

Contribution au développement de capteurs ultrasonores SAW sur base de substrats piézoélectriques de type vitrocéramique pour des mesures à haute température

Résumé : Cette thèse s'inscrit dans le développement de capteurs ultrasonores à ondes acoustiques de surface (Surface Acoustic Wave, SAW) destinés aux environnements industriels sévères. Elle vise à démontrer la faisabilité de dispositifs SAW réalisés à partir de substrats vitrocéramiques polaires à base de fresnoïte ($\text{Sr}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$ – STS), capables de fonctionner à haute fréquence (≥ 30 MHz) et à haute température (jusqu'à 900 °C). Le travail a porté sur l'élaboration et l'optimisation de vitrocéramiques, en étudiant l'influence de la fraction et de la composition du verre résiduel, de la microstructure et de l'orientation cristallographique préférentielle sur les propriétés thermoélastiques et acoustiques. Les caractérisations ultrasonores des capteurs ont montré une génération et une propagation efficaces des ondes SAW avec une atténuation modérée et des amplitudes élevées, garantissant de bons rapports signal/bruit. Les capteurs SAW développés à 30 MHz ont démontré leur fonctionnalité jusqu'à 940 °C, avec une plage située entre 300 et 700 °C particulièrement stable en fréquence, caractérisée par un faible coefficient de température de fréquence (TCF). L'étude a également mis en évidence le lien direct entre la réponse fréquentielle et les propriétés thermoélastiques du matériau, notamment l'influence de la transition commensurable-incommensurable de la fresnoïte sur la dilatation thermique et les constants élastiques. Enfin, les aspects technologiques liés à la tenue des électrodes, aux phénomènes de fuite électrique et à la connectique ont été analysés afin d'améliorer la robustesse des dispositifs. Ces résultats démontrent que les vitrocéramiques polaires à base de STS constituent des substrats prometteurs pour le développement de capteurs SAW haute fréquence et haute température adaptés aux applications industrielles en environnements extrêmes.

Mots-clés : Capteur SAW, Vitrocéramique polaire, Fresnoïte (STS), Haute température, Haute fréquence, Transducteur interdigité (IDT), Propriétés thermoélastiques, TCF.