

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 503 523

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 05751

(54) Circuit imprimé, produit stratifié pour la fabrication d'un tel circuit et procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 05 K 3/06, 3/24.

(22) Date de dépôt..... 2 avril 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 3 avril 1981, n° 251.018.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 8-10-1982.

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Joseph David Cargioli.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, GETSCO, RD-12553,
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

La présente invention concerne d'une manière générale la technique des stratifiés et plus particulièrement de nouvelles plaquettes pour circuits imprimés et des produits intermédiaires stratifiés revêtus de métal et aussi un nouveau 5 procédé de fabrication de telles plaquettes et stratifiés.

La présente invention est apparentée à celle de la demande de brevet français N° 81 15979 qui décrit la production de surfaces à grains très fins, extrêmement lisses, pratiquement exemptes de trous d'épingle sur des stratifiés 10 revêtus de cuivre en déposant un film de cuivre ultra-mince par une technique de dépôt en phase vapeur.

L'invention est aussi apparentée à celle décrite dans la demande de brevet français N° 81 17828 qui concerne la réalisation de stratifiés chimiquement liés, revêtus de cuivre 15 au moyen de films minces de l'un ou l'autre de différents métaux et d'oxyde d'aluminium ou d'oxyde de silicium.

Tel qu'on l'utilise ici et dans les revendications annexées le terme de "support" caractérise un matériau en feuille d'aluminium d'épaisseur calibrée lui permettant de 20 subir une chaîne de transformations et d'être enroulé pour être stocké ou transporté, il caractérise également des matériaux en feuilles d'autres métaux ainsi que de matières plastiques, comme les produits commerciaux de Dupont, connus sous les marques MYLAR et KAPTON, et d'autres matériaux 25 organiques polymériques de souplesse analogue qui supporteront les températures de transformation encourues dans cette invention et présenteront la résistance voulue à la température de dépôt du film de cuivre et les propriétés d'inactivité et d'aptitude à la liaison avec des revêtements d'agents de 30 pelage nécessaires à l'adhérence du revêtement lorsqu'on arrache les produits stratifiés revêtus de cuivre des feuilles supports.

De la même manière, le terme d' "agent de pelage" caractérise des oxydes dans lesquels la diffusion des atomes 35 de cuivre est négligeable dans des conditions de pressions et de températures comparables à une atmosphère à 175°C. De plus, ce sont des matériaux qui ne se lieront pas aussi forte-

ment au cuivre ou à un autre métal déposé sous la forme d'un film qu'au matériau de support en feuille d'aluminium ou autre, et qui empêcheront encore l'interdiffusion et également la réaction entre le film de cuivre et la feuille 5 d'aluminium ou tout autre support dans les conditions de production ou d'utilisation.

L'adjectif "ultra-mince" caractérise des matériaux d'épaisseurs inférieures à environ 16 micromètres.

Les termes de "film" et de "feuille", signifient, 10 respectivement, dans le même contexte, un revêtement ultra-mince et la combinaison de ce revêtement et d'un ou plusieurs revêtements ultra-minces.

L'expression "dépôt en phase vapeur" recouvre la pulvérisation, l'évaporation physique (c'est-à-dire par faisceau 15 électronique, l'évaporation inductive et/ou résistive), le dépôt chimique en phase vapeur, et le dépôt ionique.

Tel qu'il est utilisé dans cette description et dans les revendications annexées, le terme de "substrat" caractérise la partie du produit stratifié revêtu de cuivre ou de 20 tout autre pièces manufacturée de cette invention qui sert de support physique au film ou à la feuille métallique, et qui est avantageusement constituée par un élément en verre-époxy, sous la forme d'un préimprégné durcissant au contact de la feuille de cuivre ou d'un autre métal. On peut citer parmi 25 d'autres matériaux que l'on peut utiliser à cet effet, sans que l'on doive s'y limiter, ce que l'on appelle, dans le commerce des "papiers-résines phénoliques" qui sont des produits constitués par des feuilles de papier imprégnées d'une résine durcissable pour former une liaison adhésive entre 30 le substrat et la feuille métallique du stratifié. D'autres matériaux convenables sont les polyimides et les résines de polyester.

Le terme "couche de fond" désigne la feuille ou le film de cuivre ou d'autre métal sur lequel on a déposé un 35 supplément de cuivre ou d'autre métal sous la forme du motif de circuit voulu.

L'un des matériaux de départ utilisés pour la production de circuits imprimés à une échelle commerciale est un stratifié revêtu de cuivre. Ce produit intermédiaire consiste en un substrat sur lequel adhère fermement une feuille de cuivre, et les fabricants de circuits imprimés appliquent les motifs de circuit voulus de différentes manières. Le procédé le plus commun à l'heure actuelle, connu sous le nom de procédé soustractif, comprend le masquage du motif voulu par un matériau photorésistant ou par un matériau de masquage imprimé au pochoir sur le stratifié revêtu de cuivre puis l'enlèvement par attaque chimique du revêtement de cuivre non voulu.

Un autre procédé de production des motifs de circuit comprend l'utilisation d'un de ces produits intermédiaires revêtus d'une couche ultra-mince de cuivre. On effectue le masquage comme ci-dessus, mais on laisse apparent le cuivre dans la zone où l'on veut réaliser le dessin du circuit et on effectue un dépôt électrolytique, ce qui augmente l'épaisseur des traits du circuit, après quoi on enlève par attaque chimique le masque et le cuivre de la mince couche de fond. Ce procédé est également connu dans l'industrie sous le nom de procédé semi-additif.

Bien qu'on ait depuis longtemps reconnu dans la technique qu'il était extrêmement souhaitable d'obtenir des motifs de circuit de résolution élevée, c'est-à-dire la plus grande finesse et précision des traits et de leurs écartements, il n'a pas jusqu'à présent été possible de produire en série des circuits imprimés ayant cette caractéristique. Ainsi, le procédé soustractif comporte nécessairement une attaque latérale considérable des traits du circuit et une réduction du métal du motif du circuit ainsi qu'une altération de la morphologie superficielle des traits du circuit. Il limite aussi considérablement la valeur de l'écart entre un trait de circuit et un autre. Le procédé semi-additif, d'un autre côté, permet de manière inhérente une réduction considérable de l'épaisseur des traits du circuit et des écarts entre ces traits que l'on

obtient en pratique au degré le plus élevé en utilisant les inventions des brevets mentionnés ci-dessus et en particulier en réalisant des films lisses, sans trous d'épingle, ultra-minces, mais bien liés. Les circuits produits par ce procédé 5 souffrent, cependant, du fait que des traits de circuit très minces, de largeur de l'ordre de 0,025 mm, sont fragiles et sujets à des endommagements lorsque le métal conducteur du courant saillie au-dessus du substrat et se trouve ainsi exposé à des forces externes.

10 Selon la présente invention, il est possible d'aller bien au delà des limites de l'art antérieur pour la production en série de circuits imprimés d'intégrité et de résolution élevées. De plus, ce résultat ne s'obtient pas au détriment d'autres caractéristiques souhaitables.

15 Fondamentalement, la présente invention est basée sur le concept nouveau de suppression de l'attaque latérale des traits du circuit, qui existe toujours à un degré plus ou moins élevé dans les procédés de l'art antérieur, et sur le nouveau concept d'établissement d'un motif métallique de circuit sur 20 un film métallique sans trou d'épingle, déposé en phase vapeur, constituant une couche de fond. En combinant ces deux concepts selon l'invention, il est possible de fabriquer des circuits imprimés de résolution extrêmement élevée.

Plus particulièrement, on évide l'attaque latérale en 25 noyant les traits métalliques dans le substrat du circuit imprimé avant l'attaque du métal non voulu recouvrant la surface du substrat. En d'autres termes, on effectue l' attaque chimique ----- après stratification de la structure du motif du circuit imprimé avec le substrat du circuit imprimé et après séparation 30 et enlèvement de la feuille de support de l'ensemble. Ce changement de l'ordre des étapes du procédé se traduit par le noyage du métal définissant le motif du circuit dans le substrat, cependant que le métal en excès non voulu du film 35 ou de la feuille initial, c'est-à-dire la couche de fond, est apparent sur la surface du substrat en vue de son élimination sélective facile par dissolution. En limitant fortement

l'épaisseur de la couche de fond, on réduit à la fois la durée et les exigences en matériaux d'attaque de cette étape d'élimination, et en déposant en phase vapeur la couche de fond, on obtient la caractéristique d'absence de trous d'épinglé essentielle aux motifs de circuit de résolution élevée dans des films métalliques ultra-minces, comme décrit dans la demande de brevet français N° 81 15979.

En bref, le procédé de la présente invention comprend le dépôt sur un film métallique exempt de trous d'épinglé, 10 déposé en phase vapeur, constituant une couche de fond, d'une couche supplémentaire de métal selon le motif de circuit voulu, tel que délimité par l'application de matériau photorésistant, l'enlèvement de ce matériau photorésistant après le dépôt, et ensuite le noyage du métal du motif du circuit dans un substrat 15 en stratifiant le corps métallique résultant avec le substrat, et ultérieurement l'enlèvement du métal de la couche de fond du substrat pour laisser le métal du motif de circuit noyé dans le substrat. Selon une réalisation recommandée, la couche de fond et la couche supplémentaire définissant le motif de 20 circuit sont toutes deux en cuivre. A titre facultatif, on peut traiter électrolytiquement le cuivre ou tout autre métal définissant le motif de circuit pour produire une surface nodulaire pour améliorer l'adhérence au substrat avec lequel l'ensemble est ensuite stratifié. En variante, après enlèvement 25 du matériau photorésistant, on peut traiter le cuivre de la couche de fond et le cuivre du motif de circuit déposé avec de minces films de zinc et de silice déposés en phase vapeur pour former une interface de liaison chimique comme décrit dans la demande de brevet français N° 81 17828. La stratification et l'attaque peuvent alors s'effectuer comme décrit ci-dessus pour faire apparaître le circuit. Pendant cette étape, 30 la couche de liaison part en même temps que la mince couche de fond en cuivre mais reste avec les traits de circuit noyés.

Il est important, en particulier pour la production 35 de circuits de résolution extrêmement élevée ayant des largeurs de trait et des écartements inférieurs à 0,025 mm, que le métal définissant le motif de circuit soit appliqué sur une couche

de fond déposée en phase vapeur. Ce n'est que de cette façon que l'on peut produire en série la couche de fond sans trous d'épingles d'épaisseur requise inférieure à 16 micromètres pour assurer l'intégrité du circuit imprimé final.

5 De même, brièvement, le nouveau produit stratifié de la présente invention se compose d'un substrat, d'un corps métallique constitué d'une couche de fond déposée en phase vapeur en contact avec le substrat, et d'une couche métallique définissant un motif de circuit noyée dans la partie superficielle du substrat. A nouveau, comme indiqué pour le procédé de la présente invention, le métal utilisé pour réaliser le motif de circuit est mécaniquement lié au moyen de nodules électrodéposés sur la surface du métal du motif de circuit, ou par des moyens de liaison chimiques sous forme d'un film 10 ultra-mince de zinc, d'aluminium, d'étain ou de chrome et d'un film ultra-mince de dioxyde de silicium ou d'oxyde d'aluminium recouvrant la couche de fond métallique.

Un autre produit nouveau de la présente invention, également défini de manière générale, est un stratifié revêtu 20 de métal se composant d'un support, d'une couche de fond métallique sur le support, et d'un motif de circuit de métal supplémentaire déposé sur la couche de fond et saillant de la surface de cette couche. A nouveau, de préférence, le métal de la couche de fond et du motif de circuit est le cuivre. De 25 plus, lorsque l'article du commerce peut être soumis à un endommagement de la structure définissant le circuit, par manipulation par exemple, le matériau photorésistant ou autre moyen de masquage employé pour la formation du motif de circuit déposé est laissé en place sur la couche de fond en 30 cuivre.

Un circuit imprimé selon la présente invention se compose d'un substrat, et d'un motif de circuit métallique noyé dans le substrat et apparent à la surface du substrat. A nouveau, on peut faire subir au métal définissant le motif 35 de circuit des traitements de liaison spéciaux pour fixer fermement en place le motif dans la surface du substrat, où

on peut le laisser sans préparation spéciale de traitement simplement maintenu en place par des forces de friction entre les surfaces opposées du métal noyé et des parois des cavités dans lesquelles il se loge dans le corps du substrat.

5 La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

- Figure 1 une vue en coupe schématique d'un produit stratifié revêtu de métal selon la présente invention;

10 - Figure 2, une vue schématique analogue à celle de la figure 1 d'un autre produit stratifié revêtu de métal selon la présente invention;

- Figure 3 une vue schématique analogue à celle de la figure 1 d'un autre produit de la présente invention, à savoir un produit intermédiaire pour circuit imprimé;

15 - Figure 4 une autre vue schématique d'un circuit imprimé fabriqué à partir du produit de fig. 3, en dissolvant le film de cuivre sur le substrat;

20 - Figure 5 une autre vue schématique (partielle) d'un autre circuit imprimé de la présente invention dans lequel le cuivre définissant le circuit noyé est mécaniquement lié au substrat ;

25 - Figure 6 une autre vue schématique partielle d'un autre circuit imprimé selon la présente invention dans lequel le cuivre définissant le motif noyé est chimiquement lié au substrat ; et

- Figure 7 un diagramme illustrant le procédé de la présente invention y compris les étapes facultatives pour la production des produits des figures 4, 5 et 6.

Comme le montre la figure 4, un produit principal de la présente invention est un circuit imprimé 10 de résolution élevée se composant d'un substrat 12 en forme de feuille et d'un corps de cuivre 14 noyé dans ce substrat 12 et définissant un motif de circuit imprimé apparent à la surface supérieure 15 du substrat. Des caractéristiques importantes de la forme recommandée de ce nouveau produit comprennent une surface supérieure 15 pratiquement plane du substrat, et une relation d'égalité du niveau du dessus ou partie apparente

du corps de cuivre 14 avec la surface supérieure du substrat. Du fait qu'aucune partie du métal constituant le circuit de cette plaquette ne dépasse la surface 15 du substrat on supprime l'attaque latérale par le produit d'attaque utilisé pour 5 enlever le cuivre de la couche de fond (non représentée) pendant la fabrication du circuit imprimé. Comme mentionné ci-dessus, cette relation unique permet la fabrication de circuits imprimés à traits beaucoup plus fins et écartements plus étroits entre les traits que cela n'est possible avec les 10 techniques de l'art antérieur.

On peut fabriquer le nouveau circuit imprimé de la présente invention sous trois formes différentes représentées aux figures 4, 5 et 6 qui diffèrent les unes des autres de façon importante seulement selon la manière suivant laquelle 15 le métal du motif de circuit s'attache au substrat. Ainsi, sauf pour la partie supérieure du corps de cuivre 14 de la figure 4, la totalité de l'aire du corps est en contact avec le substrat 12. Dans les réalisations des figures 5 et 6, cependant, l'interface cuivre-substrat est interrompue par 20 des moyens de liaison mécaniques ou chimiques qui prennent la forme de couches ou revêtements appliqués sur le cuivre après le dépôt du motif de circuit et avant la stratification du substrat. Plus précisément, le produit de la figure 5 comporte une structure nodulaire ou dentritique 30 sur les extrémités 25 du corps du motif de circuit en cuivre 31 en contact avec le substrat 32. De même, le produit 40 de la figure 6 comporte un film ultra-mince de zinc 41 sur les extrémités du motif de circuit en cuivre 42 et un film ultra-mince 43 de SiO_2 recouvrant le film de zinc 41 en contact avec le substrat 44.

30 Ces trois produits différents selon l'invention sont fabriqués par le procédé illustré par l'une ou l'autre des procédures facultatives du diagramme de la figure 7 (indiquées par les lignes en traits interrompus) choisies pour obtenir l'effet de liaison cuivre- substrat voulu. Un autre choix, en 35 fin de procédé, permet de réaliser une couche de pelage sur le support comme décrit dans les demandes de brevet français mentionnées précédemment, ou cette fonction peut être assurée sur une telle couche comme décrit dans la demande de brevet

français N° 82 00805.

Ensuite, une couche de fond en cuivre 50 (fig. 1) est directement déposée en phase vapeur sur la feuille de support en aluminium 51 ou sur la feuille de support pourvue 5 de la couche de pelage, comme décrit ci-dessus. Ensuite on applique un masque de motif de circuit approprié tel qu'un masque classique 52 du type photorésistant sur la couche de fond en cuivre et on dépose électrolytiquement sur l'ensemble, avec l'épaisseur voulue, le métal choisi pour le motif de 10 circuit. On recommande le cuivre que l'on applique par les trous du masque selon le motif voulu pour former le corps du motif de circuit 53.

A ce point, on peut directement enlever le masque 15 52 et stratifier le substrat 54, comme indiqué à la figure 2 et les lignes en traits pleins du diagramme de la figure 7. On effectue alors l'enlèvement de la feuille de support comme le montre la figure 3 et ensuite on attaque la couche de fond en cuivre 50, c'est-à-dire qu'on la dissous et l'élimine, comme il convient, pour laisser le corps 53 du motif de circuit en cuivre noyé dans le substrat 51 et le laisser apparaître au niveau de la surface du substrat.

On a représenté figure 4 le produit résultant, l'ancre 20 5 de corps métallique définissant le motif de circuit noyé dans le substrat étant approprié à l'utilisation envisagée du fait des forces de friction aux interfaces des composants du motif de circuit et des parois intérieures du substrat.

L'autre produit de l'invention représenté à la 25 figure 5 est le résultat du procédé facultatif fournissant une aptitude mécanique à la liaison comme l'indique le diagramme de la figure 7. Cette possibilité, comme le décrit la demande de brevet français N° 81 15979, comporte le dépôt électrolytique de cuivre sur le dépôt initial de cuivre, produisant des caractéristiques de surface nodulaires ou dentritiques assurant l'effet mécanique de la liaison 30 35 lors de la combinaison finale du substrat.

Le produit de la figure 6 est de même le résultat d'une option illustrée sur la figure 7 pour fournir une caractéristique chimique de liaison pour l'ancre du corps

de cuivre définissant le motif de circuit 42 dans le substrat 40. A nouveau, comme décrit dans la demande de brevet français N° 81 17828 on forme sur le corps de cuivre 42, déposé électrochimiquement sur la couche de fond en cuivre 5 déposée en phase vapeur, un film de zinc ultra-mince 41 déposé en phase vapeur et un revêtement supérieur ultra-mince de dioxyde de silicium, après enlèvement du masque, par dépôt en phase vapeur.

Exemple 1

10 On a déposé en phase vapeur, c'est-à-dire pulvérisé, une couche de cuivre de 1 à 5 micromètres d'épaisseur sur une feuille de support en aluminium précédemment revêtue de dioxyde de silicium déposé en phase vapeur en tant que couche de pelage. On a alors appliqué un matériau photorésistant 15 à cette couche de fond en cuivre et on a réalisé de manière usuelle le motif de circuit voulu. On a alors déposé électrolytiquement, à travers le masque, du cuivre à l'épaisseur voulue, environ $25 \mu\text{m}$, et, en tant qu'étape finale de revêtement, on a appliqué du cuivre aux traits et pattes du 20 circuit pour produire une structure nodulaire pour une bonne liaison mécanique et adhérence avec un substrat. On a alors enlevé le produit photorésistant et on a utilisé le plateau de la presse pour transférer le circuit à un substrat qui est une feuille de préimprégné de verre-époxy pris sous sa 25 forme durcie et connue sous la marque de Plaque FRA. Comme le motif de circuit était plus épais que la couche de fond, il était directement noyé dans le substrat du corps stratifié et fournissait une plaquette revêtue de cuivre avec $5 \mu\text{m}$ ou moins de cuivre par endroits et plus dans d'autres, 30 principalement les zones où l'on a appliqué le motif de circuit. On mettait alors en contact la plaquette avec un produit d'attaque doux du cuivre qui enlève la couche mince laissant le circuit noyé dans la surface de la plaquette sans la moindre attaque latérale du motif de circuit.

35 Exemple 2

On a déposé en phase vapeur, c'est-à-dire évaporé par faisceau d'électrons, une feuille de cuivre de 1 à $2 \mu\text{m}$ d'épaisseur, sur une feuille de support propre en aluminium

maintenue à 120°C environ pendant toute la durée du dépôt. On a alors appliqué un matériau photorésistant à la feuille d'aluminium revêtue de cuivre en un motif de circuit pour essai contenant 125 carrés de 3,175 mm de côté avec des 5 traits de 10 μm et des écarts de 0,025 mm formés de manière usuelle. On a ensuite déposé sur le motif de circuit par galvanoplastie de la feuille de support une épaisseur de cuivre de 10 μm environ. On a ensuite enlevé le produit photorésistant et effectué la stratification comme dans 10 l'exemple 1. On arrachait alors la feuille d'aluminium pour l'enlever proprement du corps composite résultant et après attaque de la couche de fond de 1 à 2 μm , on a mis en évidence que 85 % des circuits carrés de 3,175 mm s'étaient développés sans défaut.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un circuit imprimé, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer sur un film métallique pratiquement sans trous d'épingle, déposé en phase vapeur, 5 servant de couche de fond (50) une couche supplémentaire de métal sous forme d'un motif de circuit voulu (53), à noyer le métal du motif de circuit déposé dans un substrat (54) en stratifiant la couche supplémentaire de métal avec le substrat et à éliminer la couche de fond métallique (50) du substrat 10 en laissant le métal du motif de circuit noyé dans le substrat.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le métal de la couche de fond (50) est le cuivre et le métal supplémentaire est le cuivre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en 15 ce que la couche de fond en cuivre (50) est enlevée par attaque sélective pour rendre apparent le dessus du motif de circuit (53) comme étape finale du procédé.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend, comme étapes préliminaires, le dépôt en 20 phase vapeur de la couche de fond (50) sur un support (51), le dépôt électrolytique du métal du motif de circuit (53), et ensuite l'application d'une couche de liaison au composite pour accroître l'adhérence au substrat (54), et l'étape ultérieure d'enlèvement du support (51) de la couche de fond 25 adhérant au substrat.

5. Produit stratifié revêtu de métal, caractérisé en ce qu'il comprend un substrat (54) et un corps métallique comprenant une couche de fond (50) déposée en phase vapeur en contact avec une partie de la surface du substrat, et une 30 couche définissant un motif de circuit (53) noyée dans la surface du substrat et d'un seul tenant avec la couche de fond.

6. Produit selon la revendication 5, caractérisé en ce que le métal de la couche de fond (50) et celui de la couche définissant le motif de circuit (53) est le cuivre.

35 7. Produit selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de liaison (30,41,43) entre la

couche définissant le motif de circuit (31,42) et le substrat (32,44) les liant fermement l'une à l'autre.

8. Produit selon la revendication 5, caractérisé en ce que le moyen de liaison est une couche de liaison déposée 5 électrolytiquement (30) entre le substrat (32) et la couche définissant le motif de circuit (31).

9. Produit selon la revendication 7, caractérisé en ce que le métal de la couche de fond et celui de la couche définissant le motif de circuit est le cuivre et en ce que 10 le moyen de liaison se compose d'un film ultra-mince d'un métal (41) recouvrant le cuivre choisi parmi le zinc, l'aluminium, l'étain et le chrome, et un film ultra-mince d'un oxyde (43) choisi parmi l'oxyde d'aluminium et le dioxyde de silicium recouvrant le film de métal recouvrant le cuivre.

15 10. Circuit imprimé de résolution élevée, caractérisé en ce qu'il comprend un substrat (12) et un motif de circuit en métal (14) noyé dans le substrat et apparent à la surface (15) du substrat.

11. Circuit imprimé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les largeurs des traits et les écartements 20 du motif du circuit sont inférieurs à 0,025 mm.

12. Circuit selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de liaison entre le métal du motif de circuit et le substrat liant fixement le motif de circuit 25 du substrat.

13. Circuit imprimé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le métal du motif de circuit est le cuivre et le moyen de liaison une couche ultra-mince de zinc (41) sur le cuivre et une couche ultra-mince de dioxyde de silicium 30 (43) sur le zinc.

14. Circuit selon la revendication 12, caractérisé en ce que le métal du motif de circuit est le cuivre et le moyen de liaison un film de cuivre nodulaire ou dendritique déposé électrolytiquement recouvrant le métal du motif de circuit.

35 15. Produit stratifié revêtu de métal, caractérisé en ce qu'il comprend un support (51), un film métallique

pratiquement sans trous d'épinge déposé en phase vapeur (50) en tant que couche de fond et une couche de métal définissant un motif de circuit (53).

16. Produit selon la revendication 15, caractérisé en 5 ce que le métal de la couche de fond et celui de la couche définissant un motif de circuit est le cuivre.

17. Produit selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend un masque photorésistant (52) du motif de circuit sur la surface de la couche de fond (50) et entourant 10 la couche de métal définissant le motif de circuit (53).

Pl. I - 2

FIG. 1

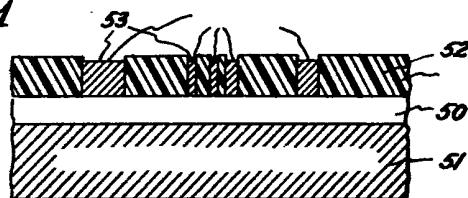


FIG. 2

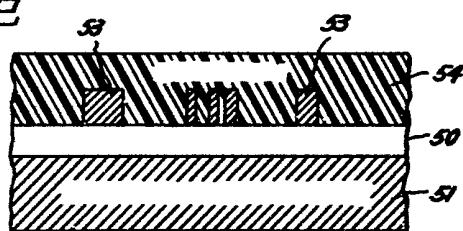


FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6



FIG. 7

