

Date du dépôt : 10/23/2014 7:36:22 AM

Financement : Lot3: Sujet financé (organisme - industriel - ...

Date limite de candidature :

Conditions restrictives de candidature : Sujet co-financé DGA.

Nationalité relevant de pays de l'Union Européenne

Profil souhaité : Master Recherche ou Ecole Ingénieure avec spécialités en électronique des hautes fréquences et/ou nanotechnologies

Spécialité : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Objectifs scientifiques : Objectifs : concevoir, fabriquer et tester de nouvelles interconnexions RF connectées ou non réalisées à base de nanomatériaux tels que les nanotubes de carbone, nanofils, etc.

Ce travail sera réalisé entre XLIM (design et tests) à Limoges et CINTRA (fabrication) à Singapour. Il est ainsi envisagé que le doctorant effectue des séjours à Singapour pour la réalisation des prototypes.

Compétences acquises en fin de thèse : Compétences :

- en modélisation
- en nanotechnologie
- en intégration 3D de structures complexes

De façon générale, compétences en gestion de projet de thèse qui demande autonomie et forte implication.

Mots clés : nanotechnology, nanopackaging, 3D interconnect, integration, modeling

Publication Site ABG : OUI, Sciences pour l'Ingénieur, Informatique-Electronique

Carbon nanostructures based 3D RF interconnects.

Equipe d'accueil : MINACOM

Prof. Dominique BAILLARGEAT - dominique.baillargeat@xlim.fr

Tél : 555457251

-

Tél :

Ville où se déroulera la thèse : Limoges et Singapour

Présentation de l'équipe d'accueil :

Les domaines d'expertise du département MINACOM concernent le développement ou l'utilisation de méthodes avancées de conception et la mise au point de nouvelles technologies et moyens de caractérisation pour élaborer des composants et circuits originaux et innovants. Ces activités s'appuient sur l'ensemble des moyens technologiques de fabrication et de caractérisation de micro et nano composants et de dispositifs de l'électronique organique de la plateforme PLATINOM. Elles sont couramment menées en collaboration avec d'autres équipes du laboratoire et avec des partenaires institutionnels, académiques, ou industriels : la thèse se déroulera au sein de l'équipe MACAO. L'équipe MACAO développe un ensemble de techniques (méthodologies et outils associés) pour la conception optimisée de composants et circuits hyperfréquences. Des briques technologiques plus spécifiquement liées aux techniques développées sont également intégrées à cette équipe.

Résumé

Les nanomatériaux multifonctionnels et reconfigurables sont essentiels pour le développement de nouvelles interfaces et la future génération de puce 3D intégrées (en tenant compte des propriétés électriques / optiques, thermiques et mécaniques élevées, impliquant des réseaux de capteurs embarqués, la surveillance en temps réel ...). Depuis plus de 4 ans nous travaillons sur l'utilisation de nanoéléments à base de nanotubes de carbone dédiés au packaging des composants RF. Ce travail est principalement dédié à des interconnexions 3D avec contact ou sans fil dans la bande de fréquences millimétrique à THz. Cette proposition de thèse s'inscrit dans ce contexte. 3 parties principales: (1) la bibliographie, (2) interconnexion avec contact autour de 100 GHz, (3) interconnexion sans fil à 200 GHz et au-dessus. Des études théoriques et expérimentales seront à mener.

Ce travail se fera en étroite collaboration entre XLIM à Limoges et CINTRA / NTU à Singapour. Des séjours à Singapour sont prévus. Le financement est assuré par la DGA et la chaire industrielle ANR DEFIS RF.

Summary

Multifunctional and reconfigurable nanomaterials are essential for developing new interfaces and future generation of smart 3D nano-packaging (with high electrical/optical, thermal and mechanical properties, involving embedded sensor networks, real time monitoring ...). Since more than 4 years we are working on the use of nanoelements based on carbon nanotubes dedicated to the packaging of RF components. This work is mainly dedicated to 3D interconnects with contact or wireless in the millimeter to THz operating frequency band. This PhD proposal is in this context. 3 main parts : (1) bibliography, (2) interconnect with contact around 100 GHz, (3) wireless interconnect at 200 GHz and above. Theoretical and Experimental studies will be considered.

This work will be done in close collaboration between XLIM in Limoges and CINTR/NTU in Singapore.

Singapore stays are planned.

Description complète

Problématique générale du sujet de thèse proposé :

A échelle nanométrique, les applications électroniques futures vont devoir faire face à des difficultés imposées par les lois physiques, les propriétés des matériaux, les caractéristiques des circuits et systèmes, l'assemblage et le conditionnement. Dans ce contexte, le packaging jouera un rôle majeur dans l'évolution des performances des futurs composant millimétriques et nanométriques. Les prochaines techniques d'assemblage devront se concentrer sur l'intégration 3D au niveau système et de nouvelles technologies devront être proposées (système 3D, packaging de substrats, intégration electro/optique). Les matériaux conventionnels utilisés pour le packaging seront de moins en moins adaptés en terme de performances thermiques, mécaniques et électriques. Pour remédier à cette problématique, une des solutions concerne l'utilisation de nanomatériaux innovants tels que les nanotubes de carbone (NTCs), les nano-fils, les nanoparticules ou le graphène (monocouche de graphite). Dans ce contexte, les NTCs (feuille de graphène enroulée) présentent des propriétés physiques, électriques et thermiques uniques, qui leur apportent un intérêt certain pour le champ d'applications de l'électronique nanométrique. Ce nouveau champ de recherche concerne l'utilisation de nanomatériaux appliqués au packaging des composants électroniques. Les applications sont diverses et variées entre les interconnexions, la gestion thermique ou même mécanique. Ce travail de thèse se situe clairement dans ce contexte. Nous proposons ainsi de développer de nouvelles interconnexions RF aux longueurs d'onde millimétrique connectées ou non.

Ce travail original fait suite à une première étude réalisée au cours de ces 3 dernières années financées en partie par la DGA. Au cours de ces précédents travaux nous avons établi un modèle RF de CNTs qui nous permet de faire du design de composants par simulation électromagnétique. Par ailleurs nous avons validé différents principes, que nous souhaitons approfondir au cours de la thèse proposée. (cf programme de thèse)

Enfin, cette proposition de thèse est par ailleurs co-financée par le projet ANR DEFIS-RF Chaire Industrielle entre XLIM et THALES. Ce projet a démarré en Janvier 2014 pour une durée de 4 ans. Il est orienté front-RF du futur. La thèse proposée s'inscrit dans le work package nanopackaging.

Plan de travail:

- La première partie de ce travail sera consacrée à l'étude des propriétés des nanotubes de carbone. L'objectif est de comprendre la composition des CNTs et les différents types de nanotubes de carbone qui peuvent être réalisés avec une maîtrise du procédé de croissance, notamment en ce qui concerne la température de croissance. Des études prometteuses sont actuellement en cours à NTU pour obtenir une température de croissance des CNTs de l'ordre de 400°C (compatibles CMOS) et conduisant à des CNTs aux propriétés électriques satisfaisantes. Une attention particulière sera portée sur l'utilisation des nanotubes de carbone pour des applications haute fréquence. Plusieurs méthodes de croissance seront étudiées avec un accent sur les méthodes (TCVD et PECVD). Les avantages et limites de chaque méthode seront analysés dans un soucis de maîtrise de la croissance (taille, densité, etc.). Ce travail technologique sera effectué en étroite collaboration avec CINTRA et NTU à Singapour. En parallèle, nous poursuivrons le travail entrepris dans la modélisation des nanotubes de carbone aux hautes fréquences, avec notamment la prise en compte de tube multi-parois. Deux approches seront présentées : analytique-circuit et électromagnétique 3D.

- La deuxième partie de ce travail consistera à démontrer la faisabilité de nouvelles structures de test interconnectés par CNTs bumps jusqu'à 100 GHz (une première validation a eu lieu jusqu'à 40 GHz). En effet, aux très hautes fréquences la solution proposée est une vraie alternative aux solutions classiques qui sont limitées en dimensions (problème d'intégration), voire inexistantes. Les performances testées des nouvelles structures seront comparées à celles des technologies actuelles quand cela sera possible. En plus des caractérisations électriques, nous envisageons des caractérisations mécaniques et de fiabilité afin de gagner en maturité du procédé et d'augmenter le positionnement de la solution proposée : « CNTs bump » sur l'échelle TRL.

En parallèle, une modélisation complète de la structure sera réalisée par l'approche électromagnétique complète et une approche analytique / électromagnétique hybride. Les deux méthodes seront comparées . D'autres nanomatériaux pourront être analysés.

- Dans la troisième partie de cette thèse , le travail sera axé sur des approches novatrices afin d'éviter les contacts ohmiques. L'idée est de développer des interconnexions sans fil à haute fréquence , par exemple la connectique puce à puce ou entre composants. Des premières structures de test ont été réalisées. Il s'agira de les tester et d'améliorer leur design pour proposer des solutions alternatives viables. Compte tenu des dimensions et des performances actuelles des procédés de croissance , nous envisageons des applications très hautes en fréquences (au delà de 100 GHz, voire THz).

Encore une fois, outre l'aspect fabrication, nous porterons un intérêt particulier à la modélisation.
