une fente en son centre, comme l'illustre la représentation partielle de la variante sur la figure 9.

[0054] Une surface réfléchissante à la plus haute fréquence f_h , et transparente à la plus basse fréquence de fonctionnement f_b , est placée à $\lambda_{fh}/2$ du plan de masse. La seconde surface réfléchissante à la fréquence f_b , et transparente à f_h , est placée à $\lambda_{fb}/2$ du plan de masse.

Sur la figure 9, l'interface réfléchissante à la plus haute fréquence est constituée des motifs 45 métalliques de plus petite taille.

[0055] Il est à souligner que des perturbations peuvent apparaître, dues au caractère non totalement transparent des interfaces dans l'autre bande de fonctionnement. Dans ce cas, les solutions proposées dans la demande de brevet de la Demanderesse n° FR 97 10842 pourront avantageusement être mises en oeuvre :

- modification légère du motif en fonction de sa position latérale
- troncature des motifs dans l'objectif de repolariser l'onde, dans le cas d'un fonctionnement en polarisation circulaire, comme illustré sur la figure 6 de la demande n° FR 97 10842.

[0056] La distance entre les motifs peut permettre de régler la réflectivité de l'interface. On peut désirer une moindre réflectivité, et la compenser par un plus grand nombre d'interfaces. Dans ce cas, la réalisation d'éléments rayonnants multibandes est réalisé par un entrelacement des différentes structures fonctionnant à chaque fréquence, comme illustré sur la figure 10.

[0057] On revient ici sur la méthode d'obtention d'une seconde bande passante, de façon indépendante par rapport à la première. Si on perturbe la périodicité du cristal, alors il est possible de créer une bande passante sélective à l'intérieur d'une bande interdite. Le principe est analogue à celui des semi-conducteurs.

[0058] Cette perturbation ou ce défaut peut être réalisé sur les structures filaires métalliques en enlevant régulièrement une partie des métallisations dans la grille.

[0059] Pour les structures multicouches, cela peut être réalisée en modifiant localement l'épaisseur d'une couche diélectrique (ou d'un barreau pour les structures 2D ou 3D).

[0060] On va désormais s'intéresser au cas des matériaux à motifs résonants

[0061] Le cas de ces matériaux est particulier, puisque les motifs ont également des caractéristiques très variables en fréquence. Ce n'est donc pas leur seule mise en réseau de façon périodique qui dicte la réponse de ces matériaux en fréquence.

[0062] Jusqu'à présent, il a été décrit les structures à résonateurs métalliques pour expliquer la façon dont on réalise l'ajout d'une seconde bande passante.

[0063] Dans la suite, on explique comment les négatifs de ces structures sont également valables pour remplir la même fonction. Ces derniers sont constitués de perforations régulières dans le plan de masse, comme il est illustré sur la figure 13.

[0064] Notons également la possibilité de réaliser des agencements mixtes : une surface réfléchissante à une fréquence constituée de motifs perforés, et une surface réfléchissante constituée de motifs métalliques, tel l'élé-

ment rayonnant fonctionnant à deux bandes distinctes de la figure 14 comportant une structure multirésonateurs à résonateurs métalliques 47 et fentes 46.

[0065] Ainsi, grâce à l'invention exposée, on accède à une antenne multisources compacte, et ne nécessitant pas plusieurs antennes à la fois. La compacité vient de l'emploi de la technologie propre aux antennes planes.

[0066] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits dans la présente demande.

[0067] On notera que l'une des sources peut fonctionner dans une bande Rx de fréquence de réception et une autre des sources peut fonctionner dans une bande Tx de fréquence d'émission.

Revendications

1. Antenne multisources (4,7), **caractérisée en ce que** l'antenne comprend :

- au moins deux sources (51,52,...5n,91,92) d'excitation,
 - des moyens (6) de sélectivité spatiale et fréquentielle apte à canaliser spatialement l'énergie captée/rayonnée par lesdites sources d'excitation, et à permettre un découplage fréquentiel entre les bandes correspondantes respectivement aux ondes reçues/émises par les sources,
- les sources étant agencées sur un plan de masse (70) de sorte à générer un entrelacement d'ouvertures rayonnantes au niveau desdits moyens de sélectivité.

2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledits moyens de sélectivité spatiale et fréquentielle comprennent un réseau (5) à Bande Interdite Photonique dit BIP.

3. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement de plaques diélectriques (61,62) avec une périodicité à une dimension, dit arrangement 1.

4. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement de barreaux diélectriques avec une périodicité à deux dimensions, dit arrangement 2D.

5. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement de barreaux diélectriques avec une périodicité à trois dimensions, dit arrangement 3D, de type tas de bois.

6. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement

périodique de motifs métalliques.

7. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement périodique de fentes dans le plan de masse.

8. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement de fils métalliques.

9. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** lesdites sources d'excitation forment un réseau focal passif (5,51,52,...5n), l'entrelacement des ouvertures rayonnantes associées à chaque source du réseau focal passif générant un canal d'énergie rayonnée sur une surface apparente agrandie au niveau du réseau BIP.

10. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les sources d'excitation fonctionnent dans différentes bandes de fréquence et selon la même ouverture rayonnante.

11. Antenne selon la revendication précédente combinée à la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend au moins deux plaques métalliques à motifs résonants résonantes à leur propre fréquence de fonctionnement et transparente à l'autre fréquence de résonance.

12. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement périodique de fils métalliques, une partie de ces fils étant localement et périodiquement retirés de manière à former une seconde bande de fonctionnement indépendante de la première.

13. Antenne selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'une** des plaques métalliques forme surface réfléchissante à la plus haute fréquence (f_h) et est transparente à la plus basse fréquence de fonctionnement (f_b), étant alors placée à $\lambda_{fh}/2$ du plan (70) de masse, et **en ce qu'une** seconde plaque métallique forme surface réfléchissante à la fréquence (f_b) et est transparente à la fréquence plus haute (f_h), cette dernière étant placée à $\lambda_{fb}/2$ du plan de masse.

14. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le réseau BIP comprend un arrangement périodique de plaques diélectriques, l'épaisseur d'une d'entre elles étant modifiée par rapport aux autres, cette rupture de la périodicité permettant de réaliser une seconde bande de fonctionnement indépendante de la première.

15. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'au moins une** des sour-

ces fonctionne dans une bande (Rx) de fréquence de réception et une autre des sources fonctionne dans une bande (Tx) de fréquence d'émission.

16. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est destinée au fonctionnement dans un système (1) à réflecteur (2).

10

15

20

25

30

35

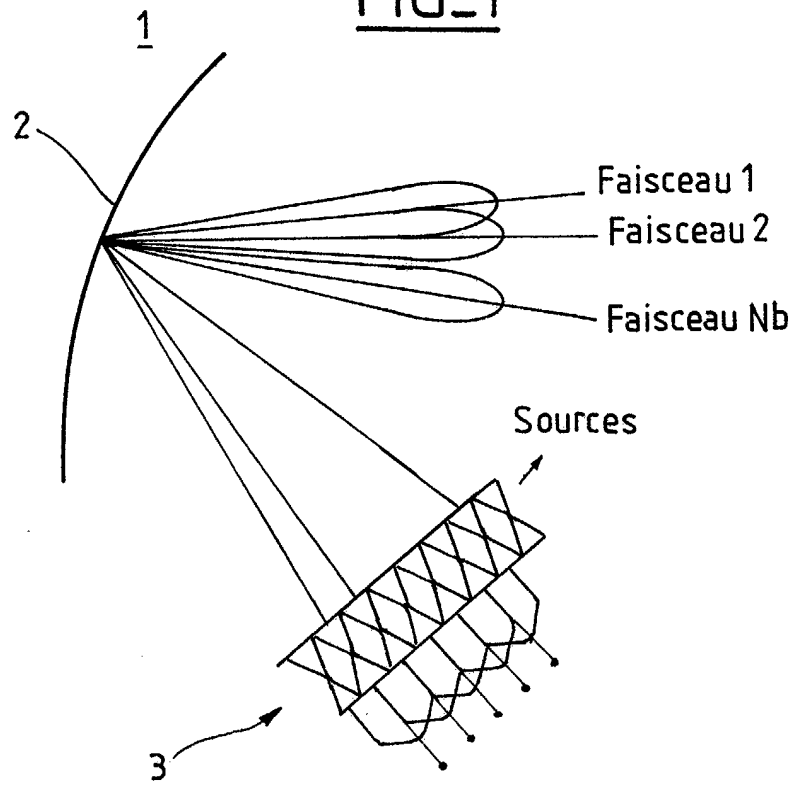
40

45

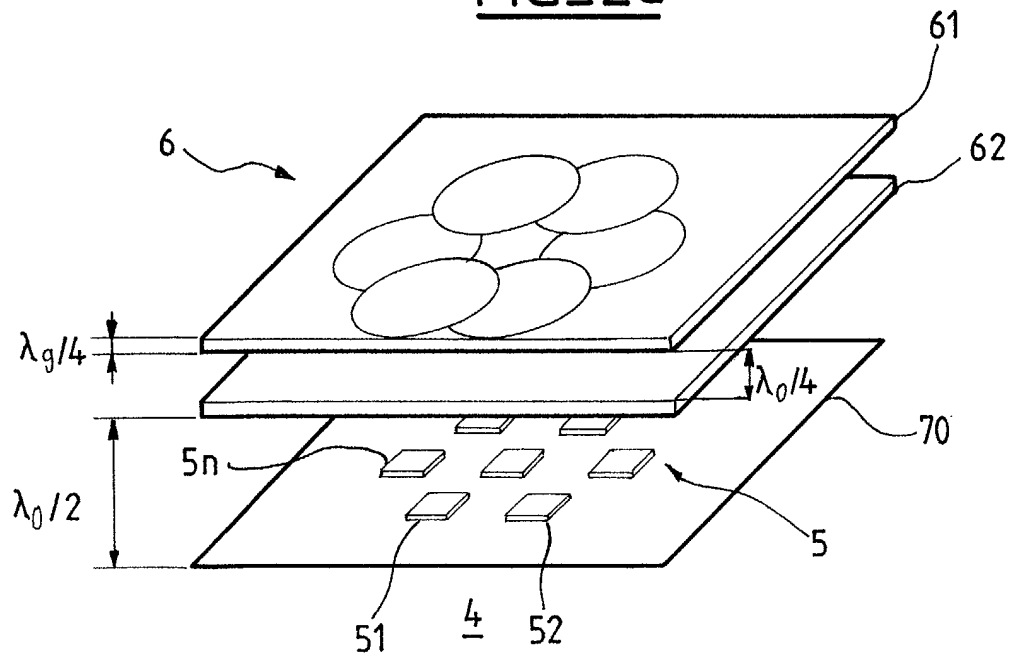
50

55

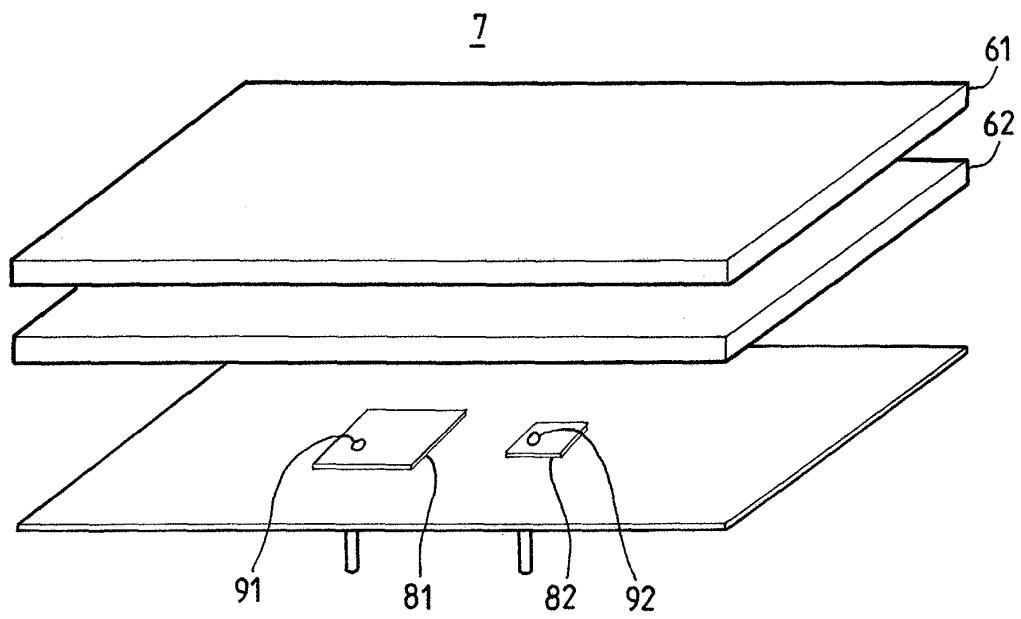
FIG_1



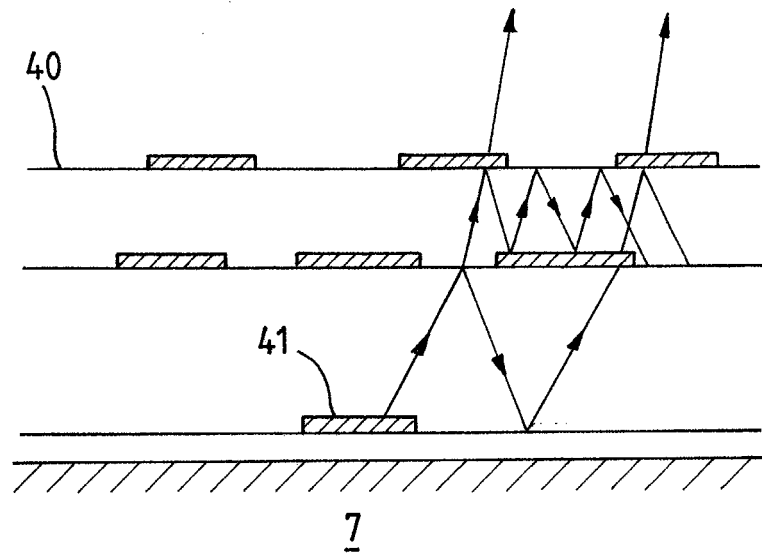
FIG_2a



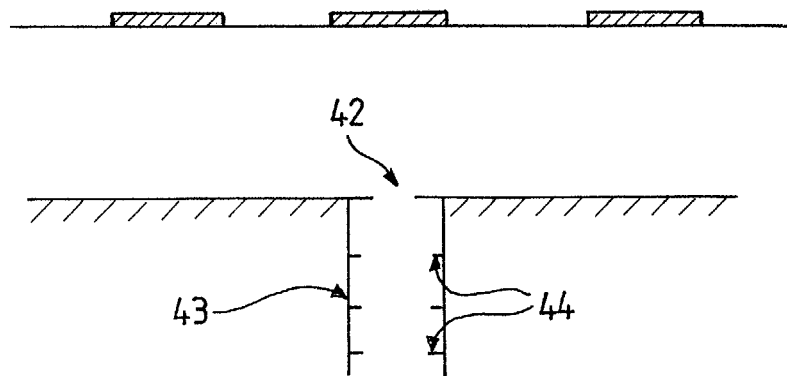
FIG_3



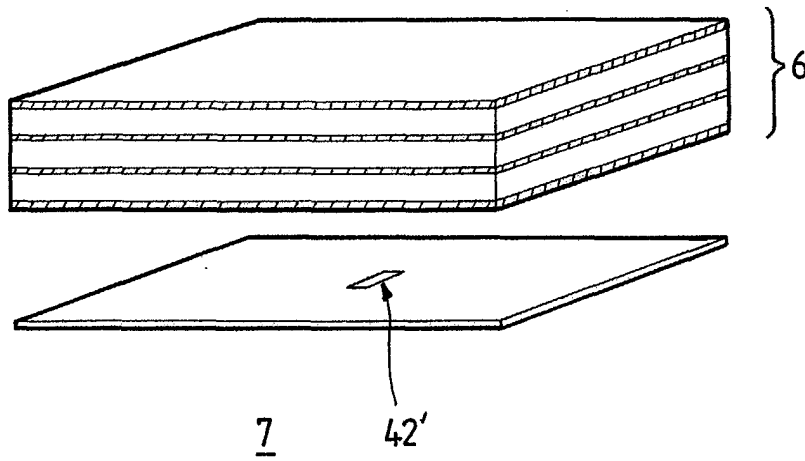
FIG_4



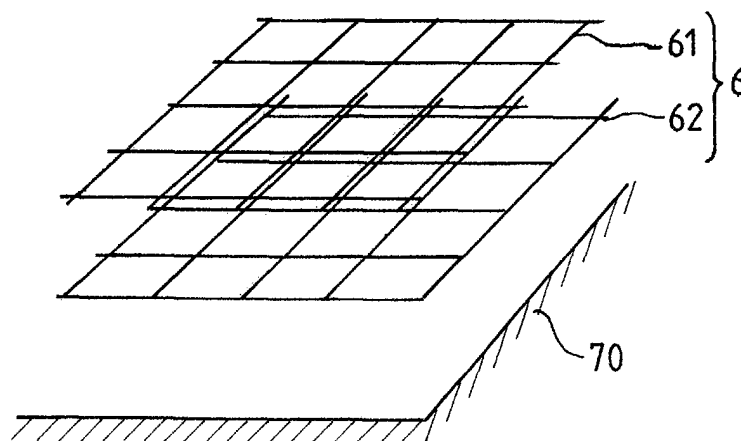
FIG_5



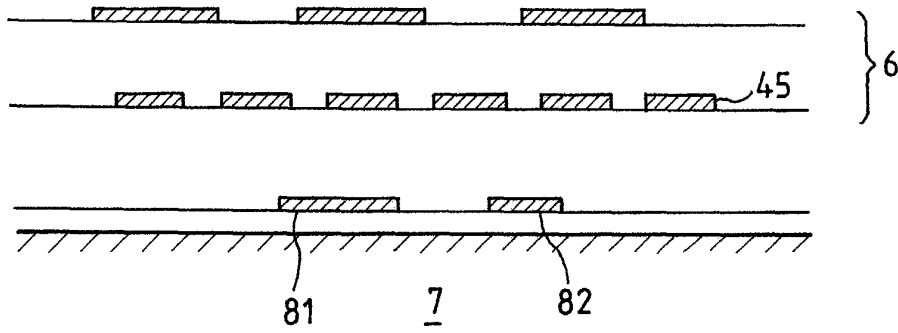
FIG_6



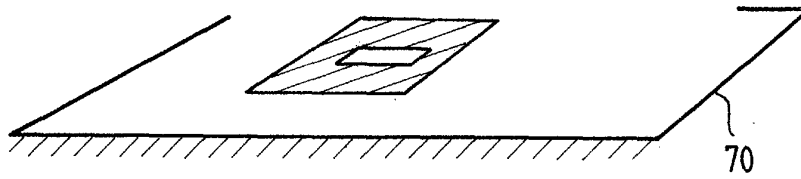
FIG_7a



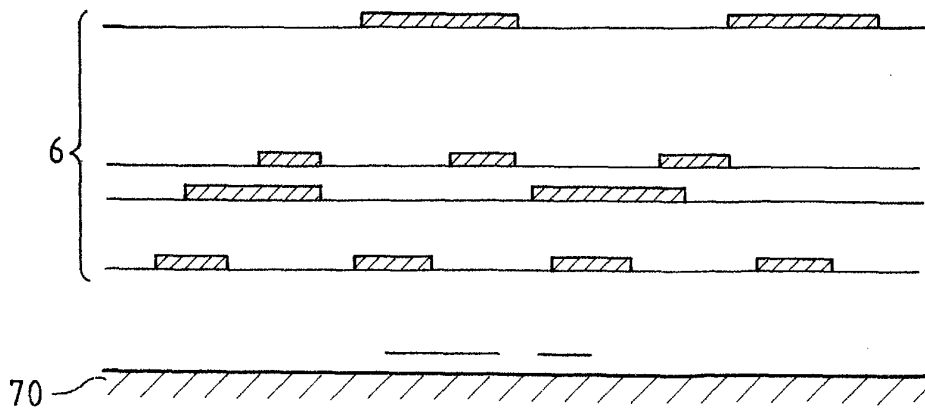
FIG_8

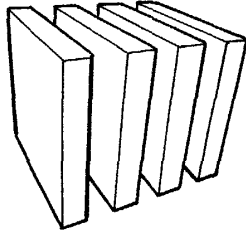


FIG_9

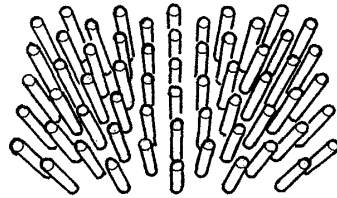


FIG_10

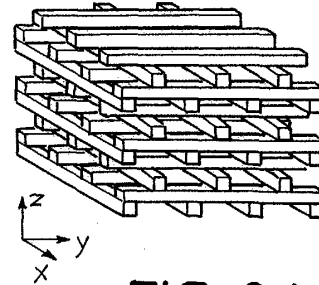




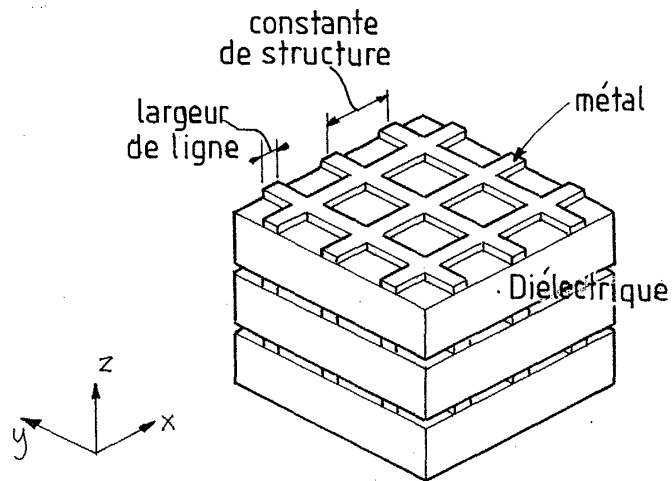
FIG_2b



FIG_2c

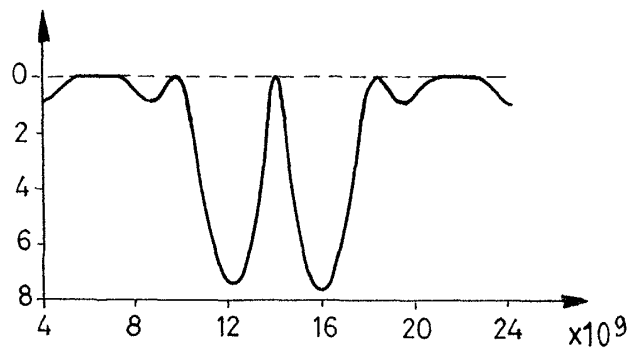


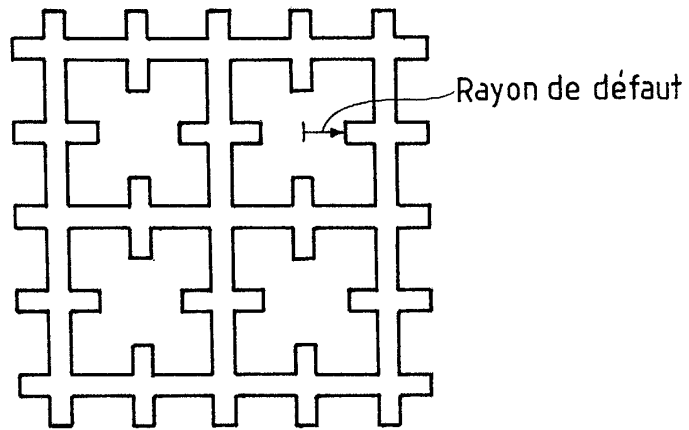
FIG_2d



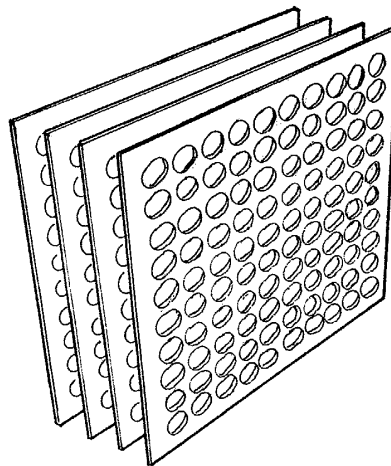
FIG_7b

FIG_11



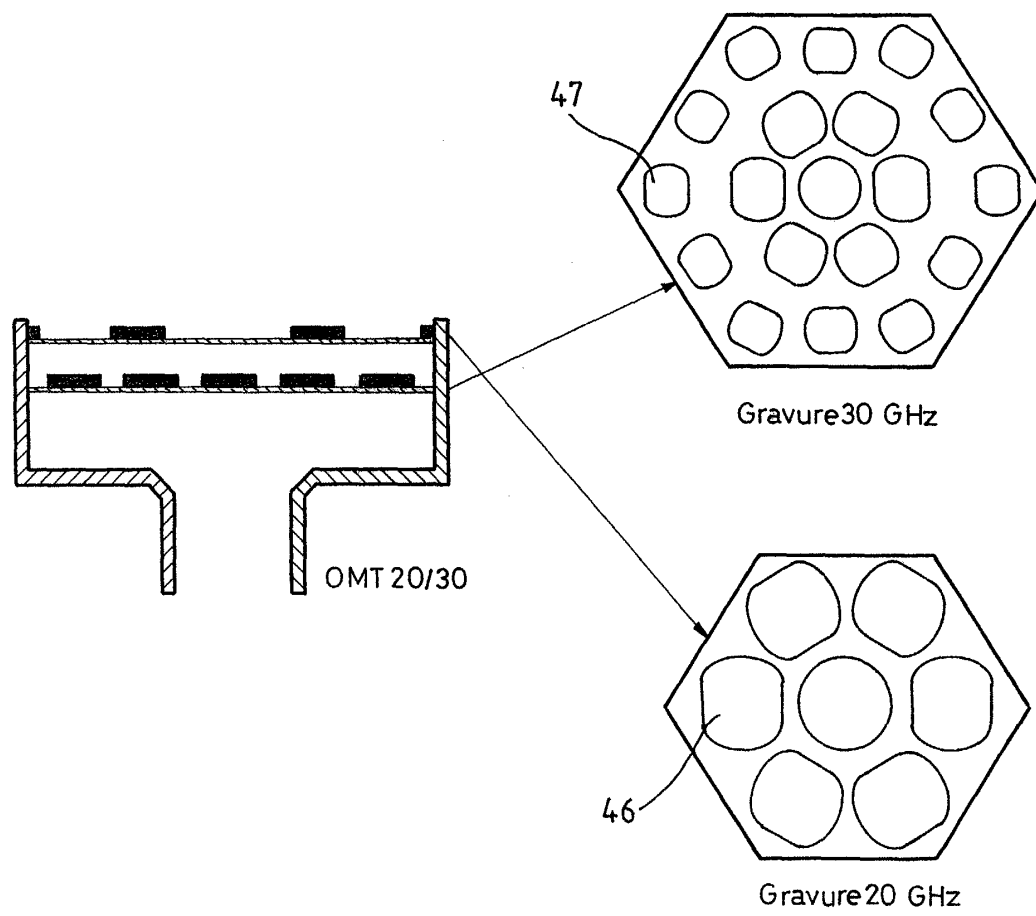


FIG_12



FIG_13

FIG. 14





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 03 29 1727

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.7)
X	GB 2 337 860 A (TRW INC) 1 décembre 1999 (1999-12-01)	1,2,6, 8-11,15, 16	H01Q15/00
Y	* le document en entier * ---	3-5,14	
D,Y	WO 01 37373 A (JECKO BERNARD JEAN YVES ;THEVENOT MARC (FR); CENTRE NAT RECH SCIEN) 25 mai 2001 (2001-05-25) * le document en entier * ---	3-5,14	
A	US 4 021 812 A (MAILLOUX ROBERT J ET AL) 3 mai 1977 (1977-05-03) * le document en entier * -----	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 7 novembre 2003	Examineur Moumen, A
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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 intermédiaire</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 29 1727

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-11-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2337860	A	01-12-1999	US	5949387 A	07-09-1999
			FR	2763177 A1	13-11-1998
			GB	2325784 A ,B	02-12-1998

WO 0137373	A	25-05-2001	FR	2801428 A1	25-05-2001
			AU	1868401 A	30-05-2001
			CA	2360432 A1	25-05-2001
			CN	1337078 T	20-02-2002
			EP	1145379 A1	17-10-2001
			WO	0137373 A1	25-05-2001
			JP	2003514476 T	15-04-2003
			US	6549172 B1	15-04-2003

US 4021812	A	03-05-1977	AUCUN		

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82