

三方晶系点群 32 結晶の定数決定精度の測定法による違いの検討 Examination of the Difference Arising from the Measurement Method of the Constant Determination Accuracy for Point Group 32 of Trigonal Crystal System

東北大院工¹, 富山県立大学², ○大橋雄二¹ 櫛引淳一¹ 安達正利²
Tohoku Univ.¹, Toyama Pref. Univ.², ○Yuji Ohashi¹, Jun-ichi Kushibiki¹, Masatoshi Adachi²
E-mail: ohashi@ecei.tohoku.ac.jp

1. まえがき

ランガサイト系単結晶は三方晶系点群 32 に属しており、水晶より大きな電気機械結合係数と α 水晶に次ぐ温度安定性を有しており、高安定共振器や高温下の温度・圧力センサー等への応用が期待されている。筆者らは $\text{La}_3\text{Ta}_{0.5}\text{Ga}_{5.3}\text{Al}_{0.2}\text{O}_{14}$ (LTGA) をはじめとするランガサイト系単結晶の高精度定数決定法の検討を行ってきた。その中で、超音波マイクロスペクトロスコピー (UMS) 技術により決定した定数と、従来の共振法により決定した定数では特定の定数 (特に c_{33}^E , e_{14}) において、温度係数に大きな食い違いが生じる場合が多いことを見出した。そこで本報告では、測定法に依存するものかどうかを、同じ結晶系点群に属し、古くから研究されている α 水晶を取り上げて検討する。

2. 定数比較

α 水晶の定数を決定している論文として [1-3] を取り上げて比較する。文献 [1] は、UMS 技術を用いて、室温近傍 (20、23、26°C) で決定した定数、文献 [2] は James 氏により Pulse-Echo 法を用いて測定された定数、文献 [3] は Koga 氏らにより共振法を用いて測定された定数である。それぞれの文献の定数と温度係数を用いて -50~100°C までの定数を求めて比較した。Fig. 1 に弾性定数 c_{33}^E と圧電定数 e_{14} の結果の例を示す。

c_{33}^E の結果において、点線 (UMS [1] の室温近傍の結果に対する近似直線) と、実線 (Pulse-Echo 法で決定された James [2] の結果) が非常によく一致していることがわかる。破線 (共振法により決定された Koga [3] の結果) は、室温近傍では他の結果と比較的よく一致しているが、室温から離れた温度のところでは、差が大きくなっている。他の弾性定数の結果は、いずれも上記の温度範囲全体で比較的良く一致した。

Fig. 1 の e_{14} の結果において、Koga らの結果の温度係数だけが他と異なっている。 e_{11} については、いずれもよく一致した。

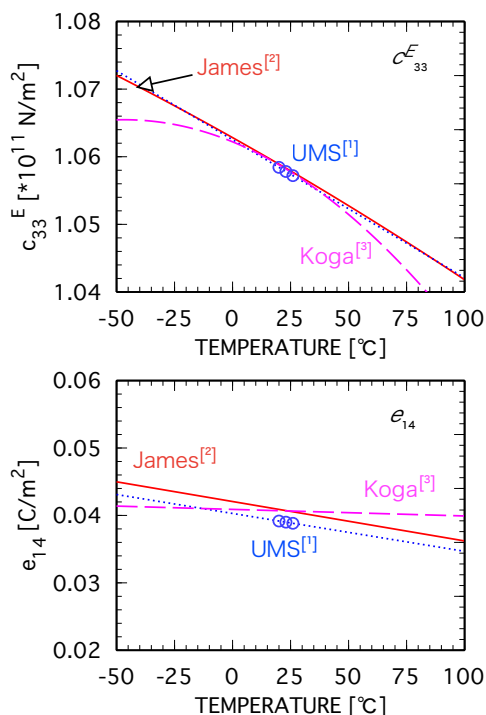


Fig. 1 Comparisons of temperature dependences of elastic constant c_{33}^E and piezoelectric constant e_{14} .

3. 検討

UMS 技術による測定と Pulse-Echo 法による測定は、外部に励振源を持ち、基本的に計測に必要なモードだけを圧電との結合に関係なく励振できるが、共振法は試料に直接電極を形成し、圧電性との結合を利用して振動させるため、定数を求める関係式が複雑になりやすい。また、全面電極の場合、試料形状に依存して、端面での反射などの不要なモードも励振されるため、感度の小さい定数は影響を受けやすい。

4. まとめ

共振法による定数決定における問題点を、水晶の定数を例に取り上げ、UMS 技術、Pulse-Echo 法との比較から検討した。

文献 [1] J. Kushibiki et al., IEEE Trans. UFFC, **49** (2002) 125. [2] B. J. James, IEEE Freq. Contr. Symp. (1988) 146. [3] I. Koga et al., Phys. Rev. **109** (1958) 1467.