Ca₃Ta (Ga_{0.5}Al_{0.5})₃Si₂O₁₄単結晶の Al 置換による 音響特性への影響の検討

A Study of Influence in Acoustic Property due to Al Substitution in

Ca₃Ta(Ga_{0.5}Al_{0.5})₃Si₂O₁₄ Single Crystal

⁰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用の圧力センサーや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。その一つである Ca₃TaGa₃Si₂O₁₄ (CTGS)は Ga 原料が高価であるため、我々はチョクラルスキー(CZ)法により CTGS の Ga を Al で置換した結 晶の開発を進め、置換量 50%の Ca₃Ta(Ga_{0.5}Al_{0.5})₃Si₂O₁₄ (CTGAS) 単結晶の開発に成功した。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と共に、その評価技 術が重要である。本報告では、CTGAS の音響特性変動の要因について、直線集東ビーム超音波材 料解析(LFB-UMC)システムを用いて Al 置換量依存性に着目した評価手法の検討を行う。

【数値計算】 LFB-UMC システムで測定される漏洩弾性表面波(LSAW)速度において、CTGAS に対する Al 置換量依存性の数値計算を行う。CTGS および CTGAS 単結晶に対して決定した材料 定数(弾性定数、圧電定数、誘電率、密度)を用いて *X*-、*Y*-、*Z*-cut の基本 3 面の LSAW 速度を計算 した結果を図 1 に示す。Al 置換量に対する速度変動が最も大きい(すなわち感度の高い)カット・ 伝搬方向は *X*-cut と *Y*-cut の *Z* 軸伝搬および *Z*-cut *Y* 軸伝搬の LSAW であった。

【実験と結果】CZ 法により育成した Y 軸引き上げの CTGAS 単結晶(1 inch^Φ×60 mm^L)から X-cut 基 板試料を準備した。この試料に対し LFB-UMC システムを用いて 2 種類の伝搬方向の LSAW 速度 分布を 225 MHz にて測定した(図 2)。図 2 において、y=9 mm の辺りが結晶最外周部、y=-3 mm の 辺りが結晶中心軸に相当する。図 2 の結果では、結晶外周部と中心部で大きな速度差が見られる。 図 3 は図 2 の Y 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 3 において、実線は図 1 の CTGS と CTGAS の計算結果を結んだ直線、点は図 2 の対応する位置のデータの関係を示しており、青点はy=-6~0 mm、緑点はy=1~4 mm、橙点はy=5~7 mm の範囲のデータを色分けして示している。図 3 において青点の結果が計算値の実線上に並 んでいるため、結晶中心部での速度変化は単純に Ga のサイトに AI が置換されたときのわずかな 組成変動に起因するものであると言える。一方、緑点や橙点は実線上には並んでいないため他の 要因によるものであると考えられる。特に、外周部ではZ 軸伝搬の速度のみ大きく変化しており、 中間部と外周部でも異なる要因の速度変化が生じていることが示唆される。





LSAW 速度分布.



図3 図2のY軸伝搬とZ軸 伝搬のLSAW 速度の関係.