

Démonstration de circuits passifs sur Polymère dans la gamme THz

Nom du responsable : SAULEAU Ronan

ronan.sauleau@univ-rennes1.fr

Equipe de recherche : BEAMS (Dpt ADH)

Thématique du Projet : THz

Type de Projet : ANR

Date de début : 2017

Date de fin : 2021

Resumé : Le projet TeraPACIPODE, porté par l'IEF, s'inscrit dans le domaine de l'électronique térahertz (THz). Il adresse les applications liées aux télécommunications à haut débit de manière privilégiée mais les retombées seront aussi utiles à l'ensemble du champ émergeant que constitue l'électronique THz. Depuis quelques années, un nombre très important d'études a concerné des composants actifs ; le plus souvent des sources, parfois des détecteurs, et rarement des amplificateurs basés sur des MMIC en dessous de 1 THz. En parallèle, l'étude de fonctions passives THz a suscité peu d'intérêt et d'efforts. Ce projet vise la réalisation de circuits passifs (guides, coupleurs, diviseurs de puissance, antennes) sur substrat polymère. Certains polymères présentent des propriétés intéressantes pour le THz comme une faible valeur de la partie réelle de la permittivité diélectrique (ce qui présente un double avantage : réduire sensiblement les pertes par rayonnement pour les circuits, amélioration du rendement des antennes), à condition cependant de ne pas augmenter dans le même temps les pertes diélectriques. Le benzocyclobutène (BCB) réunit ces deux critères. Un autre atout des polymères réside dans la capacité à les déposer au-dessus de n'importe quel type de substrat par centrifugation y compris au-dessus de circuits intégrés. Les briques de base appréhendées dans ce projet sont également nécessaires à la synthèse de systèmes plus complexes tels que des amplificateurs distribués ou des multiplieurs. Un démonstrateur passif-actif complet THz, consistant en une chaîne d'émission dans la bande 350-400GHz sera conçu et réalisé à partir d'une technologie MMIC TBH InP (III-V Lab). Un tel amplificateur sera à l'état de l'art des réalisations. Il sera connecté à l'étage supérieur en BCB accueillant les fonctions passives (interconnexions, circuits, antennes). Cette hybridation constituera le point d'orgue du projet. Un tel système n'est pas réalisable, à ce jour sur silicium. Les TBH InP grâce aux très bonnes performances fréquentielles et une tension de claquage élevée présentent un facteur de mérite de Johnson (fréquence ? puissance) très élevé. Une originalité supplémentaire du travail consistera à structurer les substrats polymères afin de favoriser des ondes lentes autorisant une grande compacité des

circuits et de meilleurs facteurs de qualité grâce aux compétences de l'IMEP-LAHC. Un soin particulier sera apporté aux micro-vias connectant le niveau "polymère" aux couches actives sur semi-conducteur. De nombreuses interconnexions entre guides de natures différentes seront conçues, réalisées et optimisées. Les moyens technologiques de la centrale de technologie universitaire (CTU) de l'IEF pour les gravures et les dépôts de couches minces seront mis à profit. Des antennes seront également modélisées par l'IETR. Elles tireront profit des propriétés du polymère et de sa structuration en maximisant la puissance couplée vers l'extérieur tout en réduisant les pertes du substrat. Ces antennes à forte directivité et large bande visent les liaisons point à point. Les arborescences d'alimentation des antennes conçues reposeront sur les concepts d'ondes lentes ou sur les réflecteurs intégrés repliés de type pillbox pour réduire au maximum l'empreinte de l'antenne sur la puce MMIC. Les architectures proposées auront un faisceau fixe, mais sont transposables pour offrir des capacités de balayage électronique de faisceau, moyennant le développement de formateurs de faisceaux à base de SPnTs (non inclus dans le projet). Enfin, ce projet sera également l'occasion d'une amélioration de la métrologie sur analyseur de réseaux vectoriel dans la gamme 350-500 GHz. Les mesures des nombreux dispositifs passifs envisagées et le développement de motifs de calibrage et d'épluchage sur polymère permettront d'accroître les connaissances et les compétences des différents partenaires sur le thème des mesures submillimétriques et particulièrement de l'IEMN qui supervise ce thème. Une analyse comparative du calibrage TRL sur polymère et TRL/LRRM sur alumine dans une gamme de fréquence où de tels motifs de calibrage sont encore fiables (i.e. 110 GHz) sera réalisée dans le projet. Au-delà de 220 GHz, à ce jour, aucun substrat commercial performant n'existe. Les guides monomodes sur polymère pourraient devenir la solution, tout en contribuant à réduire le gaspillage de surface de circuit intégré consacrée à la réalisation de motifs de calibrage.