



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1011624A4

NUMERO DE DEPOT : 09701033

Classif. Internat. : H05K C23C

Date de délivrance le : 09 Novembre 1999

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 17 Décembre 1997 à 15H10 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : LAUDE lucien Diego
rue des Lilas 64, F-59330 HAUTMONT(FRANCE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Rue de
Livourne 7, -B 1060 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : SUPPORTS DE CIRCUIT ELECTRIQUE.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 09 Novembre 1999
PAR DELEGATION SPECIALE :



L. WUYTS
CONSEILLER

"Supports de circuit électrique."

La présente invention est relative à des supports de circuit électrique et, plus particulièrement, à des supports plans sur lesquels un circuit électrique de bonne qualité peut être réalisé, soit sur une face du support plan constitué d'une plaque de structure composite ou plastique, soit sur chacune des deux faces d'un tel support, ces deux circuits étant alors interconnectés au moyen de trous ou vias eux-mêmes métallisés.

La réalisation de circuits électriques de bonne qualité est un des domaines technologiques majeurs de l'industrie contemporaine.

10 La nature du matériau dans lequel circule un courant électrique oriente l'utilisation des circuits électriques générés.

Si le matériau résiste au courant électrique, une partie importante de l'énergie électrique transportée par ce courant se dissipe sous forme de chaleur dans le matériau et la source d'énergie électrique devient source de chaleur, le matériau étant alors capable d'accumuler de la chaleur pour constituer un élément chauffant. Les matériaux utilisés sont des métaux résistifs et les circuits électriques chauffants se présentent généralement sous la forme de câbles métalliques bobinés sur des céramiques, très rarement sous la forme de circuit "à plat" ou imprimé sur un support plan.

15 20

Si, par contre, le matériau n'oppose pas de résistance au courant électrique, il devient bon conducteur et permet de communiquer une information sans la retarder ni la déformer. Ce conducteur électrique peut alors intervenir dans le montage et l'interconnexion des éléments actifs de tout système électronique. Tout circuit électrique utilisé dans un

25

système électronique est habituellement intégré sur un support plan (le "circuit imprimé") et les éléments actifs du système sont raccordés individuellement à ces circuits. L'ensemble ainsi constitué, ou "carte", offre des avantages essentiels par sa fonctionnalité, sa compacité et son

5 intégration simplifiée dans tout appareillage comportant des asservissements électroniques. Après normalisation de la fabrication des cartes, ces avantages ont permis en particulier l'émergence et le développement de systèmes de gestion électronique des données, comme les ordinateurs miniaturisés.

10 Plusieurs méthodes de fabrication de circuits imprimés ont été mises en oeuvre industriellement. D'une manière générale, elles se répartissent en deux types :

- les méthodes négatives ou soustractives (méthode directe, placage total, méthode inverse, revêtement sélectif) qui incorporent une
- 15 gravure chimique pour réaliser les pistes métalliques, ou
- les méthodes positives ou additives qui ne nécessitent pas de gravure chimique, les pistes étant réalisées directement par dépôt spécifique de métal par voie chimique.

La méthode sérigraphique quant elle peut prendre une

20 forme négative ou positive.

Ces deux types de méthodes se différencient d'abord par le nombre d'étapes qu'elles comportent : les méthodes négatives incorporent deux fois plus d'étapes que les méthodes positives. Elles se différencient aussi par la nature du support plan utilisé; dans le cas

25 d'une méthode négative, le support est complexe et demande un mode de production sophistiqué, tandis qu'une méthode positive peut s'accommoder d'un support plan quelconque.

D'une manière générale, les méthodes négatives sont donc nécessairement plus onéreuses que les méthodes positives ce qui

30 devrait favoriser ces dernières. Cependant, la qualité du circuit

électrique réalisé par les voies soustractives reste très supérieure à celle d'un circuit obtenu par les voies additives proposées à ce jour (porosité du métal déposé, adhérence limitée de la couche métallique, sensibilité de la surface du métal déposé à la corrosion). C'est la raison pour laquelle les méthodes négatives se sont développées en électronique et continuent d'être utilisées massivement pour couvrir la presque totalité du volume de la production actuelle de circuits imprimés pour l'électronique. Cette tendance ne pourrait s'inverser que si les caractéristiques des produits obtenus par l'utilisation d'une méthode positive nouvelle venaient à être substantiellement meilleurs que celles des produits obtenus par les méthodes positives connues, et comparables à celles des produits obtenus par une méthode négative connue afin de satisfaire aux spécifications imposées par la standardisation en vigueur.

La technologie des circuits imprimés d'application électronique qui sont produits par une méthode négative impose l'utilisation d'un support plan dont la structure normalisée pour l'électronique est complexe. Pour une carte dite "simple face" (une seule des deux faces du support est exploitée), cette structure comporte successivement et invariablement : a) un socle rigide constitué d'un maillage (ou tissu) très dense de faisceaux de fibres de verre, enrobé ou imprégné d'une couche époxy, b) une feuille de cuivre d'épaisseur variable (typiquement 35 micromètres) et collée sur le socle, c) une couche mince photosensible déposée sur la feuille de cuivre. La couche photosensible est habituellement protégée de la lumière par un écran, opaque à la lumière visible ou ultraviolette, fixé sur la couche photosensible. Pour une carte "double face" (les deux faces du support plan sont exploitées), une feuille de cuivre et une couche photosensible protégée par un écran opaque sont superposées sur chacune des faces du socle.

Dans les méthodes négatives, la réalisation du circuit d'interconnexion est obtenue en plusieurs étapes qui sont successivement : a) l'insolation, par une source de lumière ultraviolette, de la couche photosensible : cette insolation est réalisée au travers d'un masque qui permet à la source de lumière d'insoler uniquement les aires du support qui ne devront pas être métalliques, la couche photosensible est alors photodégradée sur ces aires; b) l'élimination par rinçage de ces aires insolées; c) l'immersion du support dans un acide qui attaque et élimine le cuivre des aires de la feuille de cuivre laissées apparentes après rinçage; d) la dissolution de la couche photosensible non dégradée. Le support plan est alors équipé des seules parties métalliques de la feuille de cuivre (épaisseur 35 micromètres) qui ont été protégées d'une part, par le masque lors de l'insolation (en a) et d'autre part, par la couche photosensible lors de l'immersion dans un acide (en c). Ces parties métalliques se matérialisent essentiellement par des pistes métalliques de largeur variable (habituellement égale ou supérieure à 0,2 mm).

Le montant de chaque composant sur le circuit imprimé de la carte est alors réalisé par apport d'un métal qui est fondu sur les pistes métalliques. Dans le cas d'un support plan double face, des trous (ou vias) sont percés au travers du support plan. Afin de réaliser l'interconnexion entre les circuits présents sur les deux faces du même support plan, ces vias doivent être métallisés intérieurement ou traversés par des conducteurs métalliques. Ces conducteurs doivent être individuellement fixés à leurs extrémités par pressage, brasage ou soudure sur deux des pistes des circuits électriques réalisés respectivement sur chaque face du support plan.

A partir de cette stratégie de fabrication d'une carte double face, il est alors possible de fabriquer des cartes multiface pouvant comporter 8 faces actives ou davantage.

La technologie actuelle de fabrication d'un circuit imprimé pour l'électronique est donc non seulement très lourde, mais aussi elle nécessite un support plan dont la structure est complexe, onéreuse et rigide. Par ailleurs, du fait de la complexité du support (notamment, la structure interne du socle rigide), la réalisation des vias comporte une difficulté majeure qui n'est aujourd'hui surmontée qu'en perçant mécaniquement le support plan. Or celui-ci doit être rigide pour être plan et doit aussi supporter des températures importantes lors du montage des composants (300°C). C'est pour répondre à ces critères que le socle contient un maillage très dense de fibres de verre qui, en le rigidifiant, rend très difficile son perçage par voie mécanique ou autre. Un autre désavantage important des méthodes négatives de la réalisation du circuit électrique lui-même réside aussi dans le fait que le réseau de pistes métalliques est réalisé par "retrait" du métal. Ce métal qui est éliminé chimiquement représente plus des 90 % de la feuille de cuivre incorporée dans le support plan d'origine. Il y a donc perte de matière irrécupérable, pollution par les rejets chimiques qui doivent être épurés du métal qu'ils contiennent et surcoût inévitable lié au traitement chimique des rejets (cette épuration coûteuse n'est toutefois que partielle). Malgré sa standardisation (qui implique une extrême rigidité du concept), les procédures actuelles les plus courantes (qui sont négatives) de fabrication d'un circuit imprimé sont lentes. Le coût de l'ensemble de sa fabrication qui est aujourd'hui important ne cessera d'augmenter à l'avenir en application des normes antipollution qui entrent en application.

Ces difficultés de production de cartes électroniques sont fortement atténuées dans le cas de circuits électriques chauffants. Pour ces derniers en effet, les dimensions des pistes électriques résistives sont très supérieures (1 à 3 mm de largeur, 0,05 à 0,1 mm d'épaisseur) à celles des circuits pour l'électronique, supportant ainsi des imprécisions

plus importantes. Par contre, du fait de la nécessaire augmentation de température pendant des temps prolongés, les problèmes de contrainte à l'interface entre support plan isolant et pistes métalliques imposent une adhérence parfaite du métal avec le matériau support. La technique positive dite "par sérigraphie" peut être utilisée. Cependant, les couches métalliques qu'elle permet d'obtenir restent fragiles, peu adhérentes et de prix de revient élevé. Seule une technique de métallisation permettant ce type d'adhérence pour des pistes métalliques relativement épaisses pourrait permettre de fabriquer des éléments chauffants plats de qualité et durabilité suffisantes.

Il y a donc un besoin d'innovation dans le domaine de la production des circuits imprimés, aussi bien pour les applications électroniques que pour les applications thermiques. L'objet de la présente invention est de prévoir des supports plans simples et économiques d'un type nouveau, les caractéristiques de ces supports plans étant adaptées à l'utilisation d'un procédé positif et économique de métallisation particulier, ce procédé permettant la fabrication d'un circuit imprimé sur une ou deux faces du support, les caractéristiques de ce circuit égalant ou dépassant celles d'un circuit imprimé produit par une quelconque des méthodes négatives ou positives connues.

Ce procédé positif de métallisation particulier est décrit dans le brevet EP 0 693 138. Suivant ce brevet, on prévoit un procédé de métallisation en deux étapes de pièces en plastique : une couche métallique épaisse et adhérente est déposée exactement et uniquement sur les sites d'un support plastique où cette couche est nécessaire, ces deux étapes étant suivies d'une troisième étape destinée à améliorer et stabiliser l'interface entre le métal déposé et le support plan.

Ce procédé permet la métallisation de pièces en matériaux plastiques contenant des grains d'oxydes métalliques, synthétisés chimiquement (par exemple TiO_2 , Sb_2O_3). Pour ce faire, il utilise un

faisceau émis par une source laser excimère pour dégrader photochimiquement la surface de ces grains d'oxydes. La métallisation proprement dite de la surface irradiée du plastique est ensuite obtenue par immersion du plastique dans un bain contenant des ions métalliques de nickel ou de cuivre. Ceux-ci se fixent sur la surface apparente des grains d'oxydes présents sur cette surface irradiée. L'adhérence de la couche métallique qui se développe alors est ainsi déterminée principalement par le fait que les grains d'oxydes sont partiellement enterrés dans le plastique. La taille, la géométrie et la dispersion superficielle de ces grains affectent donc directement l'adhérence de la couche métallique, en particulier en situation de contrainte mécanique ou thermique. Accroître cette adhérence en situation extrême d'utilisation ne peut se faire, vis-à-vis du procédé de métallisation utilisé, qu'en augmentant la taille et la proportion de ces particules d'oxydes. Or, les proportions volumiques (entre 0,2 et 30 %) et la taille (entre 0,5 et 50 micromètres) des grains d'oxydes incorporés dans les plastiques décrits et auxquels s'appliquent le procédé ne permettent pas l'utilisation de ces plastiques aux normes des circuits imprimés. En particulier, les plastiques qui contiennent 30 % d'oxydes ne peuvent fonctionner qu'à des températures inférieures à 245°C alors qu'un circuit imprimé doit pouvoir supporter une température extrême de 300°C. Pour ces plastiques, la tenue mécanique et la rigidité sont aussi inférieures à celles imposées aux circuits imprimés normalisés. Il est donc indispensable de prévoir un support plan d'un type nouveau qui permette d'utiliser le procédé positif de métallisation de ce brevet EP 0 693 138 tout en satisfaisant aux normes actuelles d'utilisation d'un circuit imprimé.

A cet effet, suivant l'invention, le support plan de circuit électrique comprend un substrat à base d'un matériau solide contenant au moins des fibres de verre, sous forme de morceaux ou non ou un

mélange d'un polymère et d'une matière inorganique, comportant sur au moins une de ses faces et sur certaines aires de celle-ci une couche métallique.

5 Suivant une forme de réalisation avantageuse de l'invention, ledit substrat comprend sur les aires non recouvertes de couche métallique une couche de matière polymérique.

10 Suivant une autre forme de réalisation avantageuse de l'invention, le matériau solide est constitué d'une matrice polymère dans laquelle sont liés des morceaux de fibres de verre, la proportion pondérale des morceaux de fibres de verre dans la matrice polymère étant supérieure à 50 %.

15 Suivant une autre forme de réalisation particulièrement avantageuse de l'invention, le matériau solide est un mélange d'un polymère et d'une matière inorganique choisie dans le groupe comprenant les particules d'alumine hydratée, les particules de magnésie hydratée, les particules de talc, les morceaux de fibres de verre et leurs mélanges, la proportion pondérale de matière inorganique dans ledit mélange étant de préférence comprise entre 30 et 50 %.

20 D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description des dessins annexés au présent mémoire et qui illustrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation particulières de supports plans et d'ensembles formant supports plans suivant l'invention.

25 La figure 1 est une figure en coupe d'une partie de support plan suivant l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe d'une partie d'une autre forme de support plan de l'invention.

Les figures 3 et 4 sont des vues en coupe de parties d'ensembles de supports plans suivant l'invention.

Dans les différentes figures, les mêmes notations de référence désignent des éléments identiques.

Comme on peut le voir sur les figures des dessins annexés et plus particulièrement sur les figures 1 et 2, les supports plans de l'invention comportent un substrat rigide 1 constitué d'un matériau solide. Ce substrat rigide 1 est recouvert sur au moins une de ses faces et de préférence, comme indiqué sur ses deux faces et sur certaines aires de celles-ci d'une couche métallique 2. La partie rigide formant substrat 1 peut être constituée de fibres de verre 3 tressées, comme représenté à la figure 1, ou de morceaux de fibres de verre 4, comme représenté à la figure 2, auquel cas ces morceaux de fibres de verre 4 sont liés et maintenus à l'intérieur d'une matrice polymère 5 servant de ciment. Dans ces deux cas, le support plan est dit "composite". La partie rigide formant substrat peut également être constitué d'un mélange d'un polymère et d'une matière inorganique, telle que, par exemple une matière minérale choisie dans le groupe comprenant les particules d'alumine hydratée, les particules de magnésie hydratée, les particules de talc, les morceaux de fibres de verre et les mélanges de deux ou plusieurs de ces substances. Dans ce cas, le support plan est dit "plastique". Le choix entre ces deux types de supports (c'est-à-dire composite ou plastique) est déterminé par des considérations fonctionnelles, la structure composite permettant par exemple des tenues en température supérieures à celles d'une structure plastique, ou économiques, une structure plastique, étant plus facile à réaliser, est plus économique qu'une structure composite.

Dans la structure dite composite de la figure 1, le support plan est en fait constitué, dans sa partie rigide 1 d'un tissu de fibres de verre 3 dont l'épaisseur est d'au moins 25 micromètres, ce tissu de fibres de verre 3 étant enrobé partiellement d'une couche de matière polymérique 6, dont l'épaisseur est avantageusement comprise entre 5 et 20 micromètres. En fait, le tissu de fibres de verre 3, recouvert de la couche

de matière polymérique 6, est découpé sur certaines aires de sa surface pour accueillir la couche métallique 2. Comme montré à la figure 2, le substrat rigide 1 peut également contenir des morceaux de fibres de verre 4, dont la longueur est avantageusement comprise entre 50 et 200 micromètres et le diamètre entre 10 et 20 micromètres, ces morceaux de fibres de verre étant maintenus ensemble et solidairement par une matrice formant ciment constituée d'un polymère pour former un matériau composite contenant une proportion supérieure à 50 % en poids de morceaux de fibres de verre. La couche de matière polymérique 6, recouvrant partiellement la partie rigide 1, que celle-ci soit de nature composite ou non est avantageusement constituée d'un polymère ou copolymère pur, non chargé, par exemple d'une résine époxy, d'un polyamide ou d'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), dont l'épaisseur est inférieure à 20 micromètres et de préférence comprise entre 5 et 20 micromètres. Comme déjà précisé, le matériau utilisé dans la partie rigide 1 du support plan de l'invention peut également être constitué d'un mélange, d'une part, d'un polymère et, d'autre part, d'une matière inorganique dans une proportion pondérale ne dépassant pas de préférence 50 %, et avantageusement comprise entre 30 et 50 %. Pour ce faire, on utilisera avantageusement comme matière inorganique une matière choisie dans le groupe comprenant les particules d'alumine hydratée, les particules de magnésie hydratée, les particules de talc, les morceaux de fibres de verre et les mélanges de deux ou plusieurs de ces matières. Les particules d'alumine ou de magnésie hydratée auront de préférence une taille d'au moins 30 micromètres et les particules de talc une taille d'au moins 50 micromètres. Dans le cas de l'utilisation de morceaux de fibres de verre, ceux-ci auront de préférence une longueur comprise entre 50 et 200 micromètres et un diamètre compris entre 10 et 20 micromètres. Comme on vient de le dire, les proportions pondérales respectives de ces matières inorganiques sont variables mais elles ne

dépasseront pas de préférence 50 % du mélange polymère/matière inorganique. Pour le reste, ce type de support plan comportera également une couche métallique et une couche de matière polymérique conformées de la façon représentée par les structures décrites aux figures 1 et 2. Les supports plans de l'invention ont d'une manière générale une épaisseur totale supérieure à 0,2 mm.

La métallisation des supports plans est généralement réalisée suivant la méthode enseignée par le brevet EP 693 138. En fait, le support plan est assujetti par contact direct à un masque en métal (par exemple, nickel) dont le dessin reproduit le négatif de la géométrie du circuit métallique qui doit être reproduit sur le support. Ainsi équipé du masque, le support plan est soumis à l'irradiation d'un faisceau émis par une source laser excimère. L'irradiation laser provoque le décapage de la couche superficielle polymère du support plan dans les zones de ce support plan qui sont accessibles au faisceau au travers du masque. Dans ces mêmes zones, et après décapage de la couche superficielle polymère, les fibres de verre, morceaux de fibres de verre ou particules minérales diverses (par exemple talc) qui sont contenues dans la partie rigide du support plan et qui maintenant affleurent à la surface du support décapé sont soumises elles-mêmes à l'irradiation. Cette irradiation provoque une dégradation photochimique de leur surface. Enfin, le support plan ainsi préparé est immergé dans une solution contenant des ions métalliques (par exemple nickel ou cuivre) qui se fixent sur la surface dégradée photochimiquement des matériaux solides incorporés dans la partie rigide du support plan. Un film de métal se développe alors (cf. film 2 des figures 1 et 2) dont l'épaisseur est proportionnelle au temps d'immersion dans la solution et dépendra de la teneur de la solution en ions métalliques.

L'épaisseur du métal souhaitée étant atteinte, le support plan métallisé est alors soumis à un traitement thermique à la

température la plus élevée possible compte tenu du choix des matériaux utilisés pour sa fabrication (dans un four ou sur une plaque chauffante, par exemple). Ce traitement thermique a plusieurs objectifs :

- homogénéiser l'épaisseur de la couche métallique,
- 5 – éliminer les produits liquides ou volatils contenus dans la couche métallique ou dans le matériau du support plan proprement dit,
- homogénéiser l'interface entre le film métallique et le matériau sous-jacent (composite ou polymère) par une densification du polymère et une migration des matériaux en contact.

10 En particulier, le circuit imprimé peut avantageusement être porté lors de ce traitement thermique à une température supérieure à la température de fonctionnement extrême du circuit imprimé pendant un temps prédéterminé. Ce traitement thermique peut aussi et tout aussi avantageusement être intégré au processus de mise en oeuvre du circuit

15 électrique qui consiste, pour un circuit destiné à l'électronique, à monter par brasure ou autre moyen de soudure ("à la vague" par exemple) les éléments actifs ("les composants") de ce circuit sur les pistes métalliques du circuit électrique. Dans cette étape finale de fonctionnalisation de ce dernier, les pistes sont de fait portées soit à la température du liant

20 métallique fondu (alliage étain-plomb, par exemple), soit à une température de l'ordre de 180°C habituellement. Lors de ce montage de type thermique, les objectifs énumérés ci-dessus sont atteints assurant le bon fonctionnement de l'ensemble du circuit électrique et des composants.

25 L'avantage principal des supports plans de l'invention sur les supports utilisés habituellement réside dans la simplicité de leur structure, celle-ci leur permettant par ailleurs d'être métallisés dans d'excellentes conditions grâce à l'utilisation du procédé décrit dans le brevet EP cité. Ces supports sont par suite nettement moins onéreux.

Les supports possédant une partie rigide constituée d'un mélange de morceaux de fibres de verre (en proportion supérieure à 50 % pour les composites ou inférieure à 50 % pour les plastiques) et d'un polymère présentent trois caractéristiques qui leur confèrent un avantage particulier sur les autres supports :

- 1) après irradiation par le laser, le décapage de la pellicule superficielle de polymère pur fait apparaître sur la surface décapée les morceaux de fibres de verre qui sont orientés de manière aléatoire les uns par rapport aux autres tout en restant partiellement "enterrés" dans le matériau polymère qui les cimente (cf. figure 2). Simultanément à cette mise à nu partielle, ces morceaux de fibres sont photochimiquement altérés. Par suite, lors de l'immersion dans la solution contenant les ions métalliques, les parties émergentes de ces morceaux de fibres se trouvent recouverts sélectivement de métal, le reste de ces morceaux de fibres qui est "enterré" dans le polymère assurant l'adhérence de la couche métallique qui se développe en assurant le pontage métallique entre les morceaux de fibres. Ce type d'adhérence est supérieur à celle obtenue avec les particules minérales du type talc, alumine hydratée et autres;
- 2) le décapage de la partie irradiée par le laser induit une métallisation "enterrée", au moins partiellement, dans le matériau non irradié, conférant à la couche métallique une résistance à l'usure mécanique accrue;
- 3) ce type de matériau a aussi l'avantage de pouvoir être percé beaucoup plus facilement que les supports contenant uniquement des fibres de verre enrobées ou non de résine époxy. Comme dans tous les supports décrits ici, les trous alors obtenus peuvent être métallisés suivant la technique de métallisation décrite, simultanément à la métallisation des pistes isolées lors de l'irradiation par le laser.

Un avantage particulier des supports à fibres de verre réside dans leur miniaturisation éventuelle. La métallisation opérant sur la surface des fibres de verre, il est en effet possible de réduire l'épaisseur du tissu de fibres à sa limite inférieure (25 micromètres). Le support est ainsi mécaniquement résistant mais flexible et facilement découpable pour faciliter son intégration. Le circuit qui est réalisé sur un tel support en utilisant la technique décrite dans le brevet EP cité est lui aussi flexible avec une excellente adhérence du métal sur les fibres. De plus, chacune des deux faces d'un support peut recevoir indépendamment de l'autre un circuit électrique. Le processus de métallisation est maintenu suffisamment longtemps pour permettre à la couche métallique de "ponter" les interstices entre les fibres ou entre les faisceaux de fibres, sans jamais traverser le tissu de fibres de verre. Le support peut être alors "encapsulé" entre deux films polymères (en polyéthylène, par exemple). Il peut alors être monté par laminage sur un support plastique rigide (épaisseur supérieure à 0,2 mm, par exemple) pour former une carte simple ou double face de faible encombrement.

En utilisant le même faisceau laser, il est encore possible de décaper la couche polymère superposée à la face du support contenant le circuit imprimé dans certaines zones de cette couche afin de libérer des aires particulières de ce circuit de leur protection polymère. L'intégration d'un circuit multicouche est alors réalisée par association de couches individuellement fabriquées (intégration "associative"). Un ensemble multicouche flexible peut alors être formé par laminage de tels supports fabriqués séparément puis superposés, chacun possédant un circuit électrique spécifique, et étant isolé des autres par l'encapsulation, sauf dans les zones préalablement découpées où la connexion électrique entre circuits superposés est alors réalisée pour former les vias, l'ensemble étant laminé à chaud pour assurer l'intégrité et l'homogénéité des interfaces entre les différentes couches,

puis éventuellement monté par laminage ou collage à chaud sur un support rigide.

Dans une autre forme du procédé de fabrication d'un circuit multicouche, l'intégration des couches est réalisée progressivement (intégration "progressive"). Le premier support flexible équipé d'un circuit électrique sur une de ses faces puis encapsulé peut être à son tour revêtu d'un second tissu de fibres vierge qui est alors insolé par le laser suivant une géométrie différente ou non de la précédente; l'ensemble est immergé dans la solution métallique qui métallise le nouveau circuit sans affecter le premier qui est isolé de la solution par la première encapsulation; le nouvel ensemble tel que celui représenté à la figure 3 est à son tour encapsulé et d'autres circuits électriques peuvent être ensuite superposés aux précédents suivant le même processus d'intégration, autant de fois qu'il est nécessaire.

Le support plan composite de la figure 3 comporte en fait un empilement de trois circuits imprimés possédant chacun un tissu de fibres de verre 3, recouvert d'un film polymère 6, et des pistes électriques 2 sur une des deux faces de chaque tissu de fibres de verre.

Un autre avantage des supports en fibres de verre concerne la fabrication d'éléments chauffants "plats". Pour ce type d'application, le circuit électrique résistif est réalisé sur un support plan constitué d'un tissu de fibres de verre. Lors du passage du courant électrique, le circuit monte en température et transmet de la chaleur au support de fibres de verre. Une quantité de chaleur est dissipée sur la face opposée du tissu de fibres. Cette quantité est plus faible si l'épaisseur du support augmente, et simultanément l'inertie de l'ensemble s'accroît aussi. Il faut donc optimiser l'épaisseur du support de fibres de verre, en la réduisant le plus possible tout en maintenant une isolation électrique suffisante. Cette optimisation dépend essentiellement de la puissance électrique qu'on souhaite dissiper, c'est-

à-dire de l'application. L'épaisseur du support de fibres peut varier par
incrément de 25 micromètres, qui est l'épaisseur de tissu de fibres la
plus faible disponible sur le marché. Une fois après avoir réalisé le
support optimisé en fibres de verre, ce tissu est métallisé suivant le
5 procédé décrit, ensuite habillé d'une résine époxy polymérisée à haute
tenue thermique, puis traité thermiquement pour assurer la meilleure
homogénéité aux interfaces métal/fibre. Dans une autre forme de
réalisation, toujours suivant le procédé décrit dans le brevet EP 693 138,
une des deux faces d'un tel support plan constitué de fibres de verre
10 peut être préalablement entièrement métallisée puis ensuite montée par
brasage sur une plaque métallique à forte conductivité thermique. La
second face du support plan est alors équipée d'un circuit électrique
comme ci-dessus dans lequel circule un courant électrique de fort
ampérage, l'ensemble formant (voir figure 4) une plaque chauffante de
15 faible inertie, peu encombrante, économique et facile à réaliser. Le
support plan composite de la figure 4 comporte à cet effet un empilement
de trois tissus de fibres de verre 3, recouvert d'un film polymère 6, ainsi
que d'un circuit de pistes métalliques sur une de ses faces et d'une
couche métallique sur toute l'étendue de son autre face en 2, cette
20 dernière face métallisée 2 étant brasée (brasure 7) sur une plaque
métallique 8.

Des exemples concrets de réalisation de quelques
structures de supports plans suivant l'invention sont donnés ci-après.

Exemple 1

25 Un support plan de type FR4 servant habituellement à
fabriquer des circuits imprimés est recouvert sur une de ses deux faces
d'une feuille de cuivre, elle-même recouverte d'une couche
photosensible, l'autre face ne faisant apparaître qu'une pellicule de 30
micromètres de résine époxy polymérisée, superposée à un socle en
30 fibres de verre tressées. Sur cette dernière face, une irradiation est

réalisée au travers d'un masque, avec le faisceau émis par une source laser excimère travaillant dans l'ultraviolet en régime pulsé et délivrant 0,6 J/cm² sur la face du support à un taux de répétition de 20 Hz. Après 50 pulsations de lumière, la surface du tissu de fibres de verre est libérée de la couche de résine époxy; le support est alors plongé dans une solution contenant des ions de nickel pendant 20 minutes; au bout de son temps d'immersion, une couche de nickel de 5 micromètres de nickel s'est formée sur la partie irradiée du support. Le support est alors déposé sur plaque chauffante portée à 350°C pendant 3 minutes. La couche métallique déposée est demeurée dans son intégralité sur la surface du support alors que la feuille de cuivre sur la face opposée du support s'est décollée et que la résine époxy est presque totalement carbonisée.

Exemple 2

Un support en polyamide PA 6 chargé de morceaux de fibres de verre en proportion volumique de 40 % est irradié comme dans l'Exemple 1 puis immergé dans une solution contenant des ions de nickel. Après un temps de 45 minutes, la partie irradiée est métallisée, le métal étant fixé sur les parties apparentes des morceaux de fibres dans la zone irradiée et couvrant la totalité de la zone irradiée par pontage entre les morceaux de fibres. La zone métallisée est "enterrée" dans le support sur une profondeur de 30 micromètres.

Exemple 3

Un support plan constitué d'un tissu de fibres de verre épais (0,2 mm d'épaisseur) est irradié sur chacune de ses deux faces comme dans les Exemple 1 et 2, immergé dans une solution contenant des ions de nickel pendant deux heures; les zones irradiées sur les deux faces du tissu de fibres de verre sont alors métallisées. L'ensemble est revêtu d'une couche de résine époxy qui est alors polymérisée par une irradiation laser excimère, puis porté dans un four à 180°C pendant 30

- 18 -

minutes. Le produit obtenu matérialise un circuit imprimé double face encapsulé répondant aux normes en vigueur.

- Il doit être entendu que l'invention n'est nullement limitée
- 5 aux formes de réalisation décrites et que bien des modifications peuvent être apportées à cette dernière sans sortir du cadre de la présente invention.

REVENDEICATIONS

1. Support plan de circuit électrique, caractérisé en ce qu'il comprend un substrat à base d'un matériau solide contenant au moins des fibres de verre, sous forme de morceaux ou non ou un mélange d'un polymère et d'une matière inorganique, comportant sur au moins une de ses faces et sur certaines aires de celle-ci une couche métallique.

2. Support suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend sur les aires non recouvertes de couche métallique une couche de matière polymérique.

10 3. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau solide est constitué d'un tissu de fibres de verre d'une épaisseur d'au moins 25 micromètres.

4. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le matériau solide est constitué d'une matrice polymère dans laquelle sont liés des morceaux de fibres de verre.

15 5. Support suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la proportion pondérale de morceaux de fibres de verre dans la matrice polymère est supérieure à 50 %.

6. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que les morceaux de fibres de verre ont une longueur comprise entre 50 et 200 micromètres et un diamètre compris entre 10 et 20 micromètres.

7. Support suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la couche de matière polymérique est constituée d'un polymère ou copolymère dont l'épaisseur est inférieure à 20 micromètres.

8. Support suivant la revendication 7, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche est comprise entre 5 et 20 micromètres.

9. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que la matière polymérique est choisie dans le

groupe comprenant les composé époxy, les polyamides et l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS).

10. Support suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau solide est un mélange d'un polymère et d'une matière
5 inorganique choisie dans le groupe comprenant les particules d'alumine hydratée, les particules de magnésie hydratée, les particules de talc, les morceaux de fibres de verre et leurs mélanges.

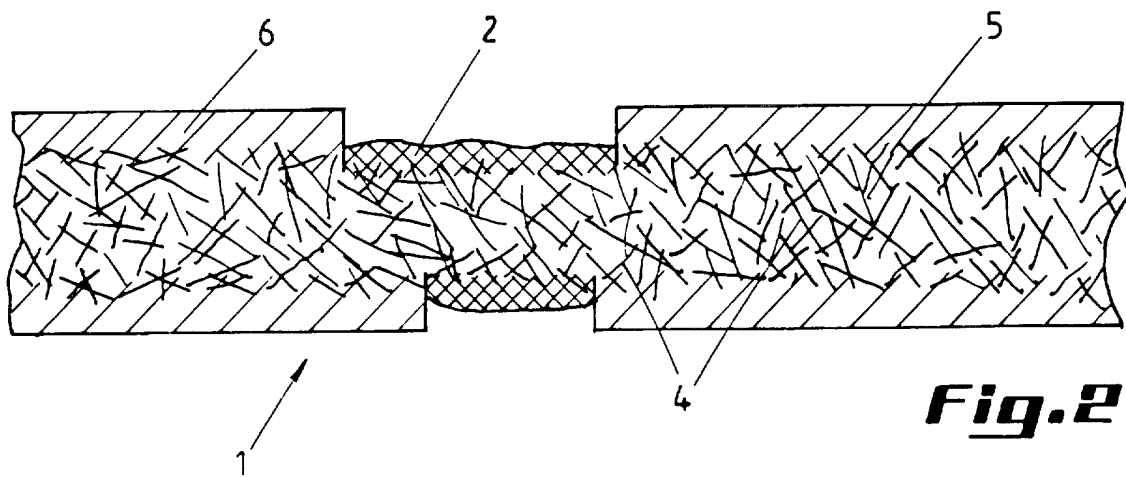
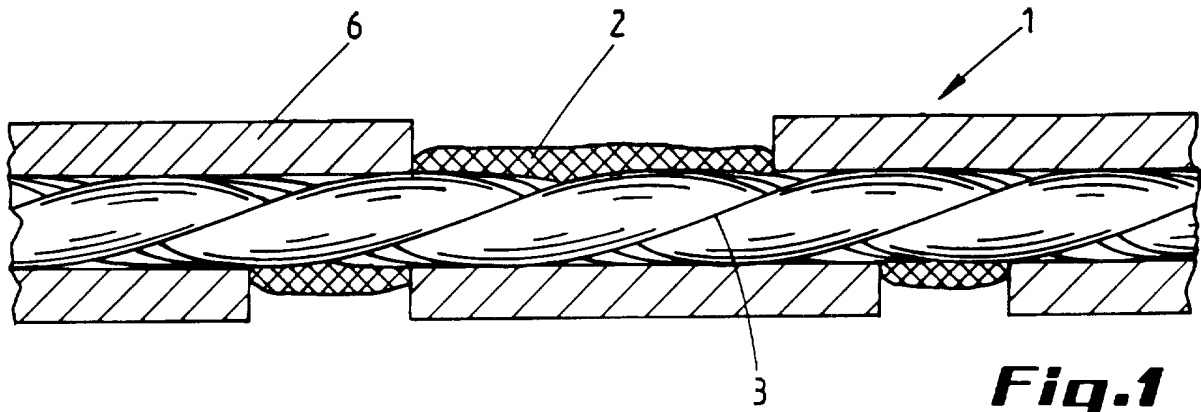
11. Support suivant la revendication 10, caractérisé en ce que la proportion pondérale de matière inorganique dans ledit mélange
10 est comprise entre 30 et 50 %.

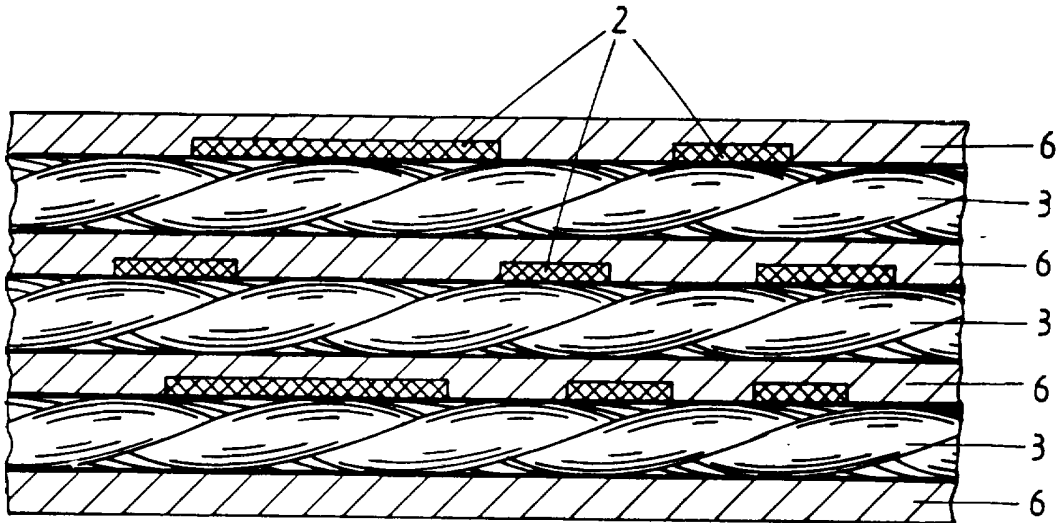
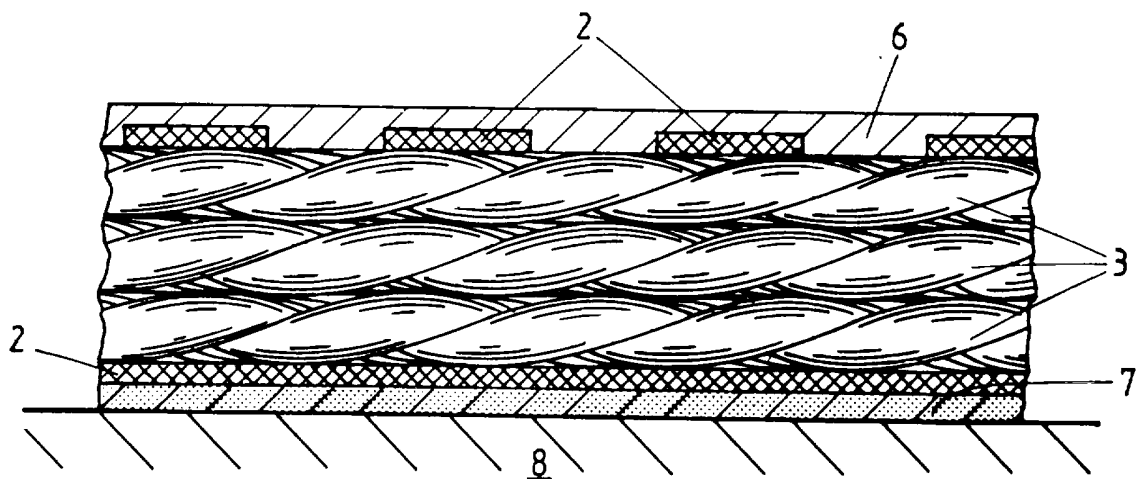
12. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que les particules d'alumine ou de magnésie hydratée ont une taille d'au moins 30 micromètres.

13. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que les particules de talc ont une taille d'au
15 moins 50 microns.

14. Support suivant l'une ou l'autre des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que les morceaux de fibres de verre ont une longueur comprise entre 50 et 200 micromètres et un diamètre compris
20 entre 10 et 20 micromètres.

15. Support suivant l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il a une épaisseur totale d'au moins 0,2 mm.



**Fig.3****Fig.4**



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6883
BE 9701033

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US 4 643 798 A (TAKADA ET AL.) 17 février 1987 * le document en entier * ---	1-4, 7-10,15	H05K1/03 H05K3/18 C23C18/22
X	US 3 801 427 A (MORISHITA ET AL.) 2 avril 1974 * le document en entier * ---	1,2, 10-13,15	
X	EP 0 305 846 A (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY) 8 mars 1989 * page 2, ligne 50 - page 3, ligne 10 * * page 7, ligne 46 - ligne 55 * ---	1,4,6, 10,11, 14,15	
X	WO 90 01860 A (TELDIX GMBH) 22 février 1990 * le document en entier * ---	1,4,10, 15	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 109 (E-1513), 22 février 1994 & JP 05 308177 A (RISHO KOGYO CO), 19 novembre 1993 * abrégé * ---	1,4,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H05K
X	GB 2 055 842 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 11 mars 1981 * revendications * ---	1,10,11, 15	
A	WO 95 20689 A (LAUDE) 3 août 1995 * revendications * D	1,2,10, 12,15	
	& EP 0 693 138 A -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 septembre 1998		Mes, L	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 6883
BE 9701033

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-09-1998

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4643798 A	17-02-1987	JP 61042993 A	01-03-1986
US 3801427 A	02-04-1974	JP 49000348 B	07-01-1974
EP 305846 A	08-03-1989	JP 1061087 A	08-03-1989
		JP 2002411 C	20-12-1995
		JP 5029155 B	28-04-1993
		CA 1312160 A	29-12-1992
		DE 3853456 D	04-05-1995
		DE 3853456 T	28-09-1995
		US 4943606 A	24-07-1990
WO 9001860 A	22-02-1990	DE 3826522 A	08-02-1990
GB 2055842 A	11-03-1981	BR 8004419 A	27-01-1981
		DE 3026709 A	05-02-1981
		DE 3051170 C	11-07-1991
		FR 2461735 A	06-02-1981
		JP 1027100 B	26-05-1989
		JP 1548348 C	09-03-1990
		JP 56028238 A	19-03-1981
		MX 171029 B	27-09-1993
		NL 8003959 A, C	20-01-1981
WO 9520689 A	03-08-1995	BE 1008038 A	03-01-1996
		AT 156868 T	15-08-1997
		DE 69500550 D	18-09-1997
		DE 69500550 T	05-03-1998
		EP 0693138 A	24-01-1996
		ES 2108570 T	16-12-1997
		US 5599592 A	04-02-1997