

Poste à pourvoir pour septembre 2010

Intitulé de la thèse :

Etude de l'amélioration des caractéristiques électriques thermiques et mécaniques des composants de puissance grâce aux technologies de report de films

Résumé de la thèse :

L'électronique de puissance est aujourd'hui le dispositif incontournable permettant de raccorder au réseau et de gérer les performances des sources d'énergie électrique renouvelable et intermittentes mais aussi les chaînes de tractions électriques. Les marchés de masse conduisent naturellement l'électronique de puissance vers plus de performances et de fiabilité. L'intégration poussée des parties actives (incluant les transistors et leurs périphériques électroniques) et leur packaging correspondent à l'un des challenges actuels. Le projet de recherche propose l'intégration 3D des modules de puissance multi-transistors qui, demain, devront garantir des rendements de conversion élevés, des coûts de fabrication et de mise en œuvre maîtrisés et une fiabilité supérieure à l'équipement auxquels ils seront associés. Le CEA-LETI et le G2ELab unissent certains de leurs récents résultats scientifiques et technologiques pour proposer le report et le package des composants actifs à l'échelle du wafer. Cette approche, particulièrement nouvelle pour le domaine, permettra de fiabiliser l'assemblage et d'optimiser l'architecture des modules de puissance tant au niveau électrique que thermique mais aussi électromagnétique. Les techniques de report à l'échelle du wafer développées au LETI et associées aux techniques de co-intégration multi-transistors à structures verticales développées par le G2ELab doivent converger vers des modules plus fiables et plus simples à mettre en œuvre (durée de vie supérieure à 15 ans, refroidissement double face, confinement électromagnétique, mise en œuvre simplifiée de structures de conversion polyphasées habituellement complexe à gérer).

Travail demandé :

Le collage métal-métal offre une voie très intéressante pour l'amélioration des performances électro-thermomécaniques des composants de puissance mais également en terme de fonctionnalisation de ces composants. Le but de cette thèse est de reporter des composants de puissance sur une base métallique puis de les fonctionnaliser à l'échelle de la plaque. La solution qui semble prometteuse est d'utiliser la technologie du report de couches (technologie bien maîtrisée au LTFC) et de l'associer au savoir faire de réalisation et de mise en œuvre des composants de puissance du G2ELab. La première phase de ces travaux de thèse consistera à prendre en compte la problématique globale du report et de la mise en œuvre des composants de puissance à structure verticale (fonctionnement électrique, problématique thermique, packaging ou encore fonctionnalisation) ainsi que la théorie du collage direct et plus particulièrement du collage direct métallique. Le travail expérimental de la thèse se divisera en deux grandes parties : une première partie sur la réalisation technologique des composants de puissance optimisés (par amincissement et co-intégration multitransistors de puissance) ainsi que les caractérisations physico-chimiques associées et une deuxième partie sur les caractérisations électriques, thermiques et thermomécaniques des modules de composants de puissance réalisés. La réalisation des composants fonctionnalisés se fera entre le LETI

et le G2ELab. Le doctorant participera à la réalisation et à l'optimisation de toutes les étapes technologiques : réalisation des composants de puissance (diodes dans un premier temps, transistors MOSFET et IGBT dans un second temps), amincissement du substrat de silicium, collage métal-métal, isolation et flottage vertical et latéral des composants, assemblage des modules et enfin mise en oeuvre. Les développements porteront notamment sur le collage métallique : la préparation de la surface métallique, le collage, l'influence des traitements thermiques post collage seront étudiés. Le doctorant analysera les résultats expérimentaux et mettra en oeuvre les techniques de caractérisations morphologiques et structurales nécessaires à la compréhension des résultats. Pour ce faire, il s'appuiera sur les nombreuses caractérisations physico-chimiques disponibles au LETI : TEM, AFM, SIMS, microscopie acoustique, XRD... Nous aurons aussi à évaluer l'assemblage des modules en 3D en vue d'une utilisation et d'une mise en oeuvre optimale des structures de conversion d'électronique de puissance. Le thésard caractérisera électriquement et thermiquement les modules de puissance fabriqués. Ils seront comparés à des modules de référence sans base métallique. Le gain d'une intégration plaque à plaque sera évalué (en terme de fonctionnalisation et performances, mais aussi de compacité et de packaging). Toutes ces caractérisations seront réalisées au sein du G2ELab qui possède une plateforme de caractérisation idoine. Dans sa globalité, le travail de recherche à conduire reposera sur deux chantiers technologiques, l'un d'eux concernant la co-intégration des transistors de puissance à structure verticale et l'autre portant sur le report et la prise de contact simple puis double face. L'assemblage des modules en 3D repose sur une approche conceptuelle originale qui pourra ainsi être étudiée et validée sur la base de composants et de package hautes performances.

Profil souhaité du candidat :

Le candidat devra avoir des bases solides en électronique de puissance. Il devra de plus montrer de l'intérêt pour la réalisation technologique en salle blanche et pour la caractérisation (électrique, thermique, physico-chimique...)

Financement :

Contrat CFR (Contrat de Formation par la Recherche). Le contrat de thèse est un contrat de travail de 3 ans de type CDD pour lequel le CEA est l'employeur. La rémunération mensuelle brute du doctorant est de 2031,36 € en 1^{ère} et 2^{ème} années. Elle est de 2092,08 € en 3^{ème} année (valeurs au 1^{er} janvier 2009).

Présentation des laboratoires d'accueil :

Le LETI (Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information) est un laboratoire du CEA dédié aux recherches en microélectronique, microsystèmes et optronique. Au sein du LETI le LTFC (Laboratoire de Transferts de Films et de Circuits) est un laboratoire d'un cinquantaine de personnes dont l'activité principale concerne le développement de nouveaux substrats pour différentes applications (microélectronique, 3D, MEMS etc...) en utilisant et développant le collage moléculaire.

La thèse s'effectuera en collaboration avec le G2Elab (Grenoble Génie Electrique). Né en janvier 2007 de la fusion du Laboratoire d'Electrotechnique de Grenoble, du Laboratoire d'Electrostatique et Matériaux Diélectriques, et du Laboratoire de Magnétisme du Navire, G2Elab couvre un large spectre de compétences dans le domaine de la Recherche en

Génie Électrique. Dans ce domaine, son action peut être résumée par les mots-clefs suivants : énergie électrique, matériaux, procédés et systèmes innovants, modélisation et conception.

Modalités de dépôt de candidature et contact :

Envoi CV et lettre de motivation par mail à julie.widiez@cea.fr