

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
08.08.90

⑤① Int. Cl.⁵: **H01P 5/08**

②① Numéro de dépôt: **86402348.6**

②② Date de dépôt: **20.10.86**

⑤④ **Dispositif de couplage entre une ligne à ondes de surface électromagnétiques et une ligne microbande extérieure.**

③⑩ Priorité: **25.10.85 FR 8515880**

④③ Date de publication de la demande:
27.05.87 Bulletin 87/22

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
08.08.90 Bulletin 90/32

④④ Etats contractants désignés:
BE DE ES GB IT NL SE

⑤⑥ Documents cités:
US-A- 3 617 951
US-A- 3 662 318
US-A- 3 886 502

PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN,
vol. 4, no. 145 (E-29)[627], 14 octobre 1980; &
JP-A-55 97 702 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 25-07-1980

⑦③ Titulaire: **THOMSON-CSF, 51, Esplanade du Général de**
Gaulle, F-92800 Puteaux(FR)

⑦② Inventeur: **Forterre, Gérard, THOMSON-CSF**
SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris(FR)
Inventeur: **Prevot, Julien, THOMSON-CSF**
SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris(FR)

⑦④ Mandataire: **Taboureau, James et al, THOMSON-CSF**
SCPI, F-92045 Paris La Défense Cédex 67(FR)

EP 0 223 673 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

La présente invention concerne un dispositif de couplage entre une ligne à ondes de surface et une ligne microbande. Plus précisément, elle concerne un dispositif de couplage entre une ligne microbande, dans laquelle la répartition des champs est asymétrique, fonctionnant en mode quasi-TEM, et une ligne d'accès à un dispositif, dans lequel la répartition des champs est symétrique, utilisant un mode électromagnétique de surface se propageant dans une ligne à âme mince, chargée par des pièces en ferrite, et polarisée par un champ magnétostatique, tel qu'un isolateur ou dispositif non-réciproque à ferrite.

Un objet de l'invention est de rendre ce dispositif non-réciproque intégrable, et de se passer des connecteurs coaxiaux qui jusqu'à présent étaient utilisés, parce que ceux-ci sont trop volumineux pour une intégration.

Une technique connue, donnant des résultats satisfaisants mais délicate à mettre en œuvre et donc peu utilisable, consiste à intégrer, sur les deux lignes d'accès au dispositif à ondes de surface, un élément de ligne coaxiale, sous forme d'une perle de verre adaptée à 50 ohms, ce qui revient à reconstituer le système d'excitation du mode à ondes de surface électromagnétiques utilisé dans les dispositifs connus. Cependant, cette perle de verre introduit des éléments parasites perturbant l'adaptation du dispositif.

Par ailleurs, l'expérience a montré que le raccordement direct d'une ligne microbande sur la ligne à âme mince d'un dispositif symétrique à ondes de surface, ne donne pas de bons résultats, les pertes d'insertion étant trop élevées.

Le système d'adaptation, ou dispositif de couplage selon l'invention, consiste à utiliser, pour faire la transition entre l'âme mince et la ligne microbande, plusieurs éléments de ligne de faibles longueurs et de dimensions transversales petites devant la longueur d'onde, ces éléments étant de types et de structures différentes de façon à réaliser une transition symétrie-dissymétrie progressive, par paliers, l'élément le plus proche de l'âme mince étant nécessairement symétrique et de dimensions transversales faibles de façon à imposer une structure de champ symétrique au niveau de l'accès à la ligne à âme mince.

La transition symétrie-dissymétrie se fait ainsi en quatre paliers, représentant quatre modes :

- ondes de surface électromagnétiques,
- triplaque
- ligne microbande plus réactance
- ligne microbande extérieure.

De façon plus précise, l'invention concerne un dispositif de couplage entre une ligne symétrique à ondes de surface électromagnétique et une ligne microbande extérieure, la ligne à ondes de surface, terminée par au moins une ligne microbande d'accès, fonctionnant selon un mode symétrique de répartition des champs, tandis que la ligne microbande extérieure fonctionne selon un mode dissymétrique de répartition des champs, ce dispositif de couplage

étant caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité d'éléments de lignes de faibles longueurs et de dimensions transversales petites devant la longueur d'onde du signal, la nature et la structure de ces éléments de ligne fournissant une transition progressive entre les modes symétrique et dissymétrique en quatre paliers :

- mode à onde de surface électromagnétique, symétrique
- mode triplaque
- mode microbande à deux diélectriques différents
- mode microbande à air, dissymétrique.

L'invention sera mieux comprise par la description qui suit d'un exemple de réalisation, cet exemple s'appuyant, pour être plus précis dans la description, sur le cas d'un isolateur dit OSEL (ondes de surface électromagnétiques), ainsi que sur les figures jointes en annexe qui représentent :

- Figure 1 : vue en coupe d'un isolateur OSEL, connu,
- Figure 2 : vue en plan d'un isolateur OSEL, connu,
- Figure 3 : vue en coupe d'un dispositif de couplage d'une ligne microbande sur un isolateur OSEL, selon l'invention,
- Figure 4 : vue en plan d'un dispositif de couplage d'une ligne microbande sur un isolateur OSEL, selon l'invention,
- Figures 5 et 6 : vues en plan et en coupe des deux pièces qui assurent la transition en mode triplaque, dans le dispositif de couplage selon l'invention.

Le fait de choisir un dispositif non-réciproque tel qu'un isolateur OSEL pour exposer l'invention ne limite pas la portée de l'invention qui s'applique de façon plus générale aux dispositifs à ondes de surface électromagnétiques et aux transitions entre modes de répartition des champs symétrique et assymétrique. Cependant, la description préalable d'un isolateur OSEL permettra de mieux concrétiser le dispositif de couplage selon l'invention.

Un isolateur à ondes de surface électromagnétiques OSEL est constitué selon les schémas de la figure 1 et de la figure 2 qui sont à considérer simultanément. Ce type d'isolateur est essentiellement constitué, hors de ses éléments de connexion, par :

- deux plaques minces en ferrite 10 et 11,
- une âme centrale très mince à profil spécial 12, placée entre les plaques en ferrite 10 et 11,
- un aimant 13,
- deux plaques en matériau absorbant 14 et 15, situées de part et d'autre de l'âme 12,
- deux platines 16 et 17 en acier doux, rigides, servant simultanément de plans de masse (revêtement argenté) et de culasses pour refermer le circuit magnétique (représenté par des flèches).

L'ensemble de ces pièces est rendu solidaire par serrage entre les deux culasses 16 et 17, au moyen de vis dont les trous apparaissent en figure 2. Sur cette figure, la culasse 16 ainsi que la plaque 10 en ferrite et la plaque absorbante 14 sont retirées pour laisser voir la structure interne de l'isolateur et la forme particulière de l'âme centrale mince 12, qui se termine par deux microbandes 18 et 19 d'accès exté-

rieur, par connecteur coaxial, perle de verre adaptée 50 ohms ou dispositif de couplage selon l'invention.

Lorsque les ferrites sont polarisés par un champ magnétostatique H_0 normal aux platines, ce type de structure supporte des modes de type TE_{m0} de nature particulière, car on peut admettre qu'ils sont guidés ou confinés entre deux "murs magnétiques" définis par les surfaces parallèles à H_0 et s'appuyant sur les bords de l'âme centrale 12.

Pour un fonctionnement optimal, les oscillateurs et récepteurs à très large bande ont impérativement besoin d'une bonne adaptation, au moins dans leur bande de fonctionnement nominale, et pour la plupart d'entre-eux, dans une certaine plage entourant celle-ci, afin d'éviter les accrochages par réaction ou les oscillations parasites.

Les dispositifs isolateurs à ondes de surface électromagnétique OSEL sont les mieux adaptés des dispositifs non-réciproques à ferrite à large bande. Par rapport au seul type d'isolateur à jonction Y actuellement réalisable (structure à 2 ferrites), ils présentent les avantages suivants :

- adaptation bien meilleure : rapport d'onde stationnaire maximum 1,25 (contre 1,5 pour les jonctions Y) dans la bande passante, et stable en phase,
- adaptation quasi maintenue dans le reste de la bande, alors qu'une jonction Y se comporte comme un filtre passe-bande,
- isolation supérieure à 18 dB contre 14 dB pour les jonctions Y.

L'emploi de ce type d'isolateur dans les nouveaux systèmes hyperfréquences utilisant des amplificateurs très plats peut être envisagé dans la mesure où l'on sait réaliser une transition intégrable entre le mode OSEL, de type TE_{00} et le mode quasi TEM non symétrique des lignes microbandes.

Le problème posé par le raccordement d'un isolateur OSEL à une ligne de type microbande provient donc de la nature dissymétrique du mode se propageant sur les lignes microbandes.

Le dispositif de couplage selon l'invention a le mérite de rester continu tout au long des âmes conductrices en structure plate, donc de réduire à leur plus faible expression les éléments parasites dus aux discontinuités entre l'âme centrale 12 et une ligne microbande extérieure.

Ce dispositif de couplage, selon l'invention, est représenté en coupe en figure 3, tandis que la figure 4 le représente en plan, monté sur un isolateur OSEL et permet de mieux en comprendre la conception.

Ce qui est exposé au sujet d'une extrémité 19 de l'isolateur est bien entendu valable pour l'autre extrémité 18.

Les indices de repère, conservés, permettent de retrouver sur les figures 3 et 4 les constituants propres à l'isolateur OSEL des figures 1 et 2.

Sur la figure 3 apparaît -à droite de la figure- un fragment de l'isolateur OSEL, comprenant une âme mince 12, serrée entre deux plaques minces de ferrite 10 et 11, elles-mêmes serrées entre deux platines en acier 16 et 17. L'épaisseur de chacune des platines 16 et 17 est suffisante pour qu'il soit possible d'y

percer, longitudinalement, un trou taraudé de fixation du dispositif de couplage. L'extrémité 19 de l'âme centrale 12 dépasse de l'isolateur sur une longueur de l'ordre de 2,5 à 3 mm : c'est sur cette extrémité 19 que va être pris le contact avec une microbande extérieure 9. L'isolateur comporte encore, de façon connue, deux pièces 7 et 8, placées entre les plaques de ferrite 10-11 et le dispositif de couplage : ces pièces 7 et 8 sont en matériau diélectrique de constante ϵ_2 et servent à l'adaptation de l'isolateur OSEL.

Le dispositif de couplage à proprement parler comprend les trois pièces repérées 1, 2 et 3, et leurs supports mécaniques respectifs 4, 5 et 6.

La pièce 1 est une pièce en matériau diélectrique de type polytétrafluoroéthylène chargé de fibre de verre, tel que celui connu sous le nom de RT Duroïd, mais elle peut également être par exemple en alumine ou en oxyde de béryllium. Sa permittivité ϵ_1 est la même que celle du support de la pièce microbande extérieure 9 et que celle de la pièce 2 qui sera décrite ultérieurement.

Cette pièce 1 a une forme de T (voir fig 5) et elle est métallisée sur ses deux faces principales, pour donner un plan de masse 21 sur une face et, après gravure, une métallisation 20 sur l'autre face. La branche transversale 22 du T a une longueur L_1 , une largeur l_1 , et une épaisseur de diélectrique h_{d1} . La pièce 1 est accolée à l'isolateur OSEL par sa branche transversale 22, et l'extrémité 19 de l'âme centrale 12 vient reposer sur la métallisation 20.

Selon une variante, représentée par un contour pointillé en figure 5, la piste métallique gravée 20 peut avoir une partie élargie. Cette partie élargie participe, avec la pièce diélectrique 3, à l'adaptation dans la transition entre les modes symétrique et asymétrique.

La pièce 2 est une languette de matériau diélectrique qui a (voir fig 6) :

- même permittivité ϵ_1
- même longueur L_2
- même largeur l_2
- même épaisseur de diélectrique h_{d2}
- même forme

que la branche transversale 22 de la pièce 1, mais elle est métallisée sur une seule face principale, en 23. La pièce 2 est accolée à l'isolateur OSEL par son côté le plus long, de sorte qu'elle correspond à la branche transversale 22 de la pièce 1. Mais la pièce 2 est posée par dessus l'extrémité 19 de l'âme centrale 12, la métallisation 23 étant en contact avec ladite extrémité 19.

La pièce 3 est un parallépipède de matériau diélectrique de permittivité ϵ_3 , dont l'épaisseur de diélectrique est h_{d3} et la largeur l_3 , mesurée selon l'axe commun à l'extrémité 19 de l'âme 12 et à la microbande extérieure 9. Les dimensions de la pièce 3 sont telles que, lorsqu'elle est posée sur l'extrémité 19 de l'âme 12, qui constitue une microbande, elle déborde de cette microbande, afin de permettre l'adaptation entre les deux microbandes 19 et 9. Elle est en polytétrafluoroéthylène, ou en alumine.

L'ensemble de ces trois pièces 1, 2 et 3 en matériau diélectrique est mécaniquement maintenu en

place par trois autres pièces métalliques non magnétiques, respectivement 4, 5 et 6. Celles-ci sont par exemple en laiton ou bronze au beryllium argenté, de nuance UBe 2.

La pièce 4 constitue le support du dispositif de couplage selon l'invention. Il est solidaire de l'isolateur, ou plus exactement d'une platine 17, et en assure le montage correct sur un plan de masse. Ce support 4 soutient la pièce 1 en matériau diélectrique, elle-même en contact par sa piste métallique gravée 20 avec une première face de la microbande 19 de l'âme centrale 12.

La pièce 5 est, comme le support 4, solidaire de l'isolateur, et plus exactement de la platine 16. Cette pièce de pression 5 maintient en place la pièce 2 en matériau diélectrique, et l'appuie sur une seconde face de la microbande 19 de l'âme centrale 12, la métallisation 23 de la pièce 2 étant en contact avec ladite microbande 19.

Le support 4 et la pièce de pression 5 présentent toutes deux un logement qui permet de positionner les deux pièces diélectriques 1 et 2, et empêche leur glissement latéral par rapport à la ligne microbande 19.

La pièce 6 est un étrier, solidaire du support 4 : il permet de maintenir le bloc de diélectrique 3, contre la microbande 19, et participe à l'adaptation du dispositif de couplage.

Les dimensions des pièces diélectriques et métalliques, et notamment du support 4, par rapport à la microbande 19, sont telles qu'elles permettent d'introduire l'extrémité d'une microbande extérieure 9 dans le logement prévu dans le support 4 pour la pièce 1. La microbande 9 comprend un substrat, de permittivité ϵ_1 , une métallisation de plan de masse sur une face principale du substrat, et la piste métallique de la ligne microbande sur l'autre face principale du substrat : elle se présente sous forme d'une languette.

Cette ligne microbande extérieure 9 repose - lorsqu'elle est en place - par son plan de masse sur le support 4 ; elle vient buter contre la pièce diélectrique 1, et la ligne microbande à proprement parler est en contact avec l'extrémité 19 de l'âme centrale 12. Le bloc de diélectrique 3 et l'étrier 6 appuient l'extrémité 19 de l'âme centrale 12 contre la microbande 9. Pour que le contact électrique soit bon, l'extrémité 19 est collée sur la microbande 9 au moyen d'une colle conductrice. Dans une variante l'extrémité 19 peut glisser sur la microbande 9 lors de grandes variations de température.

La nature (ϵ_3) du bloc 3, et les dimensions du bloc 3 (l_3) et de l'étrier 6 (L_4), mesurées selon l'axe de la ligne microbande 19, permettent, par ajustement, la compensation des réactances de discontinuité.

La figure 4 complète la figure 3, en montrant, vu en plan, un isolateur muni du dispositif de couplage selon l'invention, ainsi qu'une ligne microbande extérieure sur le point d'être connectée au coupleur. De façon à mieux voir la structure de l'ensemble, l'isolateur est coupé au niveau de l'âme centrale 12 et, pour le coupleur, les pièces diélectriques 2 et 3 ainsi que les pièces métalliques 5 et 6 sont retirées.

Il a été dit que le couplage est obtenu en utilisant plusieurs éléments de ligne de faible largeur et de di-

mensions transversales petites devant la longueur d'onde, le type et la structure de ces éléments étant différents de façon à réaliser une transition progressive, par paliers, entre la répartition symétrique ou dissymétrique des champs. Dans cette transition progressive, l'isolateur impose que l'élément de ligne qui lui est le plus proche soit symétrique. C'est bien le cas de la ligne triplaque formée par :

- le plan de masse 21 de la première pièce diélectrique 1
- la ligne microbande 20 en contact avec la ligne microbande
- la métallisation 23 de la deuxième pièce diélectrique 2.

Le dispositif de couplage selon l'invention assure donc la transition entre un appareil dans lequel la répartition des champs est symétrique (OSEL) et un circuit dans lequel elle est dissymétrique au moyen de quatre paliers dans lesquels les modes sont différents :

- le mode symétrique OSEL, à ondes de surface électromagnétiques, au niveau de l'isolateur 10 + 11 + 12 et de son adaptation 7 + 8
- le mode triplaque au niveau de la branche transversale 22 de la première pièce diélectrique 1 et de la deuxième pièce diélectrique 2
- le mode microbande et réactance au niveau du bloc diélectrique 3 et de l'étrier 6
- le mode dissymétrique microbande au niveau de la microbande extérieure 9.

Le maintien de la largeur de l'âme centrale tout au long de la transition à des valeurs très proches de celle du niveau de couplage est un point essentiel de la transition. Les dimensions (l_1 , l_2 , l_3 , l_4 et h_{d3}) des autres pièces sont ajustées pour maintenir le niveau d'impédance nécessaire, c'est à dire généralement proche de 50 ohms.

Pour que la réalisation du coupleur donne une bonne adaptation globale pour l'isolateur et ses transitions, par exemple un rapport d'ondes stationnaires ROS = 1,35 dans une plage comprise entre 6 et 18 GHz, un certain nombre de conditions sont nécessaires. Les unes sont d'ordre mécanique :

- que l'épaisseur h_L de la microbande 9 soit inférieure à l'épaisseur h_F des plaques de ferrite 10 et 11

$$h_L < h_F$$

- que l'épaisseur h_L de la microbande 9 soit égale à l'épaisseur h_{d1} et h_{d2} des pièces diélectriques 1 et 2

$$h_L = h_{d1} = h_{d2}$$

Les autres sont liées à la longueur d'onde λ dans un matériau de permittivité ϵ , étant connu que :

$$\lambda_\epsilon = \frac{\lambda_{\text{vide}}}{\sqrt{\epsilon}}$$

- la largeur $l_1 = l_2$ de la région triplaque (largeur des pièces diélectriques 1 et 2) doit être très inférieure au quart de la longueur d'onde dans le matériau di-

électrique (ϵ_1) de ces pièces, à la fréquence la plus haute

$$l_1 = l_2 \ll \frac{\lambda_{\epsilon 1}}{4}$$

- la longueur $L_1 = L_2$ de ces mêmes pièces 1 et 2 doit être inférieure à la moitié de la longueur d'onde dans ce même matériau, à la fréquence la plus haute

$$L_1 = L_2 < \frac{\lambda_{\epsilon 1}}{2}$$

- la largeur l_3 du bloc diélectrique 3 doit être très inférieure au quart de la longueur d'onde dans le matériau diélectrique (ϵ_3) du bloc 3, à la fréquence la plus haute

$$l_3 \ll \frac{\lambda_{\epsilon 3}}{4}$$

L'invention a été exposée en s'appuyant sur le cas d'un isolateur OSEL, et en ne décrivant et représentant qu'un seul dispositif de couplage. Il est évident pour l'homme du métier que si le dispositif symétrique comporte plus d'une connexion extérieure, il est muni du nombre adéquat de dispositifs de couplage à une ligne microbande extérieure. Par exemple, l'isolateur de la figure 4 comprend dans sa réalisation un coupleur sur l'extrémité 18 de l'âme centrale et un coupleur sur l'extrémité 19. En variante, le second accès peut être équipé d'un correcteur.

Le dispositif de couplage selon l'invention fonctionne au moins dans la gamme de fréquence 6 - 18 GHz, avec des pertes d'insertion inférieures à 1,6 dB et un rapport d'ondes stationnaires aux accès inférieur à 1,35.

Il est applicable à tous dispositifs à ondes de surface fonctionnant selon un mode symétrique de répartition des champs, pourvu que ces dispositifs soient dotés d'au moins une ligne d'accès de type microbande.

Les variantes possibles sur la forme, la nature des matériaux ou la réalisation, évidentes pour l'homme de l'art, font partie du domaine de l'invention, précisées par les revendications suivantes.

Revendications

1. Dispositif de couplage entre une ligne symétrique à ondes de surface électromagnétiques et une ligne microbande extérieure, la ligne à ondes de surface, terminée par au moins une ligne microbande d'accès (19), fonctionnant selon un mode symétrique de répartition des champs, tandis que la ligne microbande extérieure (9) fonctionne selon un mode dissymétrique de répartition des champs, ce dispositif de couplage étant caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité d'éléments de lignes (1, 2, 3) de faibles longueurs et de dimensions transversales petites devant la longueur d'onde du signal, la nature et la

structure de ces éléments de ligne (1, 2, 3) fournissant une transition progressive entre les modes symétrique et dissymétrique en quatre paliers :

- mode à onde de surface électromagnétique, symétrique

- mode triplaque (1+2)

- mode microbande à deux diélectriques différents

- mode microbande à air (9), dissymétrique.

2. Dispositif de couplage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de ligne en mode triplaque comprend :

- une première pièce (1), en matériau diélectrique, en forme de T, dont une face principale métallisée constitue le plan de masse (21) et dont une autre face principale est métallisée et gravée pour former une microbande (20) perpendiculaire à la branche transversale du T,

- une deuxième pièce (2), en matériau diélectrique, en forme de languette, dont une face principale est métallisée (23),

- ces deux pièces diélectriques (1, 2) étant appuyées chacune contre une face de la microbande d'accès (19) de la ligne à onde de surface, la première pièce (1) de façon que sa microbande gravée (20) soit dans l'axe de la microbande d'accès (19), la seconde pièce (2) de façon que sa métallisation soit perpendiculaire et en contact avec la microbande d'accès (19).

3. Dispositif de couplage selon la revendication 2, caractérisé en ce que les première et deuxième pièces diélectriques (1, 2) sont maintenues en place et appuyées contre la ligne microbande d'accès (19) au moyen de deux pièces métalliques (4, 5), en matériau non magnétique, solidaires du dispositif à ondes de surface (16, 17), la première pièce métallique (4) constituant un support pour la première pièce diélectrique (1) et pour la microbande d'accès (19), en même temps que le plan de masse du dispositif de couplage, et la deuxième pièce métallique (5) constituant un élément de pression de la deuxième pièce diélectrique (2) contre la microbande d'accès (19).

4. Dispositif de couplage selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément de ligne en mode microbande à adaptation de réactance comprend une troisième pièce (3), en matériau diélectrique, en forme de bloc, posé sur l'extrémité de la microbande d'accès (19), entre l'élément de ligne en mode triplaque (1 + 2 + 4 + 5) et la microbande extérieure (9).

5. Dispositif de couplage selon la revendication 4, caractérisé en ce que la troisième pièce diélectrique (3) est maintenue en place par une troisième pièce métallique (6), en forme d'étrier, en matériau non magnétique.

6. Dispositif de couplage selon la revendication 3, caractérisé en ce que le support métallique (4) comporte un logement pour positionner la première pièce diélectrique (1) et l'extrémité de la ligne microbande extérieure (9), celle-ci étant en butée contre la première pièce diélectrique (1) et en contact avec l'extrémité de la microbande d'accès (19).

7. Dispositif de couplage selon la revendication 6, caractérisé en ce que la microbande d'accès (19) est collée sur la ligne microbande extérieure (9) au moyen d'une colle conductrice ou permet le glissement.

8. Dispositif de couplage selon la revendication 2, caractérisé en ce que les première et deuxième pièces diélectriques (1, 2) sont en matériau de même permittivité (ϵ_1) que le matériau diélectrique substrat de la ligne microbande extérieure (9) et ont même épaisseur de diélectrique (h_{d1} , h_{d2}) que ledit substrat (h_L) de ligne extérieure

$$h_{d1} = h_{d2} = h_L$$

9. Dispositif de couplage selon l'une des revendications 4 ou 5 caractérisé en ce que la permittivité (ϵ_3) de la troisième pièce diélectrique (3), son épaisseur (h_{d3}), sa longueur (l_3) et la longueur (l_4) de l'étrier métallique (6) sont ajustées pour réaliser l'adaptation des réactances de discontinuité.

10. Dispositif de couplage selon la revendication 2, caractérisé en ce que L_1 et L_2 étant les longueurs des première et deuxième pièces diélectriques (1, 2), mesurées perpendiculairement à la microbande d'accès (19), et l_1 et l_2 étant les largeurs de ces mêmes pièces, il est nécessaire que

$$L_1 = L_2 < \frac{\lambda \epsilon_1}{2}$$

$$\text{et } l_1 = l_2 \ll \frac{\lambda \epsilon_1}{4}$$

$\lambda_{\epsilon 1}$ étant la longueur d'onde, à la fréquence maximale, dans le matériau diélectrique de permittivité ϵ_1 .

11. Dispositif de couplage selon la revendication 4, caractérisé en ce que, l_3 étant la longueur de la troisième pièce diélectrique (3), mesurée selon l'axe de la microbande d'accès (19), il est nécessaire que

$$l_3 \ll \frac{\lambda \epsilon_3}{2}$$

$\lambda_{\epsilon 3}$ étant la longueur d'onde, à la fréquence maximale, dans le matériau diélectrique de permittivité ϵ_3 .

12. Dispositif de couplage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trois pièces diélectriques (1, 2, 3) formant éléments de ligne sont en polytétrafluoroéthylène, chargé de fibres de verre pour les première et deuxième pièces (1, 2).

13. Dispositif de couplage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trois pièces diélectriques (1, 2, 3) formant éléments de ligne sont en matériau céramique tel que l'alumine.

14. Dispositif de couplage selon l'une des revendications 3 ou 5, caractérisé en ce que les trois pièces métalliques (4, 5, 6) sont en laiton ou en bronze au beryllium.

Claims

1. A coupling device between a symmetrical electromagnetic surface wave transmission line and an external microstrip line, the surface wave transmis-

sion line being terminated by at least one access microstrip line (19) and operating according to a symmetric field distribution mode while the external microstrip line (9) operates according to an asymmetric field distribution mode, characterized in that the device comprises a plurality of line elements (1, 2, 3) of short length and small transverse size with respect to the signal wavelength, the kind and structure of these line elements (1, 2, 3) being such that a progressive transition between the symmetric mode and the asymmetric mode is obtained in four steps:

- a symmetric electromagnetic surface wave mode
- a three-plate mode (1+2)
- a microstrip mode having two different dielectric materials
- an asymmetric microstrip mode (9) in air.

2. A coupling device according to claim 1, characterized in that the three-plate line element comprises:

- a first component (1) made of dielectric material and being T-shaped, one main surface of which is metal coated and constitutes the earth plane (21) while another main surface is metal-coated and is engraved in order to constitute a microstrip (20) perpendicular to the transverse branch of the T,
- a second component (2) made of dielectric material and being tongue-shaped, one main surface of which is metal-coated (23),
- these two dielectric components (1, 2) being each applied against one surface of the access microstrip (19) of the surface wave line, namely the first component (1) in such a way that its engraved microstrip (20) is aligned with the axis of the access microstrip (19), and the second component (2) in such a way that its metal layer is perpendicular and in contact with the access microstrip (19).

3. A coupling device according to claim 2, characterized in that the first and second dielectric components (1, 2) are maintained in place and applied against the access microstrip line (19) by means of two metal components (4, 5) made of a non-magnetic material and integral with the surface wave device (16, 17), the first metal component (4) constituting a support for the first dielectric component (1) and for the access microstrip (19) and else the earth plane of the coupling device, and the second metal component (5) constituting a component urging the second dielectric component (2) against the access microstrip (19).

4. A coupling device according to claim 1, characterized in that the microstrip mode line element having impedance matching capacities comprises a third component (3) made of dielectric material and being block-shaped, this component being located on the end of the access microstrip (19) between the three-plane mode line element (1+2+4+5) and the external microstrip (9).

5. A coupling device according to claim 4, characterized in that the third dielectric component (3) is maintained in place by a third metal component (6) which is stirrup-shaped and is made of a non-magnetic material.

6. A coupling device according to claim 3, characterized in that the metal support (4) comprises a housing for positioning the first dielectric component (1) and the end of the external microstrip line (9), the latter abutting against the first dielectric component (1) and being in contact with the end of the access microstrip (19).

7. A coupling device according to claim 6, characterized in that the access microstrip (19) is glued onto the external microstrip line (9) by means of a conducting adhesive or is fixed in order to allow a sliding movement.

8. A coupling device according to claim 2, characterized in that the first and second dielectric components (1, 2) are made of a material having the same permittivity (ϵ_1) as the dielectric material constituting the substrate of the external microstrip line (9), their dielectric layer thickness (h_{d1} , h_{d2}) being the same as the thickness of the substrate (h_L) of the external line

$$h_{d1} = h_{d2} = h_L$$

9. A coupling device according to one of claims 4 or 5, characterized in that the permittivity (ϵ_3) of the third dielectric component, its thickness (h_{d3}), its length (l_3) and the length (l_4) of the metal stirrup (6) are adjusted to ensure the matching of the impedances of discontinuity.

10. A coupling device according to claim 2, characterized in that it is necessary to respect the following formulae

$$L_1 = L_2 < \frac{\lambda \epsilon_1}{2}$$

and
$$l_1 = l_2 < \frac{\lambda \epsilon_1}{4}$$

L_1 and L_2 being the length of the first and second dielectric components (1, 2) respectively, measured perpendicularly to the access microstrip (19), and l_1 and l_2 being the widths of these components, λ_{ϵ_1} being the wavelength at maximum frequency in the dielectric material of permittivity ϵ_1 .

11. A coupling device according to claim 4, characterized in that it is necessary to respect the following formula

$$l_3 < \frac{\lambda \epsilon_3}{2}$$

l_3 being the length of the third dielectric component (3) measured along the axis of the access microstrip (19), and λ_{ϵ_3} being the wavelength at maximum frequency in the dielectric material of permittivity ϵ_3 .

12. A coupling device according to claim 1, characterized in that the three dielectric components (1, 2, 3) constituting line elements are made of polytetrafluoroethylene filled with glass fibers as far as the first and second components (1, 2) are concerned.

13. A coupling device according to claim 1, characterized in that the three dielectric components (1, 2, 3) constituting line elements are made of ceramic material such as alumina.

14. A coupling device according to one of claims 3 or 5, characterized in that the three metal components (4, 5, 6) are made of brass or of beryllium bronze.

Patentansprüche

1. Koppelvorrichtung zwischen einer symmetrischen Leitung für elektromagnetische Oberflächenwellen und einer äußeren Mikrostripleitung, wobei die Oberflächenwellenleitung, die durch mindestens eine Mikrostrip-Zugangsleitung (19) abgeschlossen ist und gemäß einem symmetrischen Feldverteilungsmodus arbeitet, während die äußere Mikrostripleitung (9) gemäß einem unsymmetrischen Feldverteilungsmodus betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mehrere Leitungselemente (1, 2, 3) geringer Länge und geringer Querabmessungen im Vergleich zur Wellenlänge des Signals aufweist, wobei die Art und die Struktur dieser Leitungselemente (1, 2, 3) einen progressiven Übergang zwischen den symmetrischen und unsymmetrischen Modi in vier Schritten erlaubt, nämlich

- einen symmetrischen Modus für elektromagnetische Oberflächenwellen,
- einen Dreiplattenmodus (1+2),
- einen Mikrostripmodus mit zwei verschiedenen Dielektrika
- einen unsymmetrischen Mikrostripmodus mit Luft (9) als Dielektrikum.

2. Koppelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungselement im Dreiplattenmodus

- ein erstes Bauteil (1) aus dielektrischem Material in Form eines T, dessen eine Hauptfläche metallisiert ist und die Masseebene (21) bildet, während eine andere Hauptfläche metallisiert ist und als Mikrostrip (20) senkrecht zum Querzweig des T graviert ist,
- ein zweites Bauteil (2) in Zungenform aus dielektrischem Material aufweist, dessen eine Hauptfläche metallisiert ist (23),
- wobei diese beiden dielektrischen Bauteile (1, 2) je gegen eine Fläche des Zugangs-Mikrostrips (19) der Oberflächenwellenleitung angelegt sind, und zwar das erste Bauteil (1) derart, daß sein graviertes Mikrostrip (20) in der Achse des Zugangs-Mikrostrips (19) liegt, und das zweite Bauteil (2) derart, daß seine Metallisierung senkrecht und mit dem Zugangs-Mikrostrip (19) in Kontakt steht.

3. Koppelvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden dielektrischen Bauteile (1, 2) mit Hilfe zweier metallischer Bauteile (4, 5) aus einem nicht-magnetischen Material, die fest mit der Oberflächenwellenvorrichtung (16, 17) verbunden sind, festgehalten und gegen die Zugangs-Mikrostripleitung (19) gedrückt werden, wobei das erste metallische Bauteil (4) einen Träger für das erste dielektrische Bauteil (1) und für den Zugangs-

Mikrostrip (19) und zugleich die Masseebene der Kopplungsvorrichtung bildet, während das zweite metallische Bauteil (5) ein Druckelement bildet, das das zweite dielektrische Bauteil gegen den Zugangs-Mikrostrip (19) drückt.

4. Koppelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungselement im Mikrostripmodus eine Reaktanzanpassung durchführt und ein drittes Bauteil (3) aus dielektrischem Material in Form eines Blocks besitzt, der auf das Ende des Zugangsmikrostrips (19) zwischen dem Leitungselement im Dreiplattenmodus (1+2+4+5) und dem äußeren Mikrostrip (9) aufgelegt ist.

5. Koppelvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte dielektrische Bauteil (3) durch ein drittes metallisches und nicht-magnetisches Bauteil (6) in Form eines Bügels festgehalten wird.

6. Koppelvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Träger (4) einen Sitz zur Positionierung des ersten dielektrischen Bauteils (1) und des Endes der äußeren Mikrostripleitung (9) aufweist, wobei letztere am ersten dielektrischen Bauteil (1) anliegt und in Kontakt mit dem Ende des Zugangs-Mikrostrips (19) ist.

7. Koppelvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Zugangs-Mikrostrip (19) auf die äußere Mikrostripleitung (9) mit Hilfe eines leitfähigen Leims aufgeklebt ist oder darauf zu gleichen vermag.

8. Koppelvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden dielektrischen Bauteile (1, 2) aus einem Material mit derselben Dielektrizitätskonstante (ϵ_1) wie das dielektrische Material ist, das das Substrat der äußeren Mikrostripleitung (9) bildet, und daß die beiden dielektrischen Bauteile dieselbe Dielektrikumsdicke (h_{d1} , h_{d2}) wie das Substrat (h_L) der äußeren Leitung besitzen

$$h_{d1} = h_{d2} = h_L$$

9. Koppelvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dielektrizitätskonstante (ϵ_3) des dritten dielektrischen Bauteils (3), seine Dicke (h_{d3}), seine Länge (l_3) und die Länge (l_4) des Metallbügels (6) so gewählt sind, daß sich eine Reaktanzanpassung der Diskontinuität ergibt.

10. Koppelvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bezüge gelten:

$$L_1 = L_2 < \frac{\lambda \epsilon_1}{2}$$

$$\text{und } l_1 = l_2 < \frac{\lambda \epsilon_1}{4}$$

wobei L_1 und L_2 die Längen des ersten bzw. zweiten dielektrischen Bauteils (1, 2), gemessen senkrecht zum Zugangsmikrostrip (19), und l_1 und l_2 die Breitenabmessungen dieser Bauteile sind und λ_{ϵ_1} die Wellenlänge im dielektrischen Material mit der Di-

elektrizitätskonstante ϵ_1 bei der höchsten Frequenz ist.

11. Koppelvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die folgende Beziehung gilt:

$$l_3 \ll \frac{\lambda \epsilon_3}{2}$$

wobei l_3 die Länge des dritten dielektrischen Bauteils (3), gemessen in Richtung der Achse des Zugangs-Mikrostrips (19), und λ_{ϵ_3} die Wellenlänge im dielektrischen Material mit der Dielektrizitätskonstante ϵ_3 bei der höchsten Frequenz ist.

12. Koppelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drei dielektrischen Bauteile (1, 2, 3), die Leitungselemente bilden, aus Polytetrafluoräthylen sind, das für das erste und zweite Bauteil (1, 2) Glasfasern enthält.

13. Koppelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die drei dielektrischen Bauteile (1, 2, 3), die Leitungselemente bilden, aus keramischem Material wie z.B. Aluminiumoxid sind.

14. Koppelvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die drei metallischen Bauteile (4, 5, 6) aus Messing oder einer Berylliumbronze sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

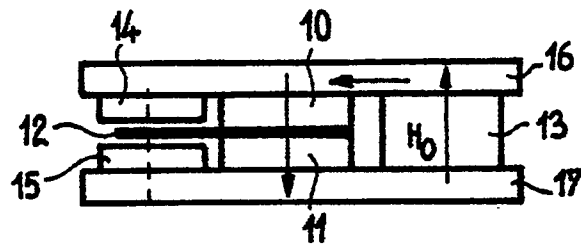
55

60

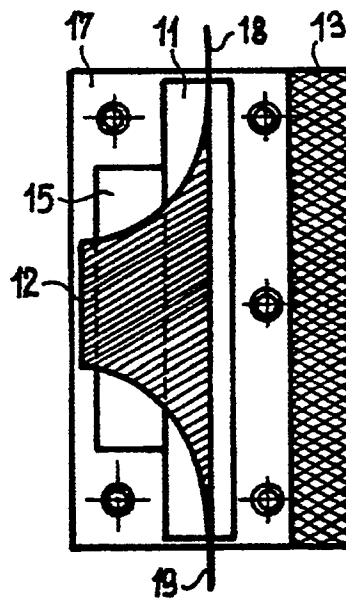
65

8

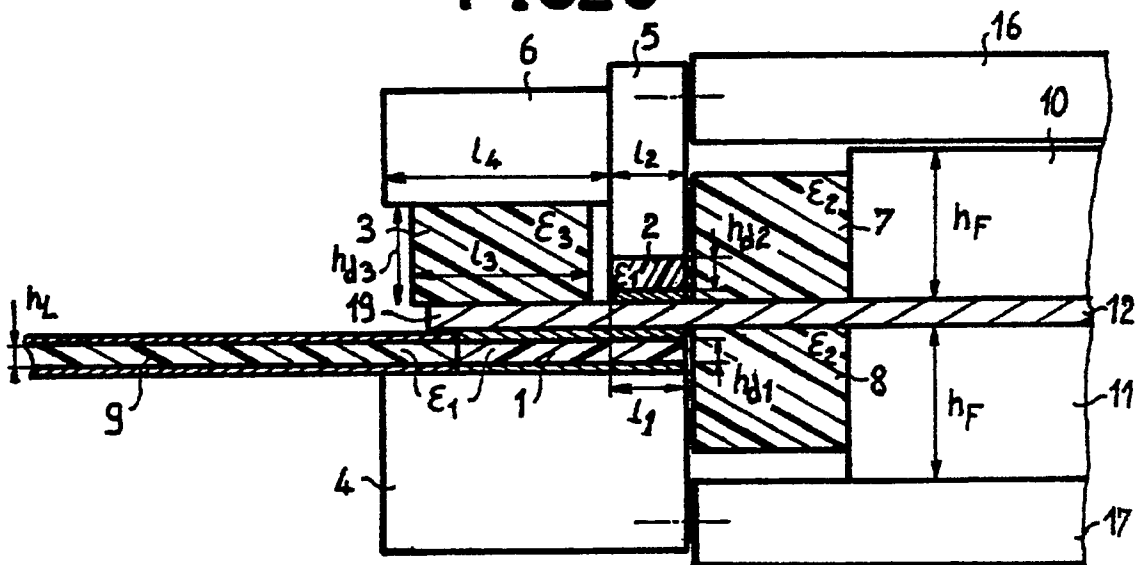
FIG_1



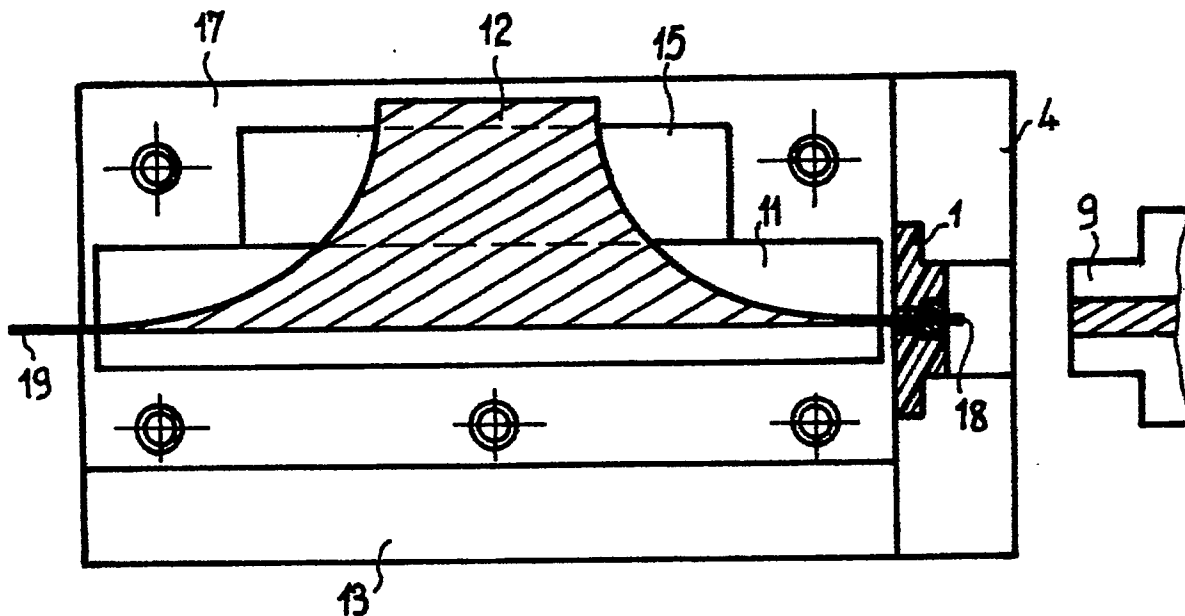
FIG_2



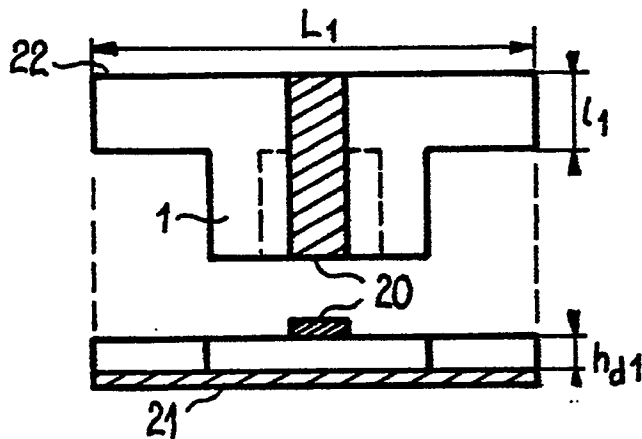
FIG_3



FIG_4



FIG_5



FIG_6

