

Ca₃Ta(Ga_xAl_{1-x})₃Si₂O₁₄ 圧電単結晶の 育成と圧電特性における Al 置換効果

Effects of Al substitution on growth and piezoelectric properties of

Ca₃Ta(Ga_xAl_{1-x})₃Si₂O₁₄ single crystals

○工藤 哲男¹、横田 有為²、大橋 雄二¹、庄子 育宏^{1,3}、鎌田 圭^{2,3}、黒澤 俊介^{1,2}、吉川 彰^{1,2,3}

(1.東北大金研、2.東北大 NICHe、3.C&A)

○Tetsuo Kudo¹, Yuui Yokota², Yuji Ohashi¹, Yasuhiro Shoji^{1,3}, Kei Kamada^{2,3}, Shunsuke Kurosawa^{1,2},
and Akira Yoshikawa^{1,2,3} (1.IMR Tohoku Univ., 2. NICHe Tohoku Univ., 3.C&A)

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

【緒言】ランガサイト型圧電結晶は水晶に次ぐ周波数温度係数(TCF)を有し、水晶より低いインピーダンスを示すことから、次世代通信用の低周波数領域の小型振動子材料として期待されている。また1300°C以上の融点までキュリー点を持たないことから高温環境下で使用可能な圧力センサへの応用も検討されている。我々はランガサイト型圧電結晶の中でもオーダー型構造を有するCa₃TaGa₃Si₂O₁₄(CTGS)に着目し、そのGaサイトをAlイオンで置換したCa₃Ta(Ga_xAl_{1-x})₃Si₂O₁₄(CTGAS)に関して研究を行ってきた。前回の秋季講演会では $x = 0.5, 1$ のCTGASについて1インチバルク結晶の育成と圧電特性について報告した[1]。しかし、 $x = 1$ の単結晶育成が困難であったため、 $x = 0.5$ の結晶に対する圧電特性しか計測できなかった。そこで今回はAl置換量の種類を増やしてCz法による複数のCTGAS単結晶の育成と、それらの圧電特性のAl置換量依存性について検討した。

【実験方法】CaCO₃, Ta₂O₅, β-Ga₂O₃, α-Al₂O₃, SiO₂の原料粉末をCa₃Ta(Ga_xAl_{1-x})₃Si₂O₁₄ ($x = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$)の仕込み組成で秤量および混合し、その混合粉末を用いてCz法により結晶育成を行った。直径50 mmのIr坩堝を使用し、種結晶としてCTGAS結晶を用いた。育成雰囲気はAr+2%O₂、引き上げ速度は0.05 - 0.10 mm/hとした。作製した結晶は背面反射ラウエ法を用いて方位を確認して切断し、圧電評価用のX-cut試料を作製した。インピーダンスアナライザを用いた共振法により圧電定数 d_{11} および電気機械結合係数 k_{12} を測定した。

【結果・考察】Cz法により育成したCTGAS単結晶を図1に示す。Al置換量0%, 25%, 50%では気泡やクラックを含まない結晶が育成できた。一方、Al置換量75%の結晶では結晶中心部に気泡が見られ、クラックの発生が確認された。これは、育成中の固液界面が上に凸になったことが原因であると考えられる。次に共振法により得られた共振・反共振周波数から算出した d_{11} および k_{12} を図2に示す。 d_{11} および k_{12} はAl置換量の増加に伴い単調に増加した。この結果から、CTGAS結晶はAl置換の効果により圧電特性が向上し、より高性能な圧電デバイスへの応用が期待される。

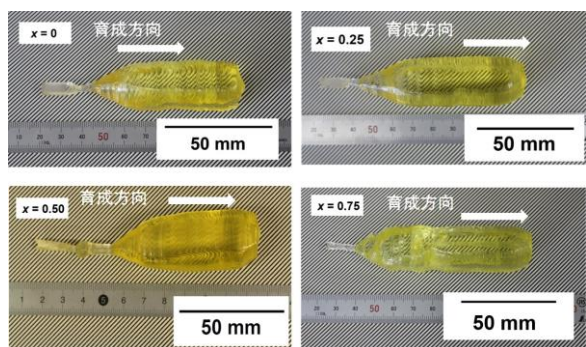


図1 Cz法により育成したCTGAS単結晶

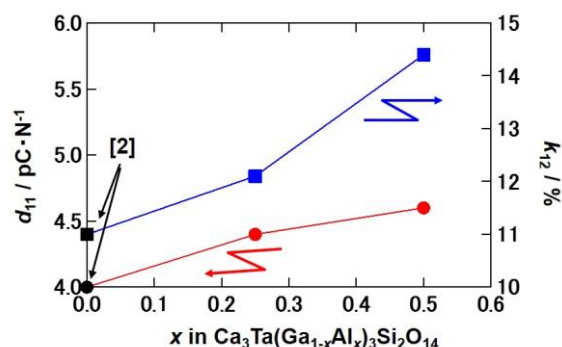


図2 CTGAS単結晶における d_{11}
および k_{12} の Al 置換量依存性

[1] 工藤, 吉川ら 2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会

[2] S. Zhang, Y. Zheng *et al*, J. Appl. Phys. 105, 114107 (2009)