

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT LABORATOIRE GREMAN, INSA-CVL, Université de Tours, CNRS

Intitulé du projet : Réalisation de couches acoustiques absorbantes innovantes pour sondes ultrasonores intégrées sur silicium

Durée du contrat : 12 mois

Descriptif du projet et objectifs :

Les avancées de ces dix dernières années, en termes d'intégration électronique, ont largement favorisé le développement d'une nouvelle génération de transducteurs ultrasonores dits « intelligents » [1-7] dont le rôle ne se limite plus à celui d'émettre et de recevoir les ultrasons. Ces nouveaux composants sont capables d'embarquer, sur une même puce, de nombreuses fonctions électroniques qui s'étendent de la chaîne de préamplification des signaux détectés jusqu'à l'architecture complète d'un formateur de faisceau [1]. On assiste ainsi à un véritable engouement vers ces nouvelles briques technologiques, comme en témoigne, par exemple, la démonstration, par la société Butterfly, d'un échographe portable sur smartphone [8]. Les enjeux pour l'imagerie médicale ultrasonore sont nombreux et vont permettre, en particulier, d'ouvrir la voie à de nouvelles pratiques cliniques, grâce à la portabilité, la miniaturisation et l'autonomie (dispositifs basse consommation) des systèmes développés. L'électronique n'est pas le seul enjeu de ces nouveaux dispositifs, il faut que le matériau ou transducteur qui assure la conversion électromécanique soit compatible, en termes de fabrication, avec les procédés de la microélectronique. Les matériaux polymères piézoélectriques et les MEMS (MicroElectroMechanicalSystems) sont parmi les deux technologies les plus prometteuses, à ce jour, pour répondre à ce défi. Autour des MEMS, deux technologies existent: les pMUT (Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducers) [9] et les cMUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers). Ces deux dernières ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche, avec la mise sur le marché, assez récente, de quelques sondes échographiques [10]. Le projet proposé dans le cadre de ce post doc sera focalisé sur le traitement de la face arrière du substrat silicium dont l'un des rôles essentiels sera d'atténuer les ondes transmises en face arrière. Ces dernières, lorsqu'elles interfèrent avec l'onde émise en face avant, dégradent fortement la réponse électroacoustique du transducteur. Seront alors testées plusieurs solutions et combinaisons mélangeant transformation de la face arrière en silicium poreux, à partir du savoir-faire développé au GREMAN depuis 2004, et création d'une forte rugosité, adaptée à la longueur d'onde, par procédés de gravure sèche ou humide. Les travaux du chercheur contractuel recruté s'appuieront sur les résultats obtenus au sein du GREMAN durant la thèse de Julie Lascaud [11]. Ce post-doc se déroulera au sein du laboratoire GREMAN – UMR CNRS 7347, sur le site STMicroelectronics à Tours Nord et mettra en œuvre les moyens de fabrication et caractérisation de la plateforme CERTeM. Enfin, ces travaux seront effectués en étroite collaboration avec la société IRLYNX et L'UMR Imagerie et Cerveau de l'Université de Tours principalement localisée sur le site de la Faculté de Médecine de Tours et du CHRU Bretonneau.

Profil du candidat :

Le candidat devra présenter de solides compétences en physique des matériaux et caractérisation, ainsi qu'en technologie microélectronique. Des notions de chimie, d'électrochimie et/ou acoustique seront appréciées.

Références :

- [1] Jongkeun S. et al., "Reconfigurable 2D cMUT-ASIC arrays for 3D ultrasound image", Proc. SPIE 8320, Medical Imaging 2012: Ultrasonic Imaging, Tomography, and Therapy, 83201A, 25 Février 2012.
- [2] Kailiang C., "A Column-Row-Parallel ASIC Architecture for 3D Wearable / Portable Medical Ultrasonic Imaging, PhD at the Massachussetts Institute, Février 2014.
- [3] Insoo K., "Fully integrated cmos ultrasound transceiver chip for high-frequency high-resolution ultrasonic imaging systems", PhD at the Pennsylvania State Institute, Décembre 2009.
- [4] J.-Y. Um et al., "An analog-digital hybrid RX beamformer chip with non-uniform sampling for ultrasound medical imaging with 2D CMUT array," IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst., vol. 8, no. 6, pp. 799–809, 956 Dec. 2014.
- [5] G. Gurun, P. Hasler, and F. L. Degertekin, "Front-end receiver electronics for high-frequency monolithic CMUT-on-CMOS imaging arrays", IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Control, vol. 58, no. 8, 960 pp. 1658–1668, Aug. 2011.
- [6] X. Jiang et al., "Ultrasonic fingerprint sensor with transmit beamforming based on a PMUT array bonded to CMOS circuitry", IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Control, vol. 64, no. 9, pp. 1401–1408, 964 Sep. 2017.
- [7] I. O. Wygant et al., "Integration of 2D CMUT arrays with front- 966 end electronics for volumetric ultrasound imaging," IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Control, vol. 55, no. 2, pp. 327–342, 2008.
- [8] <https://www.butterflynetwork.com>.
- [9] Hao Yen Tang, "Interface Electronics for Ultrasonic Transducers", PhD at Berkeley University, Mai 2017.
- [10] <https://www.innovationsservices.philips.com/>
- [11] Julie Lascaud, « Intégration et caractérisation de transducteurs ultrasonores capacitifs micro-usinés sur un substrat en silicium poreux », thèse de doctorat, 11 décembre 2017.

Responsables scientifiques / contacts :

Gaël Gautier, gael.gautier@univ-tours.fr

Thomas Defforge, thomas.defforge@univ-tours.fr