

ランガサイト系圧電単結晶を用いた 広範囲温度対応 2 層構造厚みすべり振動子の設計

Design of double layered thickness shear resonator for wide temperature range using Langasite-type piezoelectric single crystal

東北大金研¹, 東北大 NICHe², XMAT³

○(M1)大和田悠介¹, 大橋雄二², 面政也³, 横田有為², 黒澤俊介², 鎌田圭², 佐藤浩樹²,
豊田智史², 吉野将生¹, 山路晃広¹, 吉川彰^{1,2}

IMR Tohoku Univ.¹, NICHe Tohoku Univ.², XMAT³

○(M1)Yusuke Owada¹, Yuji Ohashi², Masaya Omote³, Yuui Yokota², Shunsuke Kurosawa²,
Kei Kamada², Hiroki Sato², Satoshi Toyoda², Masao Yoshino¹, Akihiro Ymaji¹, Akira Yoshikawa^{1,2}

E-mail: owada@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】ランガサイト系単結晶は、水晶に比べ電気機械結合定数が2~3倍と高く、さらにその融点(~1400°C)まで相転移点がなく、高温域で高い電気抵抗率を持つという特長を有しており、燃焼圧センサー等への応用が期待されてきた。我々のグループではオーダー型のランガサイト系単結晶の一つであるCa₃TaGa₃Si₂O₁₄[CTGS]に着目し、その特性向上や新規応用展開を目指して、CTGSのGaサイトにAlやScを置換したCa₃Ta(Ga_{1-x}Al_x)₃Si₂O₁₄[CTGAS]や、Ca₃Ta(Ga_{1-x}Sc_x)₃Si₂O₁₄[CTGSS]に関する研究を行ってきた。その結果、水晶振動子と比べ小型で低消費電力な厚みすべり振動子への応用の可能性を見出してきた。しかしこれら振動子の共振周波数温度安定性は必ずしも十分ではなく、上記の元素置換で温度特性の改善を実現することは容易ではなかった。そこで本研究では、異なる温度特性を持つ2種類のカット角基板を貼り合わせた2層構造を有する厚みすべり振動子(Fig. 1)により、共振周波数の温度依存性を改善する新規構造を提案する。本報告では、CTGS単結晶を取り上げ、貼り合わせ構造に最適なカット角の導出を数値計算により行った。

【計算方法】CTGS に対する材料定数(弾性定数、圧電定数、誘電率、密度)とそれらの温度係数[1, 2]を用いて計算した回転 Y 軸方向伝搬 X 軸偏波の横波音速と、対応する方位の線膨張係数から各方位に対する共振周波数変動の温度依存性を算出した。得られた結果の中から、厚みの比を調整して貼り合わせることでより温度に対する周波数変動が最小になる組み合わせを導出した。

【結果】計算で得られた共振周波数変動は、方位に依存して正の温度係数を持つものや負の温度係数を持つものが存在した。正の温度係数として 122°Y、負の温度係数として 171°Y のカット角を選択し、厚さ比 $x=0.245$ で貼り合わせた場合の振動子の最大周波数変化は 20 ppm となった(Fig.2)。CTGS 単層で最大周波数変化が最小となるカット角では 119 ppm であることから、共振周波数変動の大幅な改善が見込める。

[1]Y. Ohashi, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**(2016) 07KB06.

[2]Y. Ohashi, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **56**(2017) 07JB03.

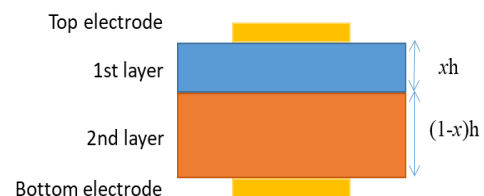


Fig. 1 Concept of double layered resonator

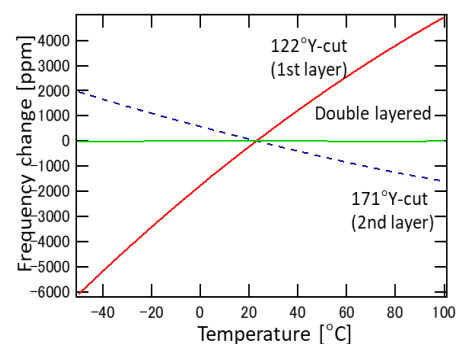


Fig. 2 Frequency changes for 122°Y-cut, 171°Y-cut, and double layered resonators