

平面超音波材料解析システムによる

 $\text{Ca}_3\text{Nb}(\text{Ga}_{0.75}\text{Al}_{0.25})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ 単結晶の音響関連物理定数の測定Measurements of Acoustical Physical Constants for $\text{Ca}_3\text{Nb}(\text{Ga}_{0.75}\text{Al}_{0.25})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ Single Crystal Using the Plane-Wave Ultrasonic Material Characterization System○大橋雄二¹、横田有為²、工藤哲男¹、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, Yuui Yokota², Tetsuo Kudo¹, Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Kei Kamada^{2,3}, andAkira 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】 $\text{Ca}_3\text{NbGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ [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。しかし、近年、レアメタルの価格が高騰しており、希少元素の使用を削減する努力がなされている。CNGS を構成している元素の中でも特に Ga の価格は非常に高い。一方、 $\text{La}_3\text{Ta}_{0.5}\text{Ga}_{5.5}\text{O}_{14}$ [LTG]の場合、LTG の Ga サイトに Al を置換することで、電気抵抗率や圧電定数が向上したという報告がある。我々のグループでは、チョクラルスキー法により Al をドーブした CNGS の育成を試み、Al 置換量 25%の直径 1 インチの $\text{Ca}_3\text{Nb}(\text{Ga}_{0.75}\text{Al}_{0.25})_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ [CNGAS]バルク単結晶の育成に成功した。そこで本報告では、平面超音波材料解析(PW-UMC)システム[1]によるバルク波音速測定を通して、CNGAS 結晶の音響関連物理定数（弾性定数、圧電定数、誘電率、密度）の測定を行なった。

【実験方法】 CNGAS 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-, 40.24°Y-, 144.98°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。また、誘電率は 0.5 mm 厚さの X-, Z-cut 基板を準備し、容量測定から決定した。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】 測定した密度は 3967.3 kg/m^3 で、CNGS の密度より 3.7%減少した。測定した音速値から弾性定数および圧電定数を決定した。その結果、特に圧電定数において共に上昇し、 $e_{11}=0.374 \text{ C/m}^2$ 、 $e_{14}=-0.415 \text{ C/m}^2$ であった。これらは、CNGS 単結晶のそれと比べてそれぞれ 5.9%、39.7%の上昇率に相当する。Al 置換の効果により圧電特性が向上する結果となったことから、より高濃度の Al 置換量の CNGAS を作製することでより低コストでより優れた圧電特性の結晶を得ることが期待される。

【参考文献】

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