

Vendredi 8 juin

Session “ Apport de la simulation à l’analyse de défaillance ”

N°6

10h30-
12h00

Introduction de la session

Alexandrine Guédon-Gracia, IMS-Bordeaux, alexandrine.gracia@ims-bordeaux.fr
Djemel Lellouchi, ELEMCA, djemel.lellouchi@elemca.com

10h35-
11h05

Apport de la simulation dans l’analyse de défaillance

Hélène Frémont, IMS-Bordeaux, helene.fremont@ims-bordeaux.fr
Loïc Théolier, IMS-Bordeaux, loic.theolier@ims-bordeaux.fr

Les simulations numériques par éléments finis sont largement utilisées dans les études de fiabilité dans l’approche dite « physique de la défaillance ». Elles sont particulièrement utiles pour l’aide à la compréhension des mécanismes d’usure, correspondant à un taux de défaillance croissant avec le temps. Dans une moindre mesure, elles sont utilisées pour la partie « vie utile » pour modéliser des défaillances liées aux ESD ou aux EOS par exemple. On les retrouve aussi dans les démarches de « qualification virtuelle ».

Elles peuvent également être utiles pour orienter l’analyse de défaillance.

Après un rappel rapide du positionnement et du rôle des simulations dans une démarche de qualification et de fiabilisation, cette présentation donnera quelques exemples de leur utilisation dans la recherche d’un site de défaillance dans des assemblages microélectroniques.

11h05-
11h30

Modélisation 3D d'assemblage de type flip-chip

Wiyao Kpobie, CEA Tech Grand Est, wiyao.kpobie@cea.fr

La technologie flip chip est de plus en plus répandue dans l'industrie électronique (3D System in Package) et est principalement utilisée pour la fabrication de réseaux détecteurs de grand format (mégapixels) et faible pas. Pour étudier la fiabilité de ces assemblages, des simulations numériques basées sur des méthodes d'éléments finis semblent être l'approche la moins chère. Cependant, de très grands assemblages contiennent plus d'un million de billes de brasure, et le processus d'optimisation de ces structures par des simulations numériques se révèle être une tâche très fastidieuse. Dans de nombreuses applications, la couche d'interconnexion de tels assemblages _ip chip se compose de microbilles de brasure noyées dans de l'époxy. Pour ces configurations, nous proposons une approche alternative, qui consiste à remplacer cette couche d'interconnexion hétérogène par un matériau homogène équivalent (MHE) (Figure 1). Un modèle micromécanique pour l'estimation de ses propriétés thermoélastiques équivalentes a été mis au point. La loi de comportement obtenue pour le MHE a ensuite été implémentée dans le logiciel par éléments _nis. Les réponses thermomécaniques des assemblages testés soumis à des chargements correspondant aux conditions de fabrication ont été analysées. La technique d'homogénéisation-localisation a permis d'estimer les valeurs moyennes des contraintes et des déformations dans chaque phase de la couche d'interconnexion. Pour accéder plus précisément aux champs de contraintes et déformations dans ces phases, un modèle de zoom structurel (submodeling), en tenant compte de la géométrie réelle de la bille de brasure, a été utilisé. Les champs de contrainte et de déformation locaux obtenus corroborent avec les initiations de dommage observées expérimentalement sur les billes de brasure.

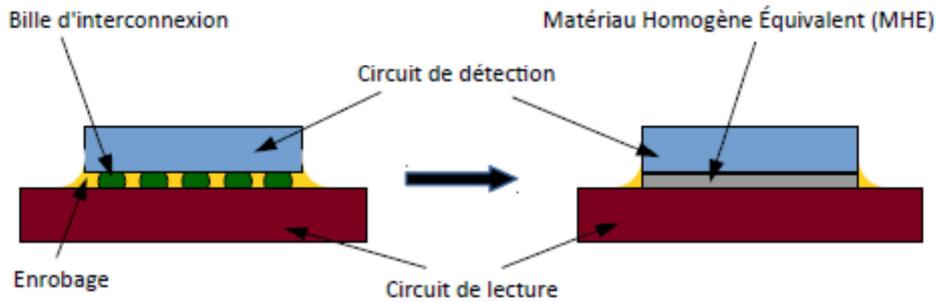


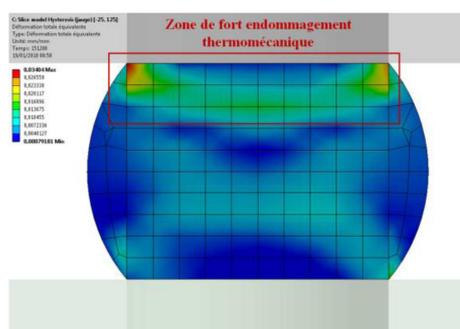
Schéma de l'homogénéisation de la couche d'interconnexion d'un assemblage flip chip

11h30-
12h00

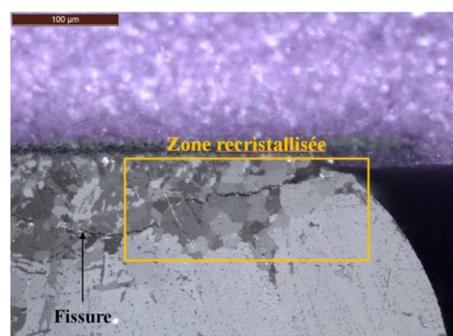
Étude du comportement thermomécanique des joints de brasure 96,5Sn-3,0Ag-0,5 Cu (SAC305) : mesure de la réponse contrainte - déformation en cisaillement et recalage par simulation éléments-finis

Jean-Baptiste Libot, SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE,
jean-baptiste.libot@safrangroup.com

Les assemblages électroniques sans plomb (SAC305) soumis à des chargements thermomécaniques (variations de températures) sont principalement sollicités en cisaillement. La taille de ces interconnexions est de l'ordre du micromètre ce qui ne permet pas une mesure directe de leurs contraintes et déformations. L'utilisation de jauges de déformation placées de façon adéquate sur l'assemblage électronique permet cependant de mesurer indirectement la réponse en cisaillement des joints de brasure identifiés comme critiques au cours d'un cycle thermique. Cette méthodologie de caractérisation permet de prendre en compte la microstructure réelle des joints brasés tout en faisant intervenir des chargements viscoplastiques réalistes. La réponse thermomécanique obtenue est une boucle d'hystérésis permettant de calculer un critère d'endommagement : la densité d'énergie de déformation (aire de la boucle). L'assemblage instrumenté de jauges est ensuite modélisé et une comparaison est faite entre les résultats numériques et expérimentaux. L'analyse de défaillance réalisée sur les billes de brasure fissurées permet en outre de mettre en évidence le phénomène de recristallisation caractéristique de l'endommagement thermomécanique des brasures SAC305.



Cartographie des déformations calculées



Observation de la recristallisation