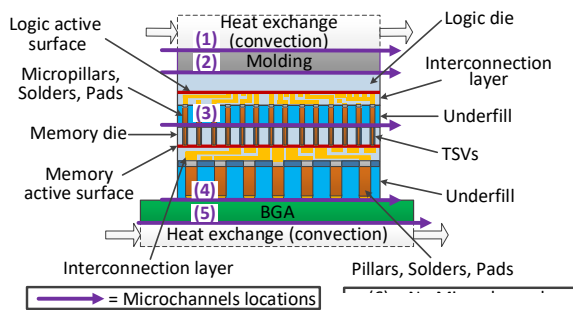


Gestion thermique de microélectronique 3D par microfluidique

Mots-clefs : Microfluidique, Thermique, Packaging



Porteurs du projet : Luc Fréchette (LN2)

Étudiants impliqués : Louis-Michel Collin, Mahmood Reza Salim Shirazy, Mohamed Chroufa, François Rozières

Partenaires industriels :

STMicroelectronics; CEA LETI et LITEN

Autres partenaires académiques :
Abdelkader Souifi (INL)

Période du projet : 2009 – en cours



Description du projet et contexte :

Alors que les dispositifs microélectroniques deviennent de plus en plus compacts, leur gestion thermique se complexifie. Par exemple, l'intégration de puces en 3D, tel que des empilements de mémoire sur logique, enlève le chemin direct de conduction à partir du dos de la puce. L'approche étudiée dans ce projet consiste plutôt à utiliser la convection d'un fluide caloporteur pour extraire la chaleur des composants. Dans une implémentation, des microcanaux fluidiques sont directement intégrés dans le module microélectronique pour éviter le recourt à la dissipation de chaleur par conduction seulement, en collaboration avec STMicroelectronics et le CEA-LETI. Des méthodes de fabrication sont développées pour l'intégration des microcanaux, compatible avec les étapes subséquentes de mise en boîtier (packaging). Une autre approche étudiée consiste à utiliser le changement de phase pour efficacement extraire et transporter la chaleur vers un point froid, par le principe des caloducs (heat pipes). Les travaux sur cette approche sont à un stade plus fondamental, visant à comprendre le comportement capillaire des fluides dans les matériaux poreux en présence d'évaporation et de condensation. Ces travaux visent à optimiser la microstructure des milieux poreux utilisés pour le transport du fluide par capillarité et former des surfaces d'échange efficaces. Les défis de rejeter adéquatement la chaleur sans faire surchauffer la puce sont aussi présents dans d'autres dispositifs semiconducteurs, tel que les cellules photovoltaïques sous concentration (CPV) et l'électronique de puissance. Plus récemment, des activités visant à intégrer des matériaux thermoélectriques en couche mince dans les modules refroidis par microfluidique ont été initiés en collaboration avec le CEA-LITEN.

Résultats remarquables et publications associées :

Sur le volet plus fondamental, nous avons expliqué le comportement capillaire lors de l'évaporation, ce qui permet de mieux définir les caractéristiques optimales d'un matériau poreux pour un caloduc :

Shirazy, M.R.S. and Fréchette, L.G., *Effect of Meniscus Recession on the Effective Pore Radius and Capillary Pumping of Copper Metal Foams*, J. Electron. Packag., vol. 136, 041003, 12/2014.

Sur le volet plus appliqué, nous avons analysé des configurations de microcanaux dans les puces 3D et développé des méthodes d'intégration des microcanaux (1 brevet soumis et 1 à l'étude – pas publié) :

Collin, L.-M., Fiori, V., Coudrain, P., Lhostis, S. L., Chéramy, S., Colonna, J.-P., Mathieu, B., Souifi, A., Fréchette, L.G., *Microchannel design study for 3D microelectronics cooling using a hybrid analytical and finite element method*. ASME InterPACK2015, San Francisco, USA, July 6-9, 2015.

Financement : ANRT – Thèse CIFRE avec STMicroelectronics (Louis-Michel Collin)