$Ca_3Ta(Ga_{1-x}Sc_x)_3Si_2O_{14}$圧電単結晶の音響特性における Sc 置換効果
Effects of Sc substitution on Acoustic Properties of $Ca_3Ta(Ga_{1-x}Sc_x)_3Si_2O_{14}$ Piezoelectric Single Crystals

[1]東北大金研, [2]東北大NICHe, [3]Piezo Studio, [4]C&A, [5]山形大理
○(M2)五十嵐悠[1], 横田有為[2], 大橋雄二[2,3], 井上憲司[3], 庄子育宏[4], 山路晃広[1], 吉野将生[1], 黒澤俊介[2,5], 鎌田圭[2,3,4],吉川彰[1,2,3,4]
[1]IMR Tohoku Univ., [2]NICHe Tohoku Univ., [3]Piezo Studio, [4]C&A, [5]Yamagata Univ.
○(M2)Yu Igarashi[1], Yuui Yokota[2], Yuji Ohashi[2,3], Kenji Inoue[3], Yasuhiro Shoji[4], Akihiro Yamaji[1], Masao Yoshino[1], Shunsuke Kurosawa[2,5], Kei Kamada[2,3,4], Akira Yoshikawa[1,2,3,4]
E-mail: y-igarashi@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】ランガサイト型圧電単結晶の一種である $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$ [CTGS]は、現在広く普及している水晶振動子に比べ低いインピーダンスを示し、小型で低消費電力、さらに高い周波数安定性を持つ新規振動子としての活用が期待されている。さらにその Ga^{3+}サイトをより小さいイオン半径を有する Al^{3+}イオンで置換した $Ca_3Ta(Ga_{1-x}Al_x)_3Si_2O_{14}$ [CTGAS]単結晶を育成しその圧電特性評価を行ったところ、Al 置換量の増加に従って圧電定数 d_{11} および電気機械結合係数 k_{12} が系統的に増加することを明らかにした[1]。一方、Al 置換量の増加に従って周波数温度安定性の低下が見られており、高い温度安定性が求められるデバイスへの応用にとっては Al 置換は不利に働くことが予想される。そこで、我々は前回の報告で、周波数温度安定性の向上を目的に、CTGS の Ga サイトをより大きいイオン半径を有する Sc^{3+}イオンで置換した $Ca_3Ta(Ga_{1-x}Sc_x)Si_2O_{14}$ [CTGSS]単結晶の育成を試み、CTGSS (x = 0.1)に関して 1 インチ径のバルク単結晶を得たことを報告した[2]。今回はそのバルク単結晶の組成分布と詳細な音響特性評価を行ったため、その結果に関して報告するとともに、CTGSS 単結晶の音響特性における Sc 置換効果を明らかにする。

【実験方法】Cz 法により定比組成で育成した CTGSS (x = 0.1)単結晶に関して、その直胴部分の育成開始部と育成終端部を径方向に切断することでウエハー状の試料を作製し、EPMA により面内の組成分布を行った。さらに、X、Y、Z、35° Y、145° Y カットの約 2 mm 厚の試料を切り出し、鏡面研磨した。それらの研磨試料を用いて UMS 法により各伝搬方向でのバルク波音速を 20℃、23℃、26℃の 3 条件でそれぞれ測定した。測定したバルク波音速の値と密度、静電容量から各種材料定数を算出し、さらに最適カット角付近での共振周波数の温度依存性についてインピーダンスアナライザを用いて測定・評価した。

【実験結果】育成した CTGSS (x = 0.1)単結晶の直胴部分の育成開始部と育成終端部において、径方向での大きな組成変化は見られなかったが、Sc 置換量は育成開始部で 5.8%、育成終端部で 6.8%となり、育成方向への偏析があることが分かった。また、UMS 法で算出したほぼ全ての材料定数は、Al 置換の場合に比べて逆方向への変化を示しており、Ga サイトの平均イオン半径の変化が材料定数の変化に大きく寄与していることが明らかとなった。組成分析および音響特性の詳細な評価結果に関しては当日報告する。

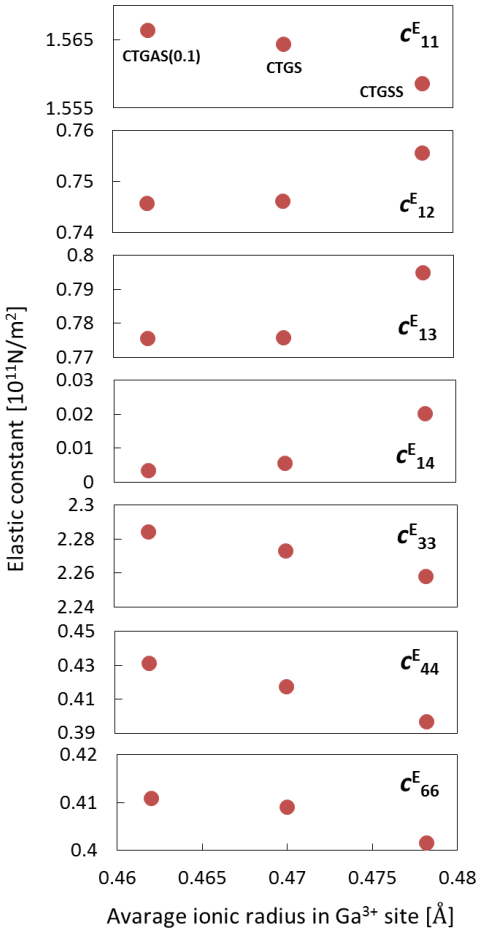

Fig. Elastic constants of CTGSS, CTGS, and CTGAS(0.1)[1].

[1] Y. Ohashi, A. Yoshikawa *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **55** (2016) 07KB06.
[2]五十嵐,吉川ら 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 8a-A201-7 (2017)

© 2018年 応用物理学会