

Ca₃Ta(Ga_{1-x}Al_x)₃Si₂O₁₄ (x = 0, 0.25, 0.5, 0.75) 圧電単結晶における音響特性の Al 置換量依存性

Al Substitution level dependence of acoustic properties for

Ca₃Ta(Ga_{1-x}Al_x)₃Si₂O₁₄ (x = 0, 0.25, 0.5, 0.75) 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 Kurosawa²,

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よりも大きな電気機械結合係数を有し、低周波数領域において低いインピーダンスを示すことから、次世代用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_{1-x}Al_x)₃Si₂O₁₄(CTGAS_x)に関して研究を行ってきた。前回の秋季講演会では CTGAS_x (x = 0, 0.25, 0.5) の 1 インチバルク単結晶の結晶育成と、その圧電特性について報告した[1]。今回は CTGAS 結晶における音響特性の Al 置換量依存性を明らかにするため、新たに CTGAS_x (x = 0.75) 単結晶を育成し、異なる Al 置換量の CTGAS 単結晶の音響関連物理定数 (弾性定数、圧電定数、誘電率、密度) の測定・評価を行なった。

【実験方法】 Cz 法により育成した CTGAS_x (x = 0, 0.25, 0.5, 0.75) 単結晶の結晶方位を背面反射ラウエ法を用いて決定し、厚さ 2 mm の試料基板(X-, Y-, Z-cut)を作製した。この試料を用いて平面超音波材料解析(PW-UMC)システム[2]により室温におけるバルク波音速(縦波、横波)測定を行なった。誘電率は厚さ 0.2 mm の X-, Z-cut 基板を作製し、容量測定により決定した。密度はアルキメデス法により測定した。

【結果・考察】 PW-UMC システムにより測定した縦波音速を図 1 に示す。X, Y, Z の全ての伝搬方向において Al 置換量が増加するとともに音速が単調に増加することが明らかになった。またアルキメデス法により決定した密度を図 2 に示す。密度は Al 置換量の増加に伴い直線的に減少することが分かった。また、圧電定数 d_{11} は Al 置換量の増加によって向上したことが確認された。横波の音速および弾性定数等のより詳細な評価結果およびその考察に関しては当日報告する。

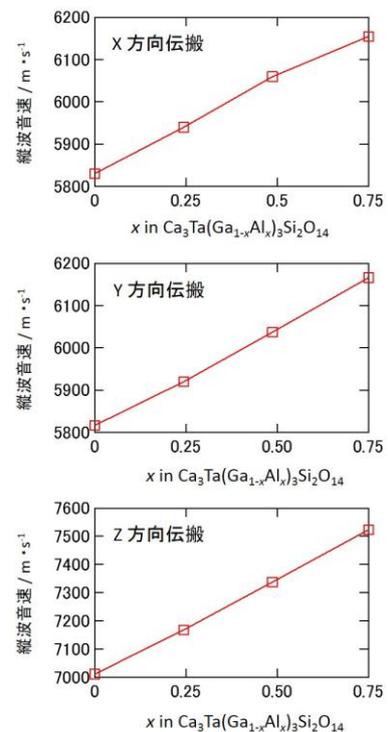


図 1 X, Y, Z 方向伝搬における縦波音速の Al 置換量依存性

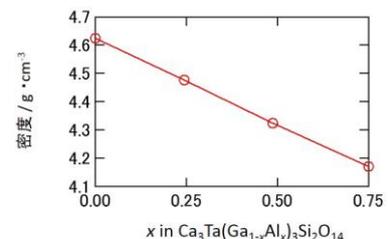


図 2 密度の Al 置換量依存性

[1] 工藤, 吉川ら 2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-2K-5

[2] J. Kushibiki and M. Arakawa : J. Acoust.Soc.Am. 108 (2000) 564