

ASSEMBLAGE DE PUCES MICROÉLECTRONIQUES PLUS DENSES – PERMETTANT L'INTÉGRATION 3D DE PUCES!

Contexte

Le monde de la microélectronique évolue constamment. Grâce à la loi de Moore, l'évolution technologique constante permet la miniaturisation des dispositifs à semi-conducteurs. De nos jours, nous exploitons tous continuellement de tels dispositifs dans nos téléphones intelligents, nos tablettes, nos GPS et bien d'autres. Ces derniers nous offrent de plus en plus de fonctionnalités chaque année grâce à la miniaturisation continue des circuits intégrés en puces microélectroniques.

Ces dispositifs sont l'objet de la présente invention, plus précisément l'interconnexion à haute densité d'une puce électronique inversée (« flip chip ») directement avec son substrat lors de son encapsulation (vs. la liaison par fil). Cette idée novatrice donne lieu à diverses améliorations tant au niveau de la fiabilité du procédé d'assemblage des puces de même qu'à la réduction des coûts engendrés.

Description

Cette innovation est basée sur la création de nouveaux piliers de soudures fabriqués via une approche d'électrodéposition séquentielle au niveau de la plaquette où sont intégrées des couches agissantes comme des barrières au niveau de la structure de soudure afin de contrôler localement les nombreuses caractéristiques de l'alliage entre l'étain et l'argent (SnAg).

De ce fait, chaque pilier est une structure hétérogène composée d'un enveloppement complet d'étain (Sn) ainsi que d'une barrière de nickel (Ni), permettant de limiter la diffusion d'argent (Ag) entre les deux segments. Ce procédé permet de former une structure comprenant un alliage à faible teneur en Ag de sorte que le joint soit plus ductile du côté des couches fragiles de la puce, et ainsi diminuer les contraintes thermomécaniques locales entraînées par le pilier durant l'assemblage. Une fois que les différentes contraintes de l'assemblage ont été atténuées par l'alliage ductile, ce dernier est renforcé par une résine de remplissage.

L'invention fournit également un moyen de briser facilement cette barrière afin d'homogénéiser le pilier de soudure au moment opportun, ce qui permet une distribution uniforme de l'Ag dans la structure. Le but de cette homogénéisation est l'amélioration de la résistance de la brasure à l'électromigration (le mouvement du matériel dans la bosse).

Par ailleurs, la structure en forme de pilier a l'avantage supplémentaire de garantir un rapport d'aspect élevé qui permet une conception d'interconnexion à haute densité sans l'utilisation d'une structure rigide en cuivre (Cu). Ce concept d'enveloppement par le Ni peut être utilisé pour éviter la rigidité élevée du micropilier fait de cuivre pour les connexions à haute densité. Ces nouveaux micropiliers d'étain permettront d'adresser le marché de l'intégration 3D en microélectronique.

Les procédés actuels en industrie utilisent des bosses de soudure homogènes tout au long de la conception, ce qui nécessite de choisir un alliage unique qui sert de compromis entre

de bonnes performances thermomécaniques et une bonne résistance à l'électromigration. Cette invention élimine la nécessité de négliger un des deux aspects, prolongeant ainsi l'intégrité de la microélectronique.

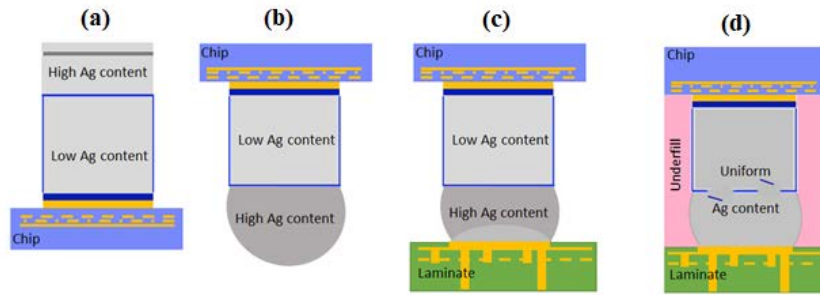


Figure 1. Cette figure schématise le concept du contrôle local de la métallurgie des piliers/micropiliers hétérogènes. Image fournie par l'Université de Sherbrooke.

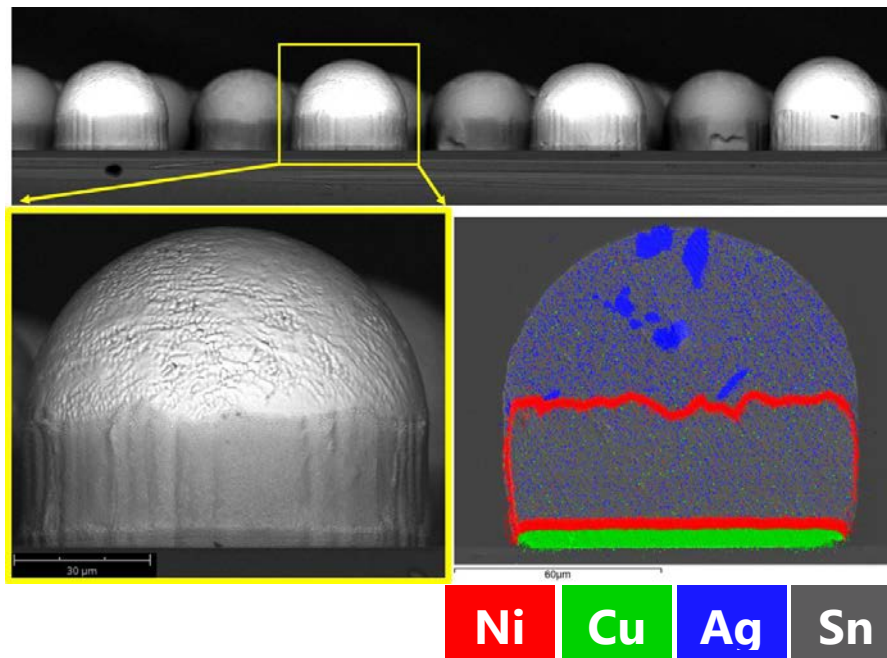


Figure 2. Forme et contenu des piliers. Image fournie par l'Université de Sherbrooke.

Applications

- Encapsulation de puces microélectroniques.

Avantages techniques

- Amélioration de la performance thermomécanique de l'assemblage tout en maintenant une résistance élevée à l'électromigration (rapport d'aspect plus élevé).
- Géométrie améliorée du pilier par rapport à la structure conventionnelle plus sphérique — permet une plus haute densité et une diminution des ponts de soudure (courts-circuits électrique).
- Innovation en matière du procédé de fabrication et de la structure des bosses en forme de piliers qui en résultent.
 - Les procédés actuels utilisent des bosses homogènes, avec un seul alliage.
- Une barrière de diffusion enveloppante 3D offre une solution optimale :

- Convient à tous les rapports de forme.
- Contrôle la diffusion de l'Ag.
- Crée une structure semblable à un pilier, entièrement fait de soudure afin d'améliorer l'assemblage des puces à haute densité sans avoir recours à des piliers en cuivre rigides qui sont soumis à de fortes contraintes.
- Permet l'intégration 3D — « empilage » des composantes pour créer des performances accrues (longueurs d'interconnexion plus courtes) en utilisant moins d'espace (X-Y).
- Un rapport de forme plus élevé (hauteur/diamètre) offre deux avantages :
 - Une plus grande hauteur fournit un plus grand espace entre la puce et le substrat, facilitant tout nettoyage nécessaire des résidus de flux de soudure et facilitant la pénétration de la résine de remplissage appliqué ultérieurement.
 - Un diamètre inférieur réduit la probabilité de ponts de soudure.

Avantages commerciaux

- Approche de fabrication à faible coût grâce à
 - Des matériaux de galvanisation moins coûteux (solutions de placage) ;
 - D'un contrôle plus simple du processus de galvanoplastie
 - Des rendements accrues des produits.
- Amélioration de la fiabilité des produits.
- Piliers sans cuivre comme solution pour augmenter la densité d'interconnexion.

Mots clés

- Brasure de haute densité, assemblage « flip chip », structure hétérogène de brasure SnAg, enveloppement comme barrière de diffusion d'Ag.

Maturité de la technologie

Niveau de préparation technologique (TRL)

- Pour les piliers pas de bosse de 150µm ou plus) — **TRL 5-6**
 - La preuve de concept est faite. La technologie est prête pour la collaboration et le transfert à l'industrie afin de murir de TRL 5-6 à TRL 9.
 - Poursuivre le développement afin de trouver des partenaires industriels et optimiser la méthode à leurs environnements et pratiques respectifs de même que négocier des licences d'exploitation.
 - Développements à venir dans l'année — TRL 5-6 à TRL 6 :
 - Optimisation du procédé de fabrication et amélioration d'une reproductibilité aux normes industrielles ; mise à l'échelle de la méthode.
 - Évaluation de la fiabilité et mise au point des améliorations.
 - Réalisation d'un produit fonctionnel et commercialisable pour les partenaires.
Obtention d'homologation.
- Pour les micropiliers pas de bosse inférieure à 150 µm et typiquement entre 40 et 50 µm) — TRL 2-3
 - Démontrer la possibilité de remplacer les micropiliers de cuivre par des micropiliers d'étain, ce qui permettrait d'adresser le marché de l'intégration 3D en microélectronique (plus haute densité).



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA

t 819 821-7961

Propriété intellectuelle

Demande de brevet déposée.

Ce que nous recherchons

Partenaires de développement. Investissements. Licences.

- Entreprises ciblées — fabricants de semi-conducteurs :
 - Fonderies intéressées à cette innovation dans leur processus présent.
 - Fonderies qui ne font pas d'assemblage.
 - Compagnies OSAT (« Outsourced Semiconductor Assembly and Test »), qui offrent le service d'encapsulation pour plusieurs producteurs de gaufres.
 - Partenaires potentiels :
 - TSMC, Micross, Global Foundries, Intel, Apple, Amkor, ASE, JCET et autres.

Contact Inventeur

Professeur Dominique Drouin
Université de Sherbrooke
Dominique.Drouin@USherbrooke.ca

Contact TransferTech Sherbrooke

François Nadeau
f.nadeau@transfertech.ca
873 339-2028
www.transfertech.ca

