(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 700 066**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 15837**

(51) Int Cl^5 : H 01 P 5/08

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 29.12.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 01.07.94 Bulletin 94/26.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE PHILIPS Société Anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Gamand Patrice et Cordier Christophe.

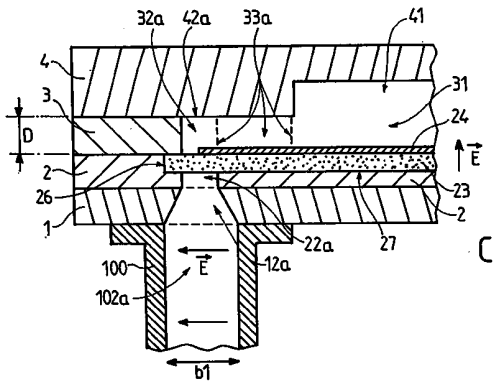
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Lottin Claudine.

(54) Dispositif hyperfréquences comprenant au moins une transition entre une ligne de transmission intégrée sur un substrat et un guide d'onde.

(57) Dispositif hyperfréquences comprenant au moins une transition entre une ligne de transmission (24) intégrée sur un substrat (23), disposée dans une dite première cavité hyperfréquences (31), et un guide d'onde (100) formé d'une dite deuxième cavité hyperfréquences (102a, 102b), cette transition comprenant une extrémité ouverte (25a, 25b) de la ligne intégrée formant sonde introduite sur une longueur l dans la cavité du guide, à une distance D d'un court-circuit (42a, 42b) fermant l'extrémité du guide, de manière appropriée à assurer un maximum de propagation de l'énergie entre le guide et la ligne, cette transition comprenant en outre un système adaptateur d'impédance. D'abord le substrat (23) est choisi en un matériau dur, et, dans la région de la sonde, ce substrat recouvre toute la section droite du guide d'onde, pour produire l'étanchéité de la cavité de la ligne.

Application: Transitions entre CIs hyperfréquences et guides d'onde.



FR 2 700 066 - A1

"Dispositif hyperfréquences comprenant au moins une transition entre une ligne de transmission intégrée sur un substrat et un guide d'onde"

Description :

L'invention concerne un dispositif hyperfréquences comprenant au moins une transition entre une ligne de transmission intégrée sur un substrat, disposée dans unedite première cavité hyperfréquences, et un guide d'onde formé d'unedite deuxième cavité hyperfréquences, cette transition comprenant une extrémité ouverte de la ligne intégrée formant sonde introduite dans la cavité du guide, à une distance d'un court-circuit fermant l'extrémité du guide, de manière appropriée à assurer un maximum de propagation de l'énergie entre le guide et la ligne, cette transition comprenant en outre un système adaptateur d'impédance.

L'invention trouve son application dans les dispositifs hyperfréquences qui comprennent d'une part des circuits intégrés et d'autre part des guides d'onde, qui doivent être connectés les uns aux autres. L'invention trouve donc son application dans le domaine des antennes de télévision, et dans le domaine des radars pour automobiles, entre autres.

Une transition entre un guide d'onde et une ligne microruban est déjà connue de la publication dans "1988 IEEE MTT-S Digest, P.4, pp.473-474", intitulée "Waveguide-To-Microstrip Transitions FOR MILLIMETER-WAVE Applications" par Yi-Chi SHIH, Thuy-Nhung TON, et Long Q.BUI, appartenant à Hughes Aircraft Company, Microwave Products Division, TORRANCE, California, USA.

Cette publication décrit une transition entre une ligne hyperfréquences du type microruban, disposée dans une première cavité hyperfréquences, et un guide d'onde formé d'une deuxième cavité hyperfréquences. Cette transition comprend une extrémité ouverte de la ligne intégrée qui est introduite dans le guide d'onde, perpendiculairement à son axe de propagation,

par une ouverture pratiquée dans une paroi du guide d'onde. De cette manière, les plans de propagation du champ électrique $\vec{E}$ de la sonde et du guide coïncident. Cette transition comprend en outre un système adaptateur d'impédance appliqué à la ligne intégrée qui consiste en un rétrécissement sur une certaine longueur du microruban en surface du substrat. Cette longueur est prévue pour former un adaptateur quart-d'onde de manière à accorder l'impédance d'entrée de la sonde sur 50 Ω. L'extrémité du guide d'onde formant court-circuit est située à une distance L du conducteur microruban et l'extrémité formant sonde de ce dernier pénètre dans le guide sur une profondeur D. En ajustant minutieusement ces dimensions, le dispositif connu peut être large bande dans la bande de fréquences K(18-26 GHz).

Or, à ce jour, dans le domaine des télécommunications, on utilise de plus en plus de circuits intégrés planaires fonctionnant à des fréquences très élevées entre 40 GHz et 100 GHz. Ces circuits intégrés incluent en général des lignes de transmission planaires, par exemple du type dit microruban, et sont connectés entre eux, ou bien connectés à des éléments d'antennes, au moyen de guides d'onde.

Ces circuits intégrés planaires, fonctionnant à ces fréquences si élevées, requièrent des boîtiers appropriés capables de préserver leurs performances. Ils requièrent de plus des dispositifs capables de réaliser une transition entre leurs plots d'entrées/sorties et les guides d'onde de connexion.

En ce qui concerne les boîtiers, ils doivent présenter des qualités hyperfréquences très élevées, qui sont spécifiques de la fréquence de travail des circuits. L'accent doit être mis particulièrement sur la perfection des contacts de masse, et sur celle des liaisons hyperfréquences entre les plots d'entrées/sorties des circuits intégrés et les éléments externes, liaisons qui doivent être réalisées au moyen de fils conducteurs, par exemple en or, très courts et très fins, assujettis aux différents plots au moyen de micro-soudures,

réalisées par exemple par thermocompression. L'accent doit être mis aussi sur la résistance mécanique et l'étanchéité des boîtiers qui doivent préserver les circuits intégrés des poussières et de la corrosion susceptibles de détériorer leurs qualités électriques ; en effet, de nombreux circuits hyperfréquences utilisés en télécommunication sont positionnés sur des montures d'antennes ou sur des véhicules et subissent donc les intempéries.

En ce qui concerne les dispositifs réalisant une transition guide d'onde/ligne de transmission, ils doivent être à la fois compatibles avec les guides d'onde standards, et avec les entrées/sorties hyperfréquences des circuits intégrés. En outre, ces dispositifs doivent présenter toutes les qualités mécaniques et électriques définies plus haut pour les boîtiers. En particulier, ces dispositifs doivent être étanches, et ne pas engendrer de discontinuité d'étanchéité entre les guides d'onde et les circuits intégrés. Les connexions électriques entre ce genre de dispositif de transition et un circuit intégré donné doivent répondre aux conditions définies plus haut relativement à la perfection des contacts hyperfréquences et des contacts de masse.

De plus, ces dispositifs de transition doivent montrer une bonne adaptation, dans une large bande de fréquences, et aux fréquences aussi élevées que 40 GHz à 100 GHz.

Le dispositif connu du document cité ne fournit pas une transition guide d'onde/ligne de transmission :

- qui permette de raccorder un guide d'onde à un circuit intégré d'une manière étanche,
- qui permette de réaliser industriellement des connexions hyperfréquences avec un circuit intégré avec la perfection requise,
- qui présente une adaptation facile à réaliser industriellement, aux hyperfréquences envisagées.

En effet, tout d'abord, le dispositif connu de transition guide d'onde/ligne de transmission ne permet pas d'obtenir la non rupture de l'étanchéité qui est requise pour la ligne microruban. Cette dernière est réalisée sur un substrat par une technique de circuit intégré. La cavité qui la reçoit doit donc, pour les raisons exposées plus haut, être étanche vis-à-vis du guide d'onde. Or, le substrat plan qui supporte l'extrémité formant sonde introduite dans le guide d'onde ne ferme pas la cavité du guide, puisque la dimension transversale du substrat est inférieure à la grandeur "a" de la section droite du guide.

Ensuite la réalisation de l'adaptation électrique est délicate. Pour réaliser la transition, il faut faire pénétrer la ligne d'une distance D, inférieure à la dimension "b" du guide, dans la cavité du guide. L'extrémité de la ligne forme donc un circuit ouvert qui rayonne. Il faut alors placer judicieusement à une distance $L = \lambda/4$ de ladite ligne, un plan métallique formant court-circuit pour le guide, qui ferme ce guide perpendiculairement à la direction de propagation, de manière à assurer un maximum de propagation de la puissance rayonnée dans cette transition. Le rayonnement est donc accordable par la distance L du court-circuit qui est fixe. Cette transition nécessite alors un transformateur d'impédance qui consiste en un rétrécissement du conducteur microruban à proximité de la sonde. Ce genre de technologie est difficile à mettre en oeuvre sur le plan industriel quand le concepteur de dispositifs hyperfréquences est confronté au problème de réaliser des dispositifs grand public tel que c'est le cas dans les domaines de la télévision ou de l'automobile. Il faut alors que les performances obtenues ne soient pas sensibles aux tolérances de fabrication ; or, dans le cas de ce rétrécissement du conducteur, elles le sont.

En outre, le substrat utilisé pour réaliser le dispositif connu, est fait en un matériau souple (Duroïd) qui présente plusieurs particularités. Dans le dispositif connu ce

substrat souple est utilisé pour deux raisons : la première raison est que les dimensions transversales du substrat sont obligatoirement, pour des raisons d'adaptation, très petites, et que seul un substrat souple peut supporter de si petites dimensions ; la seconde raison est que les substrats souples ont une faible permitivité de l'ordre de 2, alors que les substrats durs, tels que l'alumine ont une premitivité bien plus élevée, de l'ordre de 8 à 10, bien plus éloignée de la permitivité de l'air (1). Il se trouve que ce substrat souple est un inconvénient pour réaliser des connexions électriques hyperfréquences au moyen de fils d'or très fins car du fait de sa souplesse, la technologie de fixation des fils par thermocompression ne peut pas être employée. La réalisation des interconnexions entre un substrat souple et "une puce" ou substrat dur de circuit intégré est un problème que l'homme du métier ne sait pas bien résoudre à ce jour. Donc ce genre d'interconnexion doit être évité, pour que le concepteur de dispositifs hyperfréquences puisse compter sur un bon rendement industriel de fabrication.

Il faut bien considéré les dimensions en jeu dans cet état de la technique. En référence avec la FIG.1a du document cité, la grande dimension "a" du guide est de 3,8 mm. Le substrat qui est introduit dans le guide est bien moins large : sa largeur est environ moitié de "a" soit 1,9 mm. La distance entre les deux guides d'onde dans le montage à double transition, également décrit dans la publication citée, est de 18 mm. Dans ce dispositif connu les dimensions du substrat sont donc finalement de 1,9 mm x 18 mm. Ces dimensions rendent le substrat très fragile. c'est pourquoi, dans le montage connu, le substrat ne peut pas être fabriqué en un matériau autre que souple.

Un but de l'invention est donc d'éviter ces inconvénients, et en particulier de fournir un dispositif de transition entre un guide et une ligne de transmission, capable d'abriter un circuit intégré avec les performances requises

pour un boîtier ; apte à permettre une connexion entre la ligne de transmission et le plot hyperfréquences du boîtier qui soit facile à réaliser industriellement, et fiable ; et qui assure l'étanchéité à la fois de la ligne de transmission, du circuit intégré et de la connexion entre ces deux éléments.

Ce but est atteint au moyen du dispositif défini dans le préambule et en outre caractérisé en ce que, d'abord, le substrat est en un matériau dur, et dans la région de la sonde, ce substrat recouvre toute la section droite du guide d'onde, pour produire l'étanchéité de la cavité de la ligne, et en ce que, ensuite, le système adaptateur d'impédance comprend d'une part une restriction de la dimension de ladite première cavité hyperfréquences perpendiculaire à la direction de propagation, sur une longueur déterminée L parallèle à la direction de propagation dans la ligne intégrée, et comprend d'autre part une restriction des dimensions de la section droite du guide d'onde dans la région entre le plan de la sonde et le plan de court-circuit.

Ce dispositif montre plusieurs avantages qui interagissent les uns sur les autres :

- les moyens d'adaptation qui sont appliqués à la fois à la cavité du guide et à la cavité de la ligne permettent d'utiliser un substrat de dimension transversale environ double de celui de l'état de la technique, d'où il résulte que ce substrat peut être dur ;

- le substrat dur permet d'effectuer des soudures par thermocompression sur le conducteur de la ligne et donc d'obtenir de bons contacts hyperfréquences ;

- le substrat étant à la fois dur et plus large que le substrat connu est apte à s'étendre transversalement sur toute la section droite du guide pour la fermer et ainsi rendre étanche la cavité de la ligne, cette fermeture étant d'autant plus facile que la cavité du guide à des dimensions restreintes dans cette région ;

- la cavité de la ligne étant étanche peut recevoir un circuit intégré ;

- ce circuit intégré aura une liaison hyperfréquences de très bonne qualité avec la ligne, du fait du substrat dur ;

- le système d'adaptation de ce dispositif de transition est meilleur que l'adaptateur connu ;

- la bande de fréquence de fonctionnement de ce dispositif de transition peut aussi être notablement étendue.

L'invention est décrite ci-après en détail, en référence avec les figures schématiques annexées dont :

- la FIG.1A représente le substrat avec le conducteur de la ligne de transmission, et en pointillé la projection de la partie de cavité hyperfréquences, côté conducteur de la ligne, vu du dessus ;

- la FIG.1B représente le substrat avec le conducteur de la ligne de transmission, et en pointillé la projection de la cavité du guide d'onde, côté face du substrat opposée à celle qui reçoit le conducteur vu du dessus ;

- la FIG.1C représente en coupe le dispositif de transition entre un guide d'onde et une ligne de transmission du type microruban selon les FIG.1A et 1B ;

- la FIG.2A représente en vue plane, la lame métallique supérieure avec le court-circuit du guide et le logement pour un circuit intégré ;

- la FIG.2B représente en vue plane, une lame métallique intermédiaire entre le substrat côté conducteur de la ligne, et la lame métallique supérieure, cette lame intermédiaire ayant les découpes pour les systèmes adaptateurs et la découpe pour le logement d'un circuit intégré ;

- la FIG.2C représente en vue plane, une lame métallique qui support directement le substrat côté plan de masse ;

- la FIG.2D représente en vue plane une lame métallique dite inférieure avec un entonnoir entre la partie adaptateur du guide d'onde et le guide d'onde lui-même ; d'une manière générale les FIG.2 représentent des lames métalliques assemblables pour réaliser une double transition ligne de transmission/guide d'onde.

La FIG.1C représente en coupe un dispositif de transition guide d'onde/ligne de transmission. Le guide d'onde lui-même est constitué par la pièce métallique creuse 100 qui a une section droite rectangulaire : le petit côté de dimension b1, est dans le plan de la FIG.1C, et le grand côté, de dimension a1 est perpendiculaire au plan de la FIG.1C. Le champ électrique $\vec{E}$ symbolisé par une flèche, est parallèle au petit côté b1 et se propage dans la cavité rectangulaire 102a.

La transition comprend une partie en forme de lame dite base, ou lame inférieure 1, métallique, rattachée par des moyens de fixation non représentés, par exemple des vis, d'une part au guide 100, et d'autre part au support 2 du substrat 23 de la ligne de transmission. La lame inférieure 1 a une ouverture 12a dans le prolongement de l'ouverture 102a du guide d'onde ; et le support métallique 2 a une ouverture 22a dans le prolongement de l'ouverture 12a de la partie inférieure.

En outre la transition comprend une partie en forme de lame métallique 3 dite intermédiaire supérieure qui est positionnée et fixée au-dessus du support 2, le substrat 23 étant lui-même disposé dans son support avec le conducteur 24 de la ligne de transmission sur sa face supérieure. Cette lame intermédiaire supérieure 3 comprend une ouverture 32a dans le prolongement des ouvertures 102a, 12a, 22a des pièces sous-jacentes.

Le système adaptateur de la transition inclut un rétrécissement des dimensions du guide d'onde dans la partie située entre la ligne de transmission et le plan court-circuit. A cet effet l'ouverture 22a de la lame support 2, et

l'ouverture 32a de la lame intermédiaire supérieure 3, sont rectangulaires, avec le petit côté du rectangle de dimension b2 < b1 et parallèle à b1 et le petit côté de l'ouverture 102a du guide ; et avec le grand côté du rectangle de dimension a2 < a1, et parallèle à a1 le grand côté de l'ouverture 102a du guide. La transition entre le guide lui-même 102a, de dimensions a1 x b1, et la partie supérieure étrécie formée des ouvertures 22a, 32a, de dimensions a2 x b2 est effectuée par l'ouverture 12a de la lame inférieure 1, cette ouverture 12a ayant une forme d'entonnoir, avec une dimension inférieure d'ouverture égale à a1 x b1 du guide, et une dimension supérieure d'ouverture égale à a2 x b2 de la partie supérieure étrécie. On appellera ci-après les parties étrécies 22a, 32a parties de guide sous-dimensionnée.

Les FIG.1A et 1B représentent le substrat 23 vu de face. La ligne de transmission est réalisée en technologie dite microruban qui comprend un substrat 23, un conducteur de ligne formé du microruban 24 déposé sur la face supérieure du substrat 23 et un plan de masse formé sur la face opposée.

La transition guide d'onde/ligne de transmission se fait en introduisant l'extrémité 25a du conducteur 24, d'une longueur ℓ dans la cavité du guide formé des ouvertures 102a, 12a, 22a, 32a. Dans cette cavité, le maximum de puissance est transmise entre le guide et la ligne, du fait que le court-circuit 42a est disposé à une distance D de l'extrémité 25a de la ligne formant sonde. Cette distance D est créée par l'épaisseur de la pièce intermédiaire supérieure 3.

Sur la FIG.1A, on a représenté en pointillé la projection de la cavité 32a, 33a et 41 pratiquée dans la lame intermédiaire 3 pour la ligne hyperfréquence formée du substrat 23 et du conducteur 24. Pour que la cavité étrécie 32a soit rectangulaire ou pratiquement rectangulaire de manière à produire l'adaptation recherchée, la cavité 31 de la ligne a un rétrécissement 33a sur une certaine longueur L parallèlement au conducteur 24 de la ligne. La dimension L sur laquelle est

pratiqué le rétrécissement, et la dimension du rétrécissement lui-même dans la partie 33a ne sont pas critiques.

Le substrat 23 est disposé dans une rainure 26 pratiquée dans le support 2, à ses dimensions. Comme montré sur les FIG.1A et 1B, ce substrat est rectangulaire, et sa larguer est à peu près égale à la grande dimension a1 du guide d'onde lui-même.

Sur la FIG.1B, on a représenté en pointillé la projection des cavités 22a et 32a de dimensions a2 x b2 étrécies, et la projection de la cavité 102a du guide de dimension a1 x b1.

Le substrat 23 pour réaliser la ligne de transmission microruban est choisi en un matériau dur, par exemple du quartz ou de l'alumine ou une céramique. D'une manière générale la permitivité des matériaux durs pour substrats hyperfréquences est de l'ordre de 8 à 10, c'est-à-dire beaucoup plus grande que celle des matériaux souples qui est de l'ordre de 2 ; la permitivité de l'air étant 1.

Il en résulte un grand changement du fonctionnement en hyperfréquences.

Dans le mode de réalisation de la transition guide d'onde/ligne décrit en référence avec les FIG.1, le substrat dur 23 est choisi de dimensions appropriées à fermer la cavité 102a, 12a, 22a du guide d'onde dans la partie supérieure de l'ouverture 22a. Cela est possible du fait que les dimensions de ce substrat sont supérieures à celles de cette ouverture.

Il apparaît que le choix d'un substrat dur produit un changement du fonctionnement hyperfréquences favorable pour plusieurs raisons :

- l'adaptation peut être obtenue avec un substrat dur de grande dimension a1, à peu près double de ce qui était connu de l'état de la technique, donc suffisamment grande pour que ce substrat soit réalisable industriellement ;

- ce substrat dur a alors les dimensions nécessaires à la fermeture du guide, c'est-à-dire à la création d'une étanchéité pour la ligne ;

- l'adaptation est obtenue par la réalisation d'un étrécissement de la partie supérieure du guide, facile à réaliser, et favorable à l'étanchéité ; l'autre rétrécissement 33a n'étant pas critique du fait qu'il ne sert qu'à permettre à la cavité 32a d'être rectangulaire ;

- l'utilisation du substrat dur permet non seulement l'étanchéité de la cavité de ligne, mais encore de pouvoir réaliser de bons contacts par thermo-compression, sur le conducteur de ligne ;

- enfin la partie 41 de la partie supérieure 1, qui se trouve dans la zone étanche de la cavité 31 de ligne, peut recevoir sans encombre un circuit intégré bien protégé. La partie 41 est un agrandissement vers le haut de la cavité hyperfréquences 31 de la ligne.

Le problème qui se pose lorsque l'on adopte un substrat ayant une permitivité aussi élevée que celle d'un substrat dur (environ 8 à 10) est que la cavité de la ligne, et la cavité à la transition ligne/guide doivent être très bien étudiées, car il s'y produit l'excitation de modes supérieurs qui sont centrés sur des fréquences relativements proches de celles de la bande de fonctionnement et qui constituent un phénomène qui rend inefficace l'action du système d'adaptation connu. Le problème est donc d'éloigner les fréquences de ces modes supérieurs.

Ce problème est résolu en pratiquant le rétrécissement de la partie supérieure du guide concrétisé par les parties 22a, 32a. En même temps, cette solution permet d'obtenir une bande de fréquence élargie vers les fréquences élevées. Ainsi, ce nouveau moyen d'adaptation permet d'obtenir une meilleure adaptation de l'ordre de 22 dB à 70 GHz au lieu des 15 dB connus, la possibilité de travailler jusqu'à des

fréquences de l'ordre de 100 GHz, et en outre une meilleure étanchéité de la transition.

En effet, l'homme du métier choisira de réaliser avec les parties 22a, 32a, un guide sous-dimensionné qui permet de rejeter l'apparition de modes supérieurs à des fréquences très hautes, bien supérieures aux fréquences auxquelles on souhaite travailler actuellement dans le domaine des télécommunications ; par exemple supérieures à 110 GHz. A cet effet l'homme du métier choisira une structure de guide sous-dimensionné 22a, 32a ayant une fréquence de coupure juste supérieure à la fréquence à laquelle il souhaite travailler, puis il ajustera la distance D du plan du court-circuit pour optimiser le couplage entre la sonde 25a à l'extrémité de la ligne microruban, et le guide d'onde.

Ainsi, dans le présent dispositif, au lieu de sur-dimensionner le guide d'onde vis-à-vis de la ligne comme cela était connu de l'état de la technique, le problème est résolu en sous-dimensionnant le guide vis-à-vis de la ligne. L'adoption d'un substrat dur dans le présent dispositif crée une perturbation qui est utilisée pour réaliser l'adaptation du guide à la ligne. Le sous-dimensionnement du guide permet de positionner la bande de fréquence utile. Plus la fréquence recherchée est élevée, plus le guide sera sous-dimensionné.

On donnera plus loin des exemples de dimensions appropriées à réaliser les différentes parties de la transition, en fonction de la fréquence recherchée.

Les FIG.2 représentent en vue plane les différentes parties composant la transition telle que représentée en coupe sur la FIG.1C. Les éléments représentés sur les FIG.2A à 2A permettent en outre de réaliser une transition double, c'est-à-dire une transition par ligne de transmission du type microruban entre deux guides d'onde ayant des cavités respectivement 102a, 102b de dimensions a1 x a2. Les différentes pièces 1, 2, 3, 4 sont des lames métalliques ou métallisées.

La FIG.2D représente la lame inférieure 1 du dispositif, ou base, qui montre la trace de deux ouvertures en forme de pyramides tronquées 12a, 12b respectivement correspondant à la transition en forme d'entonnoir entre les cavités des guides d'onde ayant les dimensions a1 x b1, et celles des guides sous-dimensionnés dans la région comprise entre les extrémités de sondes 25a, 25b et les courts-circuits 42a, 42b.

La FIG.2C représente la lame support 2 du substrat 23. Cette lame support a une rainure 26 de dimensions justes supérieures à celles du substrat, rectangulaire, avec des élargissements 21 sur les grands côtés du substrat, les petits côtés du substrat étant sensiblement égaux à la grande dimension a1 des guides, et la grande dimension du substrat étant appropriée à recevoir une ligne de connexion entre deux guides d'onde, c'est-à-dire au moins 18 mm ; le substrat est destiné à être collé dans le fond 27 de la rainure 26, qui doit donc avoir une profondeur au moins égale ou sensiblement égale à l'épaisseur du substrat. Lors du collage, la face arrière du substrat est appliquée par collage dans le fond 27 de la rainure 26 et l'excès de colle sort par les élargissements 21. Le substrat 23 peut avoir un plan de masse sur sa face arrière, dans la partie en contact avec le fond de la rainure, ou bien on utilise le fond de cette rainure comme plan de masse, la colle étant choisie conductrice. Il existe aussi une réalisation de ligne de transmission, dite coplanaire, où le plan de masse est fait sur la même face du substrat que le conducteur de ligne.

Les extrémités du conducteur 24, réalisé à la partie supérieure du substrat, arrivent sensiblement au centre des ouvertures 22a, 32a dont la trace est représentée en pointillés sur la FIG.2C.

La FIG.2B représente la lame intermédiaire supérieure 3 avec les découpes 32a, 32b pour former les guides étrécis (ou sous-dimensionnés) les rétrécissements 33a, 33b

formant les cavités hyperfréquences de la ligne de transmission, et la cavité 31 pour recevoir un circuit intégré à connecter avec la ligne de transmission. La trace du substrat 23 est représentée en pointillés sur cette FIG.2B. L'épaisseur de cette lame 3 est D.

La FIG.2A rerpésente la lame supérieure 4 dite couvercle qu ferme la cavité hyperfréquences de la ligne et constitue les plans de courts-circuitts 42a, 42b. Cette lame supérieure 4 est en outre suffisamment épaisse pour présenter un évidement 41 approprié à contenir le circuit intégré à connecter à la ligne de transmission.

Les différentes lames 1, 2, 3, 4 ainsi que les guides d'onde 100 (non représentés sur la FIG.2) sont assujettis les uns aux autres par exemple par des vis, après montage du substrat 23 et connexions avec le circuit intégré (qui n'est pas non plus représenté), lequel est positionné dans la cavité 41.

Exemple de réalisation

On donne ci-après à titre d'exemple non limitatif des dimensions des parties du dispositif de transition précédemment décrites, pour obtenir un fonctionnement dans la bande de fréquences

50 à 90 GHz.

Ces dimensions sont données pour une transition double, du type représenté sur les FIG.2 :

a1 = 3,8 mm b1 = 1,9 mm

a2 = 3,1 mm b2 = 1,5 mm

L = 4 mm

ℓ = (b2/2) + (b2/10)

D = 1,8 à 2,4 mm pour une fréquence 55 GHZ.

Matériau du substrat = Alumine (Al_2O_3)

Permitivité du matériau alumine ϵ = 9,6

Epaisseur du substrat alumine = 0,127 mm

Largeur du conducteur microruban = 0,127 mm

Longueur totale du substrat = 18 mm

Largeur totale du substrat = 4 mm

Dimension transversale de la restriction de la cavité de ligne (33a,33b) = 1 mm

Pertes par désaptation pour les 2 transitions et les 18 mm de ligne : 20 à 25 dB (meilleures que l'état de la technique qui obtient 15 dB)

Pertes d'insertion ≃ 2,3 dB équivalent à l'état de la technique.

REVENDICATIONS :

1. Dispositif hyperfréquences comprenant au moins une transition entre une ligne de transmission (24) intégrée sur un substrat (23), disposée dans unedite première cavité hyperfréquences (31), et un guide d'onde (100) formé d'unedite deuxième cavité hyperfréquences (102a, 102b), cette transition comprenant une extrémité ouverte (25a, 25b) de la ligne intégrée formant sonde introduite sur une longueur ℓ dans la cavité du guide, à une distance D d'un court-circuit (42a, 42b) fermant l'extrémité du guide, de manière appropriée à assurer un maximum de propagation de l'énergie entre le guide et la ligne, cette transition comprenant en outre un système adaptateur d'impédance, caractérisé en ce que d'abord le substrat (23) est en un matériau dur, et, dans la région de la sonde, ce substrat recouvre toute la section droite du guide d'onde, pour produire l'étanchéité de la cavité de la ligne, et en ce que, ensuite, le système adaptateur d'impédance comprend d'une part une restriction (33a, 33b) de la dimension de ladite première cavité hyperfréquences (31) perpendiculaire à la direction de propagation, sur une longueur déterminée L parallèle à la direction de propagation dans la ligne intégrée (24), et comprend d'autre part une restriction des dimensions de la section droite du guide d'onde dans la région (22a, 32a ; 22b, 32b) entre la sonde (25a, 25b) et le plan du court-circuit (32a, 42b), formant dans cette région une partie de guide dite sous-dimensionnée.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ligne intégrée (24) est du type microruban formée par un conducteur hyperfréquences en forme de ruban réalisé sur une face du substrat dur (23), dont l'autre face porte un plan de masse disposé en contact avec une paroi (27) de ladite première cavité (31) hyperfréquence, ou formé par ladite paroi (27).

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est composé de plusieurs partie 1,2,3,4 métalliques ou métallisées en forme de lames, ayant des

évidements pour former des cavités pour le(s) guide(s) et une cavité pour la ligne hyperfréquences, ces lames (1, 2, 3, 4) étant superposées avec leurs parties creuses en regard, et leurs parois raccordées pour former la continuité des cavités hyperfréquences.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la cavité (31) de la ligne de transmission (23, 24) comprend un logement (41) étanche pour un circuit intégré à raccorder avec cette ligne.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que, lesdites lames métalliques ou métallisées, réalisent une première partie dite inférieure (1, 2) qui reçoit le substrat (23) de la ligne intégrée dans une rainure (26) dont le fond (27) est en contact avec ou forme le plan de masse de la ligne, qui a une cavité (22a, 22b) de guide sous-dimensionné disposée dans le prolongement d'un guide d'onde (102a, 102b), et qui a une transition (12a, 12b) de guide pour passer des dimensions du guide d'onde aux dimensions du guide sous-dimensionné (22a,22b), les dimensions du substrat (28) dans la région de la sonde étant prévues pour couvrir la totalité de la section droite du guide sous-dimensionné (22a,22b) de manière à obturer la cavité (31) de la ligne vis-à-vis du guide d'onde, et en ce que, lesdites lames métalliques ou métallisées réalisent une seconde partie dite supérieure (3, 4) pur fermer hermétiquement la cavité de ligne (31), qui comporte une cavité (32a, 32b) de guide sous-dimensionné disposée dans le prolongement du guide sous-dimensionné de la partie inférieure (1, 2), fermée par un plan (42a, 42b) formant le court-circuit du guide d'onde, qui comporte une cavité (31) pour la ligne de transmission, et qui comporte une restriction (33a, 33b) de cette cavité, pour former, avec le guide sous-dimensionné (22a,32a ; 22b, 32b) l'adaptateur d'impédance.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que, la seconde partie dite supérieure est elle-même formée de deux lames (3 et 4), une dite lame intermédiaire supérieure

(3) métallique ou métallisée, incluant une partie creuse (31) pour former la cavité de la ligne, débouchant de part et d'autre de la lame (3), cette cavité (31) étant munie de la restriction (33a, 33b) et cette lame (3) incluant la cavité de guide sous-dimensionnée (32a, 32b) prévue entre la sonde et le court-circuit du guide, pour réaliser l'adaptateur d'impédance, et une lame dite couvercle (4) pour fermer ladite première cavité hyperfréquence (31), et pour constituer un (des) plan(s) de courts-circuit (42a, 42b) pour le(s) guide(s) d'onde.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la lame dite couvercle (4) a une cavité (41) dans la région qui ne coïncide pas avec la restriction (33a, 33b) pour recevoir des dispositif hyperfréquences annexes.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que la lame intermédiaire supérieure (3) définit par son épaisseur (D) la distance entre la sonde (25a, 25b) et les plans de courts-circuits respectifs (42a, 42b) des guides d'onde.

9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la première partie dite inférieure est formée elle-même de deux lames (1 et 2), une lame dite base (1) ayant une ouverture (12a, 12b) en forme d'entonnoir pour former la transition entre guide d'onde (102a, 102b) et guide sous-dimensionné (22a, 22b), et une lame dite support (2) pour être disposée entre la base (1) et la lame intermédiaire supérieure (3), munie d'une partie de guide sous-dimensionnée (22a, 22b), et ayant une rainure (26) pour recevoir le substrat (23) s'étendant à travers l'ouverture (22a, 22b) sous-dimensionnée, le substrat (23) étant muni du conducteur microruban (24) sur sa face opposée à la face en contact avec le fond (27) plan de la rainure (26).

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend deux transitions disposées chacune à une des extrémités de la ligne de transmission intégrée, avec un adaptateur d'impédance associé à chacune de

ces transitions, en ce qu'un circuit intégré est monté dans une cavité (41) et connecté à la ligne de transmission, et en ce que les guides d'onde (102a, 102b), les parties de guides sous-dimensionnées (22a, 32a ; 22b, 32b) et les transitions entre guides et guides sous-dimensionnés (12a, 12b) ont des sections droites rectangulaires.

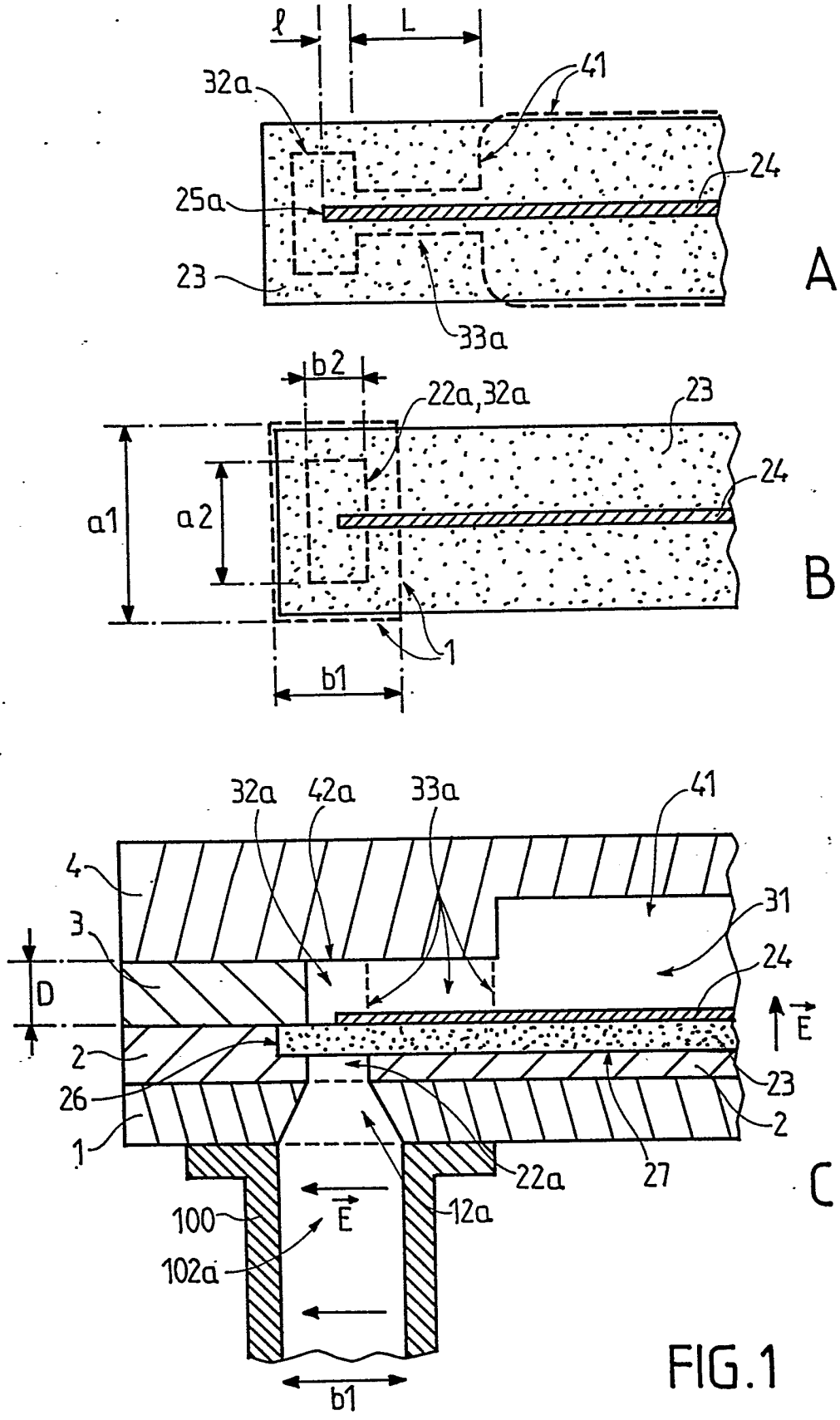

ℓ
L
32a
41
24
25a
23
33a
A
b2
22a,32a
23
24
a1
a2
B
1
b1
32a
42a
33a
41
4
31
3
24
D
E
2
23
26
2
1
22a
27
C
100
E
12a
102a
b1

FIG.1

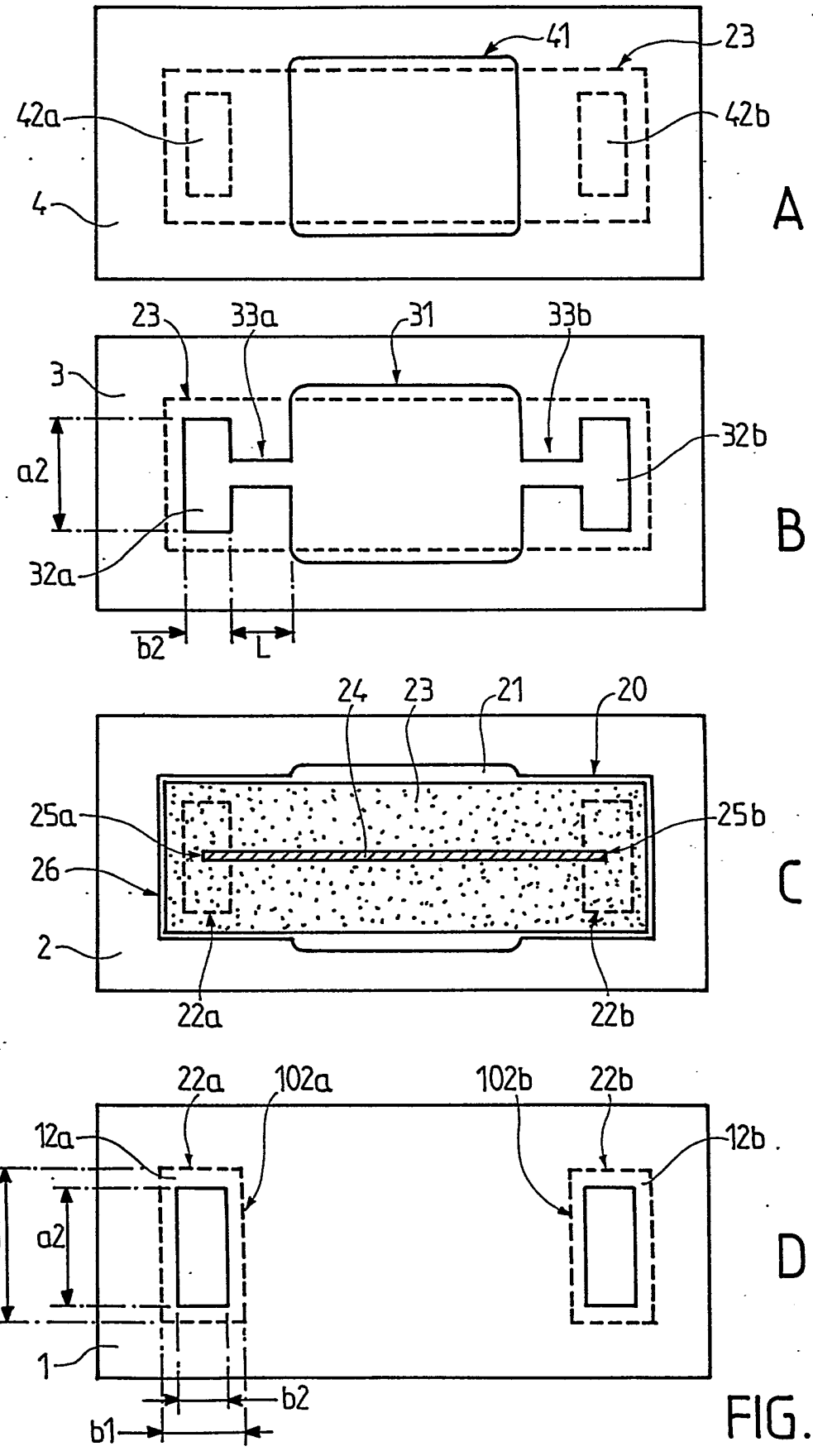

41
23
42a
42b
4
A
23
33a
31
33b
3
32b
a2
32a
b2
L
B
24
23
21
20
25a
25b
26
2
22a
22b
C
22a
102a
102b
22b
12a
12b
a1
a2
1
b2
b1
D

FIG.2

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2700066

N° d'enregistrement national

FR 9215837
FA 484651

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 205 (E-136)(1083) 16 Octobre 1982 & JP-A-57 111 104 (FUJITSU K.K.) 10 Juillet 1982 * abrégé * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 108 (E-398)(2165) 23 Avril 1986 & JP-A-60 247 302 (SHIMADA RIKA KOGYO K.K.) 7 Décembre 1985 * abrégé * ---	1	
D,A	1988 IEEE MTT INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM - DIGEST,Vol.1;25-27 Mai 1988, New York,US;IEEE,New York,US,1988 Y.-C. SHIH et al.:"Waveguide-to-microstrip transitions for millimeter-wave applications" pages 473-475 *page 473,colonne de gauche,ligne 32-colonne de droite,ligne 6;figure 1* -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H01P

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
27 JUILLET 1993	DEN OTTER A.M.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

1