

Amélioration des performances de packaging avancé des composants électroniques

Victor Mahaut^{1,2}

¹IMS laboratory (Integration: from Material to Systems), Bordeaux, France

²Thales Research & Technology, Palaiseau, France

victor.mahaut@ims-bordeaux.fr

Toutes les nouvelles technologies de semi-conducteur exigent des solutions innovantes au niveau du boîtier (packaging) afin de répondre aux besoins croissants d'intégration et d'augmentation de capacités de calcul et d'augmentation des fréquences. Tiré par le développement des nouvelles applications dans le secteur des télécommunications (5G et 6G), dans le secteur des serveurs réseaux (Datacenters pour le Cloud, Crypto), dans le secteur de l'automobile en particulier pour les ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems), le packaging avancé évolue pour intégrer tout un système composé de plusieurs puces électroniques et des composants passifs.

Ces systèmes intégrés, appelés System-in-Package, offrent des défis techniques. Plus l'intégration est forte, plus les enjeux de gestion de la température, de compatibilité électromagnétique, d'intégrité de signal / puissance et des contraintes thermomécaniques seront importants.

Ce travail de thèse s'inscrit, d'une part, dans le cadre de travaux menés par le Groupe Thales pour renforcer les compétences et les capacités dans le domaine du packaging en France et en Europe et, d'autre part, dans la continuité des collaborations menées avec le laboratoire IMS (projets collaboratifs et thèses CIFRE). Il vise à explorer le potentiel des techniques de fabrication avancées (ALM (Additive Layer Manufacturing), ALD (Atomic Layer Deposition) et métallisation sélective pour l'amélioration de performances de packaging avancé. Dans ce cadre, la maturité technologique et industrielle (capacité de ces techniques de fabrication à l'échelle des circuits électroniques de 100 nm au 10 mm) sera évaluée en lien avec la fonctionnalité (capacité à travailler dans les gammes de température, puissance et fréquence nécessaires pour les applications visées).

Pour les applications de haute performance comme l'avionique, le spatial, la défense ou l'automobile, les volumes de production sont plus réduits, entre la dizaine et la dizaine de milliers. Ceci implique parfois l'utilisation de techniques de fabrication différentes de celles pour des applications « grand public », comme l'ALM, l'ALD et la métallisation sélective.

Les objectifs de ce travail se déclinent sur les types de fonctions à améliorer dans le packaging.

- Création des structures 3D dans l'encapsulation pour la gestion de la dissipation de la température et pour la création des circuits d'interconnexion (entre composants ou fonction type antenne).
- Ajout de couches fonctionnelles dans la résine d'encapsulation pour la protection contre l'humidité et les phénomènes de corrosion ou de rupture de diélectrique pour permettre l'utilisation de ces composants en environnement sévère.
- Ajout des structures dans l'encapsulation pour créer du blindage entre puces ou autour du composant pour améliorer la compatibilité électromagnétique.
- Création de structures internes pour mieux équilibrer ou réduire les contraintes et déformations thermomécaniques pour améliorer l'industrialisation et la fiabilité en opération.
- Tous ces travaux devront s'appuyer sur des travaux de caractérisation et de modélisation permettant d'améliorer la compréhension des phénomènes, notamment l'interaction entre les différentes disciplines (électromagnétique, thermique, mécanique notamment).

Des véhicules test seront conçus et fabriqués avec un packaging répondant à des critères de protection contre l'humidité, de dissipation thermique, de contraintes mécaniques et de blindage électromagnétique.

Les véhicules test seront composés de capteurs et d'une ligne microruban permettant d'effectuer des essais EMC (qui seront réalisés à l'IMS). Après caractérisation qualitative des performances de chaque véhicules test, le degré de maturité et l'intérêt de chaque technologie seront déterminés. Lorsque des solutions sur le packaging avancé seront établies et démontrées en environnement représentatif, la faisabilité de l'application de ces procédés sur une ligne de fabrication packaging sera évaluée.