

ランガサイト系圧電単結晶における 結晶構造と線膨張係数の関係に関する検討

Relationship between crystal structure and coefficient of thermal expansion on Langasite-type piezoelectric single crystals

東北大 NICHe¹, 東北大金研²

○大橋雄二¹, 横田有為¹, 吉野将生², 山路晃広², 黒澤俊介¹,

鎌田圭¹, 佐藤浩樹¹, 豊田智史¹, 吉川彰^{1,2}

NICHe Tohoku Univ.¹, IMR Tohoku Univ.²

○Yuji Ohashi¹, Yuui Yokota¹, Masao Yoshino², Akihiro Ymaji², Shunsuke Kurosawa¹,

Kei Kamada¹, Hiroki Sato¹, Satoshi Toyoda¹, Akira Yoshikawa^{1,2}

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

【緒言】ランガサイト系単結晶は水晶と同じ三方晶系点群32に属し、 $A_3BC_3D_2O_{14}$ のような基本構造を有する酸化物単結晶である。水晶に比べ電気機械結合定数が2~3倍高く、融点まで相転移点がないことから高温でのセンシング用材料として期待されてきた。これまで筆者らは、ランガサイト系単結晶である $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$ [CTGS]や $Ca_3NbGa_3Si_2O_{14}$ [CNGS]のGaサイトを別元素で置換した $Ca_3Ta(Ga_{1-x}Al_x)_3Si_2O_{14}$ [CTGAS]、 $Ca_3Ta(Ga_{1-x}Sc_x)_3Si_2O_{14}$ [CTGSS]、 $Ca_3Nb(Ga_{1-x}Al_x)_3Si_2O_{14}$ [CNGAS]を開発し、小型で低消費電力な振動子への応用の可能性を見出してきた。Gaサイトを異なるイオン半径の元素で置換することで、弾性定数や圧電定数およびそれらの温度係数が置換量に関して線形に変化することを明らかにした[1, 2]。振動子の共振周波数の制御には、基板中を伝搬する音波の音速と基板の厚みの制御が必要となる。音速は前述の弾性定数や圧電定数等を把握することで求められるが、基板厚みと直接関連する線膨張係数については必ずしもその挙動が明らかではなかった。そこで本報告では、ランガサイト系単結晶構造における線膨張係数の挙動を把握するための検討を行う。

【検討方法】前述の CTGS、CNGS、CTGAS、CTGSS、CNGAS の他、 $La_3Ga_5SiO_{14}$ 、 $La_3Ta_{0.5}Ga_{5.5}O_{14}$ 、 $La_3Nb_{0.5}Ga_{5.5}O_{14}$ 、 $Sr_3TaGa_3Si_2O_{14}$ 、 $Sr_3NbGa_3Si_2O_{14}$ 等を取り上げ、各組成について1次の線膨張係数(a軸方向： α_{11} 、c軸方向： α_{33})と、格子定数から求められる単位格子の体積の関係を求めた(Fig. 1)。

【結果】Fig. 1の結果を見ると、単位格子の体積が大きいほど線膨張係数が小さくなる傾向があることがわかる。これは、格子サイズを大きくすることで、内部に熱膨張を吸収するための空間ができていないため、線膨張係数が小さくなる傾向があるものと考えられる。今後、より詳細を調べていくことで、デバイス応用に適した組成探索のための指針になることが期待される。

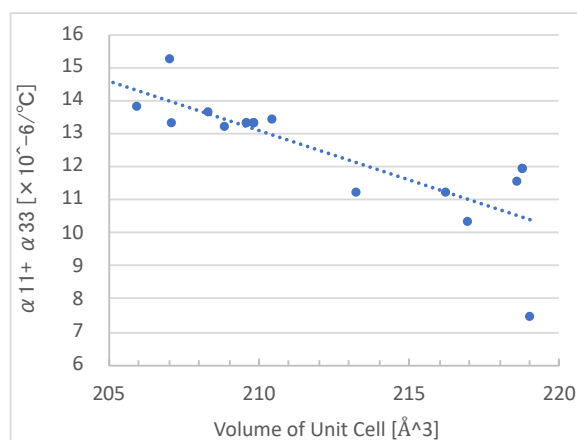


Fig. 1 Relationship between volume of unit cell and thermal expansion coefficient for langasite-type single crystals.

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

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