

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

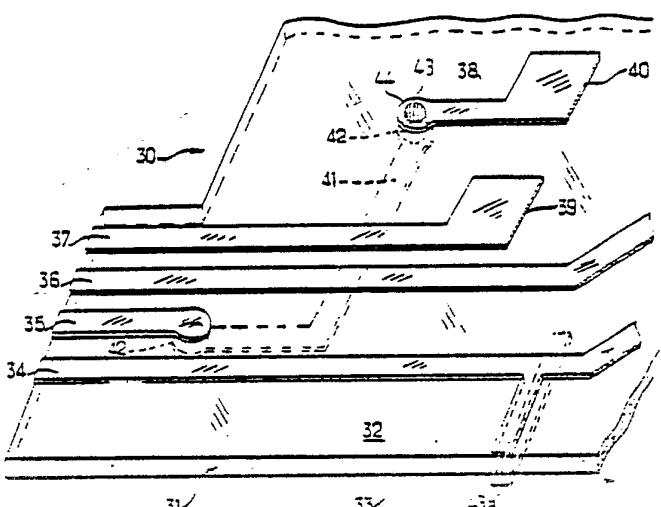
(51) Classification internationale des brevets ³ : H05K 3/12, 1/03, 3/36, 3/46	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 82/00938 (43) Date de publication internationale: 18 mars 1982 (18.03.82)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR81/00109		(81) Etats désignés: AU, CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK, GB (brevet européen), JP, NL (brevet européen), NO, SE (brevet européen), US.
(22) Date de dépôt international: 28 août 1981 (28.08.81)		
(31) Numéro de la demande prioritaire: 80/19462		Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale</i>
(32) Date de priorité: 9 septembre 1980 (09.09.80)		
(33) Pays de priorité: FR		
(71) Déposant; et		
(72) Inventeur: SERRAS-PAULET, Edouard [FR/FR]; Casa Nostra - Pech des Treilles, F-82240 Puylaroque (FR).		
(74) Mandataires: RAMEY, Daniel etc.; Cabinet Netter 40, rue Vignon, F-75009 Paris (FR).		

(54) Title: PRINTED CIRCUIT AND MANUFACTURING PROCESS THEREOF

(54) Titre: CIRCUIT IMPRIME ET SON PROCEDE DE FABRICATION

(57) Abstract

Printed circuit comprising at least two crossed or superposed conductor networks isolated from each other except for some interconnection points. The printed circuit (30) comprises a support (31) such as a polyester film of which the upper face (32) is provided with a network of conducting tracks (34-38) and contact areas (39-40) and of which the lower face (33) also comprises a network of conducting tracks, these networks being formed by serigraphic deposit of conducting inks and polymerization of those inks, the connections between the two networks being established by holes (42) of the support (31) of which the walls are, at least partially, covered with polymerized conducting ink. The invention relates particularly to flexible printed circuits and manufacturing processes thereof.



— 17 —

Circuit imprimé comprenant au moins deux réseaux conducteurs croisés ou superposés, isolés l'un de l'autre à l'exception de certains points d'interconnexion. Le circuit imprimé (30), comprend un support (31), tel qu'un film de polyester, dont la face supérieure (32) comprend un réseau de pistes conductrices (34-38) et des plages de contact (39-40), et dont la face inférieure (33) comporte également un réseau à pistes conductrices, ces réseaux étant formés par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice et polymérisation de ces encres, les connexions entre les deux réseaux étant établies par des trous (42) du support (31) dont les parois sont, au moins partiellement, recouvertes d'encre conductrice polymérisée. L'invention concerne notamment les circuits imprimés souples et leurs procédés de fabrication.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publient des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	KP	République populaire démocratique de Corée
AU	Australie	LI	Liechtenstein
BR	Bresil	LU	Luxembourg
CF	République Centrafricaine	MC	Monaco
CG	Congo	MG	Madagascar
DE	Allemagne, République fédérative d'	NO	Norvège
DK	Danemark	RO	Roumanie
FI	Finlande	SE	Suède
FR	France	SN	Sénégal
GA	Gabon	SU	Union soviétique
GB	Royaume-Uni	TD	Tchad
HU	Hongrie	TG	Togo
JP	Japon	US	Etats-Unis d'Amérique

1

Titre de l'invention :

CIRCUIT IMPRIME ET SON PROCEDE DE FABRICATION

Domaine Technique :

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

Technique antérieure :

10 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.

15 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折rent 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折rent 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 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 polymériser cette couche pour la sécher et la durcir, à déposer ensuite par sérigraphie sur certaines parties du premier réseau une couche d'encre isolante ou diélectrique et à la polymériser pour la durcir et la sécher, 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 obtient 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.

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 5 d'encre diélectrique et établissent des courts-circuits entre les deux 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 ;

- 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 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 ;

20 - l'épaisseur de la couche d'encre isolante doit être très supérieure à celle d'une couche d'encre conductrice, 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 25 sur ces ressauts ou saillies, présentent des criques et/ou des micro-fissures et ne résistent pas au pliage ;

- 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 30 cro-points de la première couche d'encre conductrice, d'où des courts-circuits entre les deux réseaux conducteurs ;

- 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 ;

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

Exposé de l'invention

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

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 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 sérigraphiques connus.

Elle propose à cet effet un circuit imprimé comprenant 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 comprennent chacun des pistes d'encre conductrice polymérisée qui sont formées respectivement de part et d'autre du support de manière à être électriquement isolées les unes des autres par ledit support, les connexions entre les réseaux étant établies au travers du support par des films d'encre conductrice.

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 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 dont les parois sont au moins partiellement recouvertes d'une couche uniforme d'encre conductrice.

On obtient ainsi très facilement les connexions voulues entre les deux réseaux conducteurs au moyen de trous traversant le support et à parois recouvertes au moins partiellement d'un film d'encre conductrice, qui établissent entre les réseaux des connexions homogènes



et fiables.

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 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 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 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 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 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 de connexion formés à travers ladite feuille ou ledit film et dont les parois sont recouvertes au moins partiellement d'encre conductrice.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ce circuit imprimé multi-couches comprend un empilement des dites feuilles ou films de matière diélectrique, dont chacune comprend sur une face un réseau conducteur du type

précité et des trous de liaison à parois recouvertes au moins partiellement d'encre conductrice.

Un tel circuit imprimé multi-couches peut avoir une épaisseur comprise entre 1 et 2 mm par exemple, il peut 5 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 10 à former des trous dans un support plan de matière diélectrique en des points pré-déterminés, à déposer par sérigraphie de l'encre conductrice sur ledit support en formant sur chacune de ses faces un réseau conducteur et en revêtant au moins partiellement les parois desdits trous 15 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 20 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 second face du support un second réseau d'encre conductrice et à polymériser par chauffage.

Pour 25 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 pré-déterminés, de façon que ces trous débouchent sur des parties conductrices dudit circuit, à déposer par sérigraphie 30 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 recouvrir au moins partiellement les parois desdits trous d'encre conductrice, et à polymériser 35 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.

5 Meilleure manière de réaliser l'invention :

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

10 - 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 ;

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

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

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

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

- la figure 6 représente schématiquement, sous forme de blocs, les étapes supplémentaires de fabrication 25 d'un circuit imprimé multi-couches ; et

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

On se réfère tout d'abord aux figures 1, 2 et 2 A qui représentent un circuit imprimé selon la technique 30 antérieure.

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 35 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 en-



suite polymérisée par chauffage.

On dépose ensuite par polymérisation 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 pistes conductrices 13, 14 et 15.

De nouvelles pistes conductrices 17 sont ensuite formées comme précédemment sur la face 12 du support 11, 10 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 électriques entre le premier réseau conducteur formé par les pistes 13, 14 et 15 et le second réseau conducteur formé 15 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 20 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. 30

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

Les inconvénients essentiels de ce circuit imprimé 35 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 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 importante 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 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 conduc-

trice qui est ensuite 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 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 à leur extrémité inférieure sur une piste conductrice du second réseau. Un trou 42 peut être, par exemple, rempli 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 à la piste 35 du réseau conducteur supérieur, et l'autre extrémité de la piste 41 est reliée à la piste 38 du réseau conducteur supérieur par un film 43 d'encre conductrice revêtant au moins partiellement la paroi du trou 42 et se terminant à chaque extrémité du trou par une plage annulaire 44 sur la face correspondante du support 31, cette plage ayant un diamètre extérieur supérieur au diamètre du trou 42.

Une caractéristique importante de l'invention est que l'épaisseur du film 43 d'encre conductrice revêtant la paroi d'un trou est égale à l'épaisseur de la piste 41 ou 38 d'encre conductrice formée sur la face 33 ou 32 du support. On obtient ainsi, après polymérisation de l'encre, une connexion parfaitement homogène et exempte de défauts (tels que criques, fissures, variations d'épaisseur aux extrémités des trous), ce qui est essentiel lorsque le support est un film souple de matière plastique ayant une épaisseur faible, par exemple de 80 à 100 microns. Cette qualité de la connexion à travers le support est due au procédé selon l'invention qui consiste à réaliser les pistes et les connexions à travers le support en une seule

opération. Lorsque les trous sont remplis d'encre conductrice, ils contiennent une quantité d'encre relativement importante susceptible de produire des retraits à la polymérisation, d'où les risques de criques sur les bords 5 des trous.

Les trous 42 peuvent être à section circulaire comme représenté, auquel cas leur paroi cylindrique est revêtue complètement d'un film d'encre conductrice, ou bien à section carrée ou rectangulaire, auquel cas une seule face plane du trou est revêtue d'encre ou bien deux faces 10 opposées.

Une liaison entre deux pistes conductrices formées chacune sur une face différente du support peut également 15 être réalisée sur la tranche du support, comme indiqué en 43a en figure 3.

Une patte en saillie du support, telle que celle de la figure 3 portant les extrémités des pistes 34, 35, 36, 37, peut être utilisée comme partie mâle d'un connecteur standard. Lorsque le support est un film souple de matière 20 plastique, cette patte peut être repliée autour d'une patte correspondante d'un support rigide présentant l'épaisseur voulue.

Si on le désire, les plots ou plages de contact 39, 25 40, ainsi que les extrémités des pistes 34 - 37 qui se terminent 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 30 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 35 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 induc-
5 tives, disponibles dans le commerce, pour former par séri- graphie un réseau conducteur imprimé contenant des résis- tances, des condensateurs ou des inductances, respecti- vement.

Sur un circuit selon l'invention, tel que celui
10 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 sou- ple 31, constitué par un film de polyester par exemple,
15 peut être remplacé par une feuille plus épaisse de ma- tière 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
20 connexion entre les deux réseaux conducteurs du circuit doit être déterminé de façon que les parois des trous soient partiellement ou totalement recouvertes d'encre conductrice lorsque les réseaux conducteurs sont formés sur le support par dépôt par sérigraphie d'encre conduc-
25 trice. Ce diamètre est fonction de la viscosité de l'en- cre 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
30 d'un diamètre d'environ 0,8 mm au minimum.

On se réfère maintenant à la figure 5 qui repré- sente schématiquement les différentes étapes d'un procé- dé de fabrication d'un circuit imprimé selon l'invention.

La première étape 45 consiste en un perçage du
35 support 31 de façon à y former des trous d'une taille prédéterminée aux endroits où l'on veut assurer des con- nexions entre les deux réseaux conducteurs. L'étape sui-

vante 46 consiste à déposer sur chaque face 32, 33 du support 31 un réseau d'encre conductrice, au moyen de deux moyens de sérigraphie connus de la technique de la technique d'impression ou de dépôt par sérigraphie est
5 très bien connue et ne sera pas décrite plus en détail.
Les parois des trous 42 percés dans le support sont revêtues, au moins partiellement, d'un film d'encre conductrice en même temps que les réseaux conducteurs sont formés sur les deux faces du support 31. L'étape suivante 10 47 consiste à soumettre le support, dont les deux faces comportent un réseau d'encre conductrice, à un chauffage pour polymériser l'encre. Ce chauffage est réalisé en général dans un four, par exemple à rayonnement infrarouge ou ultraviolet, à une température de
15 150°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 des réseaux conducteurs peuvent être recouverts d'un film de matière diélectrique telle qu'un vernis isolant, de façon classique.
20

Dans une variante de ce procédé, après l'étape 45 de perçage du support, on dépose par sérigraphie un réseau 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 l'on soumet ensuite, comme indiqué par la flèche en trait pointillé 49, à un nouveau chauffage pour polymériser cette encre.
25
30

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, 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 résistan-

ce mécanique que les encres des pistes conductrices.

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 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 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 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 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 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 à parois revêtues, au moins partiellement, d'encre conductrice polymérisée. Sur la face supérieure du support 52 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 support 52 du circuit 51. Sur la face supérieure de cette feuille 56 est formé un réseau conducteur 57 comprenant des pistes conductrices 58. Des trous 58 formés à travers la feuille 56 et pourvus d'un film 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 fixé 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 pourvus d'un film 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 percage de la feuille ou du film 56 de matière diélectrique. L'étape suivante 66 consiste à fixer cette feuille en 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 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.

- 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 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.

- 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 est très supérieure à celui d'un circuit imprimé du type représenté dans les figures 1 et 2, car les pistes d'encre conductrice et les connexions ne se brisent pas, même à la suite d'un pliage marqué de support. Le dépôt

simultané des encres conductrices sur les deux faces du support, ou les deux dépôts successifs d'encre conductrice d'abord sur une face puis sur l'autre du support, assurent dans tous les cas un bon revêtement de parois des trous de 5 connexions par une couche uniforme d'une seule encre qui est ensuite polymérisée par chauffage, ce qui a pour effet de réaliser une connexion homogène et dépourvue de tension mécanique interne (ce qui évite les gradients de dilatation, les apparitions de microfissures, etc.).

10 - L'épaisseur du film d'encre conductrice revêtant les parois des trous de liaison est sensiblement égale à celle des pistes conductrices formées sur les deux faces du support, ce qui évite les risques de criques ou de fissures aux bords des trous après polymérisation.

15 - 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 nature et de l'épaisseur du support de matière diélectrique.

20 - 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 conducteurs sur les deux faces, et dans lesquels les 25 connexions entre les deux réseaux sont établies au moyen de trous traversant le support et dont les parois sont revêtues, au moins partiellement, d'encre conductrice polymérisée.

Revendications de Brevet :

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 électriquement isolés l'un de l'autre à l'exception de certains points d'interconnexion, caractérisé en ce que lesdits réseaux comprennent chacun des pistes d'encre conductrice polymérisée qui sont formées respectivement de part et d'autre du support de manière à être électriquement isolées les unes des autres par ledit support, les connexions entre les réseaux étant établies au travers du support par une couche uniforme d'encre conductrice polymérisée.
2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit support est un film ou une feuille souple, par exemple de polyester.
3. Circuit selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit film a une épaisseur comprise entre 50 et 1500 microns environ.
4. Circuit selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites connexions entre les réseaux sont des trous traversant le support et dont les parois sont, au moins partiellement, recouvertes d'un film d'encre conductrice polymérisée.
5. Circuit selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche d'encre conductrice revêtant au moins partiellement la paroi d'un trou de connexion a la même épaisseur que les pistes d'encre conductrice formées sur les deux faces du support.
6. Circuit selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits réseaux d'encre conductrice comprennent des pistes conductrices de liaison, des plots de contact et des composants passifs tels que des résistances, des condensateurs et des inductances.
7. Circuit selon l'une des revendications 1 à 4 ou la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits réseaux sont formés sur le support par dépôt par sérigraphie d'encre conductrice polymérisée ensuite par chauffage.

8. Circuit selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que certaines connexions entre les deux faces du support sont formées par des pistes d'encre conductrice déposées sur la tranche du support 5 perpendiculairement à celui-ci.

9. Circuit selon la revendication 7, caractérisé en ce que les trous ont un diamètre de l'ordre de 0,8mm au minimum.

10. Circuit selon l'une des revendications 10 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 15 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 20 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 conductrice et des trous formés à travers ladite feuille ou 25 ledit film et ayant des parois recouvertes d'encre conductrice 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 30 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 conductrice et qui comporte des 35 trous à parois recouvertes d'encre conductrice 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 à parcis recouvertes d'encre conductrice.

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

10 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 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 en recouvrant au moins les parois desdits trous d'un film 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.

30 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, et à la 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'encre conductrices et à les polymériser par chauffage 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 de l'encre utilisée pour les pistes conductrices du réseau.

22. Procédé selon l'une des revendications 17 à 21, 10 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 diélectrique percé de trous en des points prédéterminés de façon que ces trous débouchent sur des parties 15 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 recouvrant, au moins partiellement, les parois desdits trous d'encre conductrice, et à 20 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 circuit imprimé multi-couches, comprenant un empilement de feuilles ou films de matière diélectrique 25 comportant chacune sur une face un réseau conducteur d'encre polymérisée.

1/2

Fig.1

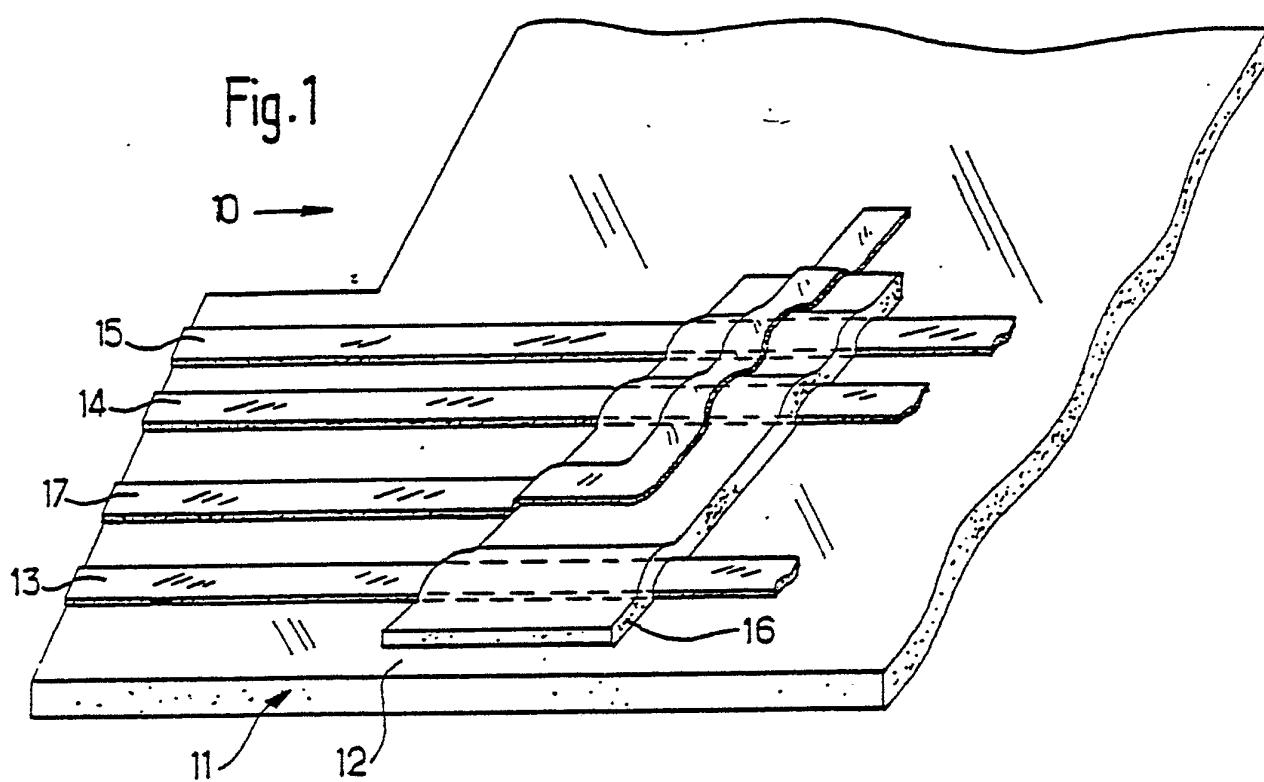
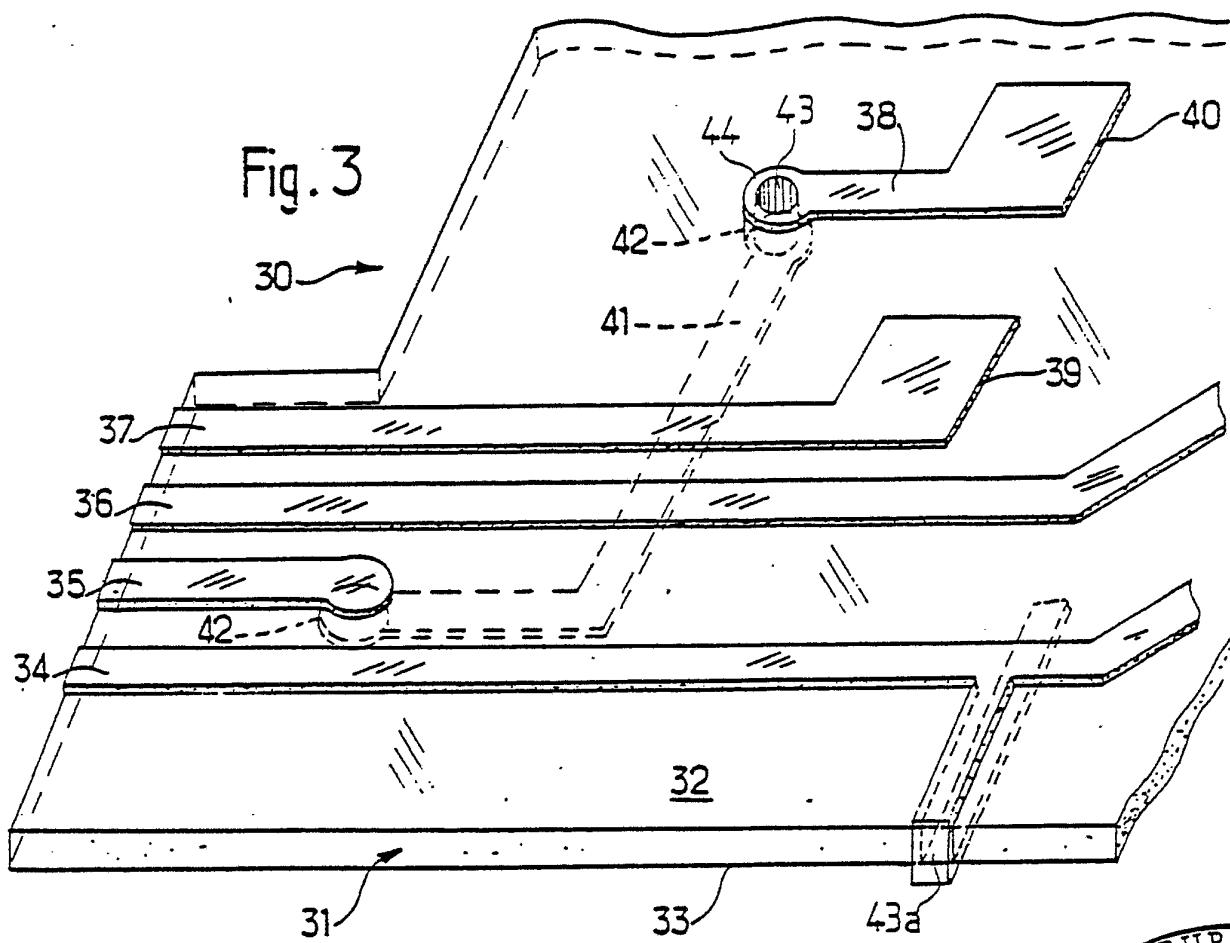
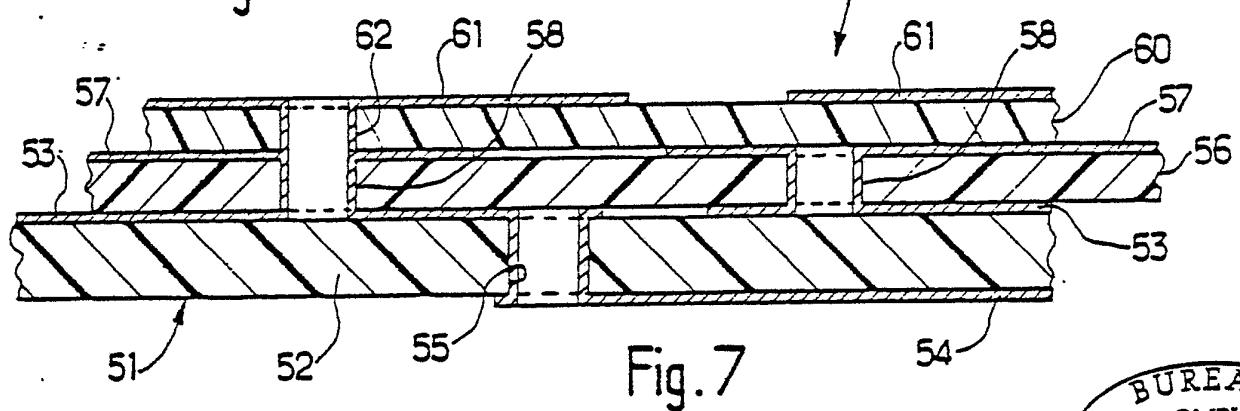
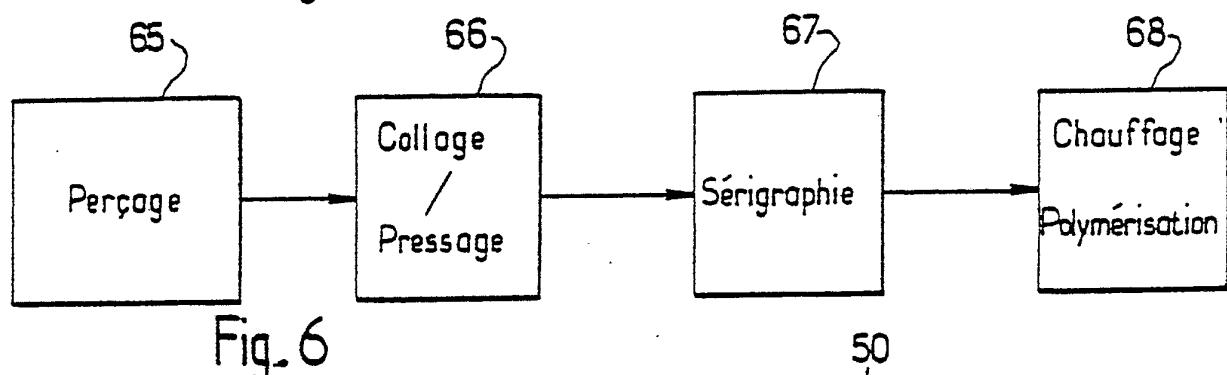
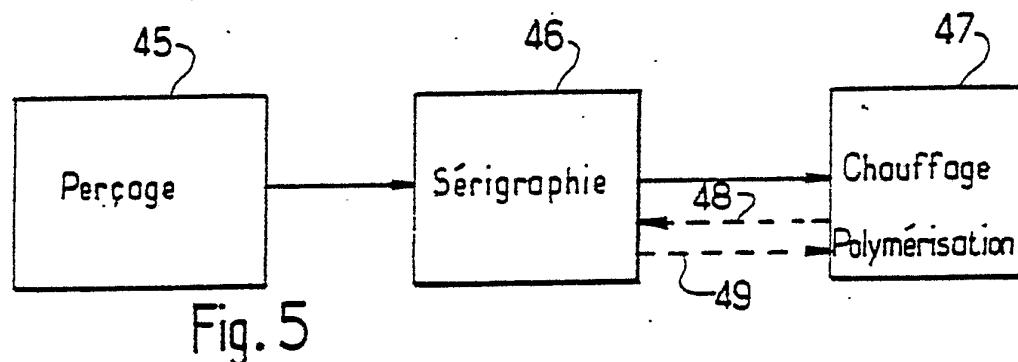
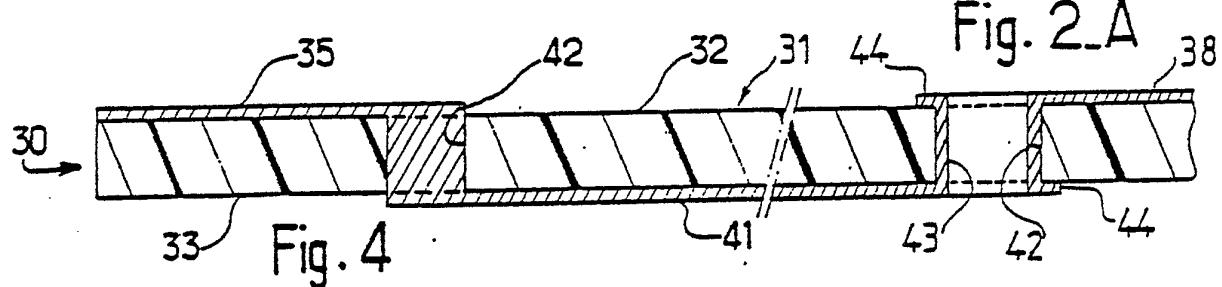
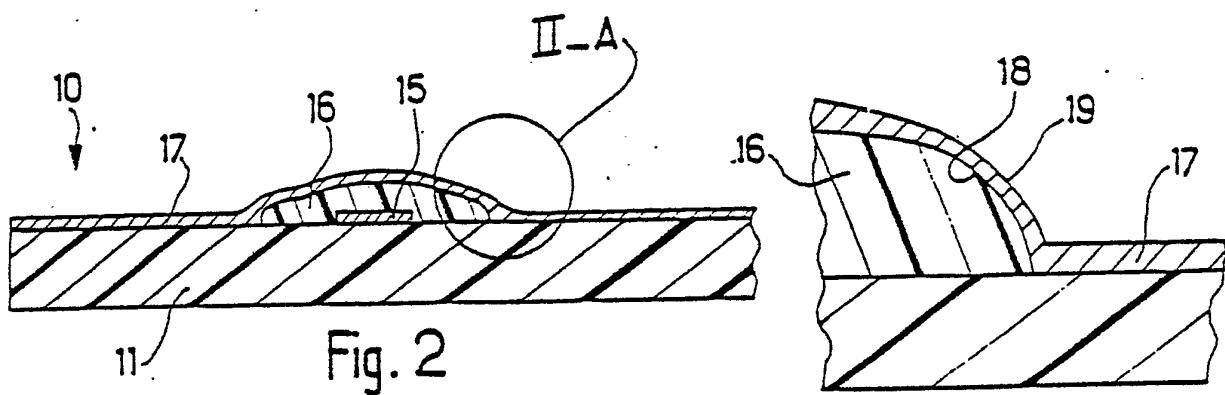


Fig. 3



2 / 2



RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 81/00109

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) :

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB
 Int.Cl. 3: H 05 K 3/12; H 05 K 1/03; H 05 K 3/36;
 H 05 K 3/46

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée⁴

Système de classification	Symboles de classification
Int.Cl. 3	H 05 K 3/12; H 05 K 3/42; H 05 K 3/46; H 05 K 3/36;
	H 05 K 1/03; H 05 K 1/16; H 05 K 3/06; H 05 K 3/28;
	H 05 K 3/10

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté³

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS¹⁴

Catégorie ⁵	Identification des documents cités, ¹⁵ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹⁶	N° des revendications visées ¹⁴
X	GB, A, 1565207, publié le 16 avril 1980, voir page 1, ligne 36 à page 2, ligne 29; revendications et figures, Sinclair Radionics Ltd. -- DE, A, 2831984, publié le 1er février 1979, voir page 8, lignes 1 à 16 et page 10, lignes 7 à 22; Sharp K.K. -- FR, A, 2402379, publié le 30 mars 1979, voir page 2, ligne 14 à page 3, ligne 32: 19,20 revendications et figures, Cayrol Pierre-Henri -- DE, A, 2724399, publié le 30 novembre 1978, voir page 11, au milieu à page 19, avant dernier alinéa et figures, Martin Marietta Corp. -- FR, A, 2167939, publié le 24 août 1972, voir revendications et figures, Hitachi -----	1,2,4,6, 11,17,22 1,2,7 1,7,10, 19,20 1,2,11-13,16 1,7,10,11, 17-20

* Catégories spéciales de documents cités:¹⁶

«A» document définissant l'état général de la technique

«E» document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

«L» document cité pour raison spéciale autre que celles qui sont mentionnées dans les autres catégories

«O» document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

«P» document publié avant la date de dépôt international mais à la date de priorité revendiquée ou après celle-ci

«T» document ultérieur publié à la date de dépôt international ou à la date de priorité, ou après, et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

«X» document particulièrement pertinent

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée⁷

24. novembre 1981

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale⁸

7 décembre 1981

Administration chargée de la recherche internationale⁹

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé¹⁰

G. L. M. KRUYDENBERG

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 81/00109

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.³: H 05 K 3/12; H 05 K 1/03; H 05 K 3/36; H 05 K 3/46

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl. ³	H 05 K 3/12; H 05 K 3/42; H 05 K 3/46; H 05 K 3/36; H 05 K 1/03; H 05 K 1/16; H 05 K 3/06; H 05 K 3/28; H 05 K 3/10

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category ⁶	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
X	<p>GB, A, 1565207, published on 16 April 1980, see page 1, line 36 to page 2, line 29; claims and figures, Sinclair Radionics Ltd.</p> <p>DE, A, 2831984, published on 1st February 1979, see page 8, lines 1 to 16, and page 10, lines 7 to 22; Sharp K.K.</p> <p>FR, A, 2402379, published on 30 March 1979, see page 2, line 14 to page 3, line 32 claims and figures, Cayrol Pierre-Henri</p> <p>DE, A, 2724399, published on 30 November 1978, see page 11, middle page 19, last but one paragraph and figures, Martin Marietta Corp.</p> <p>FR, A, 2167939, published on 24 August 1972, see claims and figures, Hitachi</p>	<p>1,2,4,6,11,17,22</p> <p>1,2,7</p> <p>1,7,10,19,20</p> <p>1,2,11-13,16</p> <p>1,7,10,11,17-20</p>

* Special categories of cited documents: ¹⁵

- "A" document defining the general state of the art
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed

"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ²
24 November 1981 (24.11.81)

Date of Mailing of this International Search Report ²
7 December 1981 (07.12.81)

International Searching Authority ¹

European Patent Office

Signature of Authorized Officer ²⁰