

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Intitulé : Développement d'un micro résonateur quartz-MEMS pour applications spatiales

Référence : **PHY-DPHY-2022-22** (à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2022

Date limite de candidature :

Mots clés : Quartz, MEMS, oscillateur, micro-technologies.

Profil et compétences recherchées : Ecole d'ingénieurs (PHELMA, ENSMM, ...) ou Master 2, spécialités: Micro-technologies, simulations éléments finis, procédés de salle blanche

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'objectif de l'étude est le développement d'un résonateur MEMS en quartz de fréquence 100 MHz, pour les applications spatiales, notamment pour les nano-satellites.

L'approche proposée consiste à combiner les avantages de la technologie MEMS en termes de miniaturisation, faible consommation et bas coût de l'usinage collectif, avec les avantages des résonateurs en quartz en termes de stabilité de fréquence, de bruit de phase et de simplicité et bas coût de l'oscillateur électronique.

Des travaux ont été menés à l'ONERA pour développer la technologie MEMS-quartz, et notamment le développement de l'usinage par DRIE (Deep Reactive Ion Etching) à partir de wafers de quartz, permettant un usinage de géométries micrométriques quelle que soit la coupe du quartz utilisée, et en s'affranchissant des figures d'attaque propres à l'usinage chimique. Un premier résonateur fonctionnant à 10 MHz a été breveté. Il est en cours de maturation dans le cadre d'une étude ESA en partenariat avec la société SYRLINKS.

Afin d'élever la fréquence des résonateurs MEMS-quartz pour atteindre 100 MHz, l'épaisseur du résonateur doit être diminuée jusqu'à quelques dizaines de micromètres. Il devient alors impossible d'utiliser des wafers de quartz standard et des wafers « hybrides » sont alors nécessaires. Ils sont composés de l'empilement d'un substrat porteur épais et d'un substrat aminci sur lequel sera usiné le résonateur, comme dans le cas des wafers SOI (Silicon On Insulator) utilisés pour les MEMS en silicium.

L'objet de cette thèse est, d'une part, de lever les verrous technologiques associés à ces substrats hybrides et de les utiliser pour développer les procédés de gravure de résonateurs d'épaisseur réduite et, d'autre part, de concevoir un résonateur MEMS-quartz performant en termes de facteur de qualité, résistance motionnelle, stabilité de la fréquence en température, sous accélérations et sous contraintes thermo-mécaniques provenant du boîtier. Tous ces paramètres seront estimés par simulations éléments finis. Le résonateur développé sera réalisé dans la salle blanche de l'ONERA.

Le résultat attendu est la démonstration de la faisabilité d'usiner des résonateurs d'épaisseur réduite sur substrats hybrides, ainsi qu'un design de résonateur MEMS-quartz à 100 MHz. Le développement de ces deux briques ouvrira la voie au développement d'un résonateur miniature, haute performance et bas coût destiné aux applications spatiales.

Collaborations envisagées : laboratoire FEMTO-ST

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique Instrumentation Environnement Espace

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : LEVY Raphaël/ LAVENUS Pierre

Tél. : 01 46 73 49 80 Email : raphael.levy@onera.fr/
pierre.lavenus@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : BARON Thomas

Laboratoire : FEMTO-ST

Tél. :

Email : thomas.baron@femto-st.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>