

直線集束ビーム超音波材料解析システムを用いた X-cut ランガサイト型単結晶の方位決定の実験的検討

Experimental considerations for determining orientation of X-cut langasite type single crystals using line-focus-beam ultrasonic material characterization system

○大橋雄二¹、横田有為²、工藤哲男¹、庄子育宏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)

°Yuji Ohashi¹, Yuui Yokota², Tetsuo Kudo¹, Yasuhiro Shoji³, 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: ohashi@imr.tohoku.ac.jp

【背景と目的】直線集束ビーム超音波材料解析(LFB-UMC)システムは、水を負荷した試料基板表面を伝搬する漏洩弾性表面波(LSAW)速度の高精度計測を通して材料評価を行なうことができる[1, 2]。異方性材料に対しては、通常、測定試料基板面内の伝搬方向を変えて LSAW 速度を測定し、結晶の対称性を利用して結晶方位(伝搬方向)を確定している。しかし、三方晶系点群 32 に属するランガサイト型単結晶の場合、X-cut 基板では LSAW 速度の伝搬方向依存性のプロファイルがどの方位に関しても左右対称にならず、LSAW 速度測定値に対する放物線近似で方位決定する方法が利用できない場合がある。従来は、このような基板に対して X 線回折を用いて切出された基準試料面(オリエンテーションフラット)を利用してきた。しかしこの場合、特殊な治具を用いる必要があり、異なるサイズの試料を測定する場合に不便であると同時に、試料設置時のずれや、基準試料面の切出しずれが存在するため、必ずしも正確な方位決めができないといった問題があった。そこで本報では、ランガサイト型単結晶の $\text{Ca}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ (CTGS)の X-cut 基板を取り上げ、その Z 軸方位を決定する手法を提案し、実験的に実証を試みる。

【実験と考察】LFB-UMC システムにおける計測では、LSAW の他に漏洩擬似縦波(LSSCW)が励振・検出できる。このモードは、横波成分が主の LSAW とは異なり、縦波成分が主のモードであるため、関与する弾性定数や圧電定数の依存度が異なり、伝搬方向依存性のプロファイルも異なってくる。図 1 は、治具等を用いずに X-cut CTGS 基板を試料台にただ設置しただけの状態、基板面内の Z 軸伝搬近傍の $\pm 20^\circ$ の範囲において 1° ステップで測定した LSAW 速度および LSSCW 速度の伝搬方向依存性の結果である。各測定結果に対して放物線近似を行なって決定したピーク角度は、LSAW は -2.47° 、LSSCW は 1.38° であった。図 1(b)の LSSCW 速度のプロファイルから決定した速度ピークの方位を Z 軸方向伝搬であると仮定し、この方位を中心に $\pm 100^\circ$ の範囲において LSAW 速度の伝搬方向依存性を測定した。その結果を図 2 の実線で示す。比較のために計算値を点線で示す。図 2 の測定値と計算値のピーク方位はそれぞれ、 86.64° 、 86.78° であり、両者はよく一致した。このような手法が利用できたのは、三方晶と六方晶の違いを決定づけている弾性定数 c_{14} の成分が CTGS の場合、非常に小さく六方晶系に近い異方性を有していたことに起因すると考えられる。

[1] J. Kushibiki and N. Chubachi, IEEE Trans. Sonics Ultrason. Vol. SU-32, pp. 189-212 (1985).

[2] J. Kushibiki, et al., IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., Vol. 49, pp. 99-113 (2002).

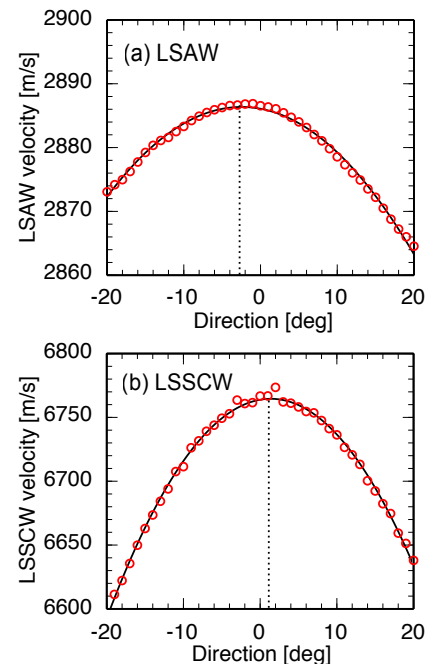


図 1 X-cut CTGS 単結晶基板に対する LSAW 速度(a)および LSSCW 速度(b)の Z 軸伝搬近傍の伝搬方向依存性の測定結果。○: 測定値. 実線: 測定値に対する放物線近似曲線。

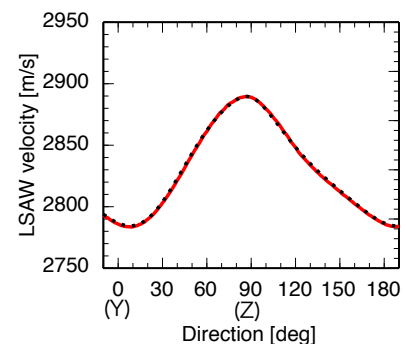


図 2 X-cut CTGS 単結晶基板に対する結晶方位決定後の LSAW 速度伝搬方向依存性の測定値(実線)と計算値(点線)の比較。