

直線集束ビーム超音波材料解析システムによる $\text{Ca}_3\text{Ta}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ 単結晶の均質性評価法

A Method for Evaluating Homogeneity of $\text{Ca}_3\text{Ta}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ Single Crystal by the Line-Focus-Beam Ultrasonic Material Characterization System

○大橋雄二¹、工藤哲男¹、横田有為²、庄子育宏³、黒澤俊介^{1,2}、鎌田圭^{2,3}、吉川彰^{1,2,3}

(1. 東北大金研、2. 東北大 NICHe、3. C&A)

○Yuji Ohashi¹, Tetsuo Kudo¹, Yuui Yokota^{1,2}, Yasuhiro Shoji³, Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Kei

Kamada^{2,3}, and Akira Yoshikawa^{1,2,3} (1. IMR Tohoku Univ., 2. NICHe Tohoku Univ., 3. C&A)

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

【背景と目的】 ランガサイト型単結晶は高温環境下で動作する圧力センサーや、弾性表面波(SAW)・バルク波(BAW)を用いた次世代通信用の振動子やフィルター等の圧電デバイス材料として期待されている。 $\text{Ca}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ (CTGS)はその候補の一つである。CTGS に含有する高価な原料である Ga を削減するために、チョクラルスキー(CZ)法により CTGS の Ga を Al で 50%置換した $\text{Ca}_3\text{Ta}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ (CTGAS) 単結晶の育成に成功した。本結晶を実際の圧電デバイスへ応用していく上では、均質な結晶を育成することが重要である。本報告では、直線集束ビーム超音波材料解析(LFB-UMC)システムを用いて結晶の均質性を評価する方法について検討を行う。

【実験方法と結果】 CZ 法により育成した Y 軸引き上げの CTGAS 単結晶インゴットを準備した。結晶のサイズは $1 \text{ inch}^\Phi \times 60 \text{ mm}^L$ である。このインゴットから Y-cut 基板を切出し両面光学研磨した試料を準備した。この試料に対し LFB-UMC システムを用いて水を負荷した試料表面上を伝搬する漏洩弾性表面波(LSAW)の速度を 225 MHz にて測定した。図 1 は異なる伝搬方向の LSAW 速度の分布を測定した結果を示す。図 1 において、座標(5 mm, 2 mm)の辺りを中心として同心円状の速度変化が観測される。図 2 は図 1 の X 軸伝搬の結果を横軸に、Z 軸伝搬の結果を縦軸にして両者の関係をプロットした結果である。図 2 において、○は CTGS と CTGAS に対して決定した材料定数を用いて計算した結果、実線は○の計算結果に対する近似直線、青点と橙点はそれぞれ図 1 の結果の結晶中心部と結晶周辺部のデータであることを示している。図 2 において青点の結果が計算値の実線上の並んでいることがわかる。したがって、結晶中心部での速度変化は Al 置換量のわずかな変動に起因するものであると言える。一方、橙点は実線上には並んでいないため、結晶周辺部での速度変化は他の要因によるものであると考えられる。本超音波手法によれば、結晶内の組成変動を圧電デバイス特性に影響を与える速度変動として評価することができる。

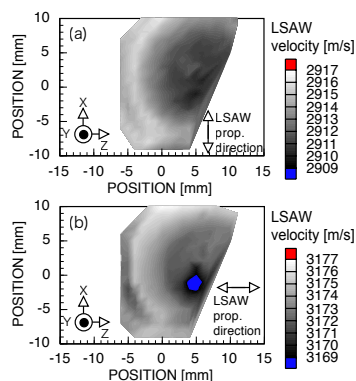


図 1 Y-cut CTGAS 単結晶試料に対する LSAW 速度分布。

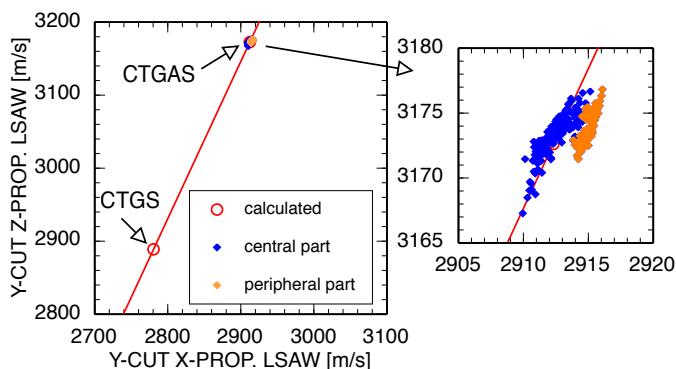


図 2 図 1 の X 軸伝搬(a)と Z 軸伝搬(b)の LSAW 速度の関係。