

Réunion du GT PCB de 2019

Cyril BUTTAY

Présents

- Yvan Avenas (G2ELab)
- Fadel Bikinga (G2ELab)
- Bojan Djuric (Laplace)
- Vincent Bley (Laplace)
- Nicolas Botter (G2ELab)
- Cyril Buttay (Ampère)
- Céline Combettes (Laplace)
- Denis Labrousse (SATIE)
- Nicolas Mary (Ampère)
- Mickaël Petit (SATIE)
- Marie Robin (Ampère)
- Loïc Théolier (IMS)

Échange bibliographique

La première partie de la réunion est consacrée à la présentation de publications tierces sélectionnées par chacun sur le thème du GT :

Yvan Avenas ("**A Flexible PCB based 3D Integrated SiC Half-Bridge Power Module with Three-Sided Cooling Using Ultra-Low Inductive Hybrid Packaging Structure**")

Structure flexible, refroidie par 3 côté. Leur système utilise des fils de bonding, mais également du PCB flexible avec des évidements à l'emplacement des puces pour les interconnexions. Le substrat polyimide est sélectionné en raison de sa tenue diélectrique, qui permet de réduire les épaisseurs et donc les inductances. Routage intéressant pour la boucle de commutation, qui permet de maximiser les mutuelles favorables et réduire les surfaces de boucle. Présentation d'une structure de demi-pont qui entoure un radiateur/ventilateur sur trois côtés pour atteindre un calibre 120A/1200V. Discussions sur la méthode de fabrication, et la structure qui utilise la 3D.

Nicolas Botter ("**Arresting high-temperature microstructural evolution inside sintered silver**")

Oxydation de l'argent après frittage, pour venir figer la microstructure et empêcher son évolution au cours du vieillissement. Des échantillons d'argent sont formés entre deux lames de verre, pour pouvoir les observer au microscope en cours de vieillissement. Le papier montre que faire une oxydation sous vapeur d'eau permet effectivement de limiter l'évolution de la microstructure (sauf

dans les bords, ce qui est surprenant). Le papier se conclut sur une modélisation élément finis de la diffusion de surface, pour modéliser la diffusion de surface.

Bojan Djuric ("**Three-Phase Inverter Employing PCB Embedded GaN FETs**")

Le papier sert surtout de support pour une question générale de Bojan : pourquoi l'enfouissement PCB ne passe pas la frontière de l'industrialisation ? Discussion autour des procédés de qualification, des "supply chain" et du recyclage.

Denis Labrousse ("**An Optimization Design of Output Filter in a Grid Connected Inverter With Flexible Multilayer Foil Technique**")

Bobinage d'inductances avec des feuillets séparés par un isolant (une structure qui pourrait être réalisée avec un PCB flexible. Ça permet de former un système LC distribué, pour lequel les auteurs proposent une modélisation par éléments discrets qui fonctionne bien jusqu'à 1MHz environ. Denis fait le parallèle avec un papier récent du Satie ("Study of a Topology of Low-Loss Magnetic Component for PCB-Embedding" dans lequel ils ont étudié l'effet de l'orientation (horizontale ou verticale) des couches de cuivre dans un composant magnétique réalisé en technologie PCB.

Mickaël Petit ("**A 2W, 5MHz, PCB-Integration Compatible 2.64cm³ Regulated and Isolated Power Supply for Gate Driver**")

Présentation d'une alimentation de driver 2W, basée sur un composant magnétique enfoui. Le composant est intéressant parce qu'il utilise un composite ferrite/epoxy pour sa fabrication, mais aussi parce qu'il est équipé d'un enroulement de contrôle qui permet de faire la régulation en tension par variation de l'inductance de fuite. Cette approche permet de piloter l'enroulement de contrôle à partir du secondaire de l'alimentation, évitant ainsi un transfert d'information isolé entre primaire et secondaire.

Nicolas Mary ("**Embedded Cooling Technologies For Densely Integrated Electronic Systems**")

Puces avec des microcanaux prévues pour l'empilement. Très jolis prototypes. Discussion sur l'absence de co-conception puce/implémentation,

Loïc Theolier ("**Highlighting two integration technologies based on vias : Through silicon vias and embedded components into PCB. Strengths and weaknesses for manufacturing and reliability**")

Etude de la fiabilité d'un assemblage d'une puce (microélectronique) dans un PCB. L'étude semble indiquer qu'on gagne en durée de vie (rapport 2 par rapport à l'existant). Tableau présenté en fin d'article pour estimer les avantages et inconvénients de l'enfouissement PCB par rapport à des méthodes d'intégration basées sur des vias traversants silicium.

Vincent Bley ("**Dielectric strength and thermal performance of PCB-embedded power electronics**")

Comparaison de substrats PCB et DBC au niveau des performances thermiques, qui montre que pour certaines générations récentes de PCB, on arrive à des résultats comparables. Certains matériaux PCB étudiés offrent de très bonnes performances thermiques, mais également une bonne tenue aux décharges partielles (comparé aux PCB standards). On gagne ainsi sur les deux tableaux à la fois.

Cyril Buttay ("**Analysis and Design of a 1200 V All-SiC Planar Interconnection Power Module for Next Generation More Electrical Aircraft Power Electronic Building Blocks**")

Papier qui étudie le découplage d'un module de puissance possédant de très faibles inductances parasites. L'intégration de capacités de découplage à proximité immédiate du module permet de réduire les surtensions, au prix d'oscillations durant plus longtemps (puisque plus basse fréquence, ce qui réduit la résistance AC). Les auteurs rajoutent un circuit d'amortissement (RC) et présentent la méthode de design.

Fadel Bikinga ("**Thermal Analysis of Lateral GaN HEMT Devices for High Power Density Integrated Motor Drives Considering the Effect of PCB Layout and Parasitic Parameters**")

Réalisation d'un bras d'onduleur sur PCB avec composants GaN. Prise en compte des contraintes thermiques, électriques. Etude des performances thermiques d'un PCB en fonction de l'épaisseur de sa couche de cuivre.

Conclusions étonnantes, avec une résistance qui ne dépend pas de l'éloignement entre puces ni de la densité de vias. Mais l'article manque de détails, ce qui limite la portée de ces conclusions (probablement liées au refroidissement des puces par convection naturelle).

Présentation de Cyril Buttay sur les travaux d'enfouissement PCB menés par Rémy Caillaud et Johan Le Leslé

Présentation basée sur la communication à APEC 2019.

Animation du GT

- **Proposition d'une présentation "unie" au Workshop ECPE "modules 2.0"** qui aura lieu les 9 et 10 octobre 2019 à Hambourg : prise de contact avancées sur les puces avec le "soft interconnect" (Laplace), les micropoteaux et le collage cuivre/cuivre (Ampère), l'utilisation de mousse cuivre (Satie). Peuvent s'y ajouter les aspects caractérisation (G2ELab, avec l'impédance thermique microseconde, et/ou les puces instrumentées). Présentateurs pressentis : Bojan et Vincent. Dans un premier temps, les idées vont être regroupées dans un poster qui servira aux journées SEEDS (Denis rassemble les contributions)

- **Présentation SEEDS. Journées du 11 au 14 juin.** Thème énergie électrique pour le transport aérien. Pas de réunion organisée par le GT PCB (puisqu'il vient de se réunir). Deux posters seront présentés, l'un sur la prise de contact (cf point précédent), l'autre sur la présentation générale du GT.
- **projets SEEDS.** Rappel des dates de soumission : 15 mai 2019, résultats en Juillet, pour démarrage début 2020. L'an dernier, 7 projets financés sur 10 demandes, budget total 55k€. Écoles thématiques non éligibles, mais autres actions d'animation possibles.
 - une proposition pourrait être la caractérisation thermique par le G2ELab des échantillons de B. Djuric.
 - une autre pourrait être l'étude des composants magnétiques enfouis dans le PCB, du fait de leur comportement fréquentiel encore inexpliqué.