(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 430 566 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
10.01.2018 Bulletin 2018/02

(21) Numéro de dépôt: **02781378.1**

(22) Date de dépôt: **18.09.2002**

(51) Int Cl.:
H01Q 15/00 *(2006.01)* ***H01Q 5/00*** *(2015.01)*
H01Q 19/06 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/003190

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/028157 (03.04.2003 Gazette 2003/14)

(54) **ANTENNE A LARGE BANDE OU MULTI-BANDES**

BREIT- ODER MULTI-BANDANTENNE

BROADBAND OR MULTIBAND ANTENNA

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

(30) Priorité: **24.09.2001 FR 0112279**

(43) Date de publication de la demande:
23.06.2004 Bulletin 2004/26

(73) Titulaire: **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE -CNRS-**
75016 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **JECKO, Bernard, Jean, Yves**
  F-87570 Rilhac Rancon (FR)
- **CHEYPE, Cyril**
  F-19370 Chamberet (FR)
- **SERIER, Cédric**
  F-87300 Bellac (FR)
- **THEVENOT, Marc**
  F-87510 Perilhac (FR)
- **MONEDIERE, Thierry**
  F-FRANCE Limoges (FR)

(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-01/37373 **DE-C- 19 607 934**
FR-A- 2 801 428 **US-A- 5 739 796**

- **PROSVIRNIN S L ET AL: "MULTI-LAYERED ARRAYS OF CONDUCTING STRIPS: SWITCHABLE PHOTONIC BANDGAP STRUCTURES" AEU INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS, GUSTAV FISHER VERLAG, JENA, DE, vol. 55, no. 4, 2001, pages 260-265, XP001053905 ISSN: 1434-8411**
- **CONTOPANAGOS H ET AL: "THIN FREQUENCY-SELECTIVE LATTICES INTEGRATED IN NOVEL COMPACT MIC, MMIC, AND PCA ARCHITECTURES" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 46, no. 11, PART 2, 1 novembre 1998 (1998-11-01), pages 1936-1947, XP000785383 ISSN: 0018-9480**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 430 566 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Antenne à large bande ou multi-bandes.

[0001] L'invention est relative à une antenne à large bande ou multi-bandes, pour micro-ondes, mise en oeuvre à partir de matériaux à bande interdite photonique, désignés matériaux BIP.

[0002] L'utilisation des matériaux BIP pour la mise en oeuvre d'antennes pour micro-ondes a déjà été proposée, notamment dans la demande de brevet US 5 739 796 A.

[0003] Les antennes de ce type, en référence à la figure 1a relative à l'art antérieur, comportent essentiellement un plan réflecteur, une prise d'alimentation ou élément rayonnant en émission/réception, placée au voisinage du plan réflecteur, et un assemblage d'au moins deux matériaux diélectriques superposé au plan réflecteur et à la prise d'alimentation en émission/réception. Les matériaux diélectriques utilisés se différencient par leur permittivité ou leur perméabilité, l'assemblage ainsi formé constituant un matériau BIP.

[0004] En référence à la figure 1b, on rappelle qu'un matériau BIP est un matériau qui possède la propriété de filtrer (absorber) certaines gammes de fréquences, c'est-à-dire d'interdire toute transmission dans les gammes de fréquences précitées. Le matériau est, dans ces conditions, qualifié matériau BIP, à Bande Interdite Photonique.

[0005] Le matériau BIP est généralement constitué, ainsi que représenté en figure 1b, d'un arrangement périodique de diélectriques de permittivité et/ou de perméabilité variable.

[0006] L'introduction d'une rupture dans cette périodicité géométrique et/ou radioélectrique, rupture encore appelée défaut, obtenu par suppression d'un élément "central", permet d'engendrer un défaut d'absorption et donc la création d'une bande de transmission dans la bande interdite du matériau BIP. Le matériau BIP est, dans ces conditions, désigné matériau BIP à défaut.

[0007] Pour une description plus détaillée d'un tel type d'antenne, on pourra utilement se reporter à la demande de brevet français 99 14521/2 801 428 mise à la disposition du public le 25/05/2001.

[0008] Un tel type d'antenne donne satisfaction.

[0009] Toutefois, en raison de la structure même de celui-ci, la bande passante autorisée par un tel type d'antenne est relativement étroite et n'excède pas 4 à 5% de la fréquence centrale, pour une atténuation de 6dB.

[0010] La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients et limitations précités des antennes à matériau BIP à défaut de l'art antérieur.

[0011] En particulier, un objet de la présente invention est la mise en oeuvre d'une antenne à large bande, du type à matériau BIP à défaut, présentant une bande passante sensiblement améliorée ou divisée en bandes passantes multiples.

[0012] Un autre objet de la présente invention est, en outre, la mise en oeuvre d'une antenne à large bande, présentant une structure simple, en l'absence d'adjonction d'élément dispersif ou absorbant en rompant la régularité ou en rendant la mise en oeuvre plus complexe.

[0013] L'antenne à large bande, objet de la présente invention, est remarquable en ce qu'elle comporte au moins un plan, constituant réflecteur, et au moins une prise d'alimentation en émission/réception placée au voisinage de ce plan constituant réflecteur. En outre, un assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut disposé sensiblement en superposition au plan constituant réflecteur et à la prise d'alimentation est prévu. Chaque élément de matériau BIP à défaut formant l'assemblage est sensiblement plan et parallèle au plan constituant réflecteur et l'une au moins des caractéristiques de permittivité diélectrique, de perméabilité magnétique et/ou d'épaisseur dans la direction perpendiculaire au plan constituant réflecteur de ces éléments est sensiblement différente d'un élément de matériau BIP à défaut à l'autre, de sorte que l'ensemble formé par le plan constituant réflecteur et l'assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut forme une cavité résonnante à fuites.

[0014] L'antenne à large bande, objet de la présente invention, trouve application, notamment, dans la réalisation d'antennes hyperfréquences utilisables dans le domaine de la radiotéléphonie mobile, des télécommunications par voie optique dans le domaine du spectre visible ou invisible.

[0015] La structure et le mode opératoire de l'antenne à large bande ou multi-bandes, objet de la présente invention, seront mieux compris à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après, dans lesquels, outre les figures 1a et 1b relatives à l'art antérieur :

- la figure 2a représente, à titre illustratif, une vue en perspective d'une antenne à large bande ou multi-bandes conforme à l'objet de la présente invention ;
- la figure 2b représente une vue en coupe, selon le plan de coupe P de l'antenne à large bande ou multi-bandes, objet de l'invention, représentée en figure 2a ;
- la figure 3a représente, à titre illustratif, une vue en coupe, selon le même plan de coupe P représenté en figure 2a, d'une antenne équivalente à celle représentée en figure 2a ou 2b ;
- la figure 3b représente un diagramme comparatif des coefficients de transmission en fonction de la fréquence d'une antenne de l'art antérieur illustrée par la demande de brevet français 2 801 428 précitée, courbe A, respectivement d'une antenne conforme à l'objet de la présente invention telle que représentée en figure 2a, 2b ou 3a, courbe B ;
- la figure 4 représente, à titre illustratif, un diagramme des formes d'ondes engendrées dans la cavité résonnante à fuites constitutive de l'antenne à large bande ou multi-bandes, objet de la présente invention dans ses deux modes de mise en oeuvre, selon les figures 2a, 2b et 3a ;

- la figure 5 représente un réseau d'antennes mis en oeuvre à partir d'une antenne selon l'invention.

[0016] Une description plus détaillée d'une antenne à large bande ou multi-bandes, conforme à l'objet de la présente invention, sera maintenant donnée en liaison avec les figures 2a-2b et les figures suivantes.

[0017] En référence à la figure 2a, on indique que l'antenne à large bande, objet de la présente invention, comporte au moins un plan constituant un réflecteur, noté R, ce plan pouvant être constitué par une plaque métallique par exemple.

[0018] En outre, au voisinage du plan réflecteur R, est prévu au moins un élément rayonnant en émission/réception noté ER. On indique, à titre d'exemple non limitatif, que l'élément rayonnant ER peut être constitué par un dipôle rayonnant, une fente rayonnante, une sonde ou un patch rayonnant par exemple. Alors que dans le mode de réalisation tel que représenté en figure 2a un seul élément rayonnant ER est représenté, on indique que l'antenne à large bande, objet de la présente invention, peut comporter une pluralité d'éléments rayonnants ER non représentés au dessin.

[0019] En outre, ainsi que représenté en figure 2a, l'antenne à large bande ou multi-bandes, objet de l'invention, comporte, disposé en superposition au plan constituant le réflecteur R et à cet ou à ces éléments rayonnants ER, un assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut. Par assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut, on entend une pluralité d'éléments constitués par des lames ou structures de matériau diélectrique par exemple, notées LD, ces éléments, formant des groupements ou motifs, étant empilés dans la direction perpendiculaire au plan réflecteur R et séparés, chacun, par un autre matériau diélectrique, par exemple, par une lame d'air, de l'alumine ou autre.

[0020] Chaque lame de matériau diélectrique LD est sensiblement plane, et chaque élément de matériau BIP à défaut est parallèle au plan constituant le réflecteur R. En outre, selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'antenne à large bande conforme à l'objet de la présente invention, l'une au moins des caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et/ou d'épaisseur, notée e, dans la direction perpendiculaire au plan constituant le réflecteur R est sensiblement différente, d'un élément de matériau BIP à défaut à l'autre.

[0021] Dans ces conditions, l'ensemble formé par le plan constituant le réflecteur R et l'assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut forme une cavité résonnante à fuites dans les conditions qui seront explicitées ci-après dans la description.

[0022] En particulier, en référence à la figure 2a et à la figure 2b, on indique que chaque lame de matériau diélectrique LD peut présenter une valeur de permittivité diélectrique, de perméabilité magnétique ou une épaisseur e différente, d'un élément de matériau BIP à défaut à l'autre, dans les conditions qui seront explicitées ci-après dans la description.

[0023] La figure 2b représente une vue en coupe selon le plan de coupe P de la figure 2a de l'antenne à large bande, objet de l'invention, représentée sur la figure précitée.

[0024] Dans ces conditions, on désigne par λ'_g la longueur d'onde du signal radioélectrique guidé lorsque le milieu de propagation est constitué par le matériau, tel qu'un matériau diélectrique, de chacune des lames LD respectivement par λ_g la longueur d'onde du signal radioélectrique guidé par les intervalles séparant les lames LD et les éléments de matériau BIP à défaut, c'est-à-dire dans un mode de réalisation non limitatif par les lames d'air ou d'alumine séparant les lames LD représentées en figure 2a et en figure 2b.

[0025] Dans ces conditions, la notation λ_g désigne également la longueur d'onde du signal radioélectrique guidé se propageant entre le plan formant réflecteur R et la première lame de matériau diélectrique LD placée en vis-à-vis de ce dernier.

[0026] Sur la figure 2b, on a en particulier représenté un repère orthonormé permettant d'assurer un repérage de l'ensemble des éléments constitutifs de l'antenne à large bande objet de la présente invention.

[0027] Dans ces conditions et par définition, le plan réflecteur R est à la cote 0 dans la direction Oz, les lames LD étant superposées successivement dans la direction précitée et le plan de coupe P est parallèle au plan Ox, Oz. La direction Oy est orthogonale au plan Ox, Oz précité.

[0028] Un mode de mise en oeuvre particulier non limitatif de l'antenne à large bande objet de la présente invention sera maintenant décrit en liaison avec la figure 2b dans un cas particulièrement simple et simplifié où l'assemblage d'éléments en matériau BIP à défaut et les lames en matériau LD sont constitués par des lames en un même matériau diélectrique par exemple, lesquelles, dans ces conditions, présentent des caractéristiques de permittivité diélectrique respectivement de perméabilité magnétique sensiblement identiques d'une lame de matériau diélectrique à l'autre et d'un élément en matériau BIP à défaut à l'autre.

[0029] Dans ces conditions, en référence à la figure 2b, on indique que chaque lame de matériau diélectrique LD présente avantageusement une épaisseur constituant une fonction non décroissante par valeurs discrètes de la distance de la lame de matériau diélectrique considérée au plan constituant le réflecteur R.

[0030] Ainsi que représenté sur la figure 2b, chaque lame de matériau diélectrique formant l'assemblage est espacée d'une lame diélectrique voisine d'une même distance égale à $\lambda_g/4$ où λ_g désigne la longueur d'onde guidée associée au matériau séparant chaque lame de matériau diélectrique LD. Dans le mode de réalisation de la figure 2a, par exemple, λ_g désigne la longueur d'onde guidée associée à l'air ou à l'alumine séparant chaque lame de matériau diélectrique LD.

[0031] De la même façon, ainsi que représenté de ma-

nière détaillée sur la figure 2b, la première lame de matériau diélectrique LD en vis-à-vis du plan constituant le réflecteur R et voisine de ce plan est placée à une distance de ce dernier égale à $\lambda_g/2$, λ_g désignant de la même manière la longueur d'onde guidée associée au matériau séparant la première lame de matériau diélectrique LD du plan constituant réflecteur R. De la même façon que précédemment, λ_g désigne ainsi la longueur d'onde guidée du signal-radioélectrique lorsque ce dernier se propage dans l'air ou l'alumine dans l'exemple de mise en oeuvre non limitatif correspondant à la figure 2a ou 2b.

[0032] En outre, ainsi qu'il apparaît de manière détaillée à l'observation de la figure 2b, et ce afin de constituer la cavité résonnante à fuites précédemment mentionnée dans la description, on indique qu'une pluralité de lames de matériau diélectrique successives LD présente une même épaisseur, cette épaisseur étant sensiblement égale à une fraction de la longueur d'onde guidée associée à ce matériau diélectrique pour constituer un groupement de lames de matériau diélectrique successives. La cavité résonnante apparaît ainsi constituée par une pluralité de groupements de lames de matériau diélectrique successives formés chacun par un élément de matériau BIP à défaut, les différents groupements étant couplés mutuellement par leur zone de défaut pour constituer la cavité résonnante à fuite résultante.

[0033] Ainsi, sur la figure 2b, notamment, λ'_g désigne la longueur d'onde du signal radioélectrique guidé se propageant dans chaque lame de matériau diélectrique LD.

[0034] En outre, ainsi qu'on l'observera sur la figure 2b notamment, deux groupements successifs de lames de matériau diélectrique notés respectivement G_1 et G_2 et superposés dans la direction perpendiculaire au plan constituant le réflecteur R, c'est-à-dire dans la direction Oz, sont constitués par des lames de matériau diélectrique d'épaisseur croissante en fonction du rang de superposition des groupements précités.

[0035] Sur la figure 2b, on a ainsi représenté, de même que sur la figure 2a, les groupements de lames G_1 et G_2, chaque groupement, à titre d'exemple non limitatif, étant constitué par deux lames parallèles de même épaisseur, respectivement e_1 et e_2.

[0036] Dans le cas du groupement de lames de matériau diélectrique G1, celui-ci est constitué par des lames de même épaisseur $e1= \lambda'_g/4$, alors que, dans le cas du groupement de lames du matériau diélectrique G_2, chaque lame constitutive du groupement G2 est constitué par une lame de même matériau diélectrique d'épaisseur $e2= \lambda'_g/2$.

[0037] Enfin, et dans un mode de réalisation préférentiel, on indique que l'épaisseur e_i des lames de matériau diélectrique LD constitutives de chaque groupement G_i de lames de matériau diélectrique est en progression géométrique de raison q dans la direction de superposition des groupements G_i successifs.

[0038] Dans le mode de réalisation non limitatif de la figure 2b, le nombre de groupements superposés est égal à 2, afin de ne pas surcharger le dessin, et la raison de la progression géométrique est également prise égale à 2. Ces valeurs ne sont pas limitatives.

[0039] En outre, et de manière non limitative, on indique que l'assemblage des éléments de matériau BIP à défaut peut être formé par une structure répétitive périodique des caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et d'épaisseur des lames de matériau dans une, deux ou trois directions, une direction perpendiculaire et une ou deux directions parallèles au plan constituant le réflecteur, ainsi qu'il sera décrit ci-après dans la description.

[0040] Ainsi, on comprend que la superposition des groupements G_i constitue une répétition de motifs de caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et d'épaisseur e_i différentes, cette répétition pouvant être périodique.

[0041] Une description plus détaillée d'une antenne de structure différente de celle représentée en figure 2a et 2b satisfaisant aux critères d'antenne à large bande ou multi-bandes, conformément à l'objet de la présente invention, mais présentant radioélectriquement un mode opératoire équivalent, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 3a.

[0042] La structure de l'antenne à large bande ou multi-bandes conforme à l'objet de la présente invention, telle que représentée en figure 3a, est mise en oeuvre à partir de la remarque préliminaire selon laquelle l'amplitude du champ électrique au voisinage du plan constituant le réflecteur R est sensiblement nulle en raison du principe de réflexion métallique des champs électriques au voisinage de la surface d'un réflecteur métallique.

[0043] En conséquence, ainsi que représenté en figure 3a, la structure de l'antenne à large bande ou multi-bandes, conforme à l'objet de la présente invention, est obtenue en supprimant le plan constituant le réflecteur R et en remplaçant ce dernier par un autre assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut symétrique, les lames de matériau diélectrique constitutives de l'autre assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut symétrique, en raison de la symétrie précitée, étant notées LD_s sur la figure 3a. La symétrie s'entend, bien entendu, par rapport à l'élément rayonnant ER ou par rapport à l'ensemble des éléments rayonnants ER en émission/réception et par rapport au plan médian matérialisant l'emplacement du plan constituant réflecteur supprimé R.

[0044] Pour cette raison, et en raison de la symétrie par rapport à l'emplacement précité, les groupements de l'autre assemblage de lames de matériau diélectrique LD_s sont désignés G_{1s}, respectivement G_{2s} en référence à la figure 2b.

[0045] La figure 3b représente un diagramme des coefficients de transmission exprimés en dB en fonction de la fréquence pour une antenne à large bande conforme à l'objet de la présente invention telle que représentée en figure 2a, 2b ou 3a, courbe B, en comparaison d'une antenne de l'art antérieur telle que - décrite dans la demande de brevet français précédemment citée dans la description, courbe A.

[0046] A partir de la comparaison des courbes précitées, on constate un accroissement important de la bande passante lorsque la structure d'antenne conforme à l'objet de la présente invention est mise en oeuvre.

[0047] Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, toutes choses égales par ailleurs, pour une atténuation de 6dB par rapport à la fréquence centrale à 14 Ghz, on constate que la bande passante, lorsque la structure d'antenne à large bande conforme à l'objet de la présente invention est mise en oeuvre, est au moins deux fois plus importante que la largeur de bande correspondante à la même fréquence et pour une valeur d'atténuation de 6dB, lorsqu'une structure d'antenne de type classique est mise en oeuvre.

[0048] La figure 4 montre enfin les formes d'ondes obtenues lors de la mise en oeuvre d'une antenne à large bande conforme à l'objet de la présente invention par exemple dans le cas de la figure 3a, les formes d'ondes précitées étant représentées par l'amplitude du champ électrique $|\vec{E}|$ respectivement la valeur de la partie réelle de ce champ $\vec{E}$ dans les différentes zones entre lames de matériau diélectrique constitutives de la structure précitée.

[0049] On comprend bien entendu, en raison de la condition selon laquelle à la cote z=0 l'amplitude du champ électrique est sensiblement nulle,que la forme d'onde correspondant à la mise en oeuvre de l'antenne à large bande ou multi-bandes objet de la présente invention telle que représentée en figure 2a ou 2b, correspond bien entendu à la partie supérieure de la figure 4 pour laquelle la cote z est supérieure à 0.

[0050] On constate ainsi que la structure d'antenne à large bande ou multi-bandes, conforme à l'objet de la présente invention, présente une symétrie d'un point de vue géométrique mais une antisymétrie au point de vue de la répartition du champ électrique par rapport à la cote z=0.

[0051] D'une manière générale, on indique que la structure d'antenne à large bande ou multi-bandes décrite conformément à l'objet de la présente invention dans la présente description, n'est pas limitée au mode de réalisation décrit en liaison avec les figures 2a, 2b et 3a par exemple. En effet, alors que ces structures présentent une direction de répétition de motif unique, telle que représentée en figures 2b ou 3a par exemple, dans la direction Oz, il est bien entendu possible de prévoir deux directions de répétition et même trois directions de répétition dans les directions Oy et Ox du repère représenté en figure 2b, 3a et 4 par exemple.

[0052] Enfin, il est possible de remplacer les lames d'air séparant les lames de matériau diélectrique LD par des lames diélectriques de nature différente ou, le cas échéant, de remplacer les lames de matériau par des matériaux présentant des motifs répétitifs également suivant les directions x ou y, outre la direction z représentée en figure 2a, 2b, 3a et 4.

[0053] De même, les éléments de matériau BIP à défaut constituant les groupements ou motifs superposés peuvent comporter des lames ou éléments métalliques ou en matériau magnétique par exemple.

[0054] Pour cette raison, dans les figures précitées, le repère orthonormé est désigné Oxyz, Ozxy, Oyzx pour tenir compte de la réalisation des motifs répétitifs dans l'une, dans deux ou dans les trois directions.

[0055] En ce qui concerne la mise en oeuvre de motifs répétitifs dans une, dans deux ou dans trois directions ou selon une combinaison de structures de périodicité unidirectionnelle, bidirectionnelle ou tridirectionnelle vis à vis du plan réflecteur, on pourra utilement se reporter à la demande de brevet français précitée 2 801 428, en particulier aux figures 3, 4 et 5 respectivement de celle-ci. L'introduction d'un défaut pour chacune des structures correspondantes précitées consiste alors à supprimer en zone centrale, une lame, une rangée et deux rangées respectivement.

[0056] En outre, pour réaliser une antenne multi-bandes conforme à l'objet de la présente invention, l'assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut est configuré de manière à présenter une structure de répétition de groupements G_i dont les caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité magnétique et/ou d'épaisseur sont sensiblement discontinues. L'introduction d'une telle discontinuité permet d'engendrer par couplage mutuel de la zone de défaut des éléments de matériau BIP à défaut une pluralité de bandes passantes disjointes.

[0057] Enfin, la structure d'antenne conforme à l'objet de la présente invention permet de mettre en oeuvre un réseau d'antennes. Ainsi que représenté en figure 5, le réseau d'antennes obtenu comporte une antenne conforme à l'objet de l'invention telle que décrite précédemment dans la description dans laquelle une pluralité d'éléments en émission/réception $ER_{j;k}$ sont répartis périodiquement au voisinage du plan réflecteur R. Les éléments rayonnants $ER_{j;k}$ peuvent être identiques. Le dimensionnement du réseau et le nombre J,K d'éléments rayonnants dans les deux directions de répartition de ces derniers sont choisis en fonction de l'application ou de l'utilisation du réseau. De tels réseaux trouvent application aux télécommunications point à point et point multipoints.

[0058] On a ainsi décrit une nouvelle structure d'antenne à large bande ou multi-bandes, laquelle possède des propriétés particulièrement intéressantes en termes de bande passante tout en conservant les propriétés de rayonnement et d'encombrement de la structure d'antenne de l'art antérieur, telle que mentionnée précédemment.

[0059] En particulier, la structure d'antenne à large bande ou multi-bandes objet de la présente invention forme une cavité à fuites dont la fréquence de fonctionnement est principalement fixée par la dimension de superposition de l'arrangement d'éléments de matériau BIP à défaut. Les résultats obtenus ont montré la mise en évidence d'un doublement de la bande passante par rapport au dispositif de l'art antérieur précédemment décrit.

[0060] La structure d'antenne à large bande ou multi-

bandes conforme à l'objet de la présente invention permet de lever une des limites d'utilisation des matériaux BIP pour la réalisation de dispositifs rayonnants.

Revendications

1. Antenne à large bande ou multi-bandes, comportant un plan, constituant réflecteur (R), et, au voisinage dudit plan constituant réflecteur (R), au moins un élément rayonnant (ER) en émission/réception, **caractérisée en ce qu'**elle comporte en outre, disposé sensiblement en superposition audit plan constituant réflecteur (R) et à cet élément rayonnant (ER), un assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut, chaque élément de matériau BIP à défaut sensiblement plan étant parallèle audit plan constituant réflecteur (R) et dont l'une au moins des caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et/ou d'épaisseur (e) dans la direction perpendiculaire (Oy) audit plan constituant réflecteur (R) est sensiblement différente d'un élément de matériau BIP à défaut à l'autre, l'ensemble formé par le plan constituant réflecteur (R) et l'assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut formant une cavité résonnante à fuites.

2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit assemblage est formé d'éléments de matériau BIP à défaut, chaque élément étant une structure périodique par ses caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et d'épaisseur (e) dans une direction perpendiculaire (Oy) audit plan constituant réflecteur (R).

3. Antenne selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** ledit assemblage est formé d'éléments de matériau BIP à défaut, chaque élément étant une structure périodique par ses caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et d'épaisseur (e) dans au moins deux directions (Oy, Ox, Oz), une direction perpendiculaire (Oy) et une direction (Ox, Oz) parallèle audit plan constituant réflecteur (R).

4. Antenne selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** ledit assemblage est formé d'éléments de matériau BIP à défaut, chaque élément étant une structure périodique par ses caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et d'épaisseur (e) dans trois directions, une direction (Oy) étant perpendiculaire et deux autres directions (Ox, Oz) étant parallèles audit plan constituant réflecteur (R).

5. Antenne selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** celle-ci comporte un assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut agencé selon une combinaison de structures de périodicité unidirectionnelle, bidirectionnelle ou tridirectionnelle vis à vis dudit plan réflecteur (R).

6. Antenne selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** chaque élément de matériau BIP à défaut étant constitué par des lames (LD) en un même matériau de caractéristique de permittivité diélectrique respectivement de perméabilité magnétique sensiblement identique, chaque lame (LD) en un même matériau présente une épaisseur (e) fonction non décroissante, par valeurs discrètes, de la distance de la lame (LD) audit plan constituant réflecteur (R).

7. Antenne selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** chaque lame (LD) en un même matériau formant ledit élément de matériau BIP à défaut est espacée d'une lame (LD) voisine, dans une direction perpendiculaire audit plan réflecteur (R), d'une même distance sensiblement égale à $\lambda_g/4$ où λ_g désigne la longueur d'onde guidée associée au matériau séparant chaque lame (LD) en un même matériau.

8. Antenne selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la première lame (LD) formant un élément de matériau BIP à défaut voisine dudit plan constituant réflecteur (R) est placée à une distance dudit plan sensiblement égale à $\lambda_g/2$, λ_g désignant la longueur d'onde guidée associée au matériau séparant ladite première lame dudit plan formant réflecteur (R).

9. Antenne selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce qu'**une pluralité de lames (LD) en un même matériau successives présentent, dans une direction perpendiculaire audit plan réflecteur (R), une même épaisseur (e) sensiblement égale à une fraction de la longueur d'onde guidée associée à ce matériau pour constituer un groupement (G_1, G_2) de lames (LD) en un même matériau successives formant un élément de matériau BIP à défaut, deux groupements successifs de lames (LD) de matériau diélectrique superposés dans la direction perpendiculaire audit plan constituant réflecteur (R) étant constitués par des lames (LD) de matériau diélectrique d'épaisseur croissante, en fonction du rang de superposition desdits groupements (G_1, G_2).

10. Antenne selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'épaisseur (e_1, e_2) des lames (LD) en un même matériau constitutives de chaque groupement (G_1, G_2) de lames (LD) en un même matériau est en progression géométrique de raison q, dans la direction de superposition desdits groupements (G_1, G_2).

11. Antenne selon l'une des revendications 1 à 10, **ca-**

ractérisée en ce que ledit plan constituant réflecteur (R) est supprimé et remplacé par un autre assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut symétrique dudit assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut par rapport audit au moins un élément rayonnant (ER) en émission/réception et au plan médian, matérialisant l'emplacement dudit plan constituant réflecteur (R) supprimé.

12. Antenne selon l'une des revendications 3 à 11, **caractérisée en ce que** lesdits éléments de matériau BIP à défaut comportent des parties métalliques.

13. Antenne selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** ledit assemblage d'éléments de matériau BIP à défaut présente une structure de répétition de groupements (G_1, G_2) dont les caractéristiques de perméabilité magnétique, de permittivité diélectrique et/ou d'épaisseur sont sensiblement discontinues, de façon à engendrer par couplage mutuel des zones de défaut des éléments de matériau BIP à défaut une pluralité de bandes passantes disjointes.

14. Réseau d'antennes, **caractérisé en ce que** celui-ci comporte une antenne selon l'une des revendications 1 à 13, ladite antenne comportant une pluralité d'éléments rayonnants (ER) en émission/réception répartis périodiquement au voisinage dudit plan réflecteur (R).

Patentansprüche

1. Breitband- oder Multibandantenne, umfassend eine Ebene, die einen Reflektor (R) bildet, und in der Umgebung der besagten, einen Reflektor (R) bildenden Ebene mindestens ein Strahlungselement (ER) zum Senden/Empfangen,
dadurch gekennzeichnet, dass sie außerdem eine, die einen Reflektor (R) bildende Ebene und dieses Strahlungselement (ER) im Wesentlichen überlagernd angeordnete, Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt umfasst, wobei jedes im Wesentlichen ebene Element aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt parallel zu der besagten, einen Reflektor (R) bildenden Ebene ist, und bei denen sich mindestens eine der Eigenschaften von magnetischer Durchlässigkeit, dielektrischer Konstante und/oder Dicke (e) in senkrechter Richtung (Oy) zu der besagten, einen Reflektor (R) bildenden Ebene des einen Elements aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt sich vom anderen wesentlich unterscheidet, wobei der Verbund, geformt aus der einen Reflektor (R) bildenden Ebene und der Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt, einen Resonanzhohlraum mit Austritten bildet.

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baugruppe aus Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt gebildet ist, wobei jedes Element durch seine Eigenschaften von magnetischer Durchlässigkeit, dielektrischer Konstante und Dicke (e) in einer senkrechten Richtung (Oy) zur besagten einen Reflektor (R) bildenden Ebene eine periodische Struktur ist.

3. Antenne nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Baugruppe aus Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt gebildet ist, wobei jedes Element durch seine Eigenschaften von magnetischer Durchlässigkeit, dielektrischer Konstante und Dicke (e) in mindestens zwei Richtungen (Oy, Ox, Oz), eine senkrechte Richtung (Oy) und eine zur besagten einen Reflektor (R) bildenden Ebene parallele Richtung (Ox, Oz), eine periodische Struktur ist.

4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Baugruppe aus Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt gebildet ist, wobei jedes Element durch seine Eigenschaften an magnetischer Durchlässigkeit, dielektrischer Konstante und Dicke (e) in drei Richtungen (Oy, Ox, Oz) eine periodische Struktur ist, wobei eine Richtung (Oy) senkrecht und zwei andere Richtungen (Ox, Oz) parallel zur besagten einen Reflektor (R) bildenden Ebene sind.

5. Antenne nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt umfasst, die entsprechend einer Kombination aus Strukturen von unidirektionaler, bidirektionaler oder tridirektionaler Periodizität gegenüber der besagten einen Reflektor (R) bildenden Ebene angeordnet ist.

6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Element aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt, das aus Lamellen (LD) aus einem gleichen Material mit im Wesentlichen identischer Eigenschaft der dielektrizischen Konstante respektive magnetischen Durchlässigkeit gebildet ist, wobei jede Lamelle (LD) aus einem gleichen Material eine nicht fallende Funktion der Dicke (e), durch diskrete Werte, des Abstandes der Lamelle (LD) zu der einen Reflektor (R) bildenden Ebene aufweist.

7. Antenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Lamelle (LD) aus einem gleichen Material, die das besagte photonische Bandlückenelement mit Defekt bildet, von einer benachbarten Lamelle (LD) beabstandet ist, in einer senkrechten Richtung zu der besagten Reflektorebene (R), in ei-

nem gleichen Abstand, der im Wesentlichen gleich $\lambda_g/4$ ist, wobei λ_g die geführte Wellenlänge bezeichnet, die mit dem Material verbunden ist, das jede Lamelle (LD) aus einem gleichen Material trennt.

8. Antenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste ein Element aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt bildende Lamelle (LD), die an die besagte, einen Reflektor (R) bildende Ebene angrenzt, in einem Abstand von dieser Ebene platziert ist, der im Wesentlichen gleich $\lambda_g/2$ ist, wobei λ_g die geführte Wellenlänge bezeichnet, die mit dem Material verbunden ist, das die besagte erste Lamelle von der einen Reflektor (R) bildenden Ebene trennt.

9. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden Lamellen (LD) aus einem gleichen Material in einer senkrechten Richtung zu der einen Reflektor (R) bildenden Ebene eine gleiche Dicke (e) aufweisen, die im Wesentlichen gleich einem Abschnitt der mit diesem Material verbundenen geführten Wellenlänge ist, zur Bildung eines Verbunds (G_1, G_2) aus aufeinanderfolgenden Lamellen (LD) aus einem gleichen Material, die ein photonisches Bandlückenmaterial mit Defekt bilden, wobei zwei aufeinanderfolgende Verbunde aus Lamellen (LD) aus dielektrischem Material, die in senkrechter Richtung auf der einen Reflektor (R) bildende Ebene übereinanderliegen, gebildet werden durch Lamellen (LD) aus dielektrischem Material von zunehmender Dicke, in Abhängigkeit vom Überlagerungsrang der besagten Verbunde (G_1, G_2).

10. Antenne nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke (e_1, e_2) der Lamellen (LD) aus einem gleichen Material, aus denen jeder Verbund (G_1, G_2) von Lamellen (LD) aus einem gleichen Material gebildet ist, in geometrischer Reihe im Verhältnis q zunimmt, in Überlagerungsrichtung der besagten Verbunde (G_1, G_2).

11. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte einen Reflektor (R) bildende Ebene beseitigt und ersetzt wird durch eine andere Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt, die zu der besagten Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt in Bezug auf das besagte mindestens eine Strahlungselement (ER) zum Senden/Empfangen und auf die Mittelebene symmetrisch ist, und die Stelle der beseitigten den Reflektor (R) bildenden Ebene einnimmt.

12. Antenne nach einem der Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagten Elemente aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt Metallteile umfassen.

13. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Baugruppe von Elementen aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt eine Wiederholungsstruktur von Verbunden (G_1, G_2) aufweist, deren Eigenschaften von magnetischer Durchlässigkeit, dielektrischer Konstante und/oder Dicke im Wesentlichen diskontinuierlich sind, dergestalt, dass durch gegenseitige Kopplung der Fehlerbereiche der Elemente aus photonischem Bandlückenmaterial mit Defekt eine Vielzahl an getrennten Bandbreiten erzeugt wird.

14. Antennennetzwerk, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses eine Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst, wobei die besagte Antenne eine Vielzahl an Strahlungselementen (ER) zum Senden/Empfangen aufweist, die in regelmäßigen Abständen in der Umgebung der besagten Reflektorebene (R) verteilt sind.

Claims

1. A broadband or multiband antenna comprising a reflector-constituting plane (R) and, in the vicinity of said reflector-constituting plane (R), at least one transmit/receive radiating element (ER),
the antenna being **characterized in that** it further comprises, disposed substantially in superposition on said reflector-constituting plane (R) and said radiating element (ER), an assembly of defective PFB material elements, each substantially plane defective PFB material element being parallel to said reflector-constituting plane (R), and at least one of the characteristics of magnetic permeability, of dielectric permittivity, and/or thickness (e) in the direction perpendicular (Oy) to said reflector-constituting plane (R) of the element is substantially different from one defective PFB material element to another, the assembly formed by the reflector-constituting plane (R) and the assembly of defective PFB material elements forming a leaky resonant cavity.

2. An antenna according to claim 1, **characterized in that** said assembly is made up of defective PFB material elements, each element having a structure that is periodic in terms of its characteristics of magnetic permeability, of dielectric permittivity, and of thickness (e) in a direction perpendicular (Oy) to said reflector-constituting plane (R).

3. An antenna according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** said assembly is made up of defective PFB material elements, each element having a structure that is periodic by its characteristics of magnetic

permeability, of dielectric permittivity, and of thickness (e) in at least two directions (Oy, Ox, Oz), one direction that is perpendicular (Oy) and one direction (Ox, Oz) that is parallel to said reflector-constituting plane (R).

4. An antenna according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** said assembly is made up of defective PFB material elements, each element being of a structure that is periodic in its characteristics of magnetic permeability, of dielectric permittivity, and of thickness (e) in three directions, one direction being perpendicular (Oy) and two other directions (Ox, Oz) being parallel to said reflector-constituting plane (R).

5. An antenna according to any one of claims 2 to 4, **characterized in that** it comprises an assembly of defective PFB material elements arranged in a combination of structures presenting unidirectional, bidirectional, or three-directional periodicity relative to said reflector plane (R).

6. An antenna according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** each defective PFB material element is constituted by sheets (LD) of the same material having dielectric permittivity and magnetic permeability characteristics that are substantially identical, and each sheet (LD) of the same material presents a thickness (e) that is a non-decreasing function in discrete values of the distance of the plate from said reflector-constituting plane (R).

7. An antenna according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** each same material sheet (LD) forming said defective PFB material element is spaced apart from an adjacent sheet (LD) in a direction perpendicular to said reflector plane (R) by a common distance substantially equal to $\lambda_g/4$ where λ_g designates the guided wavelength associated with the material separating the same-material sheets (LD).

8. An antenna according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the first sheet (LD) forming a defective PFB material element adjacent to said reflector-constituting plane (R) is placed at a distance from said plane that is substantially equal to $\lambda_g/2$, where λ_g designates the guided wavelength associated with the material separating said first sheet from said reflector-forming plane (R).

9. An antenna according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** a plurality of successive same-material sheets (LD) present, in a direction perpendicular to said reflector plane (R), the same thickness (e) substantially equal to a fraction of the guided wavelength associated with said material so as to constitute a group (G_1, G_2) of successive same-material
sheets (LD) forming a defective PFB material element, two successive groups of dielectric material sheets (LD) superposed in the direction perpendicular to said reflector-constituting plane (R) being constituted by dielectric material sheets (LD) of thickness that increases as a function of the superposition ranks of said groups (G_1, G_2).

10. An antenna according to claim 9, **characterized in that** the thickness (e_1, e_2) of the same-material sheets (LD) constituting each group (G_1, G_2) of same-material sheets (LD) is in a geometric progression of ratio q in the superposition direction of said groups (G_1, G_2).

11. An antenna according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** said reflector-constituting plane (R) is omitted and replaced by another assembly of defective PFB material elements symmetrical to said assembly of defective PFB material elements about said at least one transmit/receive radiating element (ER) and a medium plane occupying the location of said omitted reflector-constituting plane (R).

12. An antenna according to any one of claims 3 to 11, **characterized in that** said defective PFB material elements include metal portions.

13. An antenna according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** said assembly of defective PFB material elements presents a repeating structure of groups (G_1, G_2) in which the characteristics of magnetic permeability, dielectric permittivity, and/or thickness are substantially discontinuous so as to generate a plurality of disjoint passbands by mutual coupling of the defect zones of the defective PFB material elements.

14. An array antenna, **characterized in that** it comprises an antenna according to any one of claims 1 to 13, said antenna comprising a plurality of transmit/receive radiating elements (ER) distributed periodically in the vicinity of said reflector plane (R).

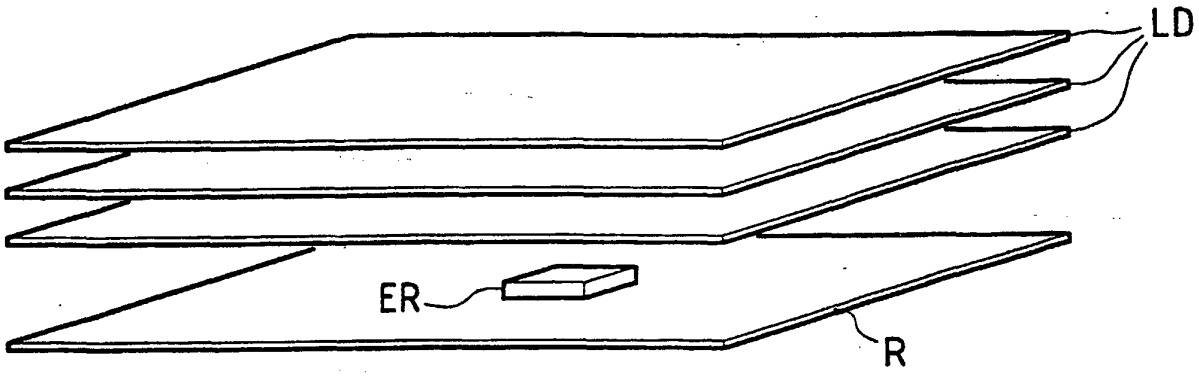

FIG.1a (Art antérieur)

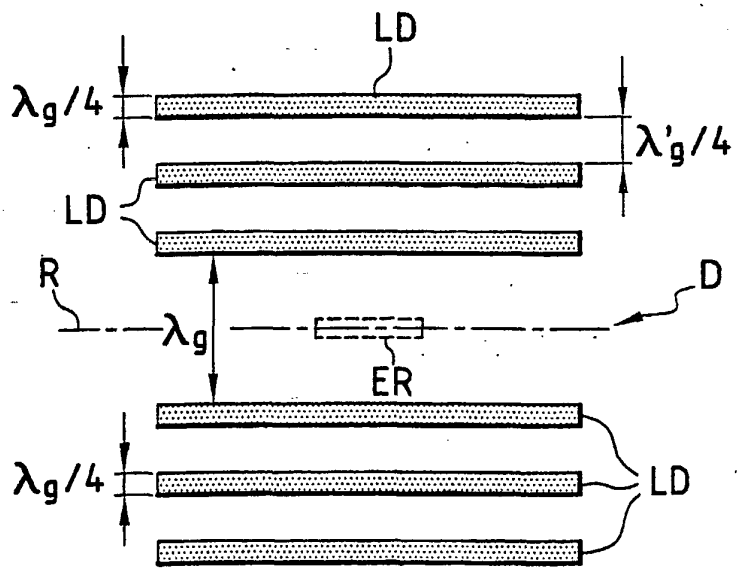

FIG.1b (Art antérieur)

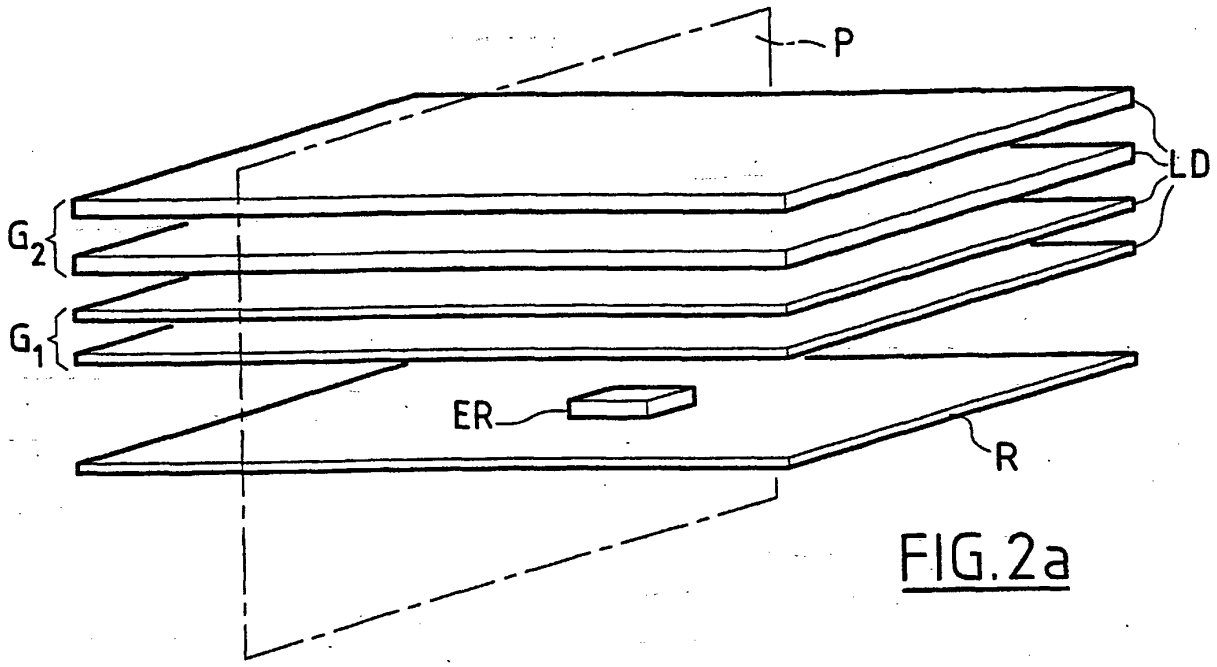
P
LD
G2
G1
ER
R

FIG.2a

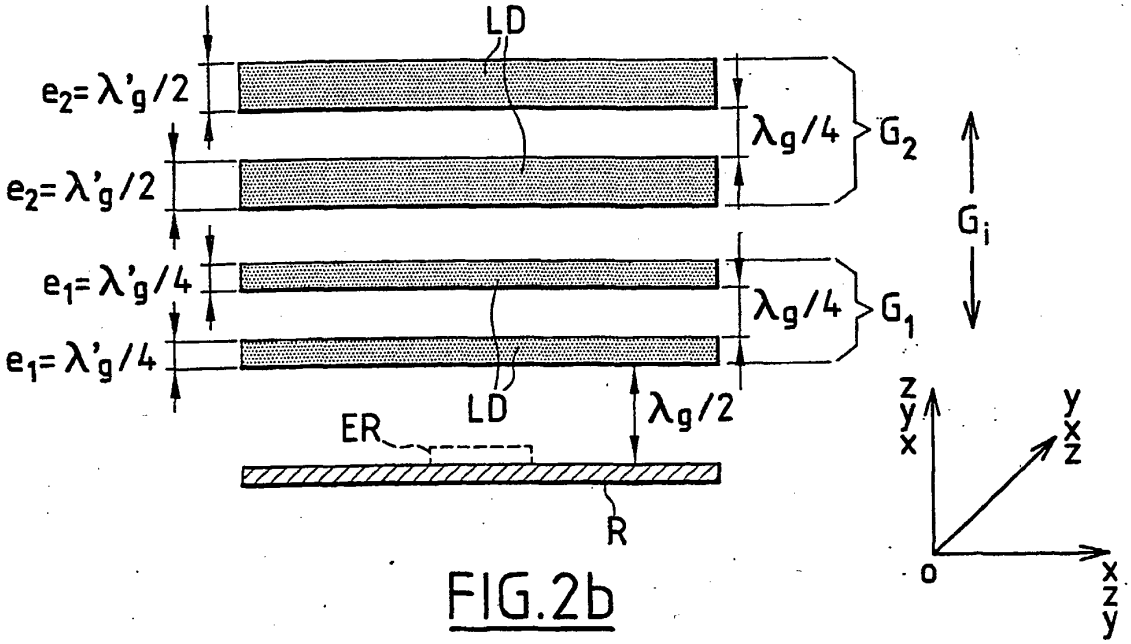
LD
e2= λ'g/2
e2= λ'g/2
e1= λ'g/4
e1= λ'g/4
λg/4
G2
λg/4
G1
Gi
LD
λg/2
ER
R
z
y
x
y
x
z
o
x
z
y

FIG.2b

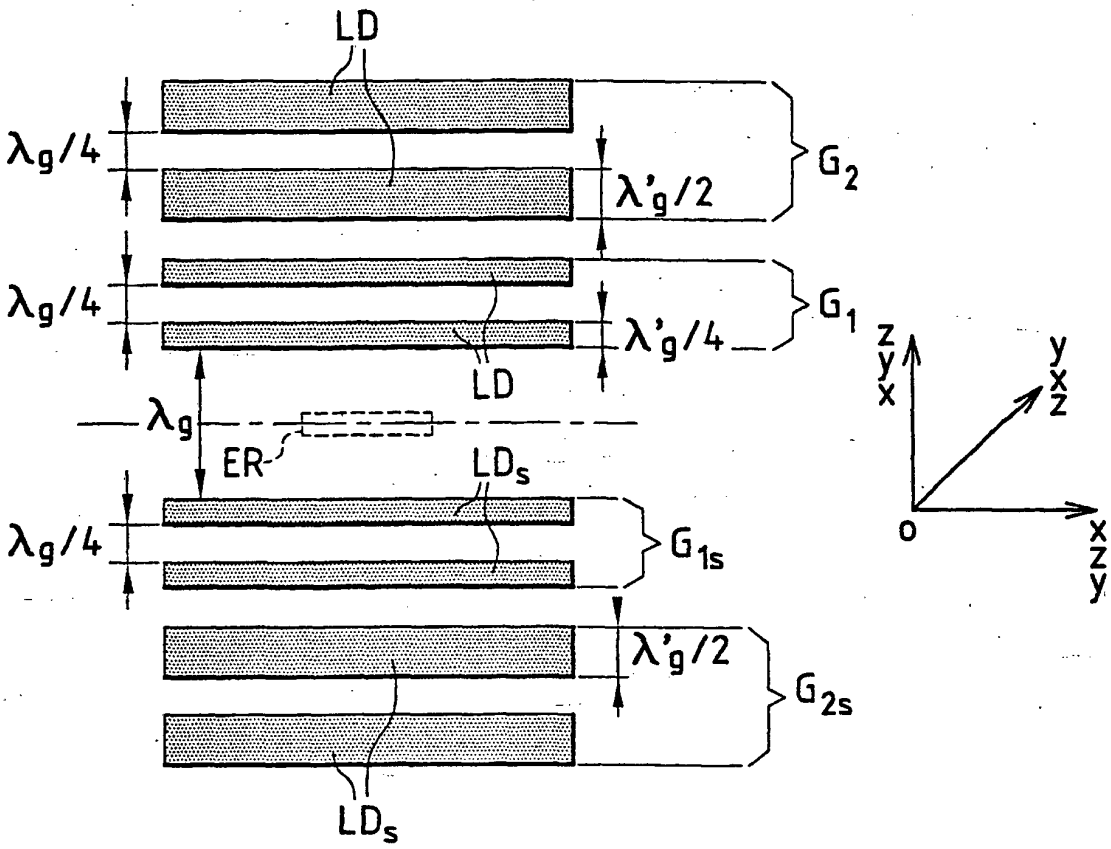
LD
λg/4
λ'g/2
G2
λg/4
λ'g/4
G1
LD
λg
ER
LDs
λg/4
G1s
λ'g/2
G2s
LDs
z
y
x
y
x
z
o
x
z
y

FIG.3a

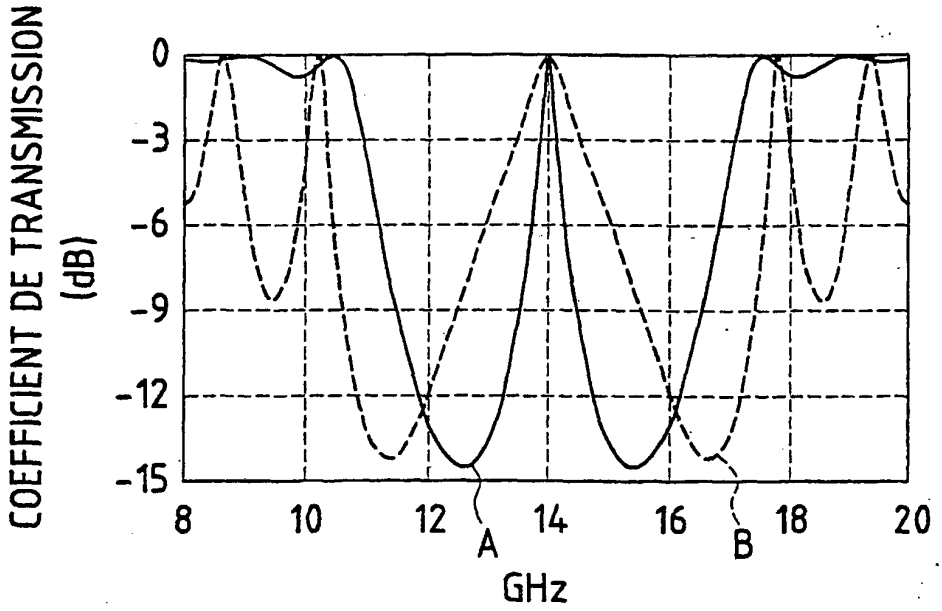
COEFFICIENT DE TRANSMISSION (dB)
0
-3
-6
-9
-12
-15
8
10
12
14
16
18
20
A
B
GHz

FIG.3b

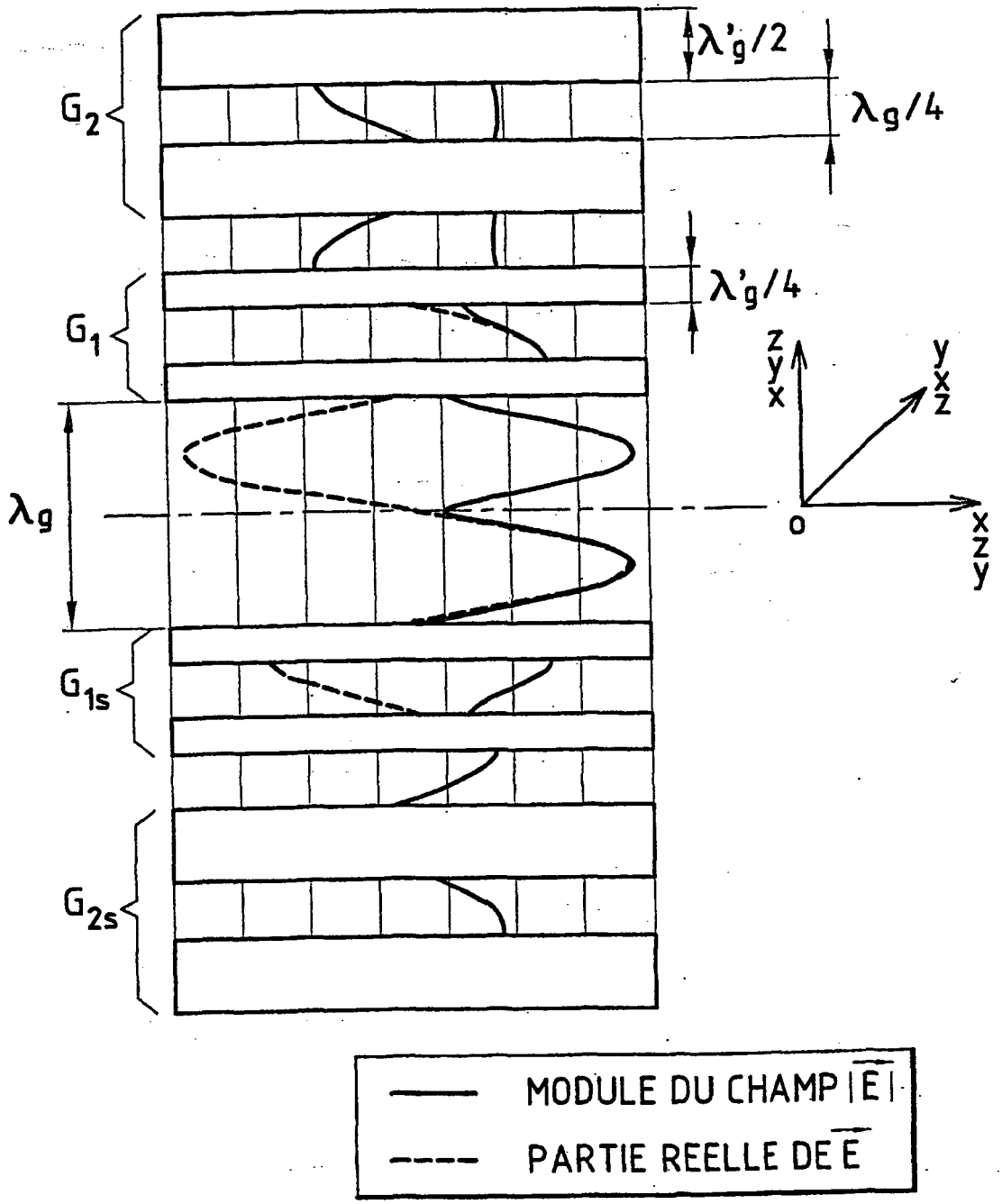
λ'g/2
λg/4
λ'g/4
G2
G1
λg
G1s
G2s
z
y
x
y
x
z
o
x
z
y
MODULE DU CHAMP |E|
PARTIE REELLE DE E

FIG.4

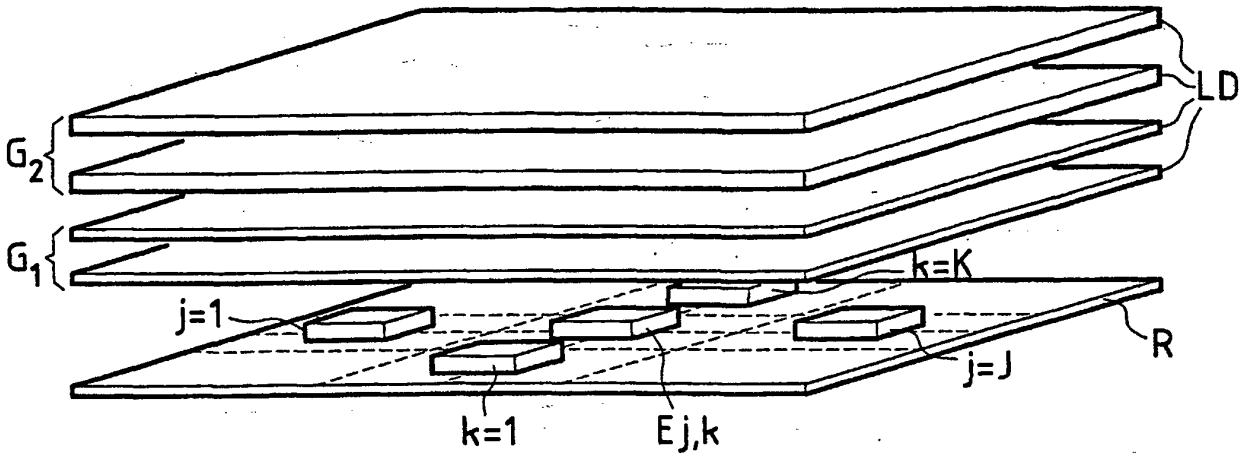

FIG.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5739796 A **[0002]**
- FR 99145212801428 **[0007]**
- FR 2801428 **[0015] [0055]**