

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 19462

⑤④ Circuit imprimé et son procédé de fabrication.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). H 05 K 3/10, 1/14.

②② Date de dépôt..... 9 septembre 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° 10 du 12-3-1982.

⑦① Déposant : SERRAS-PAULET Edouard, résidant en France.

⑦② Invention de : Edouard Serras-Paulet.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : André Netter, conseil en brevets d'invention,
40, rue Vignon, 75009 Paris.

L'invention concerne un circuit électrique imprimé du type à au moins deux réseaux conducteurs croisés ou superposés, séparés par un diélectrique.

On connaît bien les circuits imprimés classiques à "simple face" ou "double face" qui comprennent un support diélectrique, en général de verre ou de résine époxy, revêtu sur une ou sur ses deux grandes faces d'une couche mince de cuivre dont la majeure partie est éliminée ensuite pour ne laisser subsister qu'un réseau de pistes conductrices et de plots ou plages de contact en cuivre sur une ou sur les deux faces du support.

Ces circuits imprimés ont pour inconvénients essentiels d'être d'un prix de revient élevé en raison de la complexité de leur procédé de fabrication et de l'élimination de la plus grande partie du cuivre dont les supports sont initialement revêtus, et d'être en général rigides et épais. De plus, les plots ou plages de contact en cuivre doivent subir un traitement supplémentaire pour résister à l'oxydation.

On connaît également des circuits imprimés souples, obtenus par le même procédé et qui ne diffèrent des précédents que par la nature du support qui peut être une feuille de matériau souple diélectrique. Toutefois, les pistes de cuivre que comportent ces circuits sont cassantes et se brisent par pliage ou à la suite d'une flexion importante. Ils sont également d'un coût élevé.

Pour pallier ces inconvénients, on a développé récemment une technique de fabrication de circuits imprimés, souples ou rigides, qui consiste à déposer par sérigraphie une encre conductrice sur un support diélectrique pour former un réseau conducteur sur une face de ce support. Après dépôt sur le support, l'encre est polymérisée par chauffage. On obtient ainsi des circuits imprimés dont le prix de revient est très inférieur à ceux des circuits imprimés classiques à pistes de cuivre et dont les pistes conductrices formées par l'encre polymérisée ne se brisent pas par pliage.

Toutefois, ce procédé ne convient actuellement qu'à la fabrication des circuits à un seul réseau conducteur. De nombreuses tentatives ont été faites pour obtenir de tels circuits imprimés comprenant deux réseaux conducteurs croisés ou superposés, qui sont isolés électriquement l'un de l'autre

sur leur majeure partie et reliés l'un à l'autre en certains points de connexion. Elles consistent, dans leur principe, à déposer par sérigraphie sur le support une première couche d'encre conductrice pour former un premier réseau, à polymé-
5 riser cette couche pour la sécher et la durcir, à déposer ensuite par sérigraphie une seconde couche d'encre conductrice sur le support et sur certaines parties du premier réseau et de la couche d'encre diélectrique, et à polymériser par chauffage cette seconde couche d'encre conductrice. On ob-
10 tient ainsi un second réseau conducteur isolé du premier en certaines zones par la couche intermédiaire d'encre diélectrique et relié au premier réseau par les zones où la seconde couche d'encre conductrice a été déposée directement sur la première couche d'encre conductrice.

15 On a constaté que les circuits ainsi obtenus présentent des inconvénients extrêmement importants :

- les particules conductrices que contiennent les couches d'encre conductrices migrent à travers la couche d'encre diélectrique et établissent des courts-circuits entre les deux
20 réseaux conducteurs;

- la couche d'encre diélectrique devient cassante par polymérisation et se brise par pliage ou par flexion importante, ce qui entraîne la rupture des pistes conductrices sousjacentes du premier réseau;

25 - les encres isolantes présentent un retrait important au chauffage, qui entraîne la coupure des pistes conductrices supérieures;

- le chauffage de l'encre isolante pour sa polymérisation s'accompagne souvent d'une formation de bulles qui rendent
30 impossible le dépôt de la seconde couche d'encre conductrice;

- les encres isolantes adhèrent mal à certains supports tels par exemple qu'une feuille de polyester;

- l'épaisseur de la couche d'encre isolante doit être très supérieure à celle d'une couche d'encre conductrice,
35 d'où la formation par l'encre isolante de ressauts ou de saillies sur le support et le premier réseau conducteur. Les pistes conductrices du second réseau, déposées sur ces ressauts ou saillies, présentent des criques et/ou des microfissures et ne résistent pas au pliage;

40 - l'épaisseur de la couche d'encre isolante diminue lors

du chauffage de polymérisation et, dans les zones où elle n'est pas très importante, laisse apparaître des micro-points de la première couche d'encre conductrice, d'où des courts-circuits entre les deux réseaux conducteurs;

5 - la capacité diélectrique de la couche d'encre isolante n'est pas constante sur tout le circuit, en raison des variations d'épaisseur de cette couche;

 - les résultats obtenus par utilisation des mêmes encres ne sont pas reproductibles.

10 Le but essentiel de l'invention est d'éliminer ces inconvénients.

 Elle a pour objet un circuit imprimé à au moins deux réseaux conducteurs croisés ou superposés formés par dépôt par sérigraphie d'encre(s) conductrice(s), ce circuit étant
15 exempt des défauts précités et pouvant être réalisé à un prix de revient qui est trois ou quatre fois inférieur à celui d'un circuit équivalent obtenu par les procédés séri-graphiques connus.

 Elle propose à cet effet un circuit imprimé comprenant
20 un support diélectrique et au moins deux réseaux électriquement conducteurs portés par le support, ces réseaux étant croisés ou superposés et électriquement isolés l'un de l'autre à l'exception de certains points d'interconnexion, caractérisé en ce que lesdits réseaux sont constitués chacun essentielle-
25 ment par des pistes d'encre(s) conductrice(s) ou de métal conducteur et sont formés respectivement de part et d'autre du support de manière à être électriquement isolés l'un de l'autre par ledit support, les connexions entre les réseaux étant établies au travers du support par des encres conduc-
30 trices.

 Ainsi, selon l'invention, les deux réseaux conducteurs du circuit imprimé sont séparés parfaitement l'un de l'autre par le support du circuit, qui est d'épaisseur constante, qui est à surface plane et que les particules conductrices des
35 encres ne peuvent traverser par migration.

 Selon une autre caractéristique de l'invention, les connexions entre les réseaux sont des trous traversant le support et au moins partiellement remplis d'encre(s) conductrice(s).

40 On obtient ainsi très facilement les connexions voulues

entre les deux réseaux conducteurs au moyen de trous traversant le support et remplis, au moins partiellement, d'encre(s) conductrice(s), qui établissent entre les réseaux des connexions homogènes et fiables.

5 Cette caractéristique de l'invention diffère totalement de ce que l'on connaît de la technique antérieure relative aux circuits imprimés classiques à pistes de cuivre sur les deux faces d'un support rigide et épais en verre époxy. Dans
10 cette technique antérieure, les deux réseaux sont reliés entre eux par des trous "métallisés" du support. Ces trous sont percés dans le support aux endroits voulus, après fabrication complète des deux réseaux conducteurs du circuit, puis leur paroi cylindrique interne est revêtue d'un film métallique conducteur par galvanoplastie, qui est un procédé long
15 et coûteux, ce qui augmente encore le prix de revient d'un tel circuit imprimé.

Au contraire, selon l'invention, les connexions entre les deux réseaux sont formées en même temps que les réseaux conducteurs, en une seule opération et sans reprise du circuit
20 pour un traitement complémentaire.

L'invention concerne également un circuit imprimé multicouches, comprenant plusieurs réseaux conducteurs croisés ou superposés, électriquement isolés les uns des autres à l'exception de certains points d'interconnexion entre certaines
25 zones de certains au moins desdits réseaux, qui est caractérisé en ce qu'il comprend un circuit imprimé dont le support est pourvu sur ses deux faces d'un réseau conducteur formé par dépôt sérigraphique d'encre(s) conductrice(s), et en ce qu'au moins une face de ce circuit imprimé est revêtue d'une
30 feuille ou d'un film de matière diélectrique présentant une face extérieure qui comporte un réseau conducteur formé par dépôt sérigraphique d'encre(s) conductrice(s), et des trous formés à travers ladite feuille ou ledit film et remplis d'encre(s) conductrice(s) pour relier chacun une zone conductrice dudit réseau à une zone conductrice du réseau formé
35 sur ladite face du circuit imprimé.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ce circuit imprimé multi-couches comprend un empilement desdites feuilles ou films de matière diélectrique, dont chacune com-
40 prend sur une face un réseau conducteur du type précité et

des trous de liaison remplis d'encre(s) conductrice(s).

Un tel circuit imprimé multi-couches peut avoir une épaisseur comprise entre 1 et 2 mm par exemple, il peut être parfaitement souple et comprendre un grand nombre de réseaux conducteurs croisés ou superposés, ce nombre étant compris par exemple entre 3 et 15.

L'invention propose également un procédé de fabrication d'un circuit imprimé, caractérisé en ce qu'il consiste à former des trous dans un support plan de matière diélectrique en des points prédéterminés, à déposer par sérigraphie de l'encre conductrice sur ledit support en formant sur chacune de ses faces un réseau conducteur et à en remplissant au moins partiellement lesdits trous d'encre conductrice, et à polymériser ensuite l'encre par chauffage.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention, le procédé consiste à déposer par sérigraphie l'encre conductrice simultanément sur les deux faces du support, ou bien à déposer par sérigraphie un premier réseau d'encre conductrice sur une première face du support, à polymériser l'encre par chauffage, à déposer ensuite par sérigraphie sur la seconde face du support un second réseau d'encre conductrice et à le polymériser par chauffage.

Pour la fabrication d'un circuit imprimé multi-couches, le procédé consiste ensuite à fixer sur une face du circuit préalablement obtenu une feuille ou un film de matière diélectrique percé de trous en des points prédéterminés, de façon que ces trous débouchent sur des parties conductrices dudit circuit, à déposer par sérigraphie sur la face extérieure de ladite feuille ou film une couche d'encre conductrice, de manière à former sur cette face un réseau conducteur et à remplir au moins partiellement lesdits trous d'encre conductrice, et à polymériser par chauffage l'encre ainsi déposée.

On peut répéter ensuite ces opérations pour obtenir un circuit imprimé multi-couches comprenant un empilement de feuilles ou de films de matière diélectrique comportant chacune sur une face un réseau conducteur d'encre polymérisée.

Dans la description qui suit, faite à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue agrandie en perspective d'une

partie d'un circuit imprimé selon la technique antérieure;

- la figure 2 est une vue en coupe d'une partie de ce circuit;

5 - la figure 2 A est une vue agrandie du détail encerclé en II - A en figure 2;

- la figure 3 est une vue schématique agrandie, en perspective, d'une partie d'un circuit imprimé selon l'invention;

10 - la figure 4 est une vue en coupe d'une partie du circuit de la figure 3;

- la figure 5 représente schématiquement, sous forme de blocs, les étapes d'un procédé de fabrication d'un circuit imprimé selon l'invention;

15 - la figure 6 représente schématiquement, sous forme de blocs, les étapes supplémentaires de fabrication d'un circuit imprimé multi-couches; et

- la figure 7 est une vue en coupe d'un circuit imprimé multi-couches selon l'invention.

20 On se réfère tout d'abord aux figures 1, 2 et 2 A qui représentent un circuit imprimé selon la technique antérieure.

25 Ce circuit imprimé 10 comprend un support plan 11 de matière diélectrique qui peut être rigide et épais, mais qui est avantageusement mince et souple, tel qu'un film de polyester d'une épaisseur de 0,1 mm environ par exemple. Sur la face supérieure 12 du support 11 sont formées des premières pistes conductrices 13, 14 et 15, par dépôt par sérigraphie d'une encre conductrice qui est ensuite polymérisée par chauffage.

30 On dépose ensuite par sérigraphie, sur certaines parties de la face supérieure 12 du support 11 et des pistes conductrices 13, 14 et 15, une couche 16 d'encre isolante ou diélectrique qui est ensuite polymérisée par chauffage. Cette couche isolante 16 a une épaisseur plus importante que celle des
35 pistes conductrices 13, 14 et 15.

De nouvelles pistes conductrices 17 sont ensuite formées comme précédemment sur la face 12 du support 11, sur la couche 16 d'encre isolante et également sur certaines parties des premières pistes conductrices 13, 14 ou 15 aux endroits où l'on veut obtenir des connexions
40 électriques entre le premier réseau conducteur formé par les pistes 13, 14

et 15 et le second réseau conducteur formé par les pistes conductrices 17. A titre d'exemple, on précise que les pistes conductrices ont une largeur d'1 mm environ, une épaisseur comprise entre 20 et 30 microns et que les bandes 16 d'encre isolante ont une épaisseur et une largeur qui sont plusieurs fois supérieures à celles des pistes conductrices.

La figure 2 est une vue en coupe du circuit imprimé 10 dans la zone où une piste conductrice 17 du second réseau croise une piste conductrice 15 du premier réseau en étant isolée de celle-ci par la bande 16 d'encre diélectrique. Les bords de cette bande 16 forment, sur la surface supérieure 12 du support 11, des ressauts ou saillies 18, et l'épaisseur de la piste conductrice 17 déposée sur ces saillies est beaucoup plus faible qu'aux endroits où elle est déposée sur une partie plane, en raison de la fluidité de l'encre conductrice.

On a constaté la formation de criques et/ou de microfissures dans cette zone 19 d'épaisseur faible de la piste conductrice 17.

Les inconvénients essentiels de ce circuit imprimé de la technique antérieure ont été indiqués plus haut. On rappellera seulement que les particules conductrices (par exemple d'argent) contenues dans les pistes conductrices ont tendance à migrer à travers la couche 16 d'encre diélectrique et établissent des courts-circuits entre les deux réseaux conducteurs. La couche 16 devient cassante après chauffage, et sa rupture entraîne la rupture des pistes conductrices qu'elle recouvre. De plus, les encres diélectriques et conductrices sont peu compatibles entre elles, et les pistes conductrices 17 du second réseau conducteur adhèrent mal aux bandes d'encre diélectrique. Pour cette raison, on est amené souvent à déposer, sur une partie d'une piste conductrice 17 déposée sur une couche d'encre isolante 16, une nouvelle couche d'encre isolante pour tenter de consolider l'ensemble.

Le procédé de fabrication d'un tel circuit imprimé 10 est relativement long et nécessite quatre écrans de sérigraphie utilisés respectivement pour déposer les pistes conductrices 13, 14 et 15 du premier réseau conducteur, pour déposer les bandes 16 d'encre isolante, pour déposer les pistes conductrices 17 du second réseau conducteur, et

pour déposer une nouvelle couche d'encre isolante 16 sur certaines parties des pistes du second réseau et des premières couches isolantes. De plus, une nouvelle couche d'encre ne peut être déposée qu'après polymérisation de la
5 couche d'encre précédemment déposée, ce qui entraîne une succession d'opérations de dépôt par sérigraphie et de chauffage pour polymérisation.

L'invention a pour but essentiel d'éviter tous ces inconvénients et de plus d'améliorer de façon très impor-
10 tante la qualité des circuits imprimés.

On se réfère maintenant aux figures 3 et 4, qui représentent un circuit imprimé selon l'invention.

Ce circuit imprimé 30 comprend un support plan 31 de matière diélectrique, tel qu'un film de polyester d'une
15 épaisseur comprise entre 15 et 1500 microns, par exemple entre 80 et 100 microns. Un tel film est connu commercialement sous le nom de "MYLAR". Les deux faces 32 et 33 du support 31 comprennent chacune un réseau conducteur formé par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice qui est ensuite
20 polymérisée par chauffage. Le réseau conducteur formé sur la face supérieure 32 du support 31 comprend des pistes conductrices 34, 35, 36, 37, 38, etc., et des plots de contact 39 et 40 reliés aux pistes 37 et 38 respectivement.

Le réseau conducteur formé sur la face inférieure 33
25 du support 31 comprend des pistes conductrices 41, dont une seule a été représentée en figure 3. Les connexions voulues entre les deux réseaux conducteurs sont établies au moyen de trous 42 du support 31, qui débouchent à leur extrémité supérieure sur une piste conductrice du premier réseau et
30 à leur extrémité inférieure sur une piste conductrice du second réseau. Ces trous 42 sont remplis, au moins partiellement, d'encre conductrice polymérisée. Dans l'exemple représenté en figure 3, une extrémité de la piste 41 du réseau conducteur inférieur est reliée par une telle connexion
35 à la piste 35 du réseau conducteur supérieur, et l'autre extrémité de la piste 41 est reliée par une connexion identique à la piste 38 du réseau conducteur supérieur.

Si on le désire, les plots ou plages de contact 39, 40, ainsi que les extrémités des pistes 34 - 37 qui se terminent
40 au bord 43 du support 41 et qui servent de pistes de liaison

avec un connecteur, peuvent être formées par une encre conductrice différente de l'encre utilisée pour les pistes conductrices et qui présente, après polymérisation, une dureté ou une résistance mécanique supérieure à celle des pistes conductrices. A titre d'exemple non limitatif, on indique que les plots ou plages de contact peuvent être formés avec l'encre fournie par la Société EPOTECNY sous la référence H 20 F - 1, et que les pistes conductrices peuvent être formées avec l'encre fournie par le COMPTOIR LYON ALEMAND LOUYOT sous la référence V F 5, ou par la Société DUPONT DE NEMOURS sous la référence 40 49.

On peut également, selon l'invention, utiliser des encres sérigraphiques résistives, capacitives ou inductives, disponibles dans le commerce, pour former par sérigraphie un réseau conducteur imprimé contenant des résistances, des condensateurs ou des inductances, respectivement.

Sur un circuit selon l'invention, tel que celui de la figure 3, il est possible de souder des composants tels que des résistances, des condensateurs, des inductances, des transistors, des circuits intégrés, etc.

Dans une variante de réalisation, le support souple 31, constitué par un film de polyester par exemple, peut être remplacé par une feuille plus épaisse de matière diélectrique, telle qu'une feuille de verre époxy par exemple. On obtient ainsi un circuit imprimé rigide ou semi-rigide en fonction de l'épaisseur du support.

Dans tous les cas, le diamètre des trous 42 de connexion entre les deux réseaux conducteurs du circuit doit être déterminé de façon que les trous soient partiellement ou totalement remplis d'encre conductrice lorsque les réseaux conducteurs sont formés sur le support par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice. Ce diamètre est fonction de la viscosité de l'encre utilisée et de l'épaisseur du support. On a constaté que, pour la plupart des encres conductrices, et quand le support a une épaisseur d'environ 80 à 100 microns, les meilleurs résultats étaient obtenus avec des trous d'un diamètre d'environ 0,8 mm.

On se réfère maintenant à la figure 5 qui représente schématiquement les différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un circuit imprimé selon l'invention.

La première étape 45 consiste en un perçage du support 31 de façon à y former des trous d'un diamètre prédéterminé aux endroits où l'on veut assurer des connexions entre les deux réseaux conducteurs. L'étape suivante 46 consiste à
5 déposer sur chaque face 32, 33 du support 31 un réseau d'encre conductrice, au moyen de deux écrans de sérigraphie contenant de l'encre. Cette technique d'impression ou de dépôt par sérigraphie est très bien connue et ne sera pas décrite plus en détail. Les trous 42 percés dans le support
10 sont remplis, au moins partiellement, d'encre conductrice en même temps que les réseaux conducteurs sont formés sur les deux faces du support 31. L'étape suivante 47 consiste à soumettre le support, dont les deux faces comportent un réseau d'encre conductrice, à un chauffage pour polymériser
15 l'encre. Ce chauffage est réalisé en général dans un four, par exemple à rayonnement infrarouge ou ultraviolet, à une température de 150° C pendant une durée de 5 à 10 minutes.

Le circuit imprimé est alors terminé et peut être utilisé. Eventuellement, si on le désire, l'un et/ou l'autre
20 des réseaux conducteurs peuvent être recouverts d'un film de matière diélectrique telle qu'un vernis isolant, de façon classique.

Dans une variante de ce procédé, après l'étape 45 de perçage du support, on dépose par sérigraphie un réseau
25 d'encre conductrice sur une seule face du support 31, puis on soumet le circuit à un chauffage pour polymériser l'encre, de la même façon que précédemment. Ensuite, comme indiqué par la flèche en trait pointillé 48, on dépose sur l'autre face du support un autre réseau d'encre conductrice que
30 l'on soumet ensuite, comme indiqué par la flèche en trait pointillé 49, à un nouveau chauffage pour polymériser cette encre. En général, les trous 42 du support sont remplis, au moins partiellement, d'encre conductrice pendant la première opération de dépôt d'encre par sérigraphie, et
35 reçoivent une nouvelle quantité d'encre conductrice lors du second dépôt d'encre par sérigraphie.

Les plots ou plages de contact 39, 40 peuvent être formés en même temps que les pistes conductrices du réseau conducteur correspondant, c'est-à-dire avec la même encre conductrice,
40 ou bien ils peuvent être formés de façon séparée par un

dépôt supplémentaire par sérigraphie d'une encre conductrice qui, après polymérisation, présente une plus grande dureté ou une plus grande résistance mécanique que les encres des pistes conductrices.

5 Dans une autre variante de réalisation de l'invention, on utilise un support souple, semi-rigide ou rigide, dont les deux faces comportent déjà un réseau conducteur, par exemple en cuivre. Pour cela, on part, comme dans la technique classique, d'un support dont les deux faces sont métallisées par exemple par un film de cuivre, on forme un réseau
10 conducteur sur chacune de ces faces par la technique classique de photogravure et on perce des trous dans le support aux endroits où l'on veut établir des connexions entre les deux réseaux conducteurs. Ensuite, il suffit de déposer par
15 sérigraphie de l'encre conductrice dans les zones comprenant les trous, sur une ou sur les deux faces du support, et de soumettre l'ensemble à un chauffage pour polymériser l'encre. Cette technique peut également être utilisée pour former des plages ou des plots de contact sur les réseaux conducteurs
20 en cuivre. On peut utiliser pour cela une encre conductrice contenant des particules d'argent qui, après polymérisation de l'encre, vont former des plages de contact sur les pistes en cuivre ou reliées aux pistes en cuivre.

La figure 6 représente schématiquement une autre variante
25 du procédé selon l'invention, pour la fabrication d'un circuit imprimé multi-couches représenté en figure 7. Ce circuit 50 est réalisé par exemple à partir d'un circuit imprimé 51 obtenu par le procédé de la figure 5. Le circuit 51 comprend donc un support 52, tel qu'un film de polyester d'une
30 épaisseur de 80 à 100 microns, dont les deux faces comprennent chacune un réseau conducteur comprenant des pistes conductrices 53 et 54 respectivement et des connexions entre les deux réseaux formées par des trous 55 traversant le support 52 et remplis, au moins partiellement, d'encre conductrice polymérisée. Sur la face supérieure du support 52
35 et sur le réseau conducteur supérieur comprenant les pistes 53, est fixé un support 56 tel qu'une feuille ou un film de polyester, ayant une épaisseur comprise entre 15 et 100 microns et qui est par exemple inférieure à l'épaisseur du
40 support 52 du circuit 51. Sur la face supérieure de cette

feuille 56 est formé un réseau conducteur comprenant des pistes conductrices 57. Des trous 58 formés à travers la feuille 56 et remplis d'encre polymérisée, assurent les connexions voulues entre les pistes conductrices 57 formées sur la face supérieure de la feuille 56 et les pistes conductrices 53 du réseau formé sur la face supérieure du circuit imprimé 51. Un autre film ou feuille 60 de matière diélectrique, par exemple de polyester, qui peut être identique au film ou à la feuille 56, est ensuite fixée sur la face supérieure de la feuille 56 et sur le réseau conducteur de celle-ci, et comporte lui-même, sur sa face supérieure, un réseau conducteur comprenant des pistes conductrices 61. Des trous 62 formés à travers le film 60 et remplis d'encre conductrice polymérisée assurent les connexions voulues entre les pistes conductrices 61 et les pistes conductrices 57. Un trou 62 du film 60 peut être verticalement aligné avec un trou 58 de la feuille 56, et dans ce cas une connexion est établie entre les pistes 61, 57 et 53.

On peut ainsi réaliser un circuit imprimé multi-couches, par empilement de films ou de feuilles 56, 60, ... comportant chacun un réseau conducteur et des trous de connexion entre ces réseaux conducteurs.

Le procédé de fabrication d'un tel circuit imprimé multi-couches, par exemple à partir d'un circuit imprimé 51 obtenu par le procédé de la figure 5, consiste, comme représenté en figure 6, en une première étape 65 de perçage de la feuille ou du film 56 de matière diélectrique. L'étape suivante 66 consiste à fixer cette feuille ou ce film sur une face du circuit imprimé 51, par exemple par collage ou pressage à chaud. L'étape suivante 67 consiste à former, par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice, un réseau conducteur 57 sur la face supérieure ou libre de la feuille ou du film 56. L'étape suivante 68 est une opération de chauffage pour polymériser l'encre conductrice déposée. On répète ensuite ces opérations pour la feuille ou le film 60.

L'invention présente de très nombreux avantages par rapport aux techniques antérieures :

- Le coût d'un circuit imprimé selon l'invention est environ 80 fois moins élevé que celui d'un circuit imprimé classique à pistes conductrices en cuivre sur un support de

verre époxy, et trois à quatre fois moins élevé que celui d'un circuit tel que celui des figures 1 et 2.

- Le taux de rebut dans la fabrication des circuits imprimés selon l'invention est nul, en raison des possibilités
5 de retouche des réseaux conducteurs formés par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice polymérisée ensuite, alors que le taux de rebut dans la fabrication des circuits imprimés tels que ceux des figures 1 et 2 est de l'ordre de 25 à 30% au minimum.

10 - L'isolation entre les deux réseaux conducteurs est garantie par l'épaisseur du support.

- Les réseaux conducteurs sont déposés sur des surfaces planes.

- On n'utilise, dans le procédé de la figure 5, que deux
15 écrans sérigraphiques au lieu de trois ou quatre dans le procédé de fabrication des circuits des figures 1 et 2.

- On peut réaliser un circuit imprimé selon l'invention en un seul passage entre les écrans sérigraphiques, au lieu de trous ou quatre passages dans la technique antérieure.

20 - Selon le procédé de la figure 5, on passe le circuit une seule fois dans un four, pour la polymérisation de l'encre, alors que le nombre de passages dans un four est de trois ou quatre dans la technique antérieure.

- La fiabilité d'un circuit imprimé selon l'invention
25 est très supérieure à celui d'un circuit imprimé du type représenté dans les figures 1 et 2, car les pistes d'encre conductrice ne se brisent pas, même à la suite d'un pliage marqué du support. Le dépôt simultané des encres conductrices sur les deux faces du support, ou les deux dépôts successifs
30 d'encre conductrice d'abord sur une face puis sur l'autre du support, assurent dans tous les cas un bon remplissage des trous de connexions par une seule encre qui est ensuite polymérisée par chauffage, ce qui a pour effet de réaliser une connexion homogène et dépourvue de tension mécanique
35 interne (ce qui évite les gradients de dilatation, les apparitions de microfissures, etc.).

- L'invention permet de réaliser des circuits imprimés à au moins deux réseaux conducteurs croisés ou superposés, qui sont souples, semi-rigides ou rigides, en fonction de la
40 nature et de l'épaisseur du support de matière diélectrique.

- L'invention permet également de réaliser des circuits imprimés à partir de feuilles de polyester dont les deux faces sont métallisées, par exemple par un film de cuivre, que l'on traite par photogravure pour former des réseaux
5 conducteurs sur les deux faces, et dans lesquels les connexions entre les deux réseaux sont établies au moyen de trous traversant le support et remplis, au moins partiellement, d'encre conductrice polymérisée.

REVENDICATIONS

1. Circuit imprimé, comprenant un support diélectrique et au moins deux réseaux électriquement conducteurs portés par le support, ces réseaux étant croisés ou superposés et
5 électriquement isolés l'un de l'autre à l'exception de certains points d'interconnexion, caractérisé en ce que lesdits réseaux sont constitués chacun essentiellement par des pistes d'encre(s) conductrice(s) ou de métal conducteur et sont formés respectivement de part et d'autre du support
10 de manière à être électriquement isolés l'un de l'autre par ledit support, les connexions entre les réseaux étant établies au travers du support par de l'encre conductrice.

2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit support est un film ou une feuille souple, par
15 exemple de polyester.

3. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit film a une épaisseur comprise entre 50 et 1500 microns environ.

4. Circuit selon l'une des revendications précédentes,
20 caractérisé en ce que lesdites connexions entre les réseaux sont des trous traversant le support et remplis, au moins partiellement, d'encre(s) conductrice(s) polymérisée(s).

5. Circuit selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le support est une feuille ou un film
25 de matière diélectrique à faces initialement métallisées, par exemple cuivrées, traitées par photogravure pour l'obtention de réseaux conducteurs.

6. Circuit selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits réseaux d'encre(s) conductrice(s)
30 comprennent des pistes conductrices de liaison, des plots de contact et des composants passifs tels que des résistances, des condensateurs et/ou des inductances.

7. Circuit selon l'une des revendications 1 à 4 ou la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits réseaux sont
35 formés sur le support par dépôt par sérigraphie d'encre(s) conductrice(s) polymérisée(s) ensuite par chauffage.

8. Circuit selon la revendication 7, caractérisé en ce que le diamètre desdits trous de connexion est fonction de la viscosité des encres.

40 9. Circuit selon la revendication 7, caractérisé en ce

que les trous ont un diamètre de l'ordre de 0,8 mm.

10. Circuit selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un des réseaux conducteurs est revêtu, au moins sur une majeure partie, d'un film très mince de matière diélectrique, telle qu'un vernis isolant.

11. Circuit imprimé multi-couches, comprenant plusieurs réseaux conducteurs croisés ou superposés, électriquement isolés les uns des autres à l'exception de certains points d'interconnexion entre certaines zones de certains au moins desdits réseaux, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit imprimé selon l'une des revendications précédentes, dont au moins une face est revêtue d'une feuille ou d'un film de matière diélectrique présentant une face extérieure qui comporte un réseau conducteur formé par dépôt par sérigraphie d'encre(s) conductrice(s) et des trous formés à travers ladite feuille ou ledit film et remplis d'encre(s) conductrice(s) pour relier chacun une zone conductrice dudit réseau à une zone conductrice d'un réseau formé sur ladite face du circuit imprimé.

12. Circuit selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite face extérieure de la feuille ou du film de matière diélectrique est elle-même revêtue d'une autre feuille ou film de matière diélectrique dont la face extérieure comporte un réseau conducteur formé par dépôt par sérigraphie d'encre(s) conductrice(s) et qui comporte des trous remplis d'encre(s) conductrice(s) assurant des liaisons entre les réseaux conducteurs des deux feuilles ou films.

13. Circuit selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comprend un empilement desdites feuilles ou films de matière diélectrique, dont chacune comprend sur une face un réseau conducteur du type précité et des trous de liaison remplis d'encre(s) conductrice(s).

14. Circuit selon la revendication 13, caractérisé en ce que certains trous desdites feuilles sont alignés et forment une connexion entre plusieurs réseaux conducteurs.

15. Circuit selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que chaque feuille ou film de matière diélectrique a une épaisseur comprise entre environ 15 et 1500 microns.

16. Circuit selon l'une des revendications 11 à 15,

caractérisé en ce que chaque feuille ou film de matière diélectrique est fixée sur le circuit ou sur une autre feuille ou film par collage ou pressage à chaud.

17. Procédé de fabrication d'un circuit imprimé selon
5 l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il consiste à former des trous dans un support plan de matière diélectrique en des points prédéterminés, à déposer par sérigraphie de l'encre conductrice sur ledit support en formant sur chacune de ses faces un réseau conducteur et
10 en remplissant au moins partiellement lesdits trous d'encre conductrice, et à polymériser l'encre par chauffage.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer par sérigraphie l'encre conductrice simultanément sur les deux faces du support.

15 19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer par sérigraphie un premier réseau d'encre conductrice sur une première face du support, à polymériser l'encre par chauffage, à déposer ensuite sur la seconde face du support un second réseau d'encre conductrice,
20 et à le polymériser par chauffage.

20. Procédé selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce qu'il consiste également à déposer par sérigraphie, sur au moins une face du support, des plages d'encres conductrices et à les polymériser par chauffage
25 de manière à obtenir des plages ou zones de contact.

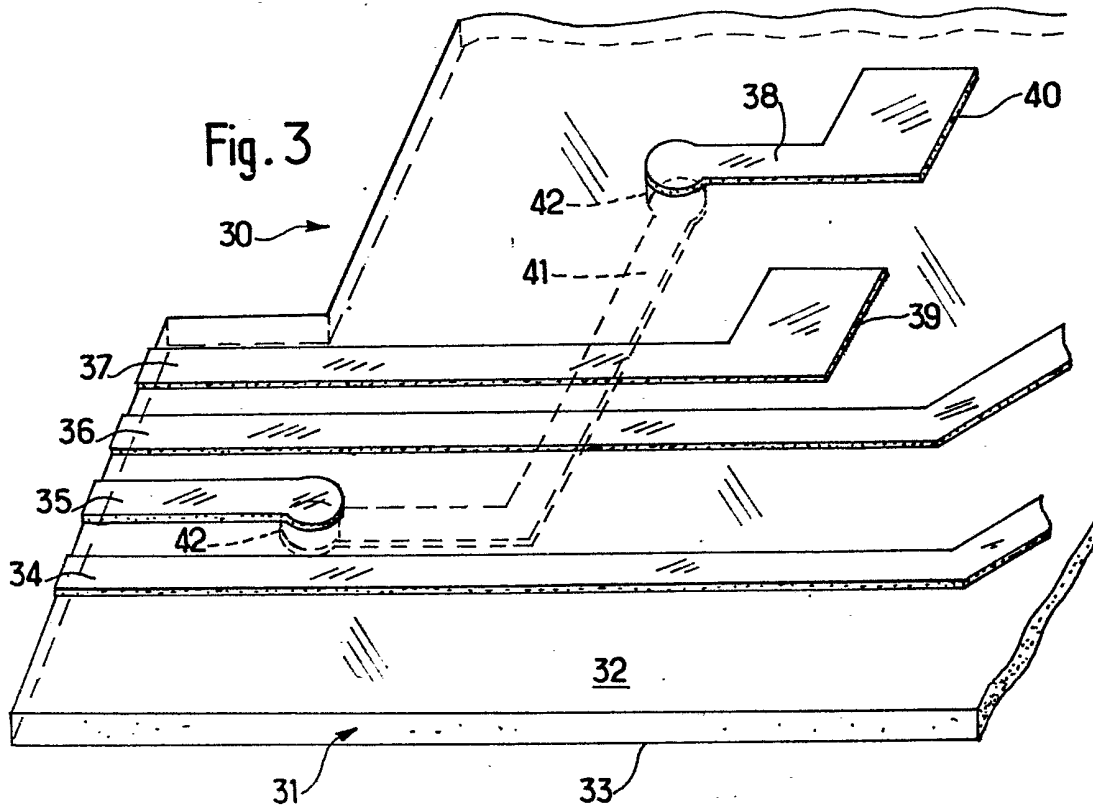
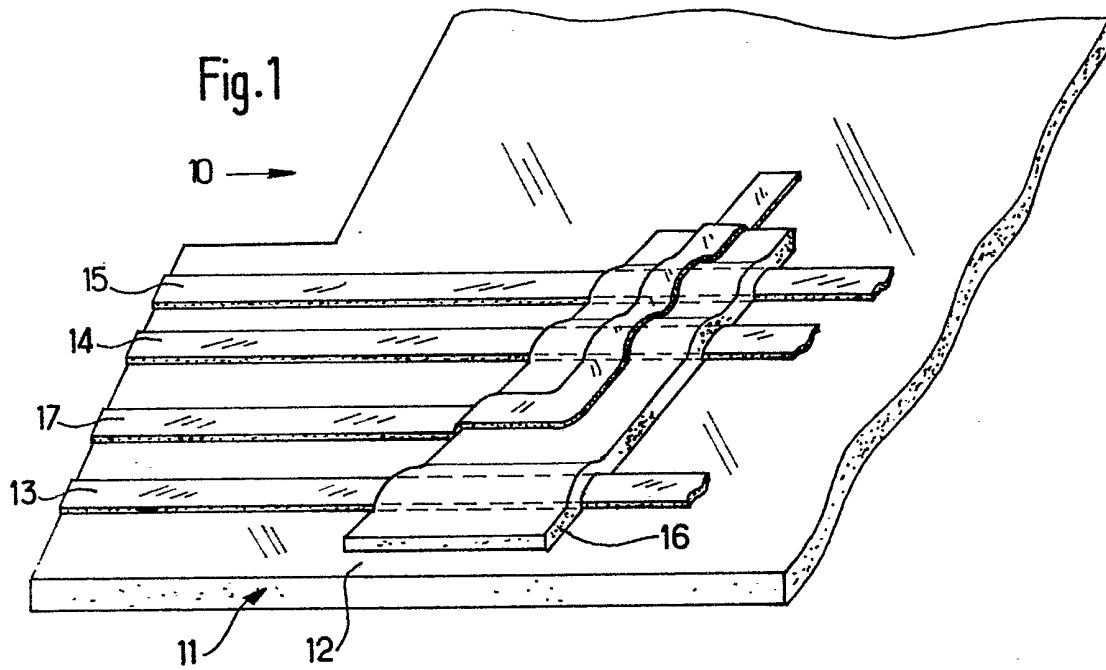
21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser, pour lesdites plages ou zones de contact, une encre conductrice présentant après polymérisation une dureté ou résistance mécanique supérieure à celle
30 de l'encre utilisée pour les pistes conductrices du réseau.

22. Procédé selon l'une des revendications 17 à 21, pour la fabrication d'un circuit imprimé multi-couches, caractérisé en ce qu'il consiste ensuite à fixer, sur une face du circuit obtenu, une feuille ou un film de matière
35 diélectrique percé de trous en des points prédéterminés de façon que ces trous débouchent sur des parties conductrices dudit circuit, à déposer par sérigraphie sur la face extérieure de ladite feuille ou film une couche d'encre conductrice en formant sur cette face un réseau conducteur et en
40 remplissant, au moins partiellement, lesdits trous d'encre

conductrice, et à polymériser par chauffage l'encre ainsi déposée.

23. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il consiste à répéter ces opérations pour obtenir un
5 circuit imprimé multi-couches, comprenant un empilement de feuilles ou films de matière diélectrique comportant chacune sur une face un réseau conducteur d'encre polymérisée.

1/2



2 / 2

