



(11) **EP 1 719 201 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
31.07.2013 Bulletin 2013/31

(51) Int Cl.:
H01P 1/201 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05717648.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2005/050001

(22) Date de dépôt: **03.01.2005**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2005/067094 (21.07.2005 Gazette 2005/29)

(54) **DISPOSITIF MICRO-ONDES DU TYPE LIGNE-FENTE AVEC UNE STRUCTURE A BANDES
INTERDITES PHOTONIQUES**

MIKROWELLENEINRICHTUNG DES SCHLITZ-LINIEN-TYPS MIT EINER STRUKTUR DES
PHOTONISCHEN BANDABSTANDS

SLOT-LINE-TYPE MICROWAVE DEVICE WITH A PHOTONIC BAND GAP STRUCTURE

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(56) Documents cités:
US-B1- 6 577 211

(30) Priorité: **07.01.2004 FR 0450036**

(43) Date de publication de la demande:
08.11.2006 Bulletin 2006/45

(73) Titulaire: **Thomson Licensing**
92130 Issy-les-Moulineaux (FR)

(72) Inventeurs:
• **BOISBOUVIER, Nicolas**
F-35700 RENNES (FR)
• **LOUZIR, Ali**
F-35000 RENNES (FR)
• **LE BOLZER, Françoise**
F-35000 RENNES (FR)
• **TAROT, Anne-Claude**
F-35370 ETRELLES (FR)
• **MAHDJOUBI, Kouroch**
F-35530 NOYAL-SUR-VILAINE (FR)

(74) Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte**
Technicolor
1-5 rue Jeanne d'Arc
92130 Issy-les-Moulineaux (FR)

- **LEE J J: "SLOTLINE IMPEDANCE" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 39, no. 4, 1 avril 1991 (1991-04-01), pages 666-672, XP000179063 ISSN: 0018-9480**
- **SVACINA J: "DISPERSION CHARACTERISTICS OF MULTILAYERED SLOTLINES - A SIMPLE APPROACH" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 47, no. 9, PART 2, septembre 1999 (1999-09), pages 1826-1829, XP000852100 ISSN: 0018-9480**
- **BOISBOUVIER N ET AL: "Harmonic-less annular slot antenna (ASA) using a novel PBG structure for slot-line printed devices" IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM. 2003 DIGEST. APS. COLUMBUS, OH, JUNE 22 - 27, 2003, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 4 OF 4, 22 juin 2003 (2003-06-22), pages 553-556, XP010649626 ISBN: 0-7803-7846-6 cité dans la demande**
- **LIJUN ZHANG ET AL: "Microstrip line fed slot antenna with PBG superstrate" ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY, 1999. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM 1999 ORLANDO, FL, USA 11-16 JULY 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 11 juillet 1999 (1999-07-11), pages 1924-1927, XP010347943 ISBN: 0-7803-5639-X**

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).

Description

[0001] La présente invention concerne un nouveau dispositif microondes du type ligne fente ou structure à base de fente (slot-line, wiggly slotline,...) comportant au moins une structure à bandes interdites photoniques (BIP)

[0002] Les structures à bandes interdites photoniques (BIP) connues de manière plus générale sous le terme « Photonic Band Gap Structure » ou PBG en langue anglaise, sont des structures périodiques qui interdisent la propagation des ondes pour certaines bandes de fréquences. Il est notamment connu du brevet US 6,577,211 B1 de réaliser une structure périodique par démétallisation d'une électrode formant plan de masse et d'utiliser cette structure pour former un filtre. Depuis quelques années, des recherches et études ont été effectuées pour l'utilisation de ces structures dans des gammes de fréquences telles que celles utilisées dans les dispositifs micro-ondes.

[0003] Le document "SVACINA J: "DISPERSION CHARACTERISTICS OF MULTILAYERED SLOTLINES - A SIMPLE APPROACH", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 47, no. 9, PART 2, septembre 1999. (1999-09), pages 1826-1829, XP000852100, ISSN: 0018-9480", est un article relatif aux propriétés d'une structure ligne-fente multicouches, à savoir réalisée avec des substrats de permittivités différentes. La flexibilité sur les valeurs de la permittivité, donnent une flexibilité sur la valeur de l'impédance caractéristique de la ligne fente seule ou de la permittivité effective.

[0004] Un procédé de réalisation de structure de ce type a déjà été proposé par la demanderesse, notamment dans la demande de brevet français n° 02 12656 du 11 octobre 2002 et dans l'article intitulé « Harmonic-less Annular Slot Antenna (ASA) using a novel PBG structure for slot-line printed device » IEEE AP-S 2003. Ces documents décrivent donc un procédé de réalisation d'une structure BIP sur un dispositif micro-ondes de type ligne-fente réalisé sur un substrat métallisé, ainsi que des antennes du type fente annulaire ou des antennes de type Vivaldi utilisant de telles structures pour réaliser un filtrage ou une adaptation en fréquence de ladite antenne.

[0005] Comme représenté sur les figures 1A et 1B, un tel dispositif micro-ondes comporte un substrat 1 dont une face 2 a été métallisée. Une ligne fente 3 est réalisée par gravure de la couche métallique.

[0006] Comme représenté sur les figures 1A et 1B, le substrat 1 présente une hauteur h et est réalisé en un matériau diélectrique connu tel que les matériaux connus sous la dénomination « Ro4003 » ou du « FR4 », la couche métallique étant réalisée préférentiellement, en cuivre ou en tout autre matériau conducteur..

[0007] Dans ce cas, la structure BIP est obtenue en réalisant des motifs 4, à savoir des pastilles, sur la face du substrat 1 opposée à la face portant la couche métal-

lique 2. Les motifs ou pastilles 4 sont en général réalisés par gravure d'une couche métallique et se trouvent en vis-à-vis de la ligne-fente 3.

[0008] De manière connue, pour obtenir une structure à bandes interdites photoniques, les motifs 4 se répètent périodiquement et sont espacés d'une distance a qui donne la période de répétition du motif. Cette distance fixe la fréquence centrale de la bande interdite lorsque les motifs sont identiques. De ce fait, la distance a est de l'ordre de $k\lambda_g/2$ où λ_g est la longueur d'onde guidée dans la ligne-fente 3 à la fréquence centrale de la bande interdite photonique et k est un entier positif supérieur ou égal à 1.

[0009] Le motif 4 peut être de forme quelconque. Toutefois, la surface équivalente du motif détermine la largeur et/ou la profondeur de la bande interdite.

[0010] Pour mettre en oeuvre le phénomène de filtrage d'un tel dispositif, on a simulé un dispositif du type de celui représenté à la figure 1A dans lequel le substrat est constitué par du « Rogers Ro4003 » de permittivité relative $\epsilon_r=3.38$ et les métallisations sont en cuivre d'épaisseur 17.5 μm . Dans ce cas, la structure à bandes interdites photoniques est composée de douze disques métalliques 4 périodiquement espacés d'une distance a = 12,7 mm correspondant à la création d'une bande interdite centrée à $F_c(\text{BI}) = 8,3 \text{ GHz}$, et les disques 4 présentent un rayon r tel que le ratio $r/a = 0,25$.

[0011] Comme représenté sur la figure 2 qui donne les coefficients de transmission S12 et de réflexion S11 en fonction de la fréquence, on obtient une bande interdite ayant une largeur de 900 MHz et centrée sur 8,25 GHz. Dans ce cas, la réjection à la fréquence centrale de 8,25 GHz est de -17dB.

[0012] La présente invention concerne un perfectionnement à la structure ci-dessus. Ce perfectionnement permet entre autres de renforcer l'effet de la bande interdite photonique, en tirant pleinement profit de la ligne-fente sur laquelle intervient la structure BIP. Ainsi, à encombrement constant, il est possible d'augmenter la réjection de la bande interdite, ou, à réjection constante, de minimiser l'encombrement de la structure.

[0013] Par ailleurs, l'utilisation de deux substrats différents offre un degré de liberté supplémentaire pour l'ajustement de la rejection du filtre ainsi que de la fréquence centrale et de la largeur de la bande interdite.

[0014] La présente invention concerne donc un dispositif micro-ondes du type ligne-fente avec une structure à bandes interdites photoniques (BIP) caractérisé en ce qu'il comprend, au moins :

- un premier substrat en un matériau diélectrique présentant une première permittivité ϵ_{r1} ,
- un deuxième substrat en un matériau diélectrique présentant une deuxième permittivité ϵ_{r2} , et
- entre les deux substrats, une couche conductrice dans laquelle est gravée au moins une ligne-fente, avec, sur la face des premier et second substrats opposée à la face en contact avec la couche con-

ductrice, en regard de la ligne-fente, des motifs métalliques périodiques.

[0015] Selon d'autres caractéristiques de la présente invention, les permittivités $\epsilon r1$ et $\epsilon r2$ des premier et second substrats peuvent être égales ou différentes. D'autre part, la période entre deux motifs métalliques est égale à $k\lambda g/2$ où λg est la longueur d'onde guidée dans la fente à la fréquence centrale de la bande interdite photonique et k est un entier positif supérieur ou égal à 1. De plus, les motifs périodiques ont une surface équivalente fonction de la largeur et de la profondeur de la bande interdite.

[0016] Selon une autre caractéristique de l'invention, la période des motifs réalisés sur le premier substrat est identique à la période des motifs réalisés sur le second substrat. D'autre part, les motifs périodiques réalisés sur le premier substrat sont en regard des motifs réalisés sur le second substrat ou, selon une variante, les motifs réalisés sur le premier substrat sont décalés par rapport aux motifs périodiques réalisés sur le second substrat.

[0017] Selon une autre caractéristique de la présente invention, la structure à bandes interdites photoniques décrite ci-dessus peut être utilisée avec une ligne-fente gravée dans la couche conductrice, cette ligne-fente ayant une largeur variant selon une loi périodique. Cette forme de ligne-fente est connue sous la dénomination « Wiggly-slotline ». D'une manière générale, cette structure peut être utilisée avec tout autre dispositif à base de ligne fente (filtre,...). Dans le cas d'une ligne fente de type « wiggly », cette invention permet de renforcer la fonction de filtrage.

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description de différents modes de réalisation, cette description étant faite avec référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

Figures 1A et 1B sont respectivement une vue schématique en perspective et une vue en coupe d'un dispositif micro-ondes du type ligne-fente muni d'une structure à bandes interdites photoniques selon l'art antérieur.

Figure 2 représente des courbes donnant les paramètres S en fonction de la fréquence obtenus en simulant une structure telle que représentée à la figure 1A.

Figures 3A et 3B sont respectivement une vue schématique en perspective et une vue en coupe d'un dispositif micro-ondes du type ligne-fente muni de structures BIP conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

Figure 4 représente des courbes donnant les paramètres S en fonction de la fréquence d'un dispositif simulé tel que le dispositif de la figure 3A.

Figure 5 est une vue en perspective schématique d'un autre mode de réalisation de la présente invention.

Figure 6 représente des courbes donnant les paramètres S en fonction de la fréquence obtenue en simulant une structure telle que celle représentée à la figure 5.

Figures 7A et 7B sont des vues en coupe d'un autre mode de réalisation d'un dispositif conforme à la présente invention.

[0019] Un premier dispositif micro-ondes conforme à la présente invention est représenté schématiquement sur les figures 3A et 3B. De manière plus précise, ce dispositif comporte un premier substrat 10 en un matériau diélectrique tel que le Rogers Ro4003. Ce premier substrat présente une permittivité $\epsilon r1$.

[0020] De manière connue, une des faces du substrat 10 a été recouverte d'une couche conductrice 12, plus particulièrement d'une couche métallique telle qu'une couche de cuivre dans laquelle a été gravée une ligne-fente 13.

[0021] Comme représenté sur les figures, conformément à la présente invention, un second substrat 11 en matériau diélectrique présentant une permittivité $\epsilon r2$ a été déposé sous la couche 12. Dans ce cas, les permittivités $\epsilon r1$ et $\epsilon r2$ des deux substrats peuvent être identiques ou différentes. L'utilisation d'une permittivité différente donne un degré de liberté supplémentaire dans la réalisation du filtre souhaité en terme de réjection, largeur et fréquence centrale de la bande interdite. Le fait d'utiliser deux substrats différents modifie ϵ_{eff} vu par la ligne ; or cette valeur intervient dans la relation qui lie la fréquence centrale de la bande interdite au dimensionnement de la structure BIP.

$$a = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{C}{2f\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

[0022] Ainsi, pour un même dimensionnement BIP, si la permittivité est plus grande, alors la bande interdite est décalée vers les fréquences basses.

[0023] Conformément à la présente invention, sur la structure décrite ci-dessus a été réalisée une première structure à bandes interdites photoniques constituée par des motifs métalliques 14 gravés sur la face du premier substrat 10 opposée à la face portant la couche métallique 12. Les motifs 14 sont constitués, dans le mode de réalisation représenté, par des pastilles en forme de disque, à savoir cinq pastilles métalliques. Les pastilles 14 sont espacées d'une distance a' qui donne la période de répétition du motif. Cette distance fixe la fréquence centrale de la bande interdite lorsque les motifs sont identiques. De ce fait, la distance a' entre les motifs est de l'ordre de $k'\lambda g/2$ où λg est la longueur d'onde guidée dans la fente 13 à la fréquence centrale de la bande interdite choisie et k' un entier positif supérieur ou égal à 1.

[0024] D'autre part, comme représenté clairement sur la figure 3B, des motifs métalliques périodiques 15 ont été gravés sur la face du substrat 11 opposée à la face en contact avec la couche métallique 12. Cette structure formée par les motifs 15 est, dans ce mode de réalisation, identique à la structure formée par les motifs 14 et les motifs 14 et 15 sont en regard les uns des autres. Dans la structure à bandes interdites photoniques des figures 3A et 3B, on a réalisé des motifs identiques des deux côtés de la fente 13, à savoir l'espace entre les motifs 14 ou 15 et le nombre de motifs a été conservé. Un dispositif tel que représenté aux figures 3A et 3B a été simulé en excitant directement la ligne fente. Les deux substrats utilisés sont identiques (Ro4003 de permittivité $\epsilon_r=3.38$ et de hauteur $h=0.81$ mm). Les motifs BIPs sont également identiques au dessus et en dessous de la ligne fente. (5 pastilles espacées de $a'=12.7$ mm et de rayon $r'=3$ mm).

[0025] Dans ce cas, les paramètres S de transmission et de réflexion sont présentés à la figure 4. Sur cette figure, la bande interdite a une largeur de 1.4 GHz et est centrée à 8.3 GHz. Cette bande est donc plus large que la bande obtenue avec un dispositif selon les figures 1A et 1B. D'autre part, la réjection à la fréquence centrale de la bande interdite est alors de -23dB, soit une amélioration de 6dB par rapport à la structure des figures 1A et 1B.

[0026] On décrira maintenant avec référence à la figure 5, un autre mode de réalisation du dispositif micro-ondes conforme à la présente invention.

[0027] Dans ce cas, la ligne-fente 21 réalisée dans la couche métallique 20 est constituée par une ligne présentant une largeur modulée périodiquement. Dans le présent cas, les modulations sont constituées par des cercles 21A espacés périodiquement sur la ligne 21.

[0028] Comme pour le mode de réalisation des figures 3A et 3B, de chaque côté de la couche métallique 20 est prévu un substrat diélectrique. Sur la face du substrat opposée à la face portant la couche 20 ont été réalisées des structures à bandes interdites photoniques constituées par des pastilles métalliques 22 espacées périodiquement en vis-à-vis de la fente 21, selon une période a'' . Cette structure a été simulée en utilisant pour la période a'' , une valeur de 12.7 mm, cette périodicité étant utilisée aussi pour les cercles 21 a. D'autre part, pour la simulation, la ligne présente douze cercles 21 a.

[0029] Les résultats de la simulation sont donnés sur la figure 6. Les paramètres S sont donnés en fonction de la fréquence. On obtient donc une bande interdite centrée sur 8.3 GHz et cette bande interdite présente une largeur de 5.2 GHz et montre une réjection à la fréquence centrale de -78dB.

[0030] On décrira maintenant avec références aux figures 7A, 7B, un autre mode de réalisation du dispositif micro-ondes conforme à la présente invention.

[0031] Dans le cas représenté sur les figure 7A et 7B, le dispositif est constitué par deux substrats 30, 31 en un matériau diélectrique présentant des permittivités res-

pectives ϵ_{r1} et ϵ_{r2} . Entre les deux substrats est prévue une couche métallique 32 dans laquelle a été réalisée par gravure une ligne-fente 33. Sur les faces opposées à la face en contact avec la couche 32, ont été réalisées des structures à bandes interdites photoniques 34 et 35.

[0032] Comme représenté sur la figure 7B, la structure à bandes interdites photoniques 35 est constituée par des motifs espacés les uns des autres d'une distance a_1 qui donne la périodicité des motifs. D'autre part, les motifs 34 présentent eux aussi une périodicité a_1 mais ils ne sont pas en vis-à-vis des motifs 35. Les motifs sont en fait décalés au-dessus et en dessous de la ligne fente.

[0033] Comme le montre des simulations complémentaires, l'effet obtenu est assez complexe. Par exemple, décaler les pastilles métalliques peut être vu comme une modification de la forme/surface de la cellule élémentaire notamment quand les pastilles au dessus et en dessous de la ligne fente se recouvrent partiellement.

[0034] C'est pourquoi, le décalage entre la couche de pastilles métalliques au dessus et en dessous de la ligne fente offre un degré de liberté supplémentaire que ce soit avec deux substrats identiques ou différents.

[0035] La présente invention a été décrite en se référant à des motifs ayant la forme de disque. Toutefois l'invention s'applique aussi à des motifs de forme quelconque, sachant que la surface équivalente du motif détermine la largeur et/ou la profondeur de la bande interdite.

[0036] La présente invention est applicable notamment pour :

=> renforcer le filtrage sur une structure de type fente.

=> compacter la structure filtrante.

=> offrir un degré de liberté supplémentaire dans le dessin des bandes interdites.

Revendications

1. Dispositif micro-ondes du type ligne-fente avec une structure à bandes interdites photoniques (BIP) réalisant un filtrage ou une adaptation en fréquence avec :

- un premier substrat (10, 30) en un matériau diélectrique présentant une première permittivité ϵ_{r1} ,

caractérisé en ce qu'il comprend au moins :

- un deuxième substrat (11, 31) en un matériau diélectrique présentant une deuxième permittivité ϵ_{r2} , différente de la première permittivité ϵ_{r1} ,
 - une couche conductrice (12, 20, 32) entre le premier et le deuxième substrat dans laquelle est gravée une ligne-fente (13, 21, 33),
 - avec, sur chaque face du premier et du second

substrat opposée à la face des premier et second substrats en contact avec la couche conductrice, en regard de la ligne-fente, des motifs (14, 15, 22 ; 34, 31) métalliques périodiques.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la période entre deux motifs métalliques est égale à $k\lambda_g/2$ où λ_g est la longueur d'onde guidée dans la fente à la fréquence centrale de la bande interdite photonique et k est un entier positif, supérieur ou égal à 1.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les motifs périodiques ont une surface équivalente déterminée par la largeur et/ou la profondeur de la bande interdite.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la période des motifs réalisés sur le premier substrat est identique à la période des motifs réalisés sur le second substrat.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les motifs périodiques réalisés sur le premier substrat sont en regard des motifs périodiques réalisés sur le second substrat.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les motifs périodiques réalisés sur le premier substrat sont décalés par rapport aux motifs périodiques réalisés sur le second substrat.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la ligne-fente gravée dans la couche conductrice présente une largeur modulée périodiquement.

Patentansprüche

1. Mikrowellenbauelement vom Schlitzleitungstyp mit photonischer Bandlückenstruktur (PBG- (*Photonic Band Gap*) Struktur), das eine Filterung oder Frequenzanpassung ausführt, mit
 - einem ersten Substrat (10, 30) aus einem dielektrischen Material, das eine erste Dielektrizitätskonstante ϵ_{r1} aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens Folgendes umfasst:

- ein zweites Substrat (11, 31) aus einem dielektrischen Material, das eine zweite Dielektrizitätskonstante ϵ_{r2} aufweist, die von der ersten Dielektrizitätskonstanten ϵ_{r1} verschieden ist,
- eine zwischen dem ersten und dem zweiten Substrat angeordnete leitende Schicht (12, 20,

32), in die eine Schlitzleitung ((13, 21, 33) geätzt ist,

- mit periodischen Metallstrukturmotiven (14, 15, 22; 34, 31) gegenüber der Schlitzleitung, an jeder Fläche des ersten und zweiten Substrats, die der Fläche des ersten bzw. zweiten Substrats in Kontakt mit der leitfähigen Schicht gegenüberliegt.

2. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periode zwischen zwei Metallstrukturmotiven gleich $k\lambda_g/2$ oder λ_g ist, wobei λ_g die Länge einer in dem Schlitz geführten Welle bei der Mittenfrequenz der photonischen Bandlücke ist und k eine positive ganze Zahl größer oder gleich 1 ist.
3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die periodischen Struktur motive eine Wirkfläche aufweisen, die durch die Breite und/oder die Tiefe der Bandlücke bestimmt ist.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periode der auf dem ersten Substrat verwirklichten Struktur motive gleich der Periode der auf dem zweiten Substrat verwirklichten Struktur motive ist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf dem ersten Substrat verwirklichten periodischen Struktur motive den auf dem zweiten Substrat verwirklichten periodischen Struktur motiven gegenüberliegen.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf dem ersten Substrat verwirklichten periodischen Struktur motive im Vergleich zu den auf dem zweiten Substrat verwirklichten periodischen Struktur motiven versetzt sind.
7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzleitung, die in die leitfähige Schicht geätzt ist, eine periodisch modulierte Breite aufweist.

Claims

1. Microwave device of the slot-line type with a photonic band gap (PBG) structure performing a filtering or a frequency adaptation **characterized in that** it comprises at least:
 - a first substrate (10, 30) in a dielectric material having a first permittivity ϵ_{r1} ,
 - **characterized in that** it comprises at least a

second substrate (11, 31) in a dielectric material having a second permittivity ϵr_2 , different from the first permittivity ϵr_1 ,

- a conductive layer (12, 20, 32) between the first and the second substrate in which a slot-line (13, 21, 33) is engraved, 5
- with, on each face of the first and of the second substrate opposite the face of the first and second substrates in contact with the conductive layer, facing the slot-line, periodic metal patterns (14, 15, 22; 34, 31). 10

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the period between two metal patterns is equal to $k\lambda_g/2$ where λ_g is the guided wavelength in the slot at the central frequency of the photonic band gap and k is a positive integer greater than or equal to 1. 15
3. Device according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the periodic patterns have an equivalent surface determined by the width and/or the depth of the band gap. 20
4. Device according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the period of the patterns realized on the first substrate is identical to the period of the patterns realized on the second substrate. 25
5. Device according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the periodic patterns realized on the first substrate are facing the periodic patterns realized on the second substrate. 30
6. Device according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the periodic patterns realized on the first substrate are offset in relation to the periodic patterns realized on the second substrate. 35
7. Device according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the slot-line engraved in the conductive layer has a periodically modulated width. 40

45

50

55

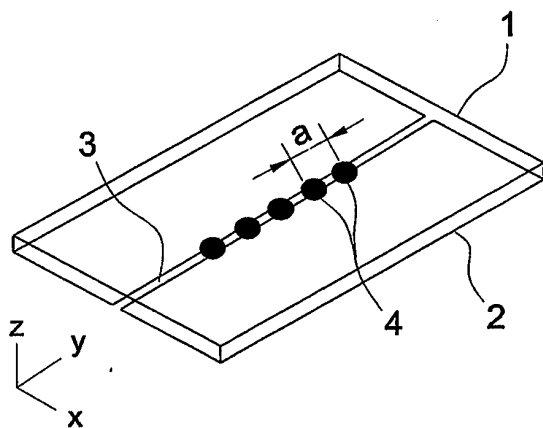


FIG.1A

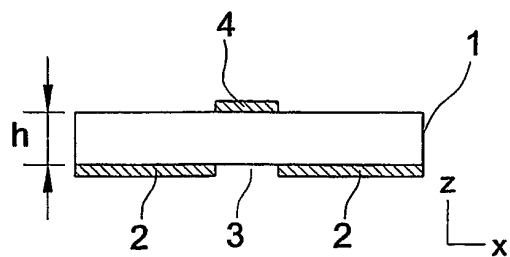


FIG.1B

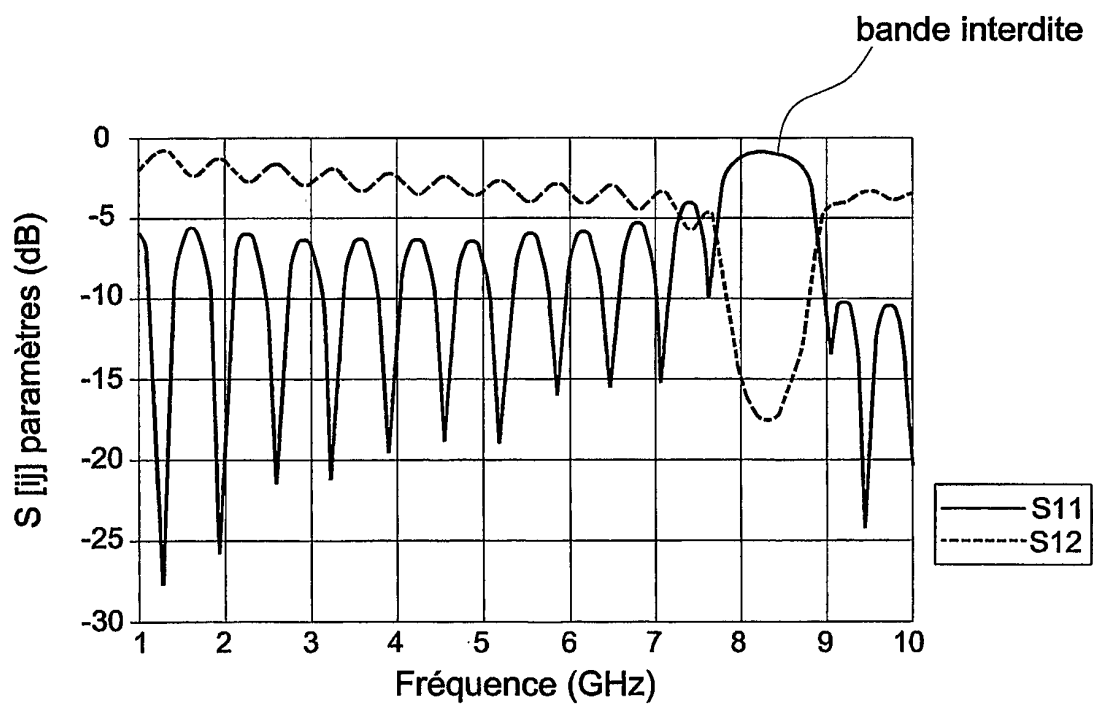


FIG.2

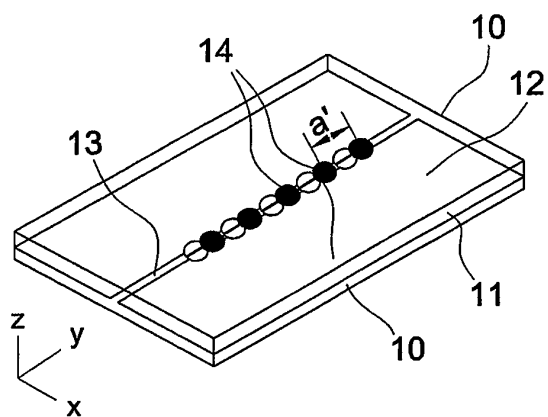


FIG. 3A

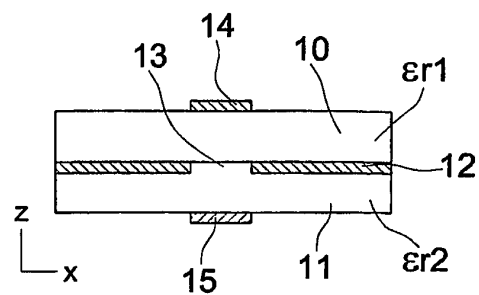


FIG. 3B

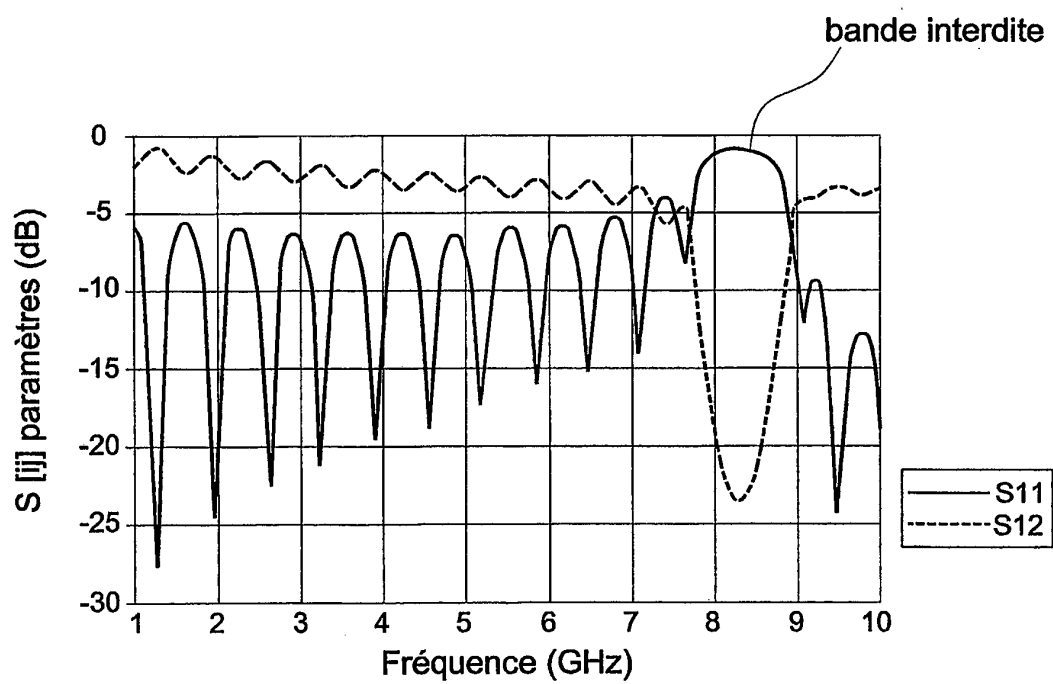


FIG. 4

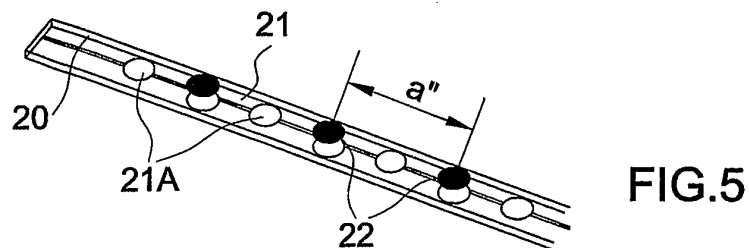


FIG. 5

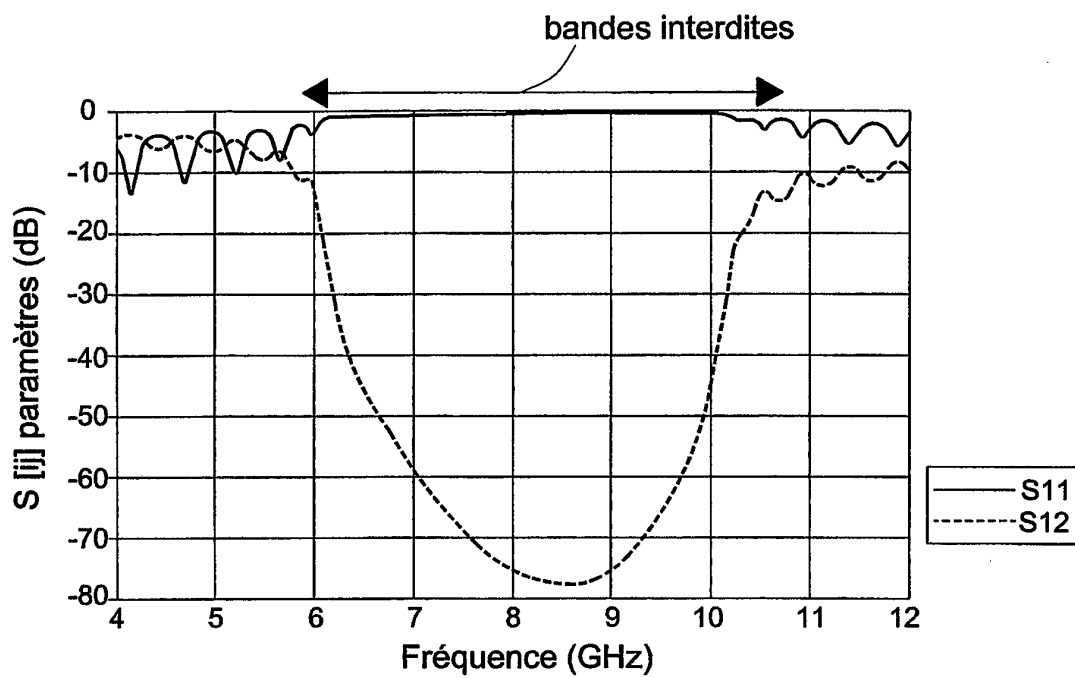


FIG. 6

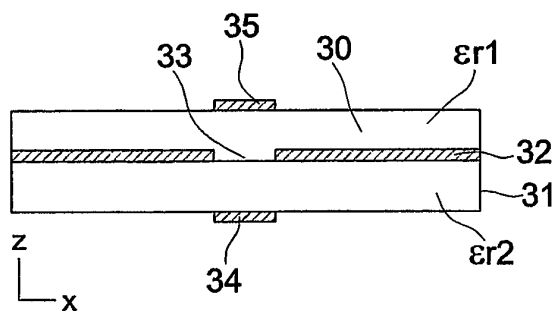


FIG. 7A

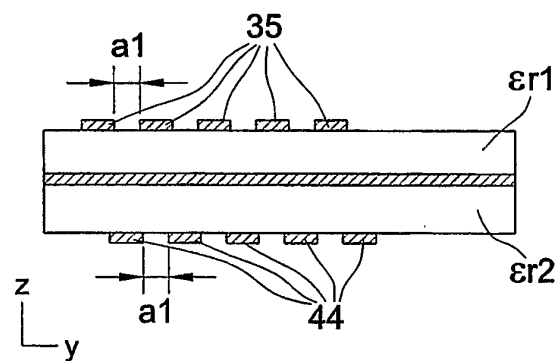


FIG. 7B

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 6577211 B1 [0002]
- FR 0212656 [0004]

Littérature non-brevet citée dans la description

- DISPERSION CHARACTERISTICS OF MULTILAYERED SLOTLINES - A SIMPLE APPROACH. **SVACINA J.** IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES. IEEE INC, Septembre 1999, vol. 47, 1826-1829 [0003]
- Harmonic-less Annular Slot Antenna (ASA) using a novel PBG structure for slot-line printed device. *IEEE AP-S*, 2003 [0004]