



« Conception de circuits RF sur polymère Benzocyclobutène (BCB) pour des applications à ondes millimétriques et THz » Imene KAID-OMAR

Jury members :

Mme Elodie RICHALOT, Rapporteur, Professeure, Université Gustave Eiffel, ESYCOM
M. Faouzi BOUSSAHA, Rapporteur, Ingénieur de recherche CNRS, Observatoire de Paris, GEPI
M. Christophe GAQUIERE, Examinateur, Professeur, Université Lille 1, IEMN
M. Said ZOUHDI, Examinateur, Professeur, Université Paris-Saclay, GEEPS
M. Nicolas ZEROUNIAN, Examinateur, Maître de conférences, Université Paris-Saclay, C2N
M. Badr Eddine RATNI, Directeur de thèse, Maître de conférences, Université Paris Nanterre, LEME/C2N

Abstract :

Les nouvelles applications dans la gamme de fréquences submillimétriques, imposent un développement rapide du trafic et nécessitent une augmentation importante de la capacité de transmission, que ça soit en télécommunications, en imagerie ou en spectroscopie. Aujourd'hui, cette augmentation de capacité de transmission est obtenue, soit par une amélioration de l'efficacité spectrale, soit par l'élargissement du spectre utilisé, ce qui nécessite l'utilisation des gammes de fréquences au-delà de 300 GHz. Depuis quelques années, ces nouvelles applications, impliquant des hauts débits, ont suscité l'intérêt et l'effort de plusieurs équipes de recherche qui ont effectués des études plus axées sur des dispositifs actifs que des dispositifs passifs. Tandis que les dispositifs passifs à base de polymère, sont particulièrement intéressants et pertinents en raison de leurs excellentes performances intrinsèques, et de leur aptitude à pouvoir s'adapter et à s'intégrer aux différentes technologies microélectroniques existantes telles que MOS Si, BiCMOS SiGe, MMIC GaAs, GaN ou InP. Dans le cadre de cette thèse, l'étude menée a porté sur la conception et la réalisation de circuits passifs dans la gamme de fréquences allant du millimétrique au THz sur le polymère Benzocyclobutène (BCB). Pour cela des antennes de topologies innovantes et des guides d'ondes métalliques monomodes à faibles pertes et à très fort facteur de qualité ont été simulés, réalisés et caractérisés. Le choix du polymère BCB réside dans le fait qu'il présente de faibles valeurs de pertes, notamment aux fréquences THz, permettant ainsi d'améliorer le rendement des circuits passifs à ces fréquences. L'autre atout de ce polymère, réside dans la facilité à le déposer (par centrifugation) au-dessus de tout type de substrat et/ou de circuits intégrés. Cela permet de réaliser sur un même dispositif des systèmes incluant des circuits actifs et passifs tout en réduisant les interconnexions. Dans le but de valider le concept, plusieurs dispositifs ont été réalisés et caractérisés aux moyens technologiques de la CTU du C2N (du réseau Renatech). Dans un premier temps, des guides d'ondes GCPW avec vias ont été réalisés et mesurés sur BCB et les résultats obtenus sont en bon accord avec les simulations jusqu'à 760 GHz (proche THz). Ils demeurent monomode à faible pertes et présentent une atténuation très satisfaisante aussi faible que 3 dB/mm à 600 GHz avec une permittivité effective d'environ 1.95. Dans un deuxième temps, dans le but d'étudier l'association de circuits actifs et passifs sur BCB, il a été proposé de réaliser une rectenna fonctionnant autour de 60 GHz (visant des applications WiGig). Pour cela, différentes topologies d'antennes planaires ont été simulées, réalisées et caractérisées au C2N. Le circuit de la rectenna a ensuite été optimisé sous ADS en testant différentes diodes Schottky commerciales. Ces technologies de dispositifs passifs sur polymère BCB, ouvrent la voie à de nombreuses perspectives telles que, l'interconnexion entre guides et antennes de différente nature, le couplage des circuits passifs avec des dispositifs actifs sur semi-conducteur (des amplificateurs distribués ou des multiplieurs), ainsi que la réalisation des motifs de calibrage et d'épluchage avec des guides monomodes sur polymère au-delà de 110 GHz, en concurrence avec ceux déjà commercialisés sur substrat alumine, et dont les limites sont largement atteintes.

