

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle

Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/069980 A1

(43) Date de la publication internationale
16 juin 2011 (16.06.2011)

PCT

(51) Classification internationale des brevets :
H01P 5/107 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/069007

(22) Date de dépôt international :
6 décembre 2010 (06.12.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0958684 7 décembre 2009 (07.12.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : EADS DEFENCE AND SECURITY SYSTEMS [FR/FR]; 1, boulevard Jean Moulin, ZAC de la Clef Saint Pierre, F-78990 Elancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ROBIN, Michel [FR/FR]; 5, rue de Leichlingen, F-78160 Marly-le-Roi (FR). TOLLERON, Guillaume [FR/FR]; 18, avenue Jules Ferry, F-78340 Les Clayes sous Bois (FR).

(74) Mandataires : DAVID, Daniel et al.; Bloch & Bonnetat, 23bis, rue de Turin, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

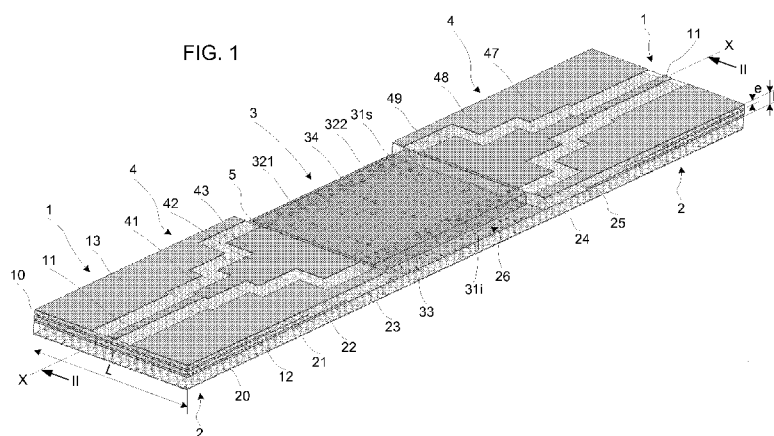
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MICROWAVE TRANSITION DEVICE BETWEEN A MICROSTRIP LINE AND A RECTANGULAR WAVEGUIDE

(54) Titre : DISPOSITIF DE TRANSITION HYPERFRÉQUENCE ENTRE UNE LIGNE À MICRO-RUBAN ET UN GUIDE D'ONDE RECTANGULAIRE



(57) Abstract : To combine the different technologies of a microstrip line and a rectangular waveguide, for example on a ceramic, in a transition device comprising a mode transformer (4) between the line (1) integrated into a printed-circuit card (2) and the waveguide (31-321-322), the card (2) comprises a housing (26) containing the waveguide with one long side (31s) coplanar and coaxial with the strip (11) of the line and the other long side (31i) fixed to a metal layer (23) of the card at the bottom of the housing. A metal linking element (6) straddles a mechanical tolerance gap (5) between the transformer and one of the elements comprising the line and the waveguide. The transformer may be integrated into the card, or into the waveguide, in a microwave component (3).

(57) Abrégé : Pour associer

[Suite sur la page suivante]



WO 2011/069980 A1



les technologies différentes d'une ligne à micro-ruban et d'un guide d'onde rectangulaire, par exemple sur céramique, dans un dispositif de transition comprenant un transformateur de mode (4) entre la ligne (1) intégrée dans une carte de circuit imprimé (2), et le guide d'onde (31-321-322), la carte (2) comprend un logement (26) contenant le guide d'onde avec un grand côté (31s) coplanaire et coaxial au ruban (11) de la ligne et l'autre grand côté (31i) fixé sur une couche métallique (23) de la carte au fond du logement. Un élément métallique de liaison (6) enjambe un interstice de tolérance mécanique (5) entre le transformateur et l'un des éléments comprenant la ligne et le guide d'onde. Le transformateur peut être intégré à la carte, ou au guide d'onde dans un composant hyperfréquence (3).

Dispositif de transition hyperfréquence entre une ligne à micro-ruban et un guide d'onde rectangulaire

La présente invention concerne des composants passifs pour la
5 propagation d'ondes hyperfréquences. Plus particulièrement, elle concerne un
dispositif de transition planaire entre une ligne à micro-ruban conducteur
("microstrip" en anglais) et un composant en technologie guide d'onde
rectangulaire.

10 La technologie à micro-ruban conducteur offre la possibilité d'intégrer
relativement facilement des fonctions hyperfréquence à des fréquences de
quelques gigahertz, notamment jusqu'en bande C. Cette technologie devient
plus complexe à utiliser à des fréquences plus élevées, de quelques dizaines
15 de gigahertz (bandes Ku, K et Ka). En effet, la nature rayonnante d'une ligne à
micro-ruban nécessite le confinement des conducteurs dans une structure
mécanique conductrice assurant un blindage électrique. Les dimensions de
cette structure mécanique doivent être d'autant plus faibles que la fréquence
est élevée.

Les guides d'onde à air sont par essence des structures non rayonnantes,
20 mais se prêtent mal à l'intégration de fonctions complexes. Les guides d'onde
sont de ce fait utilisés pour des dispositifs à faibles pertes ou pour des
puissances hyperfréquence élevées. En remplaçant l'air par un diélectrique de
permittivité relative supérieure à 1, les dimensions du guide d'onde se trouvent
suffisamment réduites pour permettre une intégration d'un guide d'onde à
25 substrat diélectrique ("Substrat Integrated Waveguide" en anglais) à une ligne
à micro-ruban.

L'article "Integrated Microstrip and Rectangular Waveguide in Planar
Form" de Dominic Deslandes et Ke Wu, IEEE MICROWAVE AND WIRELESS
COMPONENTS LETTERS, Vol.11, No. 2, février 2001, propose une solution à
30 la transformation sans perte du mode de propagation quasi-TEM dans la ligne
à micro-ruban au mode fondamental transverse électrique TE_{10} du guide
d'onde. Le dispositif de transition selon cet article comporte un substrat
diélectrique mince unique dans lequel sont intégrés une ligne à micro-ruban,
un guide d'onde rectangulaire et un transformateur de mode planaire entre la
35 ligne et le guide d'onde. Le transformateur de mode assure, outre la
transformation du mode quasi-TEM en mode TE_{10} , la continuité électrique entre
la ligne et le guide d'onde. Sur la face du substrat diélectrique supportant le

ruban de la ligne, le transformateur de mode comprend un tronçon conducteur en trapèze isocèle dont la petite base est confondue avec une extrémité du ruban et la grande base est confondue avec une portion centrale du chant transversal d'un premier grand côté du guide d'onde. L'autre face du substrat diélectrique est entièrement recouverte d'une couche conductrice servant de plan de masse à la ligne et de second grand côté au guide d'onde. Les petits côtés longitudinaux du guide d'onde sont réalisés par deux rangées de trous métallisés ou par deux rainures métallisées pratiquées dans le substrat diélectrique. Ainsi la hauteur (ou l'épaisseur) du guide d'onde peut être réduite avec peu d'influence sur la propagation du mode TE_{10} ce qui permet l'intégration du guide d'onde au substrat diélectrique mince de la ligne à micro-ruban tout en réduisant les pertes par rayonnement.

La structure du dispositif de transition de l'article précité est utilisée dans le brevet EP 1 376 746 B1 pour intégrer un filtre hyperfréquence à guide d'onde rectangulaire et une ligne à micro-ruban sur le même substrat diélectrique mince.

L'objectif de l'invention est d'associer, au moyen d'un dispositif de transition hyperfréquence, une première technologie d'une ligne à micro-ruban à une deuxième technologie de guide d'onde différente de la première, tout en conservant les avantages de ces deux technologies.

A cette fin, un dispositif de transition comprenant un transformateur de mode entre une ligne à ruban conducteur intégrée dans une carte de circuit imprimé, et un guide d'onde rectangulaire, est caractérisé en ce que la carte comprend un logement contenant le guide d'onde dont un grand côté est coplanaire et coaxial au ruban de la ligne et l'autre grand côté est fixé sur une couche métallique de la carte au fond du logement, et le dispositif comporte un interstice enjambé par un élément métallique de liaison et situé entre le transformateur de mode et l'un des éléments comprenant la ligne et le guide d'onde.

Le transformateur de mode est intégré au substrat diélectrique de la carte selon la première technologie ou du guide d'onde selon la deuxième technologie. Si le transformateur de mode est intégré au substrat diélectrique de la carte, l'interstice et l'élément métallique de liaison sont situés entre le transformateur de mode et une extrémité du guide d'onde. Si le transformateur de mode est intégré au substrat diélectrique du guide d'onde, l'interstice et l'élément métallique de liaison sont situés entre une extrémité de la ligne à

ruban et le transformateur de mode. L'interstice résulte d'une tolérance mécanique pour introduire la structure du guide d'onde dans le logement de la carte. L'élément métallique de liaison qui peut comprendre un ou plusieurs rubans de feuille métallique, ou un ou plusieurs fils métalliques, assure la
5 continuité électrique entre le ruban de la ligne et un grand côté du guide d'onde via le transformateur de mode qui adapte les impédances de ces derniers en tenant compte de la désadaptation créée par l'interstice enjambé par l'élément de liaison. Les impédances sont adaptées dans le transformateur de mode par des tronçons de ligne à ruban dont les largeurs de ruban et les
10 épaisseurs, c'est-à-dire les distances entre la ligne à micro-ruban et le plan de masse, croissent par paliers de la ligne à ruban vers le guide d'onde et dont les longueurs sont approximativement égales à un quart de longueur d'onde.

Quelle que soit la réalisation du dispositif de transition, la technologie de la ligne à micro-ruban, comme celle d'une carte de circuit imprimé multicouche,
15 et la technologie de fabrication du guide d'onde, comme la technologie SIW ("Substrate Integrated Waveguide" en anglais) sur substrat en céramique, sont conservées ce qui confère plus de flexibilité dans le choix des caractéristiques de la ligne et du guide d'onde, comme notamment des permittivités relatives de diélectrique de la carte et du guide d'onde différentes. En particulier, le guide
20 d'onde peut être intégré dans un composant hyperfréquence ayant comme substrat une céramique ; les petits côtés du guide d'onde peuvent être constitués chacun par des rangées de trous métallisés en quinconce pour diminuer les pertes par rayonnement.

L'invention permet de réaliser des structures hyperfréquence à faible
25 rayonnement, faible perte et de faible masse, en supprimant une grande partie de structure métallique et est ainsi particulièrement attrayante pour des équipements aéroportés. Elle permet l'association d'une ligne à micro-ruban à diverses structures à guide d'onde rectangulaire, telles que des filtres très sélectifs et des coupleurs à directivité élevée. En particulier, l'invention est
30 appropriée pour la réalisation de têtes d'émission ou de réception, ou d'antennes réseau ou à balayage électronique, fonctionnant à des fréquences élevées jusqu'à quelques dizaines de gigahertz.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un dispositif de transition comprenant un transformateur de mode entre une ligne à ruban
35 intégrée dans une carte de circuit imprimé, et un guide d'onde rectangulaire. Le procédé est caractérisé par les étapes suivantes :

ménager dans la carte un logement dont le fond est constitué par une portion d'une couche métallique interne à la carte.

introduire le guide d'onde dans le logement afin qu'un grand côté du guide d'onde soit coplanaire et coaxial au ruban de ligne et l'autre grand côté du guide d'onde soit fixé sur la portion de la couche métallique, et

5 former et fixer un mince élément métallique de liaison enjambant un interstice entre le transformateur de mode et l'un des éléments comprenant la ligne et le guide d'onde.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations de l'invention données à titre d'exemples non limitatifs, en
10 référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de dessus de deux dispositifs de transition selon l'invention ;

15 - la figure 2 est une vue en perspective et en coupe longitudinale axiale prise le long de la ligne II-II de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale du dispositif de transition au niveau d'un transformateur de mode d'un dispositif de transition ;

20 - la figure 4 est une vue en perspective et en coupe longitudinale analogue à la figure 2 et à plus grande échelle, au niveau d'un interstice entre le transformateur de mode et un composant hyperfréquence passif du dispositif de transition ;

- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'une ligne à micro-ruban du dispositif de transition ; et

25 - la figure 6 est une vue en coupe transversale de la structure en guide d'onde rectangulaire du composant hyperfréquence.

Selon une réalisation de l'invention montrée aux figures 1 à 4, un dispositif de transition est un circuit hyperfréquence passif entre une ligne à micro-ruban 1 intégrée dans une carte de circuit imprimé mince 2 du type multicouche PCB
30 ("Printed Circuit Board" en anglais) et un composant hyperfréquence 3 à structure de guide d'onde rectangulaire entre lesquels un transformateur de mode planaire 4 est prévu. Dans les figures, deux dispositifs de transition symétriques par rapport au plan transversal du composant hyperfréquence 3 sont agencés aux extrémités longitudinales du composant sur la même carte 2.
35 Le composant 3 est à rapporter sur la carte 2 pour s'adapter au mieux aux caractéristiques dimensionnelles et de propagation de la ligne à micro-ruban 1. La carte 2 intégrant la ligne à micro-ruban 1 sert ainsi de support du composant 3.

La carte de circuit imprimé 2 est un circuit à micro-onde et présente une section transversale de faible épaisseur E comparativement à sa largeur L . La carte comprend des couches de substrat diélectrique 20 entre lesquelles sont
5 noyées des couches métalliques internes superposées sous une première face de la carte. Les couches métalliques internes sont une couche de masse 12 pour la ligne 1 et des couches de masse 21 à 23 sous la couche 12 pour les transformateurs de mode 4, comme cela sera précisé plus loin. Les couches métalliques 12, 21 et 22 s'étendent sur toute la largeur L de la carte et dans
10 une profondeur b de la carte égale à la hauteur du composant 3. La couche 23 située à la profondeur b et une autre couche métallique de masse 24 déposée sur une seconde face de la carte 2 sont séparées par une couche du substrat 20 d'épaisseur $E - b$ et s'étendent sur toute la longueur et toute la largeur de la carte. Les couches 23 et 24 constituent des plans de masse communs à tous
15 les composants supportés par la carte. Les diverses couches 12 et 21 à 24 sont reliées entre elles par de nombreux petits trous métallisés 25 perpendiculaires aux faces de la carte.

Comme montré aux figures 1, 2, 3 et 5, la ligne 1 comprend une couche 10
20 du substrat 20, un ruban métallique rectiligne 11 sur la couche 10 au niveau de la première face de la carte et le long de l'axe longitudinal XX de la carte, et un plan de masse formé par la couche métallique interne 12 sous-jacente à la portion de la première face de la carte supportant le ruban 11.

Entre les couches métalliques 23 et 24 de la carte peuvent être prévus
25 d'autres dispositifs hyperfréquence (non représentés).

Le substrat 20 est un diélectrique de permittivité relative faible ϵ_{r2} . La largeur w du ruban 11 et l'épaisseur e de la ligne, par exemple d'environ $E/12$, sont petites, notamment par rapport à la largeur L de la carte et du plan de masse 12, afin que la ligne à micro-ruban 1 puisse propager une onde guidée
30 en mode quasi-TEM dans la gamme des ondes centimétriques, notamment pour des fréquences élevées de quelques gigahertz à une quarantaine de gigahertz pour couvrir par exemple tout ou partie des bandes de fréquence Ku, K et Ka. Une grande partie de l'énergie se propage dans le diélectrique et une petite partie se propage dans l'air à proximité du ruban conducteur 11.
35 L'impédance caractéristique Z_{1c} de la ligne à micro-ruban, typiquement de 50Ω , est fonction principalement de la largeur w du ruban et de l'épaisseur e et de la permittivité ϵ_{r2} du substrat diélectrique utilisé 20.

Comme montré aux figures 1, 2 et 5, de part et d'autre du ruban conducteur 11, la ligne 1 est blindée par deux couches métalliques 13 s'étendant symétriquement par rapport à l'axe XX, coplanaires au ruban 11 sur la première face de la carte 2 et longeant parallèlement le ruban 11 à une distance prédéterminée de quelques largeurs w du ruban 11 pour confiner les lignes de champ électrique vers le ruban. Les couches de blindage 13 sont reliées aux couches de masse 12 et 21 à 24 par des trous métallisés 25.

Le composant hyperfréquence passif 3 est fabriqué selon une technologie SIW ("Substrate Integrated Waveguide" en anglais) à guide d'onde 31-32 intégré dans un substrat diélectrique 33 à section rectangulaire. Comme montré aux figures 1, 2, 3, 4 et 6, la section rectangulaire du guide d'onde comporte des grands côtés formés par deux couches métalliques longitudinales 31s et 31i sur les grandes faces du substrat 33 et des petits côtés formés par deux paires de rangées longitudinales périphériques de trous métallisés 321 et 322 disposés en quinconce et traversant le substrat 33. Les paires de rangées de trous 321 et 322 sont symétriques par rapport au plan axial longitudinal du composant 3. La distance entre deux trous voisins 321, 322 dans chaque rangée est sensiblement égale au diamètre des trous et nettement inférieure à la longueur d'onde de fonctionnement du guide d'onde pour minimiser toute perte par rayonnement. La largeur a du guide d'onde est définie par la distance entre les paires de rangées de trous métallisés 321-322 en dépendance des dimensions des trous et du pas entre les trous. La hauteur b du guide d'onde dans le sens de l'épaisseur E de la carte 2 est définie par la distance entre les couches métalliques 31s et 31i. En variante, le guide d'onde 31-32 est remplacé par un guide d'onde 31-32 à section rectangulaire classique ayant des parois métalliques pleines et rempli du substrat diélectrique 34. La technologie de fabrication SIW du composant 3 utilise dans la réalisation présentée un procédé céramique à basse température LTCC ("Low Temperature Cofired Ceramic" en anglais) selon lequel le substrat diélectrique 33 est une céramique ayant une permittivité relative ϵ_{r3} plus élevée que celle ϵ_{r2} du substrat diélectrique 20 de la carte 2 et donc de celle de la couche de substrat 10 de la ligne à micro-ruban 1.

Dans d'autres variantes du dispositif de transition, les diélectriques du substrat 20 de la carte 2 et de la ligne 1 et du substrat 33 du guide d'onde 31-32 peuvent être de même nature et avoir des permittivités relatives ϵ_{r2} et ϵ_{r3} identiques.

Afin d'éviter les discontinuités de propagation et de faciliter le changement du mode quasi-TEM de la ligne à micro-ruban vers le mode TE_{10} du guide d'onde, la hauteur b de celui-ci est choisie égale à l'épaisseur disponible dans la carte 2. A cette fin, dans la carte 2 est ménagé un logement parallélépipédique 26 pour intercaler avec un jeu transversal le composant 3 à guide d'onde 31-32 entre des extrémités des transformateurs de mode 4. La hauteur du logement 26 est égale à la hauteur b du guide d'onde et à l'épaisseur entre le ruban métallique 11 de la ligne à micro-ruban 1 et la couche métallique interne 23. La face externe du grand côté du guide d'onde formé par la couche métallique 31s est coplanaire au ruban 11 de la ligne 1, et la face externe de l'autre grand côté du guide d'onde formé par la couche métallique 31i est en contact mécanique et électrique avec la portion de la couche métallique 23 au fond du logement. La portion de la carte sous-jacente au logement 26 d'épaisseur $E - b$ entre les couches métalliques 23 et 24 est préservée pour éventuellement y intégrer un ou plusieurs dispositifs hyperfréquence. La longueur du logement 26 est sensiblement supérieure à la longueur du guide d'onde 31-32 et du composant 3 pour faciliter sa pose avec un jeu de tolérance mécanique. La largeur du logement 26 peut être égale à la largeur L de la carte pour usiner aisément la carte. La largeur du composant 3 supérieure à la largeur a du guide d'onde 31-32 est en général au plus égale à celle L de la carte 2 et est déterminée en fonction de la fréquence de coupure du mode TE_{10} dans le guide d'onde qui est fonction de $2a$. Par exemple le rapport a/b est d'environ 10 à 15 et le guide d'onde est ainsi plat. Le composant 3 avec le guide d'onde 31-32 est centré dans le logement 26 et fixé par brasage de la couche métallique 31i sur la portion de la couche métallique 23 au fond du logement 26 en prenant soin d'aligner le plan axial longitudinal de symétrie du guide d'onde avec l'axe de symétrie longitudinal XX du ruban 11 de la ligne 1.

Selon la réalisation illustrée, le composant hyperfréquence passif 3 à structure planaire en guide d'onde rectangulaire 31-32 est un filtre hyperfréquence passe-bande comprenant six paires de trous métallisés 34 traversant le substrat diélectrique 33 et reliés aux couches métalliques 31s et 31i. Les paires de trous métallisés 34 sont disposées symétriquement par rapport aux plans axiaux longitudinal et transversal du composant. L'agencement des trous 34 constitue des piliers inductifs dépendant de la réponse en fréquence du filtre. Selon un autre exemple, le composant hyperfréquence 3 est conçu en un coupleur directif.

Le transformateur de mode de propagation 4 dans un dispositif de transition relie des extrémités en regard du ruban 11 de la ligne à micro-ruban 1 et du grand côté 31s du guide d'onde 31-32 coplanaire au ruban 11, et relie la couche interne de plan de masse 12 de la ligne à micro-ruban au grand côté 5 31i du guide d'onde 31-32 fixé à la couche métallique 23 au fond du logement 26. Le transformateur de mode 4 transforme progressivement en minimisant les pertes le mode quasi-TEM de la ligne à micro-ruban 1 en un mode guidé TE_{10} du guide d'onde 31-32 et adapte leurs impédances. La structure planaire du transformateur de mode est conçue pour constituer un quadripôle quasi-parfait 10 dont les paramètres de transmission S_{12} et S_{21} aux bornes du quadripôle sont approximativement égaux à 1 et dont les paramètres de réflexion S_{11} et S_{22} aux bornes du quadripôle sont approximativement égaux à 0, compte-tenu en pratique, des pertes induites par les conducteurs et les diélectriques imparfaits.

Le transformateur de mode 4 peut être intégré au guide d'onde 31-32, ou 15 bien être intégré à la carte 2, comme décrit ci-après et montré aux figures 1 à 4. L'impédance caractéristique d'une ligne à micro-ruban décroissant lorsque le rapport w/e croît, le transformateur de mode 4 comporte N tronçons de ligne à micro-ruban 21-41 à 2N-4N symétriques par rapport au plan longitudinal de la ligne 1 ayant pour axe XX. Le nombre N est en général au moins égal à 1 et 20 dépend de la technologie de fabrication en couches de la carte 2 et de celle du composant hyperfréquence 3. Les longueurs des tronçons du transformateur de mode 4 sont approximativement égales au quart de la longueur d'onde de la fréquence centrale de fonctionnement et permettent une transformation d'impédance progressive en minimisant des réflexions parasites aux jonctions 25 entre les tronçons. Le transformateur de mode 4 selon la réalisation illustrée comprend $N = 3$ tronçons de ligne 21-41, 22-42 et $2N-4N = 23-43$. Le ruban $4N = 43$ le plus proche du composant 3 a des bords longitudinaux sensiblement colinéaires aux arêtes internes longitudinales du guide d'onde 31-32 délimitées par la grande paroi 31s et les rangées de trous métallisés 30 321. Comme montré en détail à la figure 4, la pose avec jeu transversal du composant 3 dans le logement 26 de la carte 2 crée deux interstices d'air 5 de plusieurs dixièmes de millimètre entre les extrémités longitudinales du composant 3, et donc du guide d'onde 31-32, et les extrémités longitudinales des tronçons de ligne $2N-4N = 23-43$ des transformateurs de mode 4. Pour 35 chaque transformateur de mode 4, un mince élément métallique de liaison 6 de longueur a enjambe l'interstice respectif 5 et est interposé au niveau des chants transversaux en regard du ruban $4N = 43$ et de la couche métallique 31s du guide d'onde pour assurer une continuité électrique entre ces chants.

L'élément de liaison 6 peut être réalisé par un mince ruban métallique ou plusieurs minces rubans métalliques juxtaposés, par exemple découpés dans une feuille d'or, ou de minces fils métalliques juxtaposés, s'étendant parallèlement à l'axe XX et ayant des extrémités brasées sur le ruban 4N = 43 et la couche 31s pour couvrir l'interstice sur la largeur a. Le fond de l'interstice 5 est une petite portion de la couche métallique de masse 23 assurant la continuité électrique entre les plans de masse 12, 21, 22 et 23 de la ligne 1 et des tronçons de ligne 21-41, 22-42 et 23-43, via les trous métallisés 25, et la couche métallique 31i du composant 3 fixée sur la portion sous-jacente de la couche métallique de masse 23. A cause de la transition entre tronçon de ligne à micro-ruban et diélectrique et ligne à micro-ruban et air et de la transition entre ligne à micro-ruban et air et guide d'onde au niveau de l'interstice d'air 5, les longueurs des tronçons de ligne sont quelque peu différentes entre elles et peuvent être chacune quelque peu inférieure, égale ou quelque peu supérieure au quart de la longueur d'onde de fonctionnement afin de compenser des effets parasites notamment de réflexion d'onde aux diverses transitions, en particulier au niveau de l'interstice 5, et de ramener par le transformateur 4 une impédance égale à l'impédance caractéristique Z_{1c} de la ligne 1, à la jonction entre celle-ci et le premier tronçon de ligne 21-41.

Comme montré aux figures 1 et 2, les tronçons de ligne 21-41, 22-42 et 23-43 sont blindés par des paires symétriques de couches métalliques 47, 48 et 49 prolongeant les couches de blindage 13. Les couches de blindage 47, 48 et 49 sont coplanaires aux rubans 41, 42 et 43 sur la première face de la carte et longent parallèlement ces rubans à la distance prédéterminée de quelques largeurs w du ruban 11. Les couches de blindage 47, 48 et 49 sont reliées respectivement aux couches de masse sous-jacentes 12 et 21 à 24 par des trous métallisés 25.

Dans une deuxième réalisation où le transformateur de mode est intégré au guide d'onde 31-32 et donc au composant 3, le logement 26 ménagé dans la carte est beaucoup plus long. L'agencement des tronçons de ligne 21-41, 22-42 et 23-43 avec les couches de blindage 47, 48 et 49 et la largeur a du guide d'onde demeurent. Les rubans 41, 42 et 43 sont issus de la même couche métallique que le grand côté 31s du guide et en continuité électrique avec celui-ci sur la même face du substrat 33 de la structure du guide d'onde. Les dimensions des tronçons de ligne dont les couches métalliques de masse sont superposées et intégrées dans le substrat 33 de la structure du guide d'onde, qui est alors du type multicouche, sont modifiées en fonction

notamment de la permittivité relative ϵ_{r3} . Le ruban 4N = 43 le plus proche du composant 3 a encore la largeur a du guide d'onde 31-32 et est lié directement à l'extrémité transversale du grand côté 31s du guide d'onde. L'interstice d'air 5 est ainsi supprimé entre le tronçon de ligne 23-43 et le guide d'onde 31-32 et
5 remplacé par un interstice d'air dû au jeu nécessaire à l'introduction de l'ensemble monolithique du composant avec les deux transformateurs de mode dans le logement de la carte. L'interstice d'air est situé entre l'extrémité de la ligne à ruban 1 et le tronçon de ligne 21-41 ayant le ruban le moins large et est enjambé par un mince élément métallique de liaison similaire à l'élément 6,
10 mais de largeur w, et brasé aux rubans 11 et 41.

Le procédé de fabrication du dispositif de transition comprend les étapes suivantes. Lors de la fabrication de la carte de circuit imprimé multicouche selon la réalisation illustrée, le transformateur de mode 4 est intégré à la carte,
15 ou bien dans la deuxième de réalisation de l'invention, le transformateur de mode est intégré à la structure en guide d'onde du composant.

Puis le logement parallélépipédique 26 est ménagé dans la carte 2 à une profondeur égale à la hauteur b du guide d'onde rectangulaire 31-32, par exemple au moyen d'une matrice ayant les dimensions du logement lors la
20 compression des couches du substrat diélectrique 20 superposées et revêtues des diverses couches métalliques au cours de la fabrication de la carte, afin qu'une portion de la couche de masse interne 23 constitue le fond du logement.

Le guide d'onde rectangulaire 31-32, ou en particulier le composant 3 à
25 structure en guide d'onde rectangulaire, est introduit avec jeu longitudinal et centré dans le logement 26 afin que le grand côté 31s du guide d'onde soit coplanaire et coaxial au ruban 11 de la ligne 1 et l'autre grand côté 31i du guide d'onde soit fixé par brasure sur la portion de la couche métallique 23 de la carte au fond du logement. Le jeu longitudinal résulte d'une tolérance
30 mécanique pour insérer le guide d'onde rectangulaire 31-32, ou en particulier le composant 3, dans le logement 26.

Puis un ruban ou une nappe de plusieurs rubans juxtaposés, découpé dans une feuille métallique, ou une nappe de plusieurs fils métalliques juxtaposés, ayant une largeur supérieure à la largeur de l'interstice 5 et une
35 épaisseur similaire à celle des couches métalliques est présenté sur l'interstice 5 pour former le mince élément métallique de liaison 6. Les extrémités longitudinales de l'élément métallique de liaison sont fixées sur les bords de l'interstice 5. Pour la réalisation illustrée dans les figures, l'élément métallique

de liaison 6 enjambe l'interstice 5 entre le transformateur de mode 4 intégré à la carte 2 et le guide d'onde 31-32, a une longueur égale à la largeur a du guide d'onde, et a des extrémités longitudinales brasées au bord transversal du plus large ruban 43 des tronçons de ligne 21-41, 22-42 et $2N-4N = 23-43$ du transformateur de mode et au bord transversal du grand côté 31s du guide d'onde. Pour la deuxième réalisation, l'élément métallique de liaison 6 enjambe l'interstice entre la ligne à micro-ruban 1 et le transformateur de mode 4 intégré à la structure en guide d'onde 31-32, a une longueur égale à la largeur w du ruban conducteur 11, et a des extrémités longitudinales brasées au bord transversal du ruban 11 et au bord transversal du moins large ruban 41 des tronçons de ligne 21-41, 22-42 et $2N-4N = 23-43$ du transformateur de mode.

REVENDEICATIONS

1 – Dispositif de transition comprenant un transformateur de mode (4) entre une ligne à ruban conducteur (1) intégrée dans une carte de circuit imprimé (2), et un guide d'onde rectangulaire (31-32), caractérisé en ce que la
5 carte comprend un logement (26) contenant le guide d'onde dont un grand côté (31s) est coplanaire et coaxial au ruban (11) de la ligne et l'autre grand côté (31i) est fixé sur une portion d'une couche métallique (23) de la carte au fond du logement, et le dispositif comporte un interstice (5) enjambé par un élément
10 métallique de liaison (6) et situé entre le transformateur de mode (4) et l'un des éléments comprenant la ligne et le guide d'onde.

2 – Dispositif conforme à la revendication 1, dans lequel l'élément métallique de liaison (6) comprend un ou plusieurs rubans juxtaposés de feuille
15 métallique, ou plusieurs fils métalliques juxtaposés.

3 – Dispositif conforme à la revendication 1 ou 2, dans lequel le transformateur de mode (4) comprend des tronçons de ligne à ruban (21-41, 22-42, 23-43) dont les largeurs de ruban et les épaisseurs croissent de la ligne
20 à ruban (1) vers le guide d'onde (31-32) et dont les longueurs sont approximativement égales à un quart de longueur d'onde.

4 – Dispositif conforme à la revendication 3, comprenant des couches métalliques de blindage (47, 48, 49) longeant les rubans (41, 42, 43) des tronçons de ligne à ruban et coplanaires à ces rubans et reliées à des couches
25 métalliques de blindage (13) longeant le ruban (11) de la ligne et coplanaires à celui-ci.

5 – Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les permittivités relatives de diélectrique (10-20 ; 33) de la carte et du guide d'onde (31-32) sont différentes.
30

6 – Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le guide d'onde (31-32) est intégré dans un composant hyperfréquence (3) ayant
35 comme substrat (33) une céramique.

7 – Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le guide d'onde comporte des petits côtés constitués chacun par des rangées de trous métallisés en quinconce (321- 322).

5 8 – Procédé de fabrication d'un dispositif de transition comprenant un transformateur de mode (4) entre une ligne à ruban (1) intégrée dans une carte de circuit imprimé (2), et un guide d'onde rectangulaire (31-32), caractérisé par les étapes suivantes :

10 ménager dans la carte (2) un logement (26) dont le fond est constitué par une portion d'une couche métallique (23) interne à la carte.

introduire le guide d'onde dans le logement (26) afin qu'un grand côté (31s) du guide d'onde soit coplanaire et coaxial au ruban (11) de ligne et l'autre grand côté (31i) du guide d'onde soit fixé sur la portion de la couche métallique, et

15 former et fixer un mince élément métallique de liaison (6) enjambant un interstice (5) entre le transformateur de mode (4) et l'un des éléments comprenant la ligne et le guide d'onde (31-32).

20 9 – Procédé conforme à la revendication 8, comprenant une intégration de tronçons de ligne à ruban (21-41, 22-42 et 23-43) à la carte pour former le transformateur de mode, les tronçons de ligne à ruban comportant respectivement des couches métalliques de masse superposées dans la carte et des rubans métalliques sur une face de la carte et ayant des largeurs de ruban et des épaisseurs croissant de la ligne à ruban (1) vers le guide d'onde (31-32) et des longueurs approximativement égales à un quart de longueur d'onde, et une fixation de l'élément métallique de liaison (6) au plus large ruban (43) des tronçons de ligne et à un grand côté (31s) du guide d'onde.

30 10 – Procédé conforme à la revendication 8, comprenant une intégration de tronçons de ligne à ruban (21-41, 22-42 et 23-43) à la structure du guide d'onde (31-32) pour former le transformateur de mode, les tronçons de ligne à ruban comportant respectivement des couches métalliques de masse superposées dans la structure du guide d'onde et des rubans métalliques sur une face de la structure du guide d'onde et ayant des largeurs de ruban et des épaisseurs croissant de la ligne à ruban (1) vers le guide d'onde (31-32) et des longueurs approximativement égales à un quart de longueur d'onde, et une fixation de l'élément métallique de liaison (6) au ruban (11) de la ligne et au moins large ruban (41) des tronçons de ligne.

35

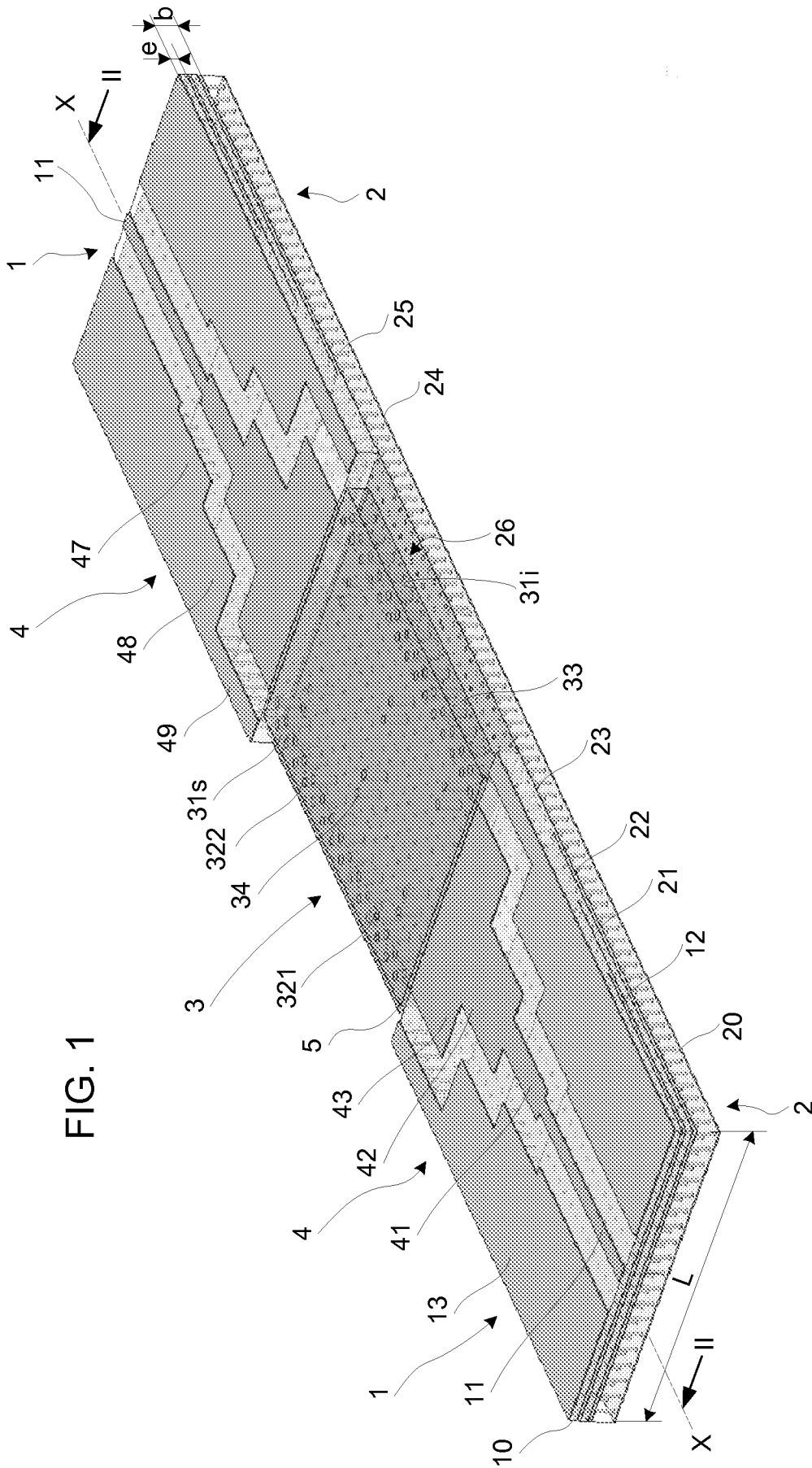


FIG. 1

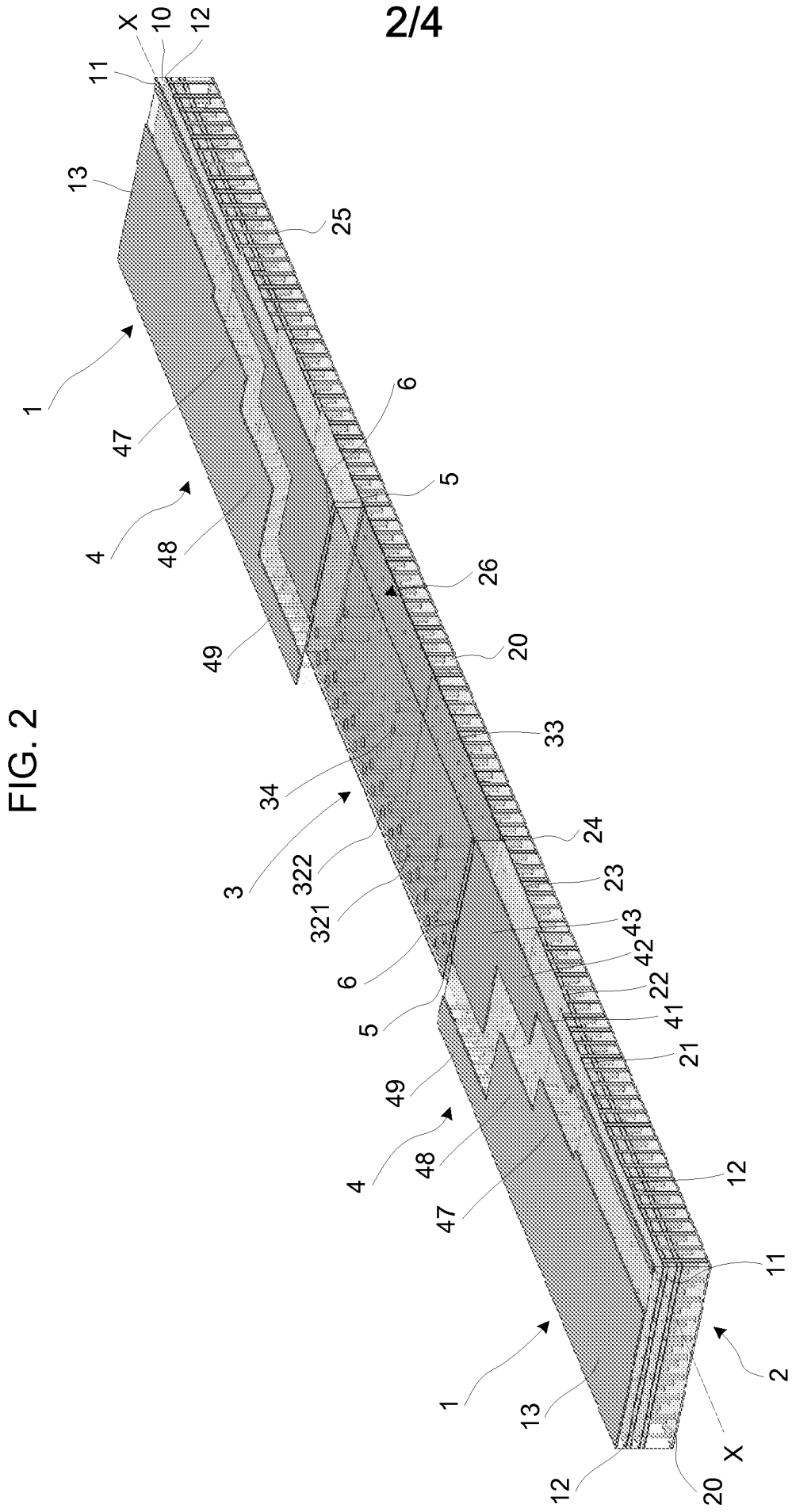


FIG. 3

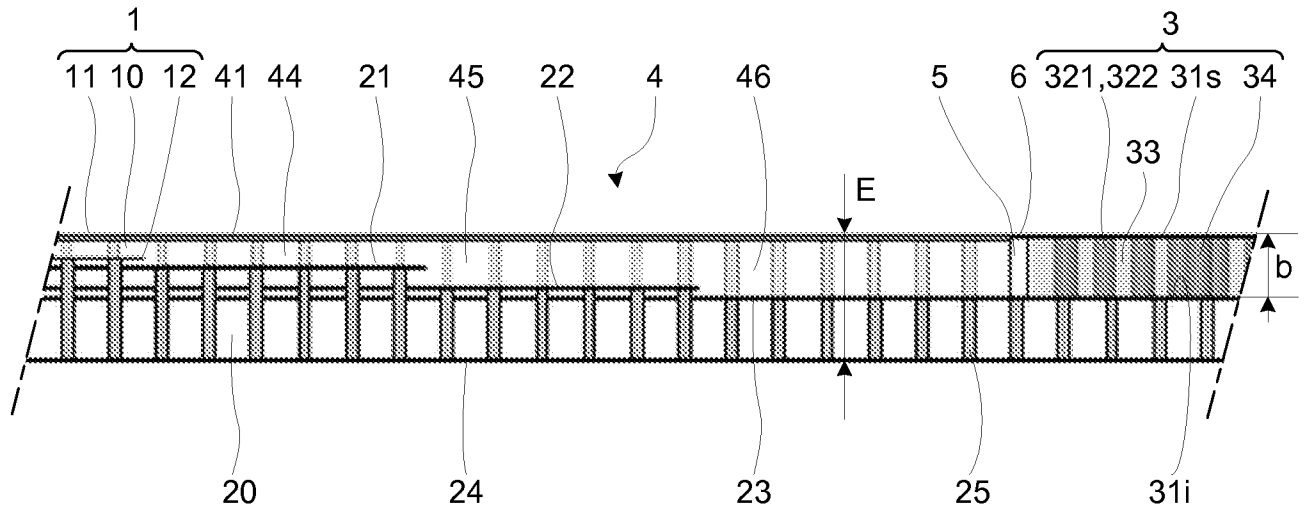


FIG. 5

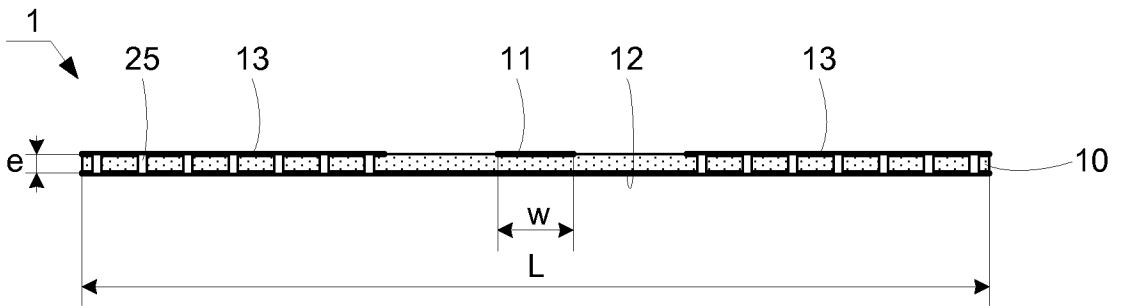
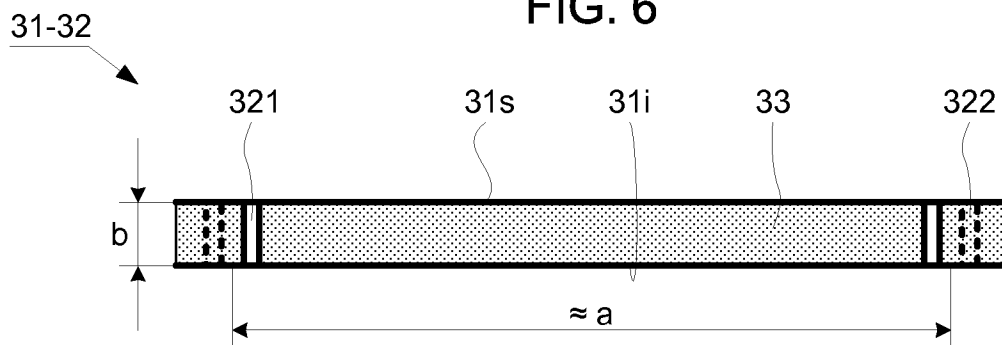
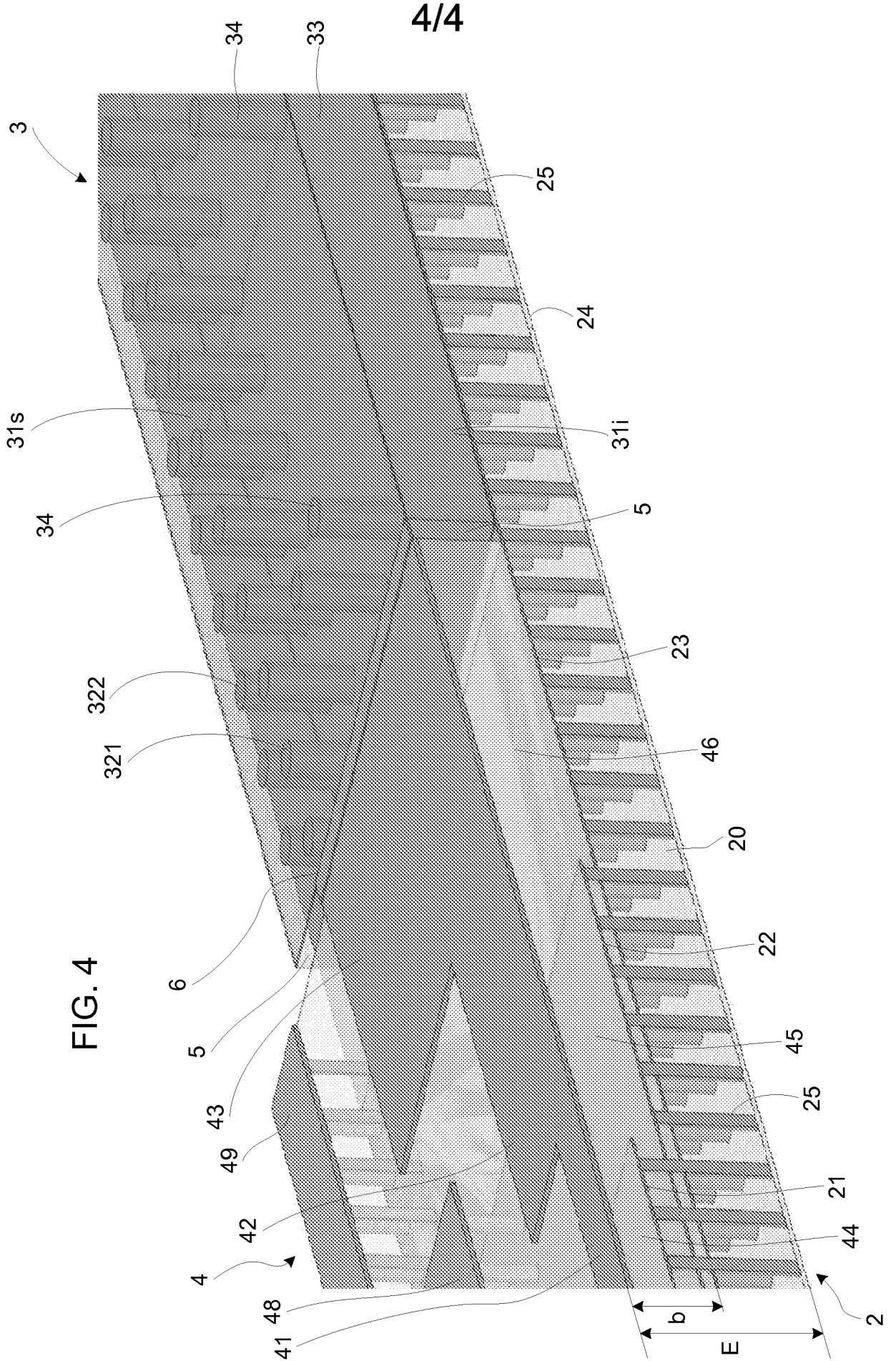


FIG. 6





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/069007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01P5/107 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/060047 A1 (KOREA ELECTRONICS TELECOMM [KR]; KIM BONG-SU [KR]; BYUN WOO-JIN [KR];) 22 May 2008 (2008-05-22) * abstract; figures 5-8 page 3, paragraph 16-18 page 8, paragraph 60-64	1-10
A	US 4 636 753 A (GELLER BERNARD D [US] ET AL) 13 January 1987 (1987-01-13) * abstract; figures 1-2 column 3, line 39 - column 5, line 7	1,8
A	JP 61 142802 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 30 June 1986 (1986-06-30) * abstract; figure 1	1,5,8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 January 2011		Date of mailing of the international search report 19/01/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Cordeiro, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/069007

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008060047	A1	22-05-2008	NONE
US 4636753	A	13-01-1987	NONE
JP 61142802	A	30-06-1986	JP 1910012 C 09-03-1995
		JP 6040601 B	25-05-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/069007

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H01P5/107

ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

H01P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2008/060047 A1 (KOREA ELECTRONICS TELECOMM [KR]; KIM BONG-SU [KR]; BYUN WOO-JIN [KR];) 22 mai 2008 (2008-05-22) * abrégé; figures 5-8 page 3, alinéa 16-18 page 8, alinéa 60-64	1-10
A	US 4 636 753 A (GELLER BERNARD D [US] ET AL) 13 janvier 1987 (1987-01-13) * abrégé; figures 1-2 colonne 3, ligne 39 - colonne 5, ligne 7	1,8
A	JP 61 142802 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 30 juin 1986 (1986-06-30) * abrégé; figure 1	1,5,8



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 janvier 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/01/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Cordeiro, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/069007

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008060047 A1	22-05-2008	AUCUN	
US 4636753 A	13-01-1987	AUCUN	
JP 61142802 A	30-06-1986	JP 1910012 C JP 6040601 B	09-03-1995 25-05-1994