RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 497 410**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 80 27692**

(54) **Ensemble de circuits comprenant plusieurs éléments du type « microbande » d'épaisseurs de diélectrique différentes et son procédé de fabrication.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 P 3/08, 11/00.

(22) Date de dépôt ..... 29 décembre 1980.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-BRANDT, résidant en France.

(72) Invention de : Claude Coutant.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

# ENSEMBLE DE CIRCUITS COMPRENANT PLUSIEURS ELEMENTS DU TYPE "MICROBANDE" D'EPAISSEURS DE DIELECTRIQUE DIFFERENTES ET SON PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention concerne un ensemble de circuits comprenant plusieurs éléments tels que des lignes de transmission, du type "microbande" présentant, sur un même substrat, différentes épaisseurs de diélectrique et, par conséquent, des impédances caractéristiques différentes.

Des sytèmes de lignes de transmission à plaques conductrices parallèles, réalisés par la technologie des circuits imprimés, à l'aide de couches conductrices en forme de bandes recouvrant l'une des faces d'un substrat diélectrique d'épaisseur constante, dont l'autre face est recouvert sur tout ou partie de sa surface d'une couche conductrice formant plan de masse, ainsi que leurs procédés de fabrication et leurs matériaux constitutifs sont bien connus et appelés "microbande" (ou "microstrip" ou "strip-line" en anglais) et ils ont été décrits, par exemple, dans l'ouvrage britannique de HARVEY intitulé "MICROWAVE ENGINEERING", publié en 1963 par "ACADEMIC PRESS", dans les ouvrages américains de HOWE intitulé "STRIPLINE CIRCUIT DESIGN" et de YOUNG intitulés "MICROWAVE FILTERS USING PARALLEL COUPLED LINES"et "PARALLEL COUPLED LINES AND DIRECTIONAL COUPLERS" respectivement publiées en 1974 et 1972 par ARTECH HOUSE, avec des bibliographies extensives renvoyant à de nombreuses articles de revues.

Pour obtenir des impédances caractèristiques ($Z_c=\sqrt{L/C}$), des réactances inductives et capacitives par unité de longueur, des vitesses de phase ($v_p=1/\sqrt{LC}$) et des longueurs d'onde ($\lambda g$) le long de la ligne (dans l'axe de la bande conductrice) différentes pour former des circuits résonnants (à $\lambda g/4$ ou $\lambda g/2$) adaptés à des fréquences différentes ou des condensateurs de couplage

ou de découplage à la masse de capacités différentes, il est avantageux de faire varier l'épaisseur t du substrat et, par conséquent, la distance entre la bande et le plan de masse, la constante diélectrique $\varepsilon$ de celui-ci et la largeur de la bande conductrice.

Lorsque l'on désire remplacer un condensateur de découplage à la masse par un élément à "microbande", sa capacité sera proportionnelle à la surface S de la bande conductrice (celle du plan de masse étant beaucoup plus grande) et la constante diélectrique du substrat, et inversement proportionnelle à l'épaisseur t de ce dernier. Il est alors avantageux de choisir un substrat aussi mince que possible pour que la surface S ne devienne pas démesurée.

Lorsque, par contre, on désire coupler des lignes entre elles, soit directement en les positionnant en parallèle sur une certaine longueur, par exemple, ou à l'aide de boucles de couplage en "microbande", il est avantageux d'utiliser un substrat de plus grande épaisseur, afin de réduire les pertes par champ (capacitives) par rapport au plan de masse. Il est à noter, d'une part, que les pertes diélectriques augmentent avec la fréquence et, d'autre part, diminuent lorsque l'épaisseur du substrat augmente.

Pour réaliser un ensemble de circuits comprenant, par exemple, différentes parties qui sont destinées à fonctionner dans deux ou plusieurs bandes de fréquence différentes, telles que, par exemple, celles respectivement autour de 12 et de 1,2 GHz comme le circuit d'entrée d'un récepteur destinée à la réception directe de signaux de télévision diffusés par un satellite géostationnaire, où la fréquence inférieure constitue la première fréquence intermédiaire fournie par un premier mélangeur localisé dans l'antenne, on a réalisé jusqu'ici différents modules respectivement réalisés à partir de substrats d'épaisseurs différentes que l'on a ensuite assemblé sur un support commun en matériau métallique, tel que du laiton ou de l'aluminium de manière à assurer un plan de masse, et qui a été usiné de façon à comporter des logements creux de profondeurs différentes permettant de contenir ces modules. Les différents modules sont alors réunis ensemble à l'aide de conducteurs ou condensateurs de couplage soudés.

La présente invention permet d'éviter l'assemblage des

modules et leur connexion par des fils ou autres éléments soudés par leurs extrémités respectives à deux modules différents et de réaliser un circuit imprimé comportant des portions de substrat d'épaisseurs respectives différentes permettant de déposer des couches ou bandes conductrices sur chaque face en même temps, quelle que soit sa distance par rapport à l'autre face.

Suivant l'invention, un ensemble de circuits comprenant plusieurs éléments, tels que des lignes de transmission pour micro-ondes, du type "microbande", d'épaisseurs différentes, caractérisé en ce qu'il est réalisé à partir d'un substrat diélectrique commun dont l'épaisseur hors tout est choisie égale à celle de l'élément ou du module ayant la plus grande épaisseur, les épaisseurs plus faibles des autres éléments ou modules étant réalisées à l'aide d'évidements ou cavités obtenus, notamment, par usinage ou moulage à partir de l'une des faces du substrat, de sorte que celui-ci comporte une face plane et face creusée.

L'invention sera mieux comprise et d'autres cas caractèristiques et d'avantages de celle-ci ressortiront de la description qui suit et du dessin annexé s'y rapportant, donné à titre d'exemple, sur lesquels :

la figure 1 montre à l'aide d'une coupe en élévation, leprocédé de réalisation de l'état de la technique, susmentionné, de l'assemblage des différents modules de circuit imprimé sur un support métallique commun ;

la figure 2 montre une coupe en élévation d'un substrat avant usinage suivant un premier mode d'éxécution du procédé de fabrication de l'invention ;

la figure 3 montre une variante de réalisation de ce substrat aprés usinage et dépôt de couches conductrices sur les deux faces de celui-ci ;

la figure 4 montre une autre variante de réalisation de ce substrat par ce premier mode d'éxécution ; et

la figure 5 montre en perspective du côté du plan de masse, un second mode d'éxécution du procédé de fabrication d'un substrat

permettant d'obtenir un circuit imprimé, suivant l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté en coupe le mode de réalisation d'un ensemble de circuits comprenant trois modules M1, M2, M3 de circuits respectivement réalisés au moyen de trois plaquettes diélectriques D1, D2, D3 d'épaisseurs respectives T1, T2, T3 différentes. Ces plaquettes ou substrats D1, D2, D3 sont, sur l'une de leurs faces, entièrement recouvertes d'une couche conductrice CM formant plan de masse, tandis que leur autre face est revêtue de bandes conductrices C1 à C5 de dimensions choisies suivant leurs impédances caractèristiques, leurs fréquences de fonctionnement et leurs fonctions respectives désirées. Pour obtenir des lignes parallèles couplées entre elles à la fréqence de fonctionnement la plus élevée, il est avantageux de choisir, comme pour le module M2, le substrat D2 le plus épais (T2). Pour le fonctionnement à une fréquence inférieure, il est plus avantageux d'utiliser un substrat D1 d'épaisseur intermèdiaire T1, comme pour le module M1. Le module M3 dont le substrat D3 présente l'épaisseur T3 la plus faible permet, par exemple, de réaliser un condensateur de découplage à la masse (dans ce cas la couche conductrice inférieure CM et la couche supérieure C5 peuvent présenter sensiblement la même surface S).

L'assemblage des trois modules M1, M2 et M3 est effectué à l'aide d'un support commun S en un matériau métallique. Le support est une pièce parallèlépipédique de hauteur supérieure à la plus grande épaisseur T2 des substrats D1 à D3 et de dimensions dans un plan normal à cette hauteur qui sont supérieures à la somme des surfaces des substrats D1 à D3.

La pièce formant le support S comporte trois cavités CA1, CA2, CA3 de même profondeur, notablement supérieure aux épaisseurs des substrats, et de dimensions normales à cette profondeur (largeur, longueur), inférieures à celles des modules M1 à M3, qui ne sont pas essentielles à sa réalisation, mais la facilitent. Ses cavités CA1 à CA3 peuvent être obtenues par moulage ou par usinage, par exemple.

L'une des faces de la pièce S, celle où débouchent les cavités CA1 à CA3 lorsqu'elle en comporte, comprend des évidements E1,E2 et E3 de profondeurs sensiblement comparables aux épaisseurs T1 à T3 des substrats D1 à D3 respectifs qui y sont insérés et fixés par des vis et par collage, de préférence, à l'aide d'une colle conductrice à l'argent, par exemple, afin d'assurer la continuité de la masse.

Les liaisons entre les bandes conductrices respectives C2 et C3 des modules M1 et M2 et C4 et C5 des modules M2 et M3, sont respectivement réalisées au moyen de conducteurs L1 et L2 soudés par leurs extrémités à ces bandes.

Il est évident que l'assemblage des pièces, l'usinage du support et la soudure des liaisons nécessitent plus de main-d'oeuvre que la réalisation d'un circuit imprimé unique.

Il est à remarquer ici que le support métallique S peut être avantageusement réalisé avec des cavités CA1, CA2 et CA3 qui la traversent de part en part, de sorte qu'elles débouchent sur le plan inférieur, ce qui permet de relier les plans de masse CM des différents modules M1, M2, M3 au support par des soudures (non représentées) pratiques sur tout le pourtour de chaque module.

Suivant l'invention, l'ensemble de circuits comprenant plusieurs éléments de type "microbande" d'épaisseurs de diélectrique différentes sont réalisés sur un même substrat.

Sur les figures 2, 3 et 4 on a respectivement représenté en coupe, le substrat unique avant usinage, et deux variantes de réalisation de cet ensemble obtenu par un premier mode d'éxécution du procédé de fabrication.

Le substrat diélectrique commun DC au trois modules de circuits M1, M2 et M3 est le même dans ce cas et, comme illustré sur la figure 2, son épaisseur T est choisie" égale à la plus grande épaisseur de diélectrique T2 dont on a besoin.

Par la suite, le substrat commun en diélectrique rigide est creusé à l'endroit où l'on désire placer les modules

M1 et M3 d'épaisseur T1 et T3 par usinage (fraisage par exemple).

Le substrat DC creusé comporte alors deux évidements E4 et E5 de profondeurs respectives de T2 - T1 et T2 - T3, comme illustré sur les figures 3 et 4.

Sur la face plane P du substrat DC, on peut alors déposer par un procédé additif, la couche de masse CM et sur la face creusée R, les ébauches de bandes conductrices C1 à C5, comme illustré sur la figure 3. Cette première variante de réalisation présente quelques inconvénients du fait que la gravure chimique après une exposition à la lumière des portions de couche de vernis photosensible est plus malaisée sur les surfaces de jonction (verticales) entre les différents niveaux. Il faudra alors utiliser uniquement du vernis photosensible (photorésist) du type pour lequel la gravure chimique n'enlève que les parties non exposées à la lumière.

La seconde variante de réalisation réprésentée sur la figure 4 est plus avantageuse de ce point de vue. Ici, le plan de masse CM recouvre la face creusée R du substrat commun DC et les ébauches des bandes conductrices C1 à C5, sa face plane P. Le procédé de gravure chimique et le vernis photosensible utilisé peuvent alors être librement choisis avec un résultat final équivalent.

Les couches et les bandes conductrices sont généralement réalisées en cuivre. On fait adhérer de minces feuilles de ce cuivre aux deux faces du substrat à l'aide d'un adhésif thermoplastique sous pression ou par un procédé additif électrolytique. Les différentes bandes peuvent être déposées sous leur forme définitive ou celle-ci peut être obtenue par gravure chimique à partir d'une ébauche ou d'une couche complète de revêtement.

Il est à remarquer ici que le dessin ou son ébauche (figure 4)ou la couche de masse (figure 3) recouvrant la face plane P du substrat DC peut y être déposée avant ou après l'usinage de la face creusée R.

Les différentes épaisseurs de portions du substrat commun peuvent également être obtenues par moulage.

Un substrat obtenu par moulage a été représenté en perspective sur la figure 5, où c'est le côté du plan de masse qui est illustré.

Sur la figure 5, le substrat DC comporte des trous $O_1$, $O_2$, $O_3$, $O_4$ et $O_5$ et des évidements à fond plan de différentes profondeurs E6, E7, E8, et E9, permettant de réaliser, par exemple, cinq modules de "microbandes" d'épaisseurs différentes. La métallisation des faces plane P et creusée R y est effectuée par des procédés connus, sus-mentionnés.

Le second mode d'éxécution du procédé de fabrication d'un tel ensemble de circuits par moulage est le plus avantageux, notamment, en ce qui concerne la fabrication en série car tout usinage, notamment le détourage et le poinçonnage, sont alors supprimés.

## REVENDICATIONS

1. Ensemble de circuits comprenant plusieurs éléments, tels que des lignes de transmission pour micro-ondes, du type "micro-bande", d'épaisseur différentes, caractérisé en ce qu'il est réalisé à partir d'un substrat diélectrique commun (DC) dont l'épaisseur T hors tout est choisie égale à celle de l'élément ou du module (M2) ayant la plus grande épaisseur (T2), les épaisseurs plus faibles (T1,T3) des autres éléments ou modules (M1,M3) étant réalisées à l'aide d'évidements (E4, E5) ou cavités obtenus, notamment, par usinage ou moulage à partir de l'une des faces de substrat (CD), de sorte que celui-ci comporte une face plane (P) et une face creusée (R).

2. Ensemble de circuits suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la face creusée (R) du substrat (CD) est sensiblement entièrement recouverte d'une couche conductrice (CM) formant le plan de masse, tandis que sa face plane (P) est recouverte de bandes conductrices ($C_1$, $C_2$, $C_3$, $C_4$, $C_5$) formant les différents éléments des modules (M1, M2, M3).

3. Ensemble suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la surface plane (P) du substrat (CD) est sensiblement entièrement recouverte d'une couche conductrice (CM) formant plan de masse, tandis que sa face creusée (R) porte des bandes conductrices ($C_1$, $C_2$, $C_3$, $C_4$, $C_5$), notamment aux endroits des évidements (E4, E5).

4. Procédé de fabrication d'un ensemble de circuits suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les évidements (E4, E5) de la face creusée (R) du substrat (CD) sont obtenues par usinage à partir d'une plaquette à épaisseur (T) constante.

5. Procédé de fabricatin d'un ensemble de circuit suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que des évidements (E6 à E9) et des trous (01 à 05) dans le substrat commun (DC) sont obtenus par moulage.

FIG_1

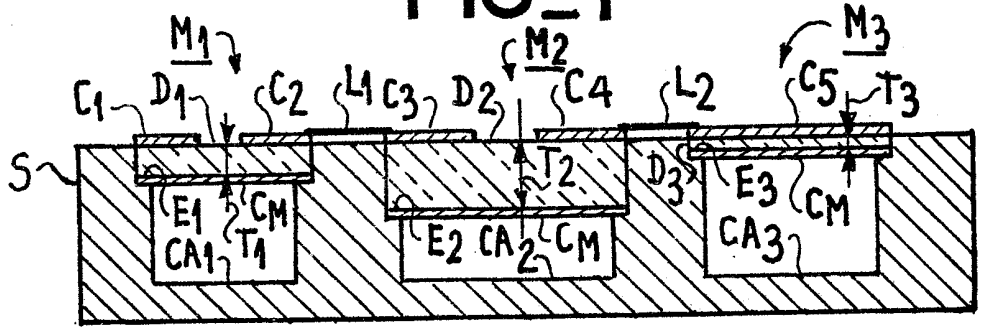



FIG_2




FIG_3

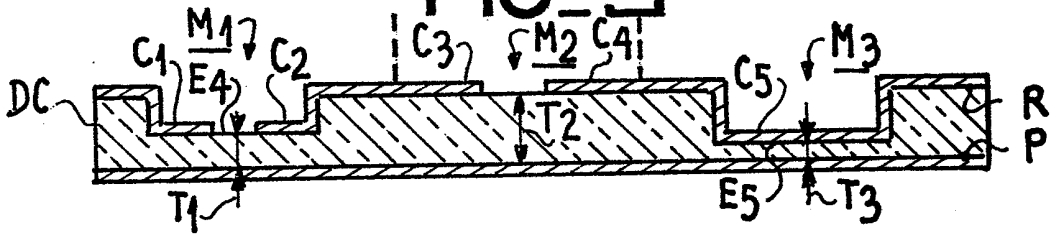



FIG_4

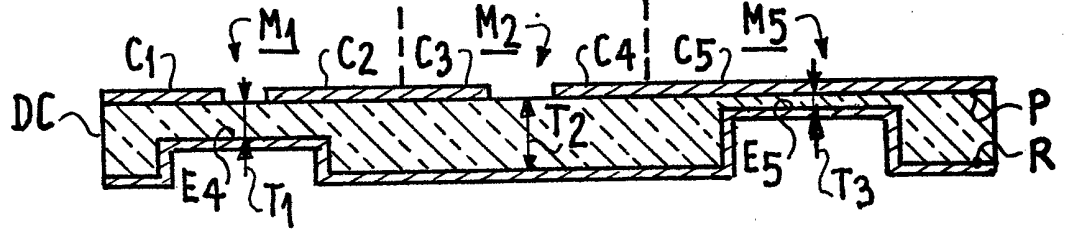



FIG_5

