

# ランガサイト型結晶 $\text{Ba}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ の圧電特性評価

## Piezoelectric properties of langasite-type $\text{Ba}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ single crystals

東工大物質理工 〇(M1)白井晴紀・保科拓也・鶴見敬章・武田博明\*

Tokyo Tech., 〇Haruki Usui, Takuya Hoshina, Takaaki Tsurumi, Hiroaki Takeda\*

\*E-mail: htakeda@ceram.titech.ac.jp

【緒言】ランガサイト型結晶は空間群  $P321$  に属し、焦電性を示さない圧電結晶である。結晶構造上に4つの異なる陽イオンサイトがあることから組成式は  $\text{A}_3\text{BC}_3\text{D}_2\text{O}_{14}$  で表される[1]。同結晶は融点まで相転移を示さないため、高温用圧電センサへの応用が期待されている。これまで報告されている同結晶の中で圧電特性の温度安定性が良い LTG ( $\text{La}_3\text{Ta}_{0.5}\text{Ga}_{5.5}\text{O}_{14}$ ) 結晶がセンサ材料として最有力候補であるが、近年でも新しいランガサイト型結晶が報告されており、今後も同結晶の材料開発が続くと考えられる。本研究では詳細な物性が報告されていない  $\text{Ba}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$  (BTGS) 結晶の圧電特性を評価した。

【実験】BTGS 結晶はチョクラスキー法で作製することができる[2]。作製した結晶を背面反射ラウエ回折で結晶方位を同定した後、ワイヤーソーを用いて材料定数決定に必要な基板の形状に切り出し、表面を研磨して基板を作製した。基板の寸法、密度を測定した後、誘電率、直列共振周波数及び並列共振周波数をインピーダンスアナライザで測定し、それらの値から材料定数を算出した。

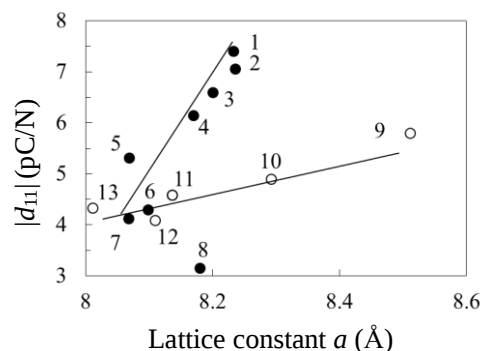
【結果・考察】BTGS 結晶の圧電定数  $d_{11}$  の決定には  $(XYt)0^\circ$  基板を用い、共振反共振法により  $d_{11}=5.80$  pC/N と求めた。同様にして各種基板を用いて、その他の圧電定数、弾性コンプライアンス、比誘電率を決定した (Table 1)。また、ランガサイト型結晶における圧電定数  $|d_{11}|$  と結晶構造との関連性を調べた。ランガサイト型結晶において圧電定数と格子定数  $a$  との間に正の相関関係があることが見いだされている[1]。そこで、今回測定した BTGS 結晶を含め、これまで報告されているランガサイト型結晶の圧電定数[3-9]を格子定数  $a$  に対してプロットした (Fig. 1)。その結果、報告[1]と同様に正の相関は見られたが、各陽イオンサイトが一種類の元素から構成される結晶 (オーダー型結晶) と複数の元素から構成される結晶 (ディスオーダー型結晶) とではその傾きが異なることが分かった。

【謝辞】BTGS 結晶をご提供いただきました TDK(株)・川寄克己様に感謝いたします。

【参考文献】[1] H. Takeda, Ph.D. thesis (Tohoku Univ.) 1998, [2] H. Takeda *et al.*, *Key Eng. Mater.* **269** (2004) 23, [3] J. Bohm *et al.*, *J. Cryst. Growth* **216** (2000) 293, [4] E. L. Belokoneva *et al.*, “Crystal chemical systematics of minerals” (1985) 140, [5] B. V. Mill *et al.*, *IEEE/EIA Int. Freq. Control Symp.* (2000) 133, [6] H. Takeda *et al.*, *Mater. Res. Bull.* **35** (2000) 245, [7] X. Shi *et al.* *Solid State Commun.* **142** (2007) 173, [8] T. Karaki *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **43** (2004) 6721, [9] X. Fu *et al.*, *J. Cryst. Growth* **501** (2018) 38.

**Table 1** Elastic constants and piezoelectric constants, dielectric constants of BTGS crystal

| Elastic constants( $10^{-12}\text{m}^2/\text{N}$ ) |      |
|----------------------------------------------------|------|
| $s_{11}$                                           | 9.10 |
| $s_{14}$                                           | 0.72 |
| $s_{33}$                                           | 5.75 |
| Piezoelectric constants(pC/N)                      |      |
| $d_{11}$                                           | 5.80 |
| $d_{14}$                                           | 1.07 |
| Dielectric constants                               |      |
| $\epsilon_{11}/\epsilon_0$                         | 12.0 |
| $\epsilon_{33}/\epsilon_0$                         | 13.0 |



**Fig.1** Lattice constant  $a$  vs. piezoelectric constant  $|d_{11}|$  in langasite-type crystals. ●: disorder-type crystals, ○: order-type crystals.

1: LGN<sup>[3]</sup>, 2: LGT<sup>[3]</sup>, 3: LGG<sup>[4]</sup>, 4: LGS<sup>[3]</sup>, 5: CGG<sup>[4]</sup>, 6: PGS<sup>[5]</sup>, 7: NGS<sup>[5]</sup>, 8: NCG<sup>[5]</sup>, 9: BTGS (this study), 10: STGS<sup>[6]</sup>, 11: CTGS<sup>[7]</sup>, 12: CNGS<sup>[8]</sup>, 13: CTAS<sup>[9]</sup>