

Joachim MONTOUSSÉ

Physique des couches minces ferroélectriques fabriquées par procédé Smart Cut™

Résumé :

La croissance rapide des technologies associées à la 5G demande une quantité de composants radiofréquences pour assurer la communication entre équipements connectés. Parmi ces composants, les filtres à ondes de surface (SAW), offrent la meilleure performance actuelle, tout en réduisant le coût de fabrication et en limitant la consommation de matériaux par rapport aux composants à ondes de volume (BAW). L'expertise de Soitec dans le report de couches minces sur substrat isolant par Smart Cut™ lui permet de proposer des substrats piézoélectriques sur isolant (POI) à base de tantalate de lithium (LiTaO_3) dont les caractéristiques RF en font d'excellents substrats pour les composants SAW. En offrant une isolation électrique permettant de confiner l'énergie acoustique à la surface de la couche piézoélectrique, et en limitant la dérive en température, ils augmentent significativement les performances des filtres SAW et élargissent leurs champs d'application. Le procédé Smart Cut™ permet de fabriquer des substrats dont la qualité est meilleure que celle des substrats réalisés par polissage, tout en consommant beaucoup moins de matériau piézoélectrique. Ce travail dresse un bilan des caractéristiques piézo- et ferroélectriques du LiTaO_3 massif et sous forme de substrat POI. Cet état des lieux permet de modéliser ces performances et propriétés pour mieux connaître ces substrats et étendre leur utilisation. Enfin, le modèle proposé a été mis en œuvre pour proposer des solutions d'amélioration des couches minces de LiTaO_3 .

Mots clés : Ferroélectricité, couches minces, piézoélectricité, Piezoresponse Force Microscopy, Smart Cut™, domaines ferroélectriques

Physics of thin ferroelectric films made by Smart Cut™ process.

Summary:

The rapid growth of 5G-related technologies necessitates a vast quantity of radiofrequency components to ensure seamless communication between connected devices. Among these components, Surface Acoustic Wave (SAW) filters currently offer the highest performance levels, while simultaneously reducing manufacturing costs and limiting material consumption compared to Bulk Acoustic Wave (BAW) components. Leveraging its expertise in thin-film transfer onto insulating substrates via the Smart Cut™ process, Soitec provides Piezoelectric-on-Insulator (POI) substrates based on lithium tantalate (LiTaO_3). The radiofrequency characteristics of these materials make them excellent candidates for SAW devices. By providing electrical insulation that confines acoustic energy to the surface of the piezoelectric layer and by limiting thermal drift, these substrates significantly enhance the performance of SAW filters and broaden their fields of application. Furthermore, the Smart Cut™ process enables the fabrication of substrates with superior quality compared to those produced by conventional grinding and polishing, while consuming considerably less piezoelectric material. This work presents a comprehensive assessment of the piezo- and ferroelectric characteristics of LiTaO_3 , both in its bulk form and as a POI substrate. This study allows for the modeling of these properties and performances to gain a deeper understanding of these substrates and to extend their utility. Ultimately, the proposed model has been implemented to suggest solutions for the optimization and improvement of LiTaO_3 thin films.

Keywords : Ferroelectricity, thin layers, piezoelectricity, Piezoresponse Force Microscopy, Smart Cut™, ferroelectric domains