PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

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

(51) Classification internationale des brevets 6 : H01L 21/48, 23/498

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 99/05717

(43) Date de publication internationale: 4 février 1999 (04.02.99)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01586

(22) Date de dépôt international: 20 juillet 1998 (20.07.98)

(30) Données relatives à la priorité:
97/09263 22 juillet 1997 (22.07.97) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31–33, rue de la Fédération, F–75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(US seulement)*: CAILLAT, Patrice [FR/FR]; 10, rue de Provence, F–38130 Echirolles (FR). MASSIT, Claude [FR/FR]; 248, chemin des Petites Roches, F–38330 Saint Ismier (FR).

(74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F–75008 Paris (FR).

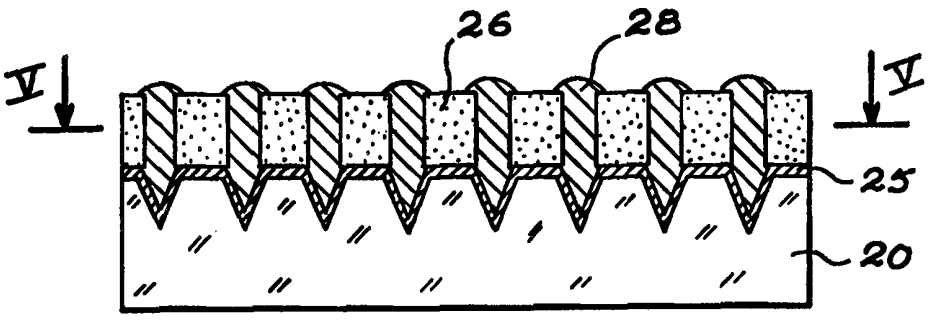
(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD FOR MAKING AN ANISOTROPIC CONDUCTIVE COATING WITH CONDUCTIVE INSERTS

(54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION D'UN FILM CONDUCTEUR ANISOTROPE A INSERTS CONDUCTEURS

(57) Abstract



The invention concerns a method for making an anisotropic conductive coating comprising an insulating film (26) perforated with holes wherein are housed conductive inserts (28) overlapping on one side of the insulating film with first ends, from a substrate (20) whereof one surface comprises cells corresponding to the distribution of inserts on the insulating film, the cells matching in recessed form the first ends of the inserts. The method comprises the following steps: a) using a substrate (20) with cells having pointed tips; b) producing the insulating film (26) above the substrate (20) with holes opposite the cells; c) producing conductive inserts (28) in the holes and the cells; d) separating the insulating film (26) provided with conductive inserts.

(57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope comportant un film isolant (26) percé de trous dans lesquels sont logés des inserts conducteurs (28) qui débordent d'un côté du film isolant en de permières extrémités, à partir d'un substrat (20) dont une face comporte des alvéoles correspondant à la distribution des inserts sur le film isolant, les alvéoles reproduisant en creux la forme des premières extrémités des inserts. Le procédé comprend les étapes suivantes: a) utilisation d'un substrat (20) avec des alvéoles présentant une finition en pointe, b) réalisation du film isolant (26) au–dessus du substrat (20) avec des trous en regard des alvéoles, c) réalisation des inserts conducteurs (28) dans les trous et les alvéoles, d) décollement du film isolant (26) pourvu des inserts conducteurs.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

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

AL	Albanie	**ES**	Espagne	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovénie
AM	Arménie	**FI**	Finlande	**LT**	Lituanie	**SK**	Slovaquie
AT	Autriche	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Sénégal
AU	Australie	**GA**	Gabon	**LV**	Lettonie	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	**GB**	Royaume-Uni	**MC**	Monaco	**TD**	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	**GE**	Géorgie	**MD**	République de Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbade	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tadjikistan
BE	Belgique	**GN**	Guinée	**MK**	Ex-République yougoslave de Macédoine	**TM**	Turkménistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Grèce			**TR**	Turquie
BG	Bulgarie	**HU**	Hongrie	**ML**	Mali	**TT**	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	**IE**	Irlande	**MN**	Mongolie	**UA**	Ukraine
BR	Brésil	**IL**	Israël	**MR**	Mauritanie	**UG**	Ouganda
BY	Bélarus	**IS**	Islande	**MW**	Malawi	**US**	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	**IT**	Italie	**MX**	Mexique	**UZ**	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	**JP**	Japon	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Pays-Bas	**YU**	Yougoslavie
CH	Suisse	**KG**	Kirghizistan	**NO**	Norvège	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	République populaire démocratique de Corée	**NZ**	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			**PL**	Pologne		
CN	Chine	**KR**	République de Corée	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Roumanie		
CZ	République tchèque	**LC**	Sainte-Lucie	**RU**	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Soudan		
DK	Danemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Suède		
EE	Estonie	**LR**	Libéria	**SG**	Singapour		

PROCEDE DE FABRICATION D'UN FILM CONDUCTEUR ANISOTROPE A INSERTS CONDUCTEURS

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope à inserts conducteurs, au moins une extrémité des inserts comportant une pointe.

Dans le domaine de la microconnectique, il existe trois grandes familles de techniques pour connecter les puces ou circuits intégrés à un substrat d'interconnexion :le microcâblage, la connexion TAB et la technique dite Flip Chip. Dans la technique du microcâblage (appelée "wire bonding" dans la terminologie anglo-saxonne), on utilise des fils d'or ou d'aluminium pour effectuer les connexions. Le TAB (Tape Automated Bonding) utilise un ruban intermédiaire sur lequel un réseau de conducteurs est obtenu par gravure ou croissance chimique. Selon la technique Flip Chip, les plots d'entrées/sorties des puces sont reliés par brasure ou collage sur des plots correspondants d'un substrat. Le Flip Chip par brasure est réalisé par l'intermédiaire de microbossages fusibles (encore appelés billes). Dans la version Flip Chip collé, un film conducteur anisotrope assure en z la conduction électrique et un bon isolement dans le plan xy.

Chacune de ces techniques présente des avantages et des inconvénients. Du point de vue qualité du contact obtenu, le Flip Chip reste, par la limitation de la longueur de connexion obtenue ainsi que par le procédé de brasage lui-même, la voie royale. Par contre, il implique un procédé long et coûteux puisqu'il nécessite couramment deux niveaux de

lithographie afin de définir l'emplacement des billes (métallurgie d'accrochage et billes).

Le concept du film conducteur anisotrope, sorte de connecteur universel, en supprimant l'emploi de la lithographie dédiée à chaque application, devient très intéressant. Le principal marché visé actuellement est celui des écrans plats avec le difficile problème de la connexion des puces de commande des pixels sur les écrans à cristaux liquides eux-mêmes. Ce film conducteur est le plus souvent une colle époxy chargée qui, en se réticulant, met en contact en z les charges conductrices et les plots à connecter tout en assurant l'isolement en xy. La fiabilité et la qualité de ces connexions restent pour certaines applications très en dessous du cahier des charges puisque 10% des écrans plats des ordinateurs portables sont recyclés.

Etat de la technique antérieure

Il est connu d'assurer la connexion électrique entre les plots d'une puce et ceux d'un substrat d'interconnexion, disposés en vis-à-vis, en utilisant une colle conductrice ou un film conducteur anisotrope par contact. Ce type de film ou de colle assure un contact électrique dans la direction z par écrasement de particules conductrices incorporées à la matrice polymère constituant la colle ou le film. Cet écrasement peut être rapporté mécaniquement de l'extérieur, ou obtenu par la réticulation de la colle elle-même qui présente alors un retrait. Dans les deux cas, la résistance de contact est relativement élevée et surtout non reproductible. Dans la plupart des cas, une finition des plots à contacter est nécessaire. Elle est réalisée par dépôt sur les plots d'un revêtement d'or ou d'alliage SnPb. Cette finition améliore la

résistance de contact finale obtenue. Les particules peuvent également recevoir une couche superficielle d'or, d'argent ou de nickel.

Une amélioration importante de ce film conducteur anisotrope a été proposée. Elle consiste à utiliser des particules conductrices de nickel qui ont une forme particulière consistant en une sorte de boule pourvue de protubérances acérées. Les protubérances permettent, lors de l'assemblage, de percer la couche d'oxyde présente sur la surface du plot à connecter.

On connaît également les films conducteurs anisotropes à base fusible. Dans ce cas, on utilise des particules fusibles ou recouvertes d'un matériau fusible dans une matrice polymère supportant les hautes températures (par exemple une matrice polyimide). Les plots à connecter sont prévus généralement en aluminium avec une finition brasable (Ni/Au ou alliage SnPb). Par pression et/ou élévation de température à plusieurs centaines de degrés (par exemple $\geq$ 200°C), le matériau fusible des particules fond, ce qui permet d'établir des contacts électriques entre les plots en regard de la puce et du substrat d'interconnexion. Il faut remarquer qu'il est très difficile d'assurer une brasure des particules à travers le film polymère par simple pression-chauffage puisque le polymère présent en surface peut rapidement empêcher toute soudure correcte des billes entre elles ou sur les plots. Dans la plupart des cas, l'amélioration apportée par cette technique provient de la grande plasticité du matériau fusible qui, en se déformant, permet d'assurer un peu mieux la présence d'un contact électrique.

Une autre technique pour obtenir un film conducteur anisotrope consiste à déposer une couche d'un matériau fusible sur les plots de la puce et une couche de polyimide entre les plots en aluminium du

substrat d'interconnexion. La puce et le substrat sont ensuite assemblés, plots à connecter en regard, par application d'une pression et élévation de température (≥ 200°C). L'inconvénient de ce genre de technique est qu'il faut des masques d'ouverture au-dessus des plots pour déposer d'une part le matériau fusible sur la puce et, d'autre part, le matériau polyimide sur le substrat d'interconnexion. On perd donc le côté universel du film conducteur anisotrope.

Une autre structure de film conducteur anisotrope est connue sous le sigle VIS (pour "Vertical Interconnection Sheet"). Une telle structure comprend un film isolant pourvu de clous conducteurs traversant l'épaisseur du film. La figure 1 représente une telle structure, dans une version dite à contact "dur". La structure est représentée entre deux éléments à assembler : un substrat d'interconnexion 2, pourvu de plots 6 et 8, et une puce 4 pourvu de plots 10 et 12. La structure doit assurer la liaison électrique entre les plots 6 et 10 d'une part et entre les plots 8 et 12 d'autre part. Elle comprend un film polyimide 30 pourvu de clous débordants 32. Ce type de structure est obtenu par gravure localisée d'une plaque de cuivre sous-jacente au film de polyimide et par croissance électrolytique d'or. L'assemblage de la puce sur le substrat au moyen de cette structure VIS se fait par compression. L'inconvénient de cette structure est que les procédés d'obtention conduisent à des pas p entre les clous relativement importants (de l'ordre de 40 µm). Un autre inconvénient est que la liaison électrique par contact des clous d'or débordants ne permet pas l'adhérence du film polyimide sur la surface de la puce.

Une structure voisine est décrite dans le brevet US-A-5 304 460, illustrée par la figure 2, où on

positionne entre la puce 4 et le substrat d'interconnexion 2 un film polymère gravé 34 dans les trous duquel on a évaporé un matériau fusible 36. Ensuite, par compression, les clous 36 en matériau fusible sont écrasés entre les plots 6 et 10 d'une part, 8 et 12 d'autre part. Selon la nature du polymère, on peut avoir un effet adhésif du polymère sur la surface du plot à contacter. Par contre, cet effet adhésif ne s'obtient que sur la surface des plots et pas entre les plots (dans les intervalles 35 et 37 par exemple). En outre, la préparation du polymère dans lequel on évapore un matériau fusible pour réaliser les clous doit être préalablement réalisée sur un support. Il faut ensuite décoller la couche de polymère de ce support, sans enlever le matériau fusible 36, ce qui suppose un procédé à froid. Enfin, la liaison reste de type "contact" car elle est obtenue par écrasement des clous sur les plots. Par conséquent, même avec un matériau fusible, le contact reste médiocre.

Le document FR-A-2 726 397 divulgue un film conducteur anisotrope comportant, comme illustré par la figure 3, une couche de polymère 46 pourvue de clous conducteurs traversants. La partie centrale 52 des clous est constituée d'un matériau dur (par exemple du cuivre, du nickel, un alliage SnPb fusible à haute température). Les extrémités 44 et 54 des clous sont constitués d'un matériau fusible (par exemple un alliage SnPb fusible à basse température). Le film conducteur anisotrope est, sur la figure 3, destiné à assurer les liaisons électriques entre les plots 10 et 12 de la puce 4 et les plots 6 et 8 du substrat d'interconnexion 2. Ces plots sont recouverts de couches d'accrochage 56, 58, 60 et 62 pour braser ou accrocher les matériaux fusibles 44 et 54. Par élévation de température et éventuellement application

d'une pression entre la puce 4 et le substrat 2, on assure la connexion électrique de la puce sur le substrat. Les extrémités des clous qui sont en contact avec la couche d'accrochage présente sur les plots s'allient avec celle-ci. Cela se traduit par une diminution de la hauteur des clous entre un plot de la puce et le plot en vis-à-vis du substrat. Cette hauteur est ramenée approximativement à la hauteur de la partie centrale 52 des clous. Pour les autres clous, qui ne sont pas en regard d'une couche d'accrochage, ce phénomène ne se produit pas. Le pas des clous obtenu par la méthode décrite peut être très fin mais, pour avoir un bon contact électrique et conserver l'apport de la brasure des clous, il faut prétraiter les plots à connecter pour les rendre brasables.

Le brevet US-A-5 135 606 divulgue des procédés de réalisation de structures VIS avec des clous de formes adaptées. Les procédés décrits permettent d'élaborer les structures VIS à partir d'un support de base en cuivre. Ils permettent de procurer une forme en pointe aux extrémités débordantes des clous ou inserts. Cependant, la forme en pointe des inserts est obtenue par croissance électrolytique dans une résine comportant des ouvertures coniques. Ce type de procédé ne permet pas d'obtenir des pointes de pentes uniformes car les pentes des motifs de la résine ne sont pas elles-mêmes uniformes, d'une part à cause de l'utilisation d'une gravure chimique et, d'autre part, par l'utilisation d'une insolation à focalisation variable. Par ailleurs, la forme des pointes obtenue par ce type de procédé n'est pas reproductible d'une pointe à l'autre et présente un sommet aplati compte tenu du fait que l'ouverture du masque ne peut être complètement fermée pour permettre le passage de l'électrolyte.

Pour tous ces films conducteurs anisotropes de l'art antérieur, on peut retenir que :

- si l'on utilise des particules ou des clous fusibles, il faudra une finition brasable sur les plots à connecter, donc une couche supplémentaire à déposer sur ceux-ci ;

- si les particules conductrices ont une forme agressive, cette finition n'est pas nécessaire mais, comme la densité de particules conductrices est limitée dans la matrice polymère, des problèmes vont survenir lorsque le pas entre plots à connecter se réduit ou lorsque l'on désire faire passer un courant élevé.

Le brevet US-A-5 135 606 propose des structures à clous débordants de formes variées. Cependant, notamment pour la variante à clous débordants avec pointes, ces structures semblent très difficiles à mettre en oeuvre.

Exposé de l'invention

La présente invention propose un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope avec inserts conducteurs à un pas pouvant être très fin, ces inserts présentant au moins une extrémité en forme de pointe. Le procédé proposé est simple et reproductible. Il est basé sur le transfert par électrolyse, pulvérisation ou évaporation de pointes obtenues sur un substrat, par exemple dans un procédé de gravure chimique.

Le film conducteur anisotrope obtenu par ce procédé permet de monter une structure telle qu'une puce (par exemple un circuit intégré) directement sur le substrat d'interconnexion sans qu'il soit nécessaire de traiter de manière spécifique les plots de la puce.

Si les plots du substrat d'interconnexion présentent une couche de finition en cuivre, en or ou en alliage SnPb, il n'est pas nécessaire dans ce cas que les inserts présentent une extrémité en pointe de ce côté. Les plots des puces étant généralement en aluminium sans couche de finition, les inserts présenteront donc leurs pointes de ce côté.

L'invention a donc pour objet un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope comportant un film isolant percé de trous dans lesquels sont logés des inserts conducteurs qui débordent d'un côté du film isolant en de premières extrémités, à partir d'un substrat dont une face comporte des alvéoles correspondant à la distribution des inserts sur le film isolant, les alvéoles reproduisant en creux la forme des premières extrémités des inserts, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

a) utilisation d'un substrat avec des alvéoles présentant une finition en pointe,

b) réalisation du film isolant au-dessus du substrat avec des trous en regard des alvéoles,

c) réalisation des inserts conducteurs dans les trous et les alvéoles,

d) décollement du film isolant pourvu des inserts conducteurs.

Le substrat peut être un monocristal et les alvéoles peuvent être formées par gravure, au moins le fond des alvéoles étant gravé selon des plans cristallographiques déterminés.

Le substrat peut être en silicium. L'étape de gravure peut consister en une attaque chimique selon le plan cristallographique (111) d'un substrat à partir d'une face possédant un plan cristallographique (110).

Entre l'étape a) et l'étape b), on peut effectuer un dépôt d'une couche sacrificielle épousant

la face du substrat, le film isolant étant déposé sur la couche sacrificielle. Dans ce cas, l'étape de décollement peut être réalisée par attaque chimique de la couche sacrificielle. Cette attaque chimique de la couche sacrificielle peut être complétée par un effet de capillarité.

La couche sacrificielle étant en matériau conducteur, l'étape c) peut consister à faire croître par électrolyse les inserts conducteurs dans les alvéoles et les trous en utilisant la couche sacrificielle comme électrode.

Le substrat étant conducteur ou semiconducteur dopé, l'étape c) peut consister à faire croître par électrolyse les inserts conducteurs dans les alvéoles et les trous en utilisant le substrat comme électrode.

L'étape c) peut consister à effectuer dans les alvéoles et dans les trous, une pulvérisation ou une évaporation du ou des matériaux conducteurs devant former les inserts. Dans ce cas, l'étape de pulvérisation ou d'évaporation peut consister d'abord à positionner un masque pourvu de trous, à une distance déterminée du film isolant, les trous du masque étant alignés avec les alvéoles du substrat et les trous du film et ayant un diamètre initial déterminé,puis à pulvériser ou à évaporer, par les trous du masque, le ou les matériaux conducteurs formant les inserts conducteurs. Ledit diamètre initial déterminé des trous du film peut être tel qu'à cause de la réduction de ce diamètre initial due à la pulvérisation ou à l'évaporation, les secondes extrémités des inserts se terminent également en pointes.

L'étape d) de décollement peut utiliser des forces mécaniques.

L'étape a) et l'étape b) peuvent consister d'abord à déposer le film isolant au-dessus du substrat, éventuellement recouvert d'une couche sacrificielle, dont la face ne comporte pas encore les alvéoles,puis à positionner un masque pourvu de trous selon un motif correspondant à la distribution des inserts dans le film, ensuite à graver à travers les trous du masque d'une part le film isolant, et éventuellement la couche sacrificielle, pour y former les trous et d'autre part le substrat pour y former les alvéoles ,enfin à éliminer le masque. Dans ce cas, si les inserts sont réalisés par électrolyse, après gravure des trous dans le film isolant et avant élimination du masque, un dépôt d'une couche de matériau conducteur épousant les zones gravées du substrat peut être réalisé.

Avantageusement, les premières extrémités des inserts conducteurs sont réalisées en un matériau dur. Ceci permet à ces extrémités de pouvoir percer la couche d'oxyde recouvrant le plot à connecter. Les inserts peuvent être entièrement réalisés dans ce matériau dur. A titre de variante, seule la partie débordante des inserts peut être réalisée en matériau dur.

Le film isolant peut être un film de polymère thermoplastique ou un film multicouche dont les couches extérieures sont thermoplastiques. Ceci permet de lui conférer une fonction autocollante lors de l'assemblage. Dans le cas contraire, il faudra le pourvoir d'une couche de colle avant l'assemblage.

Les trous gravés dans le film isolant peuvent être de section inférieure à la section des alvéoles sur ladite face du substrat. Ceci permet d'obtenir un effet d'enchâssement des inserts sur le film isolant.

Brève description des figures

De toute façon, les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre. Cette description porte sur les exemples de réalisation, donnés à titre explicatif et non limitatif, en se référant à des dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 3, déjà décrites, représentent des liaisons par film conducteur anisotrope selon l'art antérieur,
- les figures 4A à 4F illustrent une première variante du procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention,
- la figure 5 est une vue de dessus et en coupe selon l'axe V-V de la figure 4E d'un insert et de son environnement immédiat,
- les figures 6A et 6B illustrent une deuxième variante du procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention,
- les figures 7A à 7F, illustrent une troisième variante du procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

Un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention est illustré par les figures 4A à 4F.

La première étape de ce procédé consiste à graver par exemple un substrat en silicium 20. Pour cela, la face plane 21 du substrat 20, de plan cristallographique (110), est recouverte d'un masque 22

en nitrure de silicium ou en or. Par une technique de lithographie, le masque 22 est gravé de façon que la face 21 du substrat 20 apparaisse par des ouvertures 23 (figure 4A). Les parties apparentes de la face plane 21 reçoivent alors une gravure chimique (par exemple en utilisant du KOH) selon les plans cristallographiques (111). On obtient des alvéoles 24 de section carrée (figure 4B).

Ce qui subsiste du masque 22 est alors enlevé et on procède au dépôt d'une couche sacrificielle, par exemple conductrice, 25 sur la face 21 gravée du substrat 20 (figure 4C). Cette couche 25 peut être réalisée en Cu, Ti, Ni, ou SnPb. Son épaisseur est telle (par exemple 0,1 à 3 µm) qu'elle épouse le profil de la face 21 gravée.

Une couche de polymère 26 (par exemple une couche de polyimide de 10 µm d'épaisseur) est déposée sur la couche métallique 25. Par une technique de photolithographie, cette couche 26 est gravée pour y former des trous circulaires 27 alignés avec les alvéoles 24 du substrat 20 (figure 4D).

Par croissance électrolytique, en une étape, en se servant de la couche métallique 25 comme électrode, on constitue les inserts métalliques 28 depuis le fond des alvéoles 24 jusque sur la face supérieure de la couche de polymère 26, en passant par les trous 27. Le métal constituant les inserts 28 peut être du nickel ou du cuivre (figure 4E).

La dernière étape consiste à graver chimiquement la couche métallique 25 afin d'obtenir le décollement du film isolant 26 pourvu des inserts 28 (figure 4F).

La gravure du substrat de silicium a été menée de façon que les alvéoles gravées soient de forme pyramidale à section carrée. Les pointes 29 des inserts

28 présentent donc également la même forme. Les trous 27 réalisés dans le film isolant 26 sont de section circulaire. La section des trous 27 étant inférieure à la section des alvéoles 24 au niveau de la face 21 du substrat 20, les inserts se trouvent enchâssés dans le film isolant 26. C'est ce que montre la figure 5.

Une fois qu'un premier film conducteur anisotrope a été réalisé selon ce procédé, le décollement du film laisse un substrat gravé, réutilisable pour la fabrication d'un nouveau film.

Un autre procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention va maintenant être décrit. Jusqu'à l'ouverture du film isolant, ce procédé comporte les mêmes étapes que le procédé décrit précédemment. On ne décrira donc que les étapes postérieures à celles qui ont abouti à la structure représentée à la figure 4D. Ensuite, sur cette structure, on positionne un masque 15, pourvu de trous 16, à une distance déterminée du film isolant 26. Les trous 16 du masque 15 correspondent aux alvéoles du substrat 26 et sont alignés avec les alvéoles. La distance d séparant le masque 15 du film isolant 26 et le diamètre des trous 16 sont choisis de manière à obtenir les inserts désirés.

A travers les trous 16 du masque 15, on pulvérise ou on évapore le métal destiné à constituer les inserts (nickel ou cuivre par exemple). Le diamètre des trous 16 se réduit au fur et à mesure du dépôt métallique. Ceci conduit, si la distance d et le diamètre des trous 16 sont correctement choisis (par le calcul ou l'expérimentation), à donner aux extrémités 17 des inserts situés près du masque 15 une forme en pointe (figure 6A).

On procède ensuite au décollement du film isolant 26 par gravure chimique de la couche

conductrice 25, par exemple grâce à l'acide fluorhydrique. La figure 6B montre le résultat obtenu. Le film conducteur anisotrope comporte des inserts 18 présentant de premières extrémités 19 reproduisant la forme des alvéoles du substrat et de deuxièmes extrémités 17 en forme de pointes mais de section circulaire.

Un autre procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope selon la présente invention va enfin être décrit en référence aux figures 7A à 7F. On part d'un substrat 70 en silicium possédant une face plane 71 de plan cristallographique (110). Une couche de matériau conducteur 72 (par exemple une couche de Cu, Ti, Ni ou SnPb de 0,1 à 3 µm d'épaisseur) est déposée sur la face plane 71 (figure 7A).

On dépose ensuite, sur la couche 72, une couche de polymère 73 (par exemple une couche de polyimide de 10 µm d'épaisseur). Un masque 74 est positionné au-dessus de la couche de polymère 73. Ce masque 74 est pourvu de trous 75 selon un motif correspondant à la distribution désirée des inserts. On procède à une opération de gravure au travers des trous 75 qui permet de mettre à nu les zones 76 du substrat correspondant aux trous 75 du masque 74 (figure 7B).

Le substrat 70 est alors gravé chimiquement selon les plans cristallographiques (111). On obtient des alvéoles 77 de section carrée (figure 7C).

Ensuite, au travers des trous 75 du masque 74, on dépose une autre couche métallique 78 sur le substrat 70. On obtient ainsi sur cette face du substrat un revêtement métallique continu épousant la face gravée du substrat 70 et constitué des couches 72 et 78 (figure 7D).

Les inserts 79 peuvent être alors constitués par évaporation ou pulvérisation de métal

(par exemple du nickel ou du cuivre) au travers des trous du masque 74, le métal se déposant également sur ce masque 74 (figure 7E). De même, on peut utiliser ce fond métallique 72 et 78 pour faire croître par électrolyse les inserts comme décrit précédemment (combinaison).

Le masque est ôté et le film isolant 73 est décollé comme précédemment. La figure 7F montre le résultat obtenu. Le film conducteur anisotrope comporte des inserts 79 présentant de premières extrémités 81 reproduisant la forme des alvéoles du substrat et de deuxième extrémités plates 82.

Selon ce dernier procédé le masque 74 est indépendant du film polymère 73. Il est simplement rapporté dessus. On peut également le construire sur la couche de polyimide avec des techniques de microélectronique classique (par exemple une couche d'or résistant à la gravure du KOH).

Une fois qu'un premier film conducteur anisotrope a été réalisé selon ce procédé, le décollement du film laisse un substrat gravé. Ce substrat gravé est réutilisable par exemple selon le procédé décrit plus haut en relation avec les figures 4A à 4F. Ce substrat gravé est aussi réutilisable avec le dernier procédé décrit. En déposant une couche métallique (remplaçant les couches 72 et 78) sur le substrat gravé, puis une couche de polymère (remplaçant la couche 73). En replaçant le masque 74 pourvu des trous 75, on grave la couche de polymère pour obtenir la situation représentée à la figure 7D.

En utilisant la gravure préférentielle du silicium, on obtient une pointe parfaitement définie et d'une grande agressivité. Le problème de la qualité électrique du contact est résolu avec, sur un plot

d'aluminium, des résistances de contact inférieurs à 20 mΩ facilement réalisables.

Dans le cas de l'utilisation d'un polymère non thermoplastique pour constituer le film isolant, les pointes des inserts permettent de garder un léger espacement entre le film et la puce à connecter, ce qui laisse un film de colle sur toutes les surfaces à mettre en contact et donc une excellente tenue mécanique.

Les procédés décrits plus haut permettent de descendre très bas dans la taille des inserts : 1 à 2 µm de diamètre pour un pas de 4 à 5 µm. ceci permet l'interconnexion de puces ayant des entrées/sorties à un pas très faible.

Les inserts obtenus par ces procédés peuvent être enchâssés dans le film isolant, ce qui assure une bonne cohésion de l'ensemble.

Le substrat de silicium constitue un "moule" qui permet d'avoir toutes les pointes à niveau. En effet, on commence à fabriquer les inserts par les pointes contrairement à certains procédés de l'art connu où des pointes étaient rajoutées au corps de l'insert. On évite ainsi les inhomogénéités dues aux opérations intermédiaires d'obtention des corps des inserts.

Le procédé selon l'invention peut aussi combiner les modes de réalisation décrits ci-dessus. En particulier, les inserts conducteurs peuvent être réalisés en partie par électrolyse et finis par pulvérisation ou évaporation, notamment pour obtenir des deuxièmes extrémités en pointes.

Contrairement aux techniques VIS de l'art antérieure, le principe de l'invention permet d'une part d'avoir des inserts dont les extrémités sont en pointes et d'autre part de réutiliser le substrat, qui

n'est pas sacrifié au cours de la réalisation du film conducteur, pour d'autres films conducteurs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope comportant un film isolant (26,73) percé de trous (27) dans lesquels sont logés des inserts conducteurs (28,18,79) qui débordent d'un côté du film isolant en de premières extrémités (29,19,81), à partir d'un substrat (20,70) dont une face comporte des alvéoles (24,77) correspondant à la distribution des inserts sur le film isolant, les alvéoles reproduisant en creux la forme des premières extrémités des inserts, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

a) utilisation d'un substrat (20,70) avec des alvéoles (24,77) présentant une finition en pointe,

b) réalisation du film isolant (26,73) au-dessus du substrat (20,70) avec des trous (27) en regard des alvéoles,

c) réalisation des inserts conducteurs (28,18,79) dans les trous et les alvéoles,

d) décollement du film isolant (26,73) pourvu des inserts conducteurs.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat est un monocristal et en ce que les alvéoles sont formées par gravure, au moins le fond des alvéoles étant gravé selon des plans cristallographiques déterminés.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le substrat est en silicium.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de gravure consiste en une attaque chimique selon le plan cristallographique (111) d'un substrat (20,70) à partir d'une face (21,71) possédant un plan cristallographique (110).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'entre

l'étape a) et l'étape b), on effectue un dépôt d'une couche sacrificielle épousant la face du substrat, le film isolant étant déposé sur la couche sacrificielle.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'étape b) consiste à déposer un film isolant au-dessus du substrat et à graver ledit film pour y former des trous alignés avec les alvéoles du substrat et destinés à loger les inserts conducteurs.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la couche sacrificielle étant en matériau conducteur, l'étape c) consiste à faire croître par électrolyse les inserts conducteurs dans les alvéoles et les trous en utilisant la couche sacrificielle comme électrode.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le substrat étant conducteur ou semiconducteur dopé, l'étape c) consiste à faire croître par électrolyse les inserts conducteurs dans les alvéoles et les trous en utilisant le substrat comme électrode.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que l'étape c) consiste à effectuer dans les alvéoles et dans les trous, une pulvérisation ou une évaporation du ou des matériaux conducteurs devant former les inserts.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape de pulvérisation ou d'évaporation consiste :

- à positionner un masque pourvu de trous, à une distance déterminée du film isolant, les trous du masque étant alignés avec les alvéoles du substrat et les trous du film et ayant un diamètre initial déterminé,

- à pulvériser ou à évaporer, par les trous du masque, le ou les matériaux conducteurs formant les inserts conducteurs.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit diamètre initial déterminé des trous du film est tel qu'à cause de la réduction de ce diamètre initial due à la pulvérisation ou à l'évaporation, les secondes extrémités des inserts se terminent également en pointes.

12. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape d) de décollement est réalisée par attaque chimique de la couche sacrificielle.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'attaque chimique de la couche sacrificielle est complétée par un effet de capillarité.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'étape d) de décollement utilise des forces mécaniques.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape a) et l'étape b) consistent :

- à déposer le film isolant au-dessus du substrat, éventuellement recouvert d'une couche sacrificielle, dont la face ne comporte pas encore les alvéoles,

- à positionner un masque pourvu de trous selon un motif correspondant à la distribution des inserts dans le film,

- à graver à travers les trous du masque d'une part le film isolant, et éventuellement la couche sacrificielle, pour y former les trous et d'autre part le substrat pour y former les alvéoles ,

- à éliminer le masque.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que les inserts étant réalisés par électrolyse, après gravure des trous dans le film isolant et avant élimination du masque, un dépôt d'une couche de matériau conducteur épousant les zones gravées du substrat est réalisé.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que les premières extrémités (29,19,81) des inserts conducteurs (28,18,79) sont réalisées en un matériau dur.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que ledit film isolant (26,73) est un film de polymère thermoplastique.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que les trous (27) gravés dans le film isolant (26) sont de section inférieure à la section des alvéoles (24) sur ladite face (21) du substrat (20).

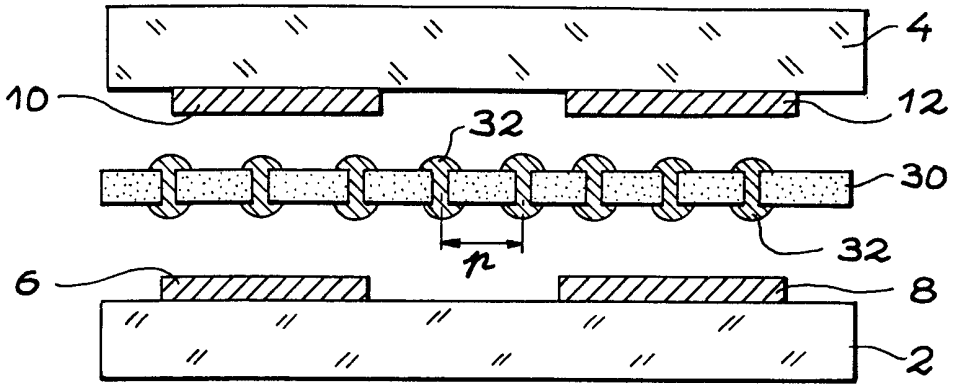


FIG. 1

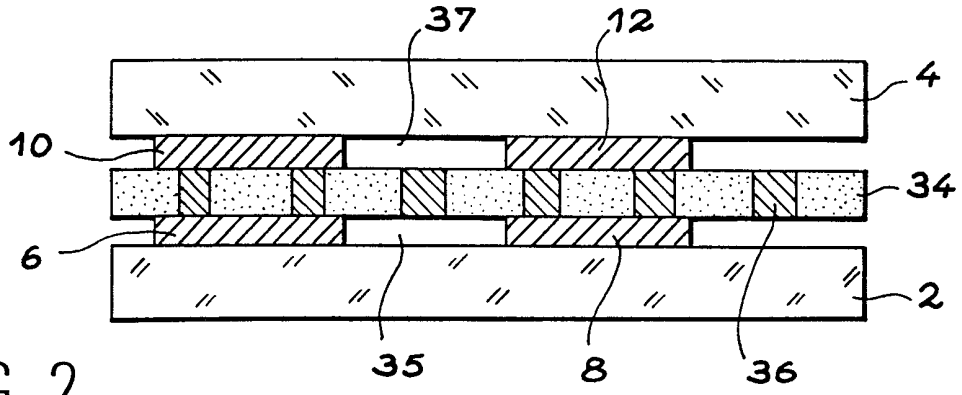


FIG. 2

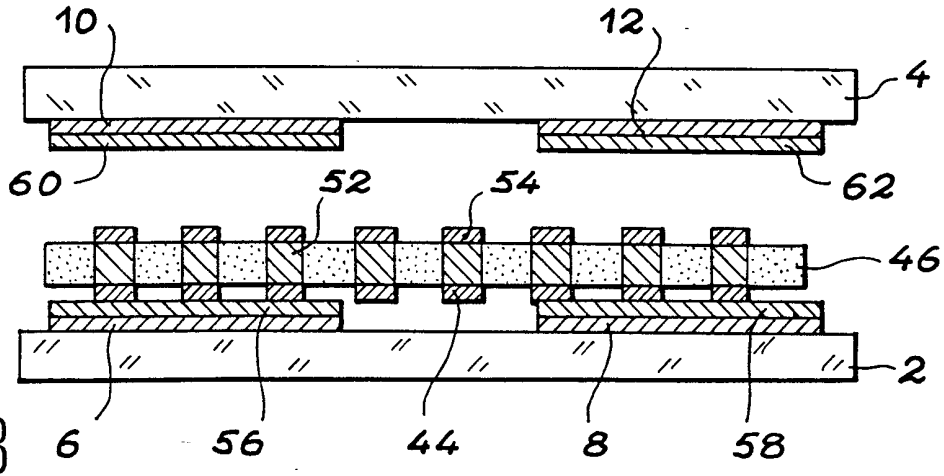


FIG. 3

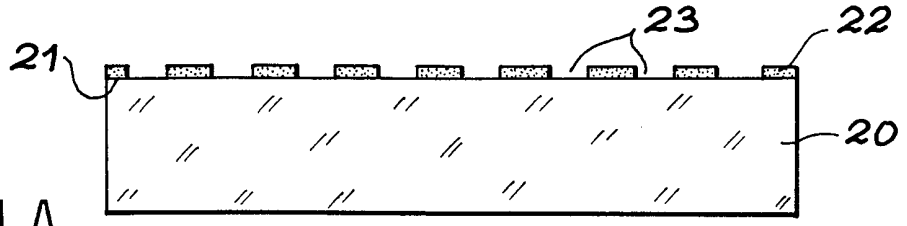


FIG. 4 A

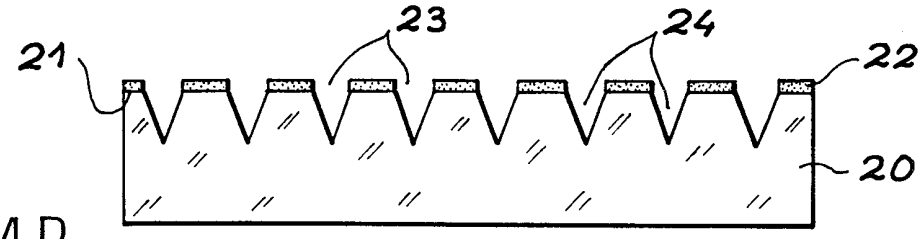


FIG. 4 B

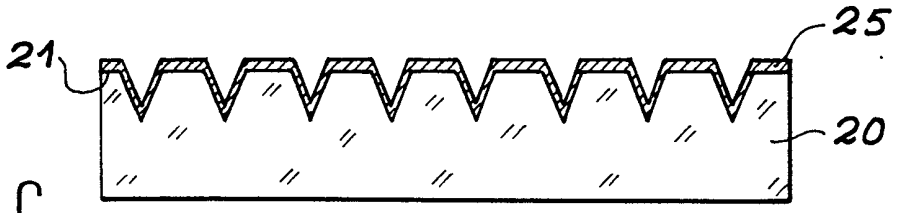


FIG. 4 C

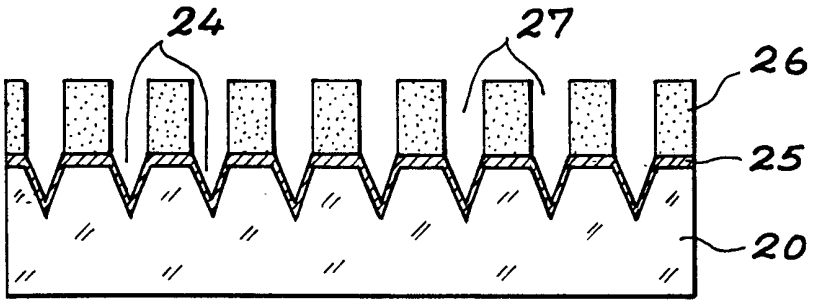


FIG. 4 D

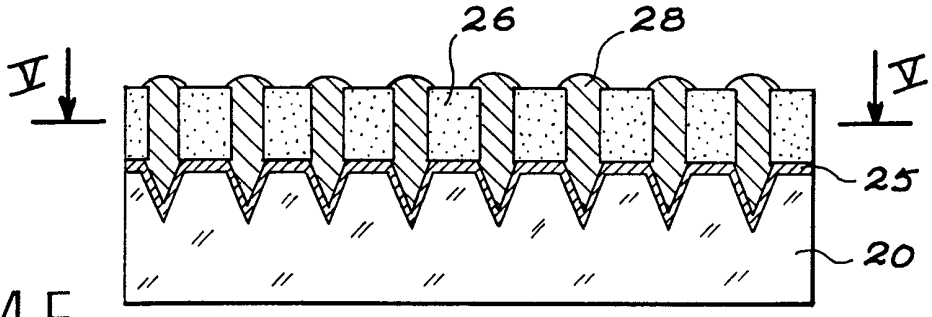


FIG. 4 E

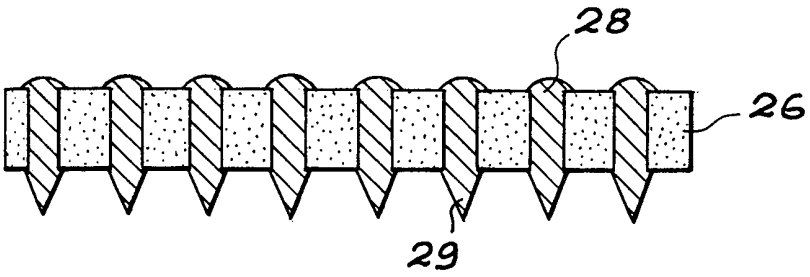


FIG. 4 F

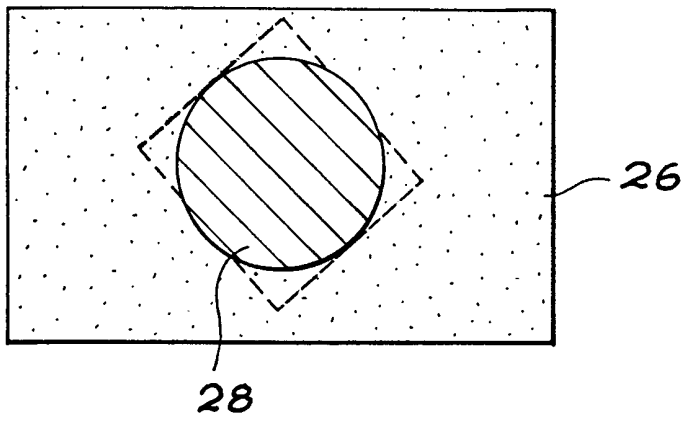


FIG. 5

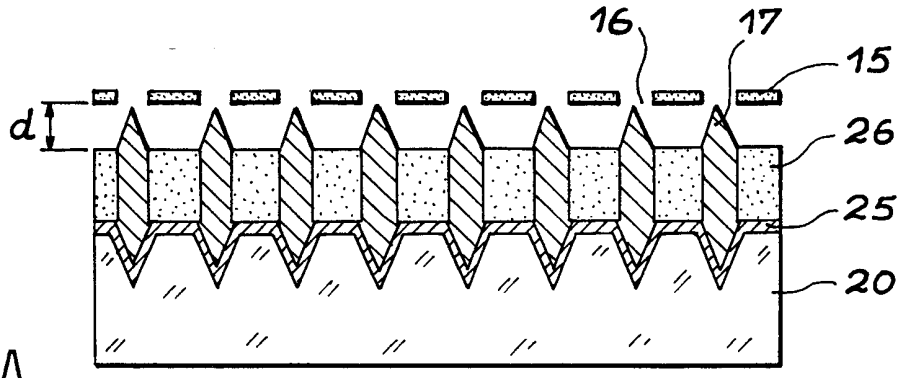


FIG. 6 A

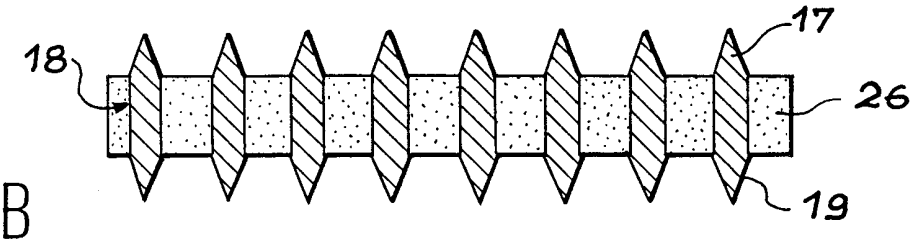


FIG. 6 B

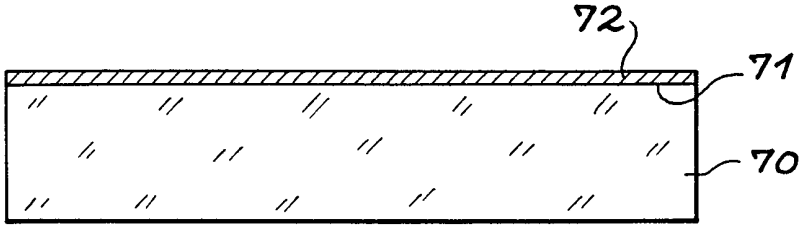


FIG. 7 A

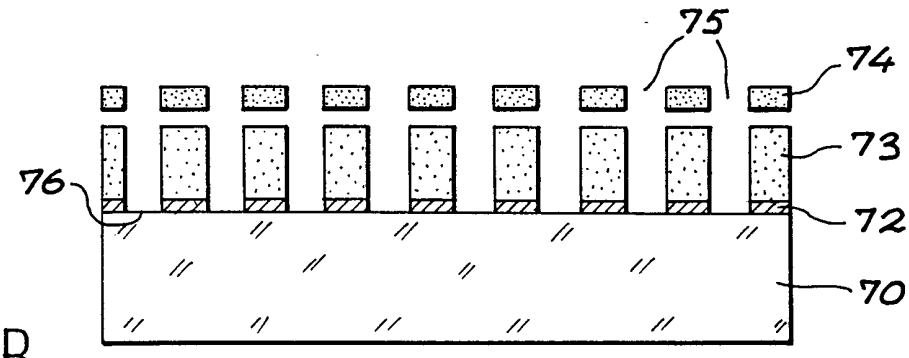


FIG. 7 B

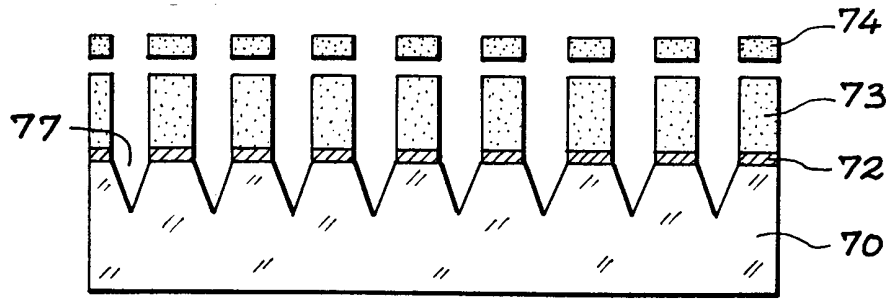


FIG. 7 C

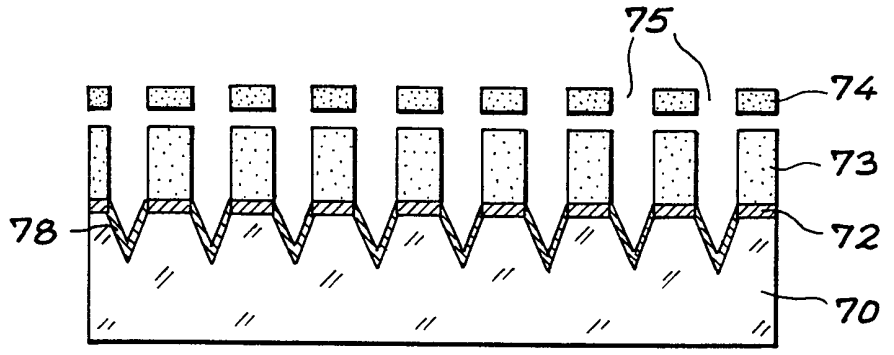


FIG. 7 D

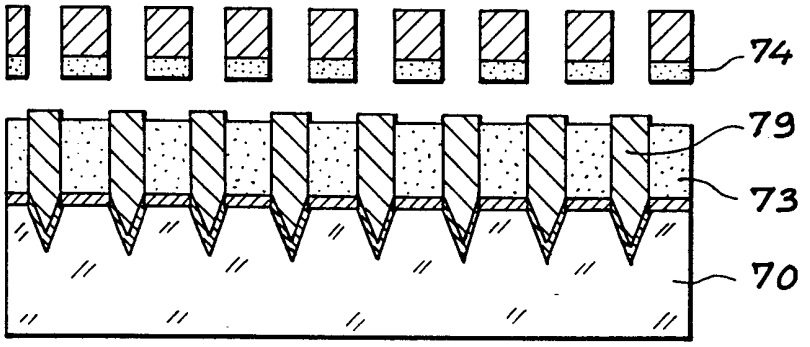


FIG. 7 E

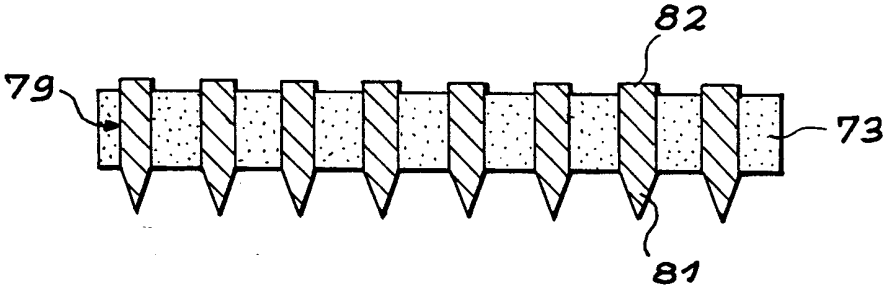


FIG. 7 F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte ional Application No
PCT/FR 98/01586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L21/48 H01L23/498

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 504 614 A (CANON KK ;SUMITOMO METAL IND (JP)) 23 September 1992 see column 21, line 35 - line 47	1
A	see column 11, line 2 - line 39; claims 1,4	6-8

Y	"micro machined chip c-4 socket interposer" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 36, no. 6a, June 1993, pages 129-130, XP002057773 NEW YORK	1
A	see the whole document	2-5

A	US 5 485 039 A (FUJITA YUUJI ET AL) 16 January 1996 see column 6, line 38 - line 42; claims 1,8; figure 13	1-3

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published 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; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 November 1998	16/11/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	De Raeve, R

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte ional Application No
PCT/FR 98/01586

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication.where appropriate. of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 376 226 A (LAU JAMES C K ET AL) 27 December 1994 see column 3, line 47 - column 4, line 24; figures 3-6 ---	1,6-8
A	WO 91 11833 A (COMMTECH INT) 8 August 1991 ---	
A	US 5 454 161 A (BEILIN SOLOMON I ET AL) 3 October 1995 -----	

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. ional Application No
PCT/FR 98/01586

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0504614 A	23-09-1992	JP 4269474 A	25-09-1992
		JP 4269484 A	25-09-1992
		JP 4298056 A	21-10-1992
		JP 4298978 A	22-10-1992
		EP 0805493 A	05-11-1997
US 5485039 A	16-01-1996	JP 5183019 A	23-07-1993
US 5376226 A	27-12-1994	US 5491304 A	13-02-1996
WO 9111833 A	08-08-1991	US 5056216 A	15-10-1991
		CA 2074529 A	27-07-1991
US 5454161 A	03-10-1995	JP 7022100 A	24-01-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der le Internationale No
PCT/FR 98/01586

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H01L21/48 H01L23/498

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 0 504 614 A (CANON KK ;SUMITOMO METAL IND (JP)) 23 septembre 1992 voir colonne 21, ligne 35 - ligne 47	1
A	voir colonne 11, ligne 2 - ligne 39; revendications 1,4	6-8

Y	"micro machined chip c-4 socket interposer" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 36, no. 6a, juin 1993, pages 129-130, XP002057773 NEW YORK	1
A	voir le document en entier	2-5

A	US 5 485 039 A (FUJITA YUUJI ET AL) 16 janvier 1996 voir colonne 6, ligne 38 - ligne 42; revendications 1,8; figure 13	1-3

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

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

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendcation de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"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 postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant 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; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expedition du présent rapport de recherche internationale
6 novembre 1998	16/11/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	De Raeve, R

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der ie internationale No
PCT/FR 98/01586

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités. avec.le cas échéant. l'indicationdes passages pertinents	no. des revendications visees
A	US 5 376 226 A (LAU JAMES C K ET AL) 27 décembre 1994 voir colonne 3, ligne 47 - colonne 4, ligne 24; figures 3-6 ---	1,6-8
A	WO 91 11833 A (COMMTECH INT) 8 août 1991 ---	
A	US 5 454 161 A (BEILIN SOLOMON I ET AL) 3 octobre 1995 -----	

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der le Internationale No
PCT/FR 98/01586

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0504614 A	23-09-1992	JP 4269474 A	25-09-1992
		JP 4269484 A	25-09-1992
		JP 4298056 A	21-10-1992
		JP 4298978 A	22-10-1992
		EP 0805493 A	05-11-1997
US 5485039 A	16-01-1996	JP 5183019 A	23-07-1993
US 5376226 A	27-12-1994	US 5491304 A	13-02-1996
WO 9111833 A	08-08-1991	US 5056216 A	15-10-1991
		CA 2074529 A	27-07-1991
US 5454161 A	03-10-1995	JP 7022100 A	24-01-1995