

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31 janvier 1985.

③0 Priorité : JP, 19 avril 1984, n° 79 113.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 43 du 25 octobre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Division demandée le 21 juin 1985 bénéficiant de la date de dépôt du 31 janvier 1985 de la demande initiale n° 85 01363 (art. 14 de la loi du 2 janvier 1968 modifiée).

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : HITACHI, LTD. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Susumu Okikawa, Hiroshi Mikino, Hiromichi Suzuki et Wahei Kitamura.

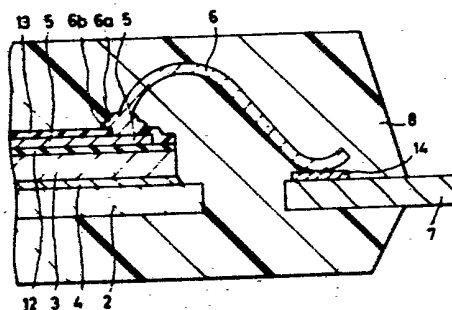
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Dupuy et Loyer.

⑤4 Dispositif à semi-conducteurs. Raccordement électrique des pastilles et des éléments de câblage à un fil de cuivre.

⑤7 L'invention concerne un dispositif à semi-conducteurs. Dans ce dispositif à semi-conducteurs comportant un fil de liaison en cuivre 6 reliant électriquement un fil 1 à un plot de liaison 5 qui est formé sur une pastille semi-conductrice 3, une partie en forme de boule 6a formée à l'extrémité du fil 6 sur le côté dudit plot de liaison 5 possède une microdureté Vickers inférieure à 65.

Application notamment aux dispositifs à semi-conducteurs reliés à des fils et scellés hermétiquement dans une résine.



La présente invention concerne un dispositif à semiconducteurs et notamment un tel type de dispositif qui peut être adapté à un dispositif à semiconducteurs utilisant un fil pour son raccordement électrique.

5 Dans les dispositifs à semiconducteurs, il est d'une pratique largement usitée d'utiliser un fil d'or (Au) ou un fil d'aluminium (Al) pour effectuer le raccordement électrique réciproque de plots de liaison ou de connexion d'une pastille et d'éléments formant conducteurs.

10 Cependant le fil d'or est onéreux : le fil est utilisé en des quantités croissantes, ce qui s'accompagne de la tendance visant à réaliser des dispositifs à semiconducteurs de haute densité, et du degré de plus en plus élevé d'intégration, et inévitablement le coût de fabrication
15 est accru. L'aluminium est relativement bon marché, mais se corrode aisément et ne convient pas pour des dispositifs à semiconducteurs moulés dans la résine.

C'est pourquoi les auteurs à la base de la présente invention ont imaginé d'utiliser du cuivre (Cu) qui est
20 disponible à bon marché et qui présente une excellente résistance à la corrosion en tant que matériau servant à réaliser un fil.

Cependant les auteurs à la base de la présente invention ont trouvé que la partie en forme de boule formée
25 pour la liaison ou le soudage à l'extrémité du fil de cuivre possède une dureté égale à une valeur comprise entre 80 et 100 selon l'échelle de microdureté Vickers MHv, qui est mesurée en utilisant une force de 5 grammes (5gf) et ceci entraîne une rupture de la pellicule de passivation au mo-
30 ment de la liaison et éventuellement provoque la rupture de la pastille.

Le but de la présente invention est de fournir une technique qui permet le raccordement électrique des pastilles et des éléments de câblage d'un dispositif à semi-
35 conducteurs à un fil de cuivre, sans provoquer une destruc-

tion ou un affaiblissement de la pellicule de passivation.

Un autre but de la présente invention est de fournir une technique permettant de fabriquer des dispositifs à semiconducteurs conservant une fiabilité élevée, et ce à des coûts réduits, en utilisant un fil de cuivre.

Les objectifs indiqués plus haut ainsi que d'autres objectifs et de nouvelles caractéristiques de la présente invention ressortiront à l'évidence dans la description donnée ci-après de la présente invention et des dessins annexés.

On va décrire brièvement ci-après un exemple représentatif de la présente invention.

Conformément à la présente invention il est prévu un dispositif à semiconducteurs, dans lequel la pellicule de passivation de la pastille ne peut pas faire l'objet d'une rupture et présente une excellente résistance à la corrosion et est fabriquée à un coût réduit, en utilisant un fil de cuivre dans lequel la partie en forme de boule formée pour la liaison à l'extrémité d'un fil de liaison possède une microdureté Vickers comprise entre 35 et 65, mesurée en utilisant une force de 5 grammes (5g.f).

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après prises en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe transversale qui représente schématiquement un dispositif à semiconducteurs conforme à la présente invention ;

la figure 2 est une vue en coupe montrant, à plus grande échelle, une partie du dispositif à semiconducteurs de la figure 1, intervenant dans la liaison ou fixation du fil ;

les figures 3 et 4 sont des schémas illustrant la formation de la boule sur le fil de cuivre et montrant la liaison réalisée en utilisant les ondes ultrasoniques ; et

la figure 5 est un diagramme illustrant la rela-

tion entre la dureté du fil de cuivre et le pourcentage d'apparition d'endommagements de la liaison.

Ci-après on va donner une description de la forme de réalisation préférée de l'invention.

5 Dans un dispositif à semiconducteurs selon la figure 1, une pastille semiconductrice 3 est fixée à une languette 2 formée d'un cadre de montage en alliage de cuivre au moyen d'une couche de jonction 4 constituée par un adhésif tel qu'un eutectique d'or et de silicium ou bien d'une
10 pâte formée d'argent et d'une résine époxy.

Un plot de liaison ou de jonction 5 de la pastille 3 est constitué par de l'aluminium, comme représenté sur la figure 2, tandis qu'un fil de liaison ou de jonction 6 est constitué par du cuivre. Le plot 5 de la pastille 3 est
15 raccordé électriquement par l'intermédiaire du fil de liaison 6 à une pellicule d'aluminium 14 formée sur une partie intérieure 7 d'un conducteur 1. La pellicule 14 peut être une pellicule plaquée d'or, d'argent ou de cuivre.

Après que tous les fils ont été fixés, on insère la pastille 3, les fils de liaison 6 et analogue dans
20 un moule formé d'une résine plastique 8.

Pour réaliser la fixation ou le soudage du fil 6 conformément à la présente invention, on forme une partie en forme de boule 6a à l'extrémité du fil à l'aide d'une
25 décharge électrique, qui est réalisée en travers de l'extrémité du fil qui est maintenue par un dispositif de fixation de fil par soudage (non représenté) et une électrode 9 de ce dispositif de fixation du fil (non représentée). En choisissant le matériau constituant le fil 10 comme ce-
30 la sera décrit ultérieurement, il s'avère que la partie en forme de boule 6a prend la dureté convenant pour la liaison.

Grâce à l'utilisation d'un outil de soudage par ultrasons 10, qui est représenté sur la figure 4, on presse la partie en forme de boule 6a sur le plot en aluminium 5
35 de la pastille 3, et on le fixe fermement à ce plot au moyen

d'une vibration ultrasonique.

La partie en forme de boule 6a, qui est comprimée, forme une partie de liaison ou de fixation 6b. La partie de liaison 6b recouvre le plot en aluminium 5 qui est mis à nu 5 à travers une fenêtre ménagée dans une pellicule finale de passivation 13.

La caractéristique de la présente invention réside dans le fait que le fil 6 est affiné pour présenter une pureté égale à 99,999 % en poids ou plus au moyen du procédé 10 de raffinage de zone ou bien par électrolyse, et que la partie en forme de boule est constituée par du cuivre dont la microdureté Vickers NHv est réglée dans une gamme s'étendant entre 35 et 65 (pour 5g.f).

Au moyen de la formation d'un fil de cuivre possédant 15 une dureté qui se situe dans la gamme mentionnée plus haut, il est possible de réaliser une liaison par soudure à boule sans détruire la pellicule de passivation située sur la pastille 3. En effet, on obtient un fil possédant une résistance suffisamment élevée. Si la partie en forme de 20 boule 6a est trop dure, il se produit un endommagement de la liaison, c'est-à-dire que la couche 12 de bioxyde de silicium (SiO_2) au-dessous du plot en aluminium 5 est détruite par la force intervenant au moment de la liaison du fil. En d'autres termes, lorsque la microdureté Vickers au ni- 25 veau de la partie en forme de boule 6a du fil 6 dépasse 65, la pellicule de passivation 12 est détruite au moment de l'établissement de la liaison.

La figure 5 est un diagramme montrant la relation entre le pourcentage d'apparition d'endommagements de la 30 liaison et la pureté du fil, selon lequel l'ordonnée représente le taux d'endommagements de la liaison, c'est-à-dire le pourcentage des fissures qui se développent dans la pellicule isolante 12 lorsque la liaison est réalisée grâce à l'utilisation d'un outil de fixation ou de liaison 10 avec 35 une force d'une intensité de 80 grammes.

Les abscisses représentent la pureté du fil de cuivre, c'est-à-dire que'elles représentent le pourcentage en poids de cuivre dans le fil. Le terme "3N" (trois neufs) indique que le cuivre est présent en une quantité d'au moins 99,9 % en poids dans le fil, et que la microdureté Vickers MHv de la partie formant boule est égale à environ 120. Un fil de cuivre de 4N (quatre neufs) contient du cuivre en une quantité égale à au moins 99,99 % en poids et possède une microdureté Vickers NHv égale à environ 90 dans la partie en forme de boule. Pour 5N (la valeur en cuivre est égale à 99,999 % en poids ou plus, la microdureté Vickers MHv est égale à environ à 65 et pour 6N (teneur en cuivre égale à 99,9999 % en poids ou plus), la microdureté Vickers est égale à environ 45. Le fil, qui est situé entre 6N et 7N (teneur en cuivre égale à 99,99999 % en poids ou plus) possède une microdureté Vickers MHv égale à environ 30. La dureté du fil de cuivre dépend principalement de sa pureté.

Pour confiner le taux d'endommagements de la liaison à l'intérieur d'une gamme admissible comprise entre environ 10 % ou moins, il faut que le fil de cuivre 6 possède une dureté supérieure à 99,999 % en poids (cinq neufs) ou bien possède une microdureté Vickers MHv inférieure à 65 dans la partie en forme de boule 6a. Le taux d'endommagements de la liaison est très faible, en particulier lorsque que le fil de cuivre possède une microdureté Vickers MHv inférieure à 50 dans la partie en forme de boule 6a.

Ici, la présente invention inclut des fils de cuivre dont la pureté peut être considérée comme substantiellement supérieure à 99,999 % en poids et des fils de cuivre dont la microdureté Vickers dans la partie en forme de boule peut être considérée comme étant nettement inférieure à 65.

Les fils de cuivre réalisés selon différentes méthodes de raffinage peuvent contenir différentes impuretés avec des rapports différents. C'est pourquoi même des fils

de cuivre possédant la même pureté peuvent présenter des degrés différents de dureté.

En outre, même si on utilise des fils de cuivre possédant la même dureté, le taux d'endommagements de la liaison peut varier en fonction des conditions de la liaison.

Ces facteurs apparaissent sous la forme de la variance dans le taux d'endommagements de la liaison sur la figure 5.

10 En outre la microdureté Vickers varie en fonction de la méthode de mesure. La méthode de mesure de la microdureté Vickers a été spécifiée conformément à la norme industrielle japonaise Z2244, selon laquelle on comprime une extrémité pointue d'un petit cristal de diamant sur un matériau devant être mesuré, moyennant l'application d'une
15 force prédéterminée, et la microdureté Vickers est déterminée par la mesure de la profondeur à laquelle la pointe du diamant pénètre. Cependant la profondeur à laquelle l'extrémité du diamant pénètre peut varier en fonction du fait que l'extrémité du diamant rencontre un grain de cuivre ou bien ren-
20 contre l'interface entre grains du cuivre. C'est pourquoi il peut arriver que la microdureté Vickers varie.

Dans la présente forme de réalisation, la microdureté Vickers est mesurée conformément au procédé mentionné
25 précédemment, moyennant l'application d'une force de 5 grammes et est exprimée sous la forme de 5g.f.

Le moyen le plus commode permettant d'obtenir une microdureté Vickers MHv comprise entre 135 et 65 dans la partie en forme de boule 6a du fil de cuivre 6 est d'accroître
30 la pureté du cuivre pour l'amener à 99,999 % en poids ou plus.

Des exemples du procédé le plus souhaitable permettant d'obtenir des fils de cuivre ayant une pureté supérieure à 99,999 % en poids incluent la méthode de raffinage
35 de zone et la méthode basée sur l'électrolyse.

TABLEAU 1

IMPURETES												Total
	Ag	Fe	Bi	As	Sb	P	Zn	Pb	Ni	Sn	Si	
5												
	Plaque de cuivre	7	6	1	1	<1	<0,5	<1	1	1	1	<21
	Après élec- trolyse	4	3	1	<1	<1	<0,5	<1	1	1	1	<15
10	Après raffi- nage de zone	3	2	<1	<1	<1	<0,5	<1	<1	<1	1	<10

Le tableau 1 illustre les procédés que les auteurs à la base de l'invention ont utilisé pour accroître la pureté du fil de cuivre, et les résultats obtenus. Les chiffres indiqués dans le tableau 1 représentent les teneurs en impuretés en ppm (parties par million), le symbole <1 représentant la teneur en impuretés inférieure à 1 ppm.

Tout d'abord on prépare une plaque de cuivre. La plaque de cuivre contient différentes impuretés représentées dans le tableau 1 en des quantités comprises entre environ 20 et 21 ppm.

On affine le cuivre par électrolyse en utilisant de l'acide sulfurique. On peut réaliser l'électrolyse une ou plusieurs fois. Il est nécessaire d'accroître la pureté de la solution d'acide sulfurique qui constitue l'électrolyse. Après l'électrolyse, les impuretés du cuivre, en particulier le fer (Fe), sont approximativement réduites de moitié.

Après l'électrolyse, on soumet le lingot de cuivre au processus de raffinage de zone, qui est mis en oeuvre une ou plusieurs fois. Après le raffinage de zone, la teneur en impureté dans le cuivre diminue à une valeur inférieure à 10 ppm. En particulier la teneur en nickel (Ni) diminue pour prendre une valeur inférieure à 1 ppm.

Conformément à une étude effectuée par les auteurs à la base de la présente invention, la dureté du cuivre est fortement affectée par le fer et le nickel parmi les impuretés mentionnés plus haut. La teneur en fer et en nickel peut 5 être réduite au moyen de l'électrolyse et du raffinage de zone.

En mettant en oeuvre à plusieurs reprises une électrolyse et un raffinage de zone, il est possible d'accroître la pureté du cuivre de telle sorte que la microdure- 10 té Vickers dans la partie en forme de boule devient égale à 35.

Si le degré de dureté est trop faible, le fil se déforme, ce qui n'est pas souhaitable.

Lorsque la microdureté Vickers est comprise entre 15 40 et 50, le nombre de mises en oeuvre de l'électrolyse et du raffinage de zone à effectuer est assez faible, ce qui permet de réduire le coût de fabrication. Pour obtenir un fil de cuivre possédant une microdureté Vickers inférieure à 35, il faut effectuer l'électrolyse et le raffinage de 20 zone un grand nombre de fois ; c'est pourquoi le fil de cuivre est très onéreux.

Pour fixer ou souder le fil de cuivre 6 tout d'abord au plot de liaison de la pastille 3, on peut former une boule à l'extrémité du fil en utilisant un chalumeau 25 à hydrogène ou analogue. On peut fixer le fil de cuivre simplement en utilisant la liaison per thermocompression ou bien en appliquant en supplément une vibration ultrasonique en plus de la liaison par thermocompression. Pour fixer en second lieu le fil de cuivre au fil 1, il n'est pas 30 nécessaire de former une boule, mais on peut naturellement former une boule sans qu'il ne se pose aucun problème.

Conformément à la présente invention, les effets obtenus sont décrits ci-après.

Le fait d'utiliser un fil de cuivre possédant une 35 microdureté Vickers MHv comprise entre 35 et 25 (pour 5g.f)

dans la partie en forme de boule, empêche la pellicule de passivation d'être détruite au moment de la liaison, et on obtient une liaison présentant une résistance suffisamment forte. La dureté mentionnée précédemment peut être aisément 5 obtenue au moyen d'un accroissement de la teneur en cuivre dans le fil à une valeur de 99,999 % en poids ou plus. Il a été confirmé par les auteurs à la base de la présente invention que la dureté du fil de cuivre augmente lorsqu'il contient des impuretés.

10 On utilise un fil de cuivre possédant une micro-dureté Vickers MHv comprise entre 35 et 65 (à 5f.g) dans la partie en forme de boule, on obtient un dispositif à semiconducteurs possédant une bonne résistance à la corrosion.

15 La corrosion d'un fil de cuivre est déclenchée par les impuretés qu'il contient : plus le degré de pureté du cuivre est élevé, plus sa résistance à la corrosion est forte. Un fil de cuivre résiste plus à la corrosion que ne le fait un fil d'aluminium.

20 En raffinant le fil au moyen d'un raffinage de zone ou d'une électrolyse, on obtient un fil de cuivre très pur possédant une bonne forme en boucle, ce qui rend possible une amélioration conséquente de la résistance à la corrosion.

25 Compte-tenu des raisons mentionnées plus haut, il est possible de réaliser à bon marché un dispositif à semiconducteurs hautement fiable.

 Dans ce qui précède, on a décrit de façon concrète l'invention effectuée par les auteurs de la présente invention, sur la base d'une forme de réalisation. Cependant il faut noter que la présente invention n'est en aucune manière limitée uniquement à la forme de réalisation mentionnée précédemment, mais peut être modifiée selon toute une variété de moyens sans sortir pour autant du cadre 35 de l'invention. La description précédente concerne princi-

pablement le cas où la présente invention est adaptée à un dispositif à semiconducteurs du type moulé dans une résine, dans le domaine de la technique servant de base pour la présente invention. Cependant la présente invention
5 n'est en aucune manière limitée uniquement à ce type de semiconducteurs et peut être adaptée à n'importe quel dispositif à semiconducteurs utilisant des fils, tels que des dispositifs à semiconducteurs du type scellé de façon hermétique.

REVENDICATIONS

- 1 - Dispositif à semiconducteurs du type comportant un fil de liaison en cuivre (6) qui relie électriquement un conducteur (1) à un plot de liaison (5), qui est formé sur une pastille semiconductrice (3), caractérisé en ce qu'une partie en forme de boule (6a) formée sur l'extrémité dudit fil de liaison (6) sur le côté dudit plot de liaison (5) possède une microdureté Vickers inférieure à 65.
- 2 - Dispositif à semiconducteurs selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite partie en forme de boule (6a) possède une microdureté Vickers comprise entre 35 et 65.
- 3 - Dispositif à semiconducteurs selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite partie en forme de boule possède une microdureté Vickers comprise entre 40 et 50.
- 4 - Dispositif à semiconducteurs selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit fil de liaison (6) contient du cuivre en une teneur supérieure à 99,999 % en poids.
- 5 - Dispositif à semiconducteurs selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite pastille semiconductrice (3), ledit fil de liaison (6) et une partie du conducteur (1) sont insérés par moulage dans une résine (8).

FIG. 1

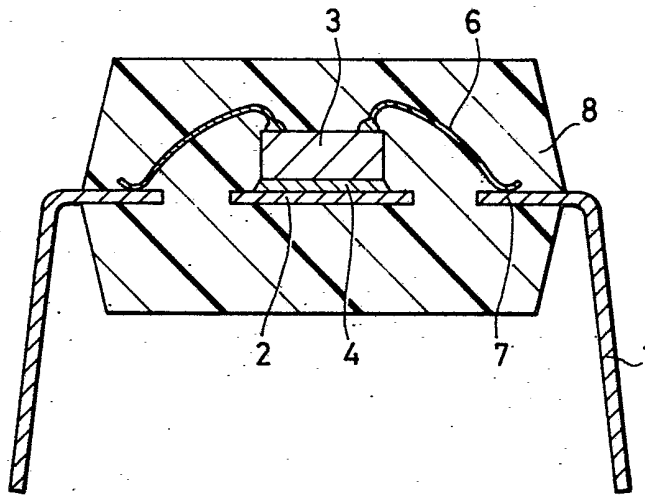


FIG. 2

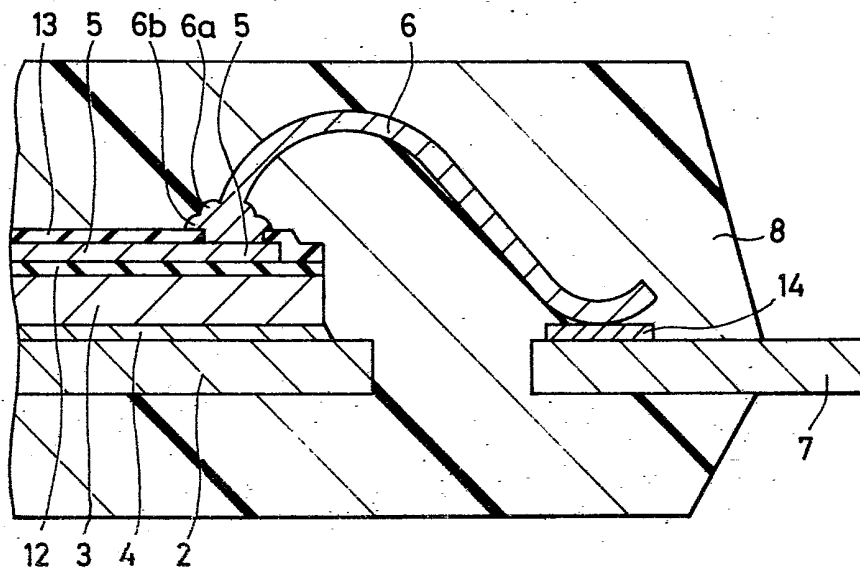


FIG. 3

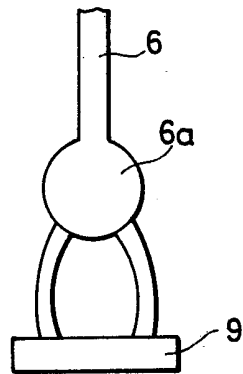


FIG. 4

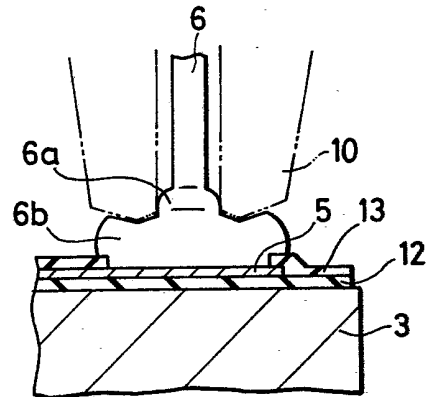


FIG. 5

