

Ca₃Nb(Ga, Al)₃Si₂O₁₄ 単結晶の音響特性に対する Al 置換量依存性

Al Substitution Dependence of Acoustic Properties for Ca₃Nb(Ga,Al)₃Si₂O₁₄ Single Crystals

東北大金研¹, (株)Piezo Studio², 東北大 NICHe³, (株)C&A⁴

○大橋雄二^{1,2}, 荒川元孝³, 横田有為³, 井上憲司², 山路晃広¹,

黒澤俊介³, 鎌田 圭^{2,3,4}, 吉川 彰^{1,2,3,4}

IMR, Tohoku Univ.¹, Piezo Studio², NICHe, Tohoku Univ.³, C&A⁴

○Yuji Ohashi^{1,2}, Mototaka Arakawa³, Yuui Yokota³, Kenji Inoue², Akihiro Yamaji¹,

Shunsuke Kurosawa³, Kei Kamada^{2,3,4}, and Akira Yoshikawa^{1,2,3,4}

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

【背景と目的】 Ca₃NbGa₃Si₂O₁₄ [CNGS]単結晶は水晶に比べ電気機械結合係数が大きく、1300℃を超える融点まで相転移点がなく、水晶に近い周波数温度係数であるうえ、インピーダンスが小さい特徴を有する。このため、CNGS 単結晶は燃焼圧センサーや小型で低周波数用振動子の圧電材料の一つとして期待されている。以前の報告[1]で、希少元素である Ga を Al で置換した直径1インチのCa₃Nb(Ga_{0.75}Al_{0.25})₃Si₂O₁₄ [CNGAS(0.25)]バルク単結晶 (Al 置換量 25%) に対して音響特性を評価し、一部の圧電定数が向上したことを報告した。本報告では、さらに Al 置換量 50%[CNGAS(0.50)]のバルク単結晶を育成し、平面超音波材料解析(PW-UMC)システム[2]によるバルク波音速測定を行い、CNGAS(x)におけるx=0, 0.25, 0.50の音響特性について Al 置換量 x 依存性について検討する。

【実験方法】 チョクラスキー法により直径1インチ、長さ約 60 mm の Ca₃Nb(Ga_{0.50}Al_{0.50})₃Si₂O₁₄ [CNGAS(0.50)]単結晶を育成した。この CNGAS(0.50)単結晶インゴットから音速測定用として 2 mm 厚さの5種類のカット面の試料基板 (X-, Y-, Z-, 40°Y-, 145°Y-cut) を準備した。これらの試料に対し PW-UMC システムにより室温でのバルク波音速 (縦波音速、横波音速) 測定を行った。密度はアルキメデスの原理に基づき、クラック等の無い残りのブロックを用いて測定した。

【実験と結果】 測定結果のうち縦波音速を Fig. 1 に、横波音速を Fig. 2 に、密度を Fig. 3 に示す。測定したバルク波音速は、Al 置換量 x に関して線形に変化した。また、原子量の大きな Ga を原子量の小さい Al で置換したことで密度は x に関して線形に減少した。これらの関係から、弾性定数、圧電定数の Al 置換量依存性も x に関して線形に変化することが予測される。今後、X-, Z-cut 基板に対する誘電率計測も加えて材料定数の決定を行い、当日会場で発表する予定である。

【参考文献】

- [1] J. Kushibiki and M. Arakawa: J. Acoust. Soc. Am. 108 (2000) 564.
- [2] 大橋他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-2K-6 (2015).

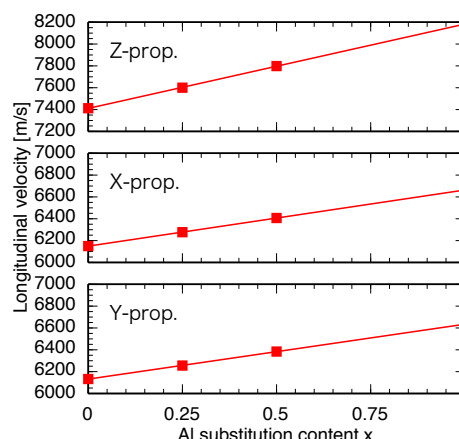


Fig. 1 Al substitution dependence of longitudinal wave velocities for CNGAS(x) single crystals.

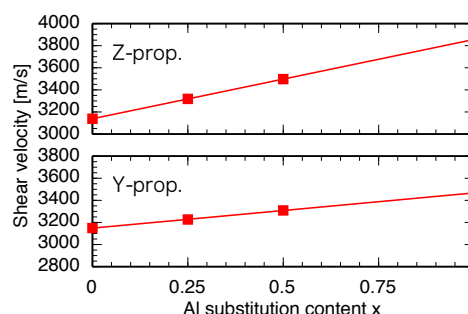


Fig. 2 Al substitution dependence of shear wave velocities for CNGAS(x) single crystals.

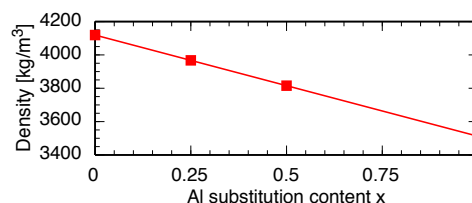


Fig. 3 Al substitution dependence of density for CNGAS(x) single crystals.