

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 579 528 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.05.2006 Bulletin 2006/20

(21) Numéro de dépôt: **03810852.8**

(22) Date de dépôt: **22.12.2003**

(51) Int Cl.:
H01P 5/107^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/050201

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/066432 (05.08.2004 Gazette 2004/32)

(54) **TRANSITION ENTRE UN GUIDE D ONDE RECTANGULAIRE ET UNE LIGNE MICRORUBAN**
ÜBERGANG VON EINEM RECHTECKIGEN HOHLLEITER AUF EINE MIKROSTREIFENLEITUNG
TRANSITION BETWEEN A RECTANGULAR WAVEGUIDE AND A MICROSTRIP LINE

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **03.01.2003 FR 0300045**

(43) Date de publication de la demande:
28.09.2005 Bulletin 2005/39

(73) Titulaire: **Thomson Licensing**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
• **LOUZIR, Ali**
F-35000 RENNES cedex (FR)
• **LO HINE TONG, Dominique**
F-35700 RENNES (FR)
• **PERSON, Christian**
F-29800 LA ROCHE MAURICE (FR)

• **COUPEZ, Jean-Philippe**
F-29480 LE RELECQ-KERHUON (FR)

(74) Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte**
Thomson,
European Patent Operations,
46 Quai Alphonse Le Gallo
92648 Boulogne Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 458 364 US-A- 2 897 461
US-A- 3 932 823 US-B1- 6 265 950

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 161**
(E-1526), 17 mars 1994 (1994-03-17) & JP 05
335816 A (JAPAN RADIO CO LTD), 17 décembre
1993 (1993-12-17)

EP 1 579 528 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne une transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban. Les structures en guide d'onde sont souvent bien adaptées pour la réalisation de fonctions passives à faibles pertes et à hautes performances (source d'antenne tels que cornets corrugués, polariseurs, filtres, diplexeurs) plus particulièrement aux très hautes fréquences (bandes centimétriques et millimétriques). Les structures planaires sont de leur côté très bien adaptées pour la production à bas coût et en grand volume de dispositifs intégrant des fonctions passives et actives utilisant les procédés de fabrication de circuits imprimés classiques à des fréquences pouvant aller jusqu'aux bandes millimétriques. Par exemple, dans une tête de réception satellite, assez souvent la source d'antenne, le filtre et le polariseur s'il y a lieu sont réalisés en technologie guide d'onde alors que le reste des fonctions de traitement du signal (amplification faible bruit, mélange et filtrages intermédiaires) sont réalisées en technologie circuit imprimé classique.

[0002] Le brevet européen n°0350324 décrit une transition entre une structure guide d'onde et une ligne de transmission microruban selon laquelle une ligne conductrice est supportée à l'intérieur du guide d'onde de façon perpendiculaire à son axe et la ligne de transmission microruban s'étend transversalement à travers la paroi du guide d'onde dans une position produisant un couplage d'énergie entre la ligne de transmission microruban et la ligne conductrice.

[0003] Le document IEEE -1995 - CESLT - page 1502 - « An improved approach to implement a microstrip to waveguide transition » - G. Zarba, G. Bertin, L. Accatino, P. Besso - décrit une transition entre un guide d'onde nervuré et une ligne microruban disposée sur un substrat. Dans la réalisation décrite, le substrat est glissé sous la partie nervurée du guide d'onde pour lui assurer une bonne stabilité mécanique et un assemblage aisé.

[0004] Le document IEEE Proceedings of APMC 2001, Taipei, Taiwan, ROC - page 543 - « A broadband Microstrip to Waveguide Transition using Planar Technique » - décrit une transition en bande Ka (26-40 GHz) qui est obtenue en insérant le substrat micro-onde, sur lequel est gravée une ligne microruban effilée, dans un guide d'onde rectangulaire partiellement rempli d'un diélectrique pour assurer une transition sans contact avec le conducteur chaud de la ligne microruban.

[0005] Le document IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, Vol 11, N°2, Février 2001 - page 68 - « Integrated Microstrip and Rectangular Waveguide in Planar Form » - Dominique Deslandes et Ke Wu - Cheg - Jung Lee, Hsien-Shun Wu & Ching-Kuang C. Tzuang - présente une version planaire d'une transition en bande ka (25-31 GHz). Une structure guidée est réalisée sur un substrat micro-onde. Le guide d'onde rectangulaire est réalisé par une métallisation double face du substrat micro-onde associée à des trous métallisés pour réaliser les faces latérales du guide d'onde rectan-

gulaire.

[0006] Le document US 6,265,950 B1 décrit un exemple de transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban ainsi que son procédé de fabrication.

[0007] Ces réalisations d'une transition entre une structure en guide d'onde et une structure planaire s'avèrent relativement complexes à réaliser et requièrent des assemblages de plusieurs pièces qui doivent être d'autant plus précis que les fréquences de travail sont élevées. Par ailleurs, elles requièrent des substrats micro-onde de bonne qualité pour éviter les pertes diélectriques mais dont le coût est élevé.

[0008] Le but de l'invention est de proposer une transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban qui peut être fabriquée à faible coût sans assemblage de plusieurs pièces.

[0009] Selon l'invention, la transition est caractérisée en ce qu'elle consiste en un guide d'onde rectangulaire nervuré réalisé dans un barreau en matière synthétique dont la base métallisée sous la nervure se prolonge sous la forme d'une plaque en matière synthétique constituant un substrat pour la ligne microruban, la nervure ayant un fond s'étendant entre le plan supérieur du guide d'onde nervuré et le plan supérieur du substrat et la ligne microruban étant disposée sur le plan supérieur du substrat dans le prolongement du fond de la nervure.

[0010] Selon des particularités de la transition selon l'invention :

- le fond de la nervure a un profil linéaire.
- la plaque en mousse constituant le substrat a une épaisseur qui varie selon une direction longitudinale pour modifier la largeur de la ligne microruban en maintenant son impédance caractéristique quasiment constante.
- la matière synthétique est une mousse diélectrique présentant des caractéristiques électriques proches de celles de l'air, et
- la mousse est une mousse d'imide de polymétacrylate.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de la transition selon l'invention apparaîtront encore mieux à la lecture de la description qui suit illustrée par les dessins.

[0012] La figure 1 montre un schéma de principe d'une transition selon l'invention entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban.

[0013] Les figures 2 à 4 illustrent le processus de fabrication d'une transition selon l'invention.

[0014] Sur la figure 1, une transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban est constituée par un guide d'onde rectangulaire nervuré G réalisé dans un barreau de mousse en matière synthétique qui sert également de substrat pour la ligne microruban.

[0015] Comme visible sur la figure 1, le barreau de mousse en matière synthétique, par exemple une mous-

se d'imide de polymétacrylate connu pour ses caractéristiques électriques proches de celles de l'air, pour ses caractéristiques mécaniques de rigidité et de légèreté et pour son faible coût de revient, s'étend selon une direction longitudinale A entre deux extrémités 1,2 entre lesquelles est formé un épaulement 3 qui s'étend perpendiculairement à la direction longitudinale A. Cet épaulement 3 définit un plan supérieur 4 du guide d'onde nervuré et un plan supérieur 5 du substrat. Le plan supérieur 5 du substrat est décalé perpendiculairement à la direction longitudinale du barreau d'une hauteur H par rapport au plan supérieur 4 du guide d'onde nervuré, la hauteur H correspondant à la hauteur de la nervure du guide d'onde nervuré.

[0016] Le fond de la nervure 6 du guide d'onde G s'étend entre le plan supérieur 4 du guide d'onde et le plan supérieur 5 du substrat à travers l'épaulement 3. Le fond et les parois latérales de la nervure 6 sont métallisés, la métallisation du fond de la nervure 6 se poursuivant sur le plan supérieur 5 du substrat pour constituer la ligne microruban 7.

[0017] La base métallisée 8 du guide d'onde nervuré qui s'étend sous la nervure 6 se prolonge donc sous la forme d'une plaque en mousse constituant le substrat pour la ligne microruban. Cette base métallisée sert donc de plan de masse pour la ligne microruban 7.

[0018] Les faces latérales 9 et 10 du barreau de mousse définissant le guide d'onde rectangulaire nervuré sont également métallisées jusqu'à la limite de l'épaulement 3 bien que la métallisation des flancs latéraux de la plaque constituant le substrat de la ligne microruban puisse ne pas dégrader le comportement électrique de la ligne microruban.

[0019] Comme visible sur la figure 1, le fond de la nervure 6, à la jonction avec la ligne microruban 7, est à une distance E du plan de masse de la ligne microruban, cette distance E correspondant à l'épaisseur du substrat à la jonction avec le guide d'onde nervuré.

[0020] Sur la figure 1, le fond de la nervure 6 a un profil linéaire ce qui permet de la réaliser simplement par usinage, emboutissage, pressage à chaud ou par découpe du barreau de mousse.

[0021] La nervure 6 est centrée dans la largeur du barreau de mousse et ses dimensions peuvent être ajustées en fonction de la plage de fréquence de travail souhaitée en assurant un passage progressif adéquat du mode de propagation quasi-TEM de la ligne microruban vers le mode fondamental du guide. Un tel passage progressif, se fait selon un profil donné, linéaire, exponentiel ou autre. Et en règle générale, la longueur minimale du profil obtenu pour assurer une adaptation correcte sur toute la plage de fonctionnement doit être de l'ordre d'une fraction de la longueur d'onde (par exemple un quart de la longueur d'onde) correspondant à la fréquence la plus basse.

[0022] A la jonction du fond de la nervure 6, la ligne microruban 7 peut avoir une largeur identique à celle de la nervure ou plus grande mais on sait bien que la largeur

d'une ligne microruban dépend de l'épaisseur du substrat sur lequel elle est disposée ainsi que de sa permittivité. Ainsi, il est possible d'ajuster la hauteur du substrat dans le plan de jonction de manière à obtenir une largeur identique, ou la plus proche possible de celle de la nervure. Ensuite pour revenir à l'épaisseur de substrat la plus adaptée, pour la ligne microruban 7, il suffit de faire varier progressivement l'épaisseur de la plaque en mousse constituant le substrat selon la direction longitudinale A. Cette variation d'épaisseur se fait à impédance caractéristique quasi-constante en modifiant simultanément la largeur de la ligne microruban ce qui évite de passer par des transformateurs d'impédance de type quart-d'onde à variation discontinue de largeur de lignes qui sont à l'origine de dégradations de performances (pertes, réduction de la largeur de bande). Sur la figure 1, l'adaptation d'impédance de la ligne microruban est illustrée par une diminution continue linéaire (représentée en trait interrompu par 11) de l'épaisseur du substrat selon la direction A et par une diminution continue linéaire (représentée en trait interrompu par 12) de la largeur de la ligne microruban sur une certaine longueur L de la ligne microruban.

[0023] Les figures 2 à 4 illustrent un mode de fabrication de la transition selon l'invention en technologie mousse. Un barreau de mousse 20 est préalablement mis sous une forme rectangulaire en section transversale avec des dimensions qui correspondent aux dimensions intérieures d'un guide d'onde rectangulaire pour un fonctionnement a priori mono modal dans la plage de fréquence souhaitée. Ensuite, le barreau de mousse est travaillé par usinage, thermoformage, emboutissage ou autre pour former la nervure 6. L'opération de délimitation de la nervure 6 dans la section du guide d'onde G peut être prolongée au niveau de la section de la ligne microruban 7. Une métallisation complète du bloc de mousse 20 peut ensuite être effectuée, la métallisation de la nervure et la formation de la ligne microruban se faisant de façon simultanée. On pourra utiliser une métallisation non directive par projection ou au pinceau. Ensuite, le bloc de mousse est découpé transversalement à l'extrémité de la nervure 6 pour former le substrat 5 en forme de plaque de la ligne microruban.

[0024] La transition selon l'invention est donc réalisée en une seule pièce en utilisant un matériau de faible permittivité, engendrant de faibles pertes et ayant une bonne tenue mécanique ce qui contribue à l'obtention d'une ligne microruban dont les dimensions sont en accord avec celles de la section guide d'onde. Par ailleurs, la réalisation de la transition selon l'invention permet d'obtenir une continuité électrique et physique entre le guide d'onde et la ligne microruban sans recours à des transformateurs d'impédance de type changement discontinu de largeur de lignes.

Revendications

1. Une transition entre un guide d'onde rectangulaire et une ligne microruban, **caractérisée en ce qu'elle** consiste en un barreau (20) en matière synthétique comportant une première partie dont les faces latérales sont métallisées pour former un guide d'onde (G) et une deuxième partie prolongeant la première partie et formant un substrat pour une ligne microruban, ledit barreau présentant entre la partie formant guide d'onde et la partie formant substrat un épaulement (3) définissant un plan supérieur (4) de la partie formant guide d'onde et un plan supérieur (5) de la partie formant substrat, et comportant entre les deux plans supérieurs une nervure (6) ayant un fond et des parois métallisés ledit fond s'étendant entre les deux plans supérieurs, la métallisation du fond se prolongeant par la ligne microruban (7) réalisée sur le substrat, la base commune (8) à la première et à la deuxième parties étant entièrement métallisée.
2. La transition selon la revendication 1, dans laquelle le fond de la nervure (6) a un profil linéaire.
3. La transition selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la deuxième partie formant substrat a une épaisseur qui varie dans une direction prolongeant la première partie pour modifier la largeur de la ligne microruban (7) en maintenant son impédance caractéristique quasiment constante.
4. La transition selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le matériau synthétique est une mousse diélectrique.
5. La transition selon la revendication 4, dans laquelle la mousse diélectrique est une mousse d'imide de polyméthacrylate.

Patentansprüche

1. Übergang von einem rechteckigen Hohlleiter auf eine Mikrostreifenleitung, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einem Stab (20) aus Kunststoff besteht, der einen ersten Teil, dessen Seitenflächen metallisiert sind, um einen Hohlleiter (G) zu bilden, und einen zweiten Teil umfasst, der den ersten Teil verlängert und ein Substrat für eine Mikrostreifenleitung bildet, wobei der Stab zwischen dem den Hohlleiter bildenden Teil und dem das Substrat bildenden Teil einen Absatz (3) aufweist, der eine obere Ebene (4) des den Hohlleiter bildenden Teils und eine obere Ebene (5) des das Substrat bildenden Teils definiert, und wobei der Stab zwischen den zwei oberen Ebenen eine Rippe (6) mit einem metallisierten Boden und mit metallisierten Wänden aufweist, wobei sich

der Boden zwischen den zwei oberen Ebenen erstreckt, wobei die Metallisierung des Bodens durch die auf dem Substrat realisierte Mikrostreifenleitung (7) verlängert wird, wobei die gemeinsame Basis (8) des ersten und des zweiten Teils vollständig metallisiert ist.

2. Übergang nach Anspruch 1, bei dem der Boden der Rippe (6) ein lineares Profil aufweist.
3. Übergang nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der zweite, das Substrat bildende Teil eine Dicke aufweist, die in einer den ersten Teil verlängernden Richtung variiert, um die Breite der Mikrostreifenleitung (7) zu verändern und dabei deren charakteristische Impedanz quasi konstant zu halten.
4. Übergang nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Kunststoff ein dielektrischer Schaum ist.
5. Übergang nach Anspruch 4, bei dem der dielektrische Schaum ein Polymethacrylat-Imid-Schaum ist.

Claims

1. A transition between a rectangular waveguide and a microstrip line, **characterized in that** it consists of a bar (20) of synthetic material comprising a first part in which the lateral faces are metallized to form a waveguide (G) and a second part continuing the first part and forming a substrate for a microstrip line, said bar presenting, between the waveguide forming part and the substrate forming part, a shoulder (3) defining an upper plane (4) of the waveguide forming part and an upper plane (5) of the substrate forming part, and comprising between the two upper planes a rib (6) having a metallized base and walls, said base extending between the two upper planes, the metallization of the base continuing by the microstrip line (7) realized on the substrate, the base (8) common to the first and second parts being fully metallized.
2. The transition according to claim 1, in which the base of the rib (6) has a linear profile.
3. The transition according to claims 1 or 2, in which the second substrate forming part has a thickness that varies in a direction continuing the first part to modify the width of the microstrip line (7) by maintaining its characteristic impedance quasi-constant.
4. The transition according to one of claims 1 to 3, in which the synthetic material is a dielectric foam.
5. The transition according to claim 4, in which the foam is a polymethacrylate imide foam.

