

# BaO–TiO<sub>2</sub>–GeO<sub>2</sub> 系完全表面結晶化ガラスの作製と電気光学効果

## Fabrication of perfectly-surface-crystallized glass-ceramics in BaO–TiO<sub>2</sub>–GeO<sub>2</sub> system and its electro-optic effect

東北大<sup>1</sup>, JST-さがけ<sup>2</sup> ○(B)岡本晴樹<sup>1</sup>, (M1)大槻智貴<sup>1</sup>, (M2)林原佑太<sup>1</sup>, 寺門信明<sup>1,2</sup>,  
高橋儀宏<sup>1</sup>, 藤原 巧<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup> °Haruki Okamoto<sup>1</sup>, Tomoki Otsuki<sup>1</sup>, Yuta Hayashibara<sup>1</sup>,  
Yoshihiro Takahashi<sup>1</sup>, Nobuaki Terakado<sup>1,2</sup>, and Takumi Fujiwara<sup>1</sup>

E-mail : fujiwara@laser.apph.tohoku.ac.jp

【緒言】ガラスを前駆体とする多結晶材料である結晶化ガラスは、量産性に優れ、光ファイバーとの親和性が高いことから、光学単結晶に代わる光波制御デバイス材料として応用研究が行われてきた。本研究グループは、Fresnoite 型 Sr<sub>2</sub>TiSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (STS) 相から成る、低光損失および高結晶配向性を有する完全表面結晶化ガラス (Perfectly-surface-crystallized glass-ceramics; PSC-GCs) を開発し、電気光学 (EO) 効果を実証した (Pockels 定数:  $r \sim 2\text{--}3 \text{ pm/V}$ )。<sup>1,2)</sup> 一方、Sr<sub>2</sub>TiSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 相と比較して、同系結晶である Ba<sub>2</sub>TiGe<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (BTG) 相は LiNbO<sub>3</sub> に匹敵する二次非線形光学定数が報告されている (STS:  $d_{33} \sim 7 \text{ pm/V}$ ; BTG:  $d_{33} \sim 22 \text{ pm/V}$ )。<sup>3)</sup> そこで本研究では、優れた光波制御性が期待される BTG 相が結晶化した PSC-GCs の作製およびその EO 効果の発現を試みた。

【実験方法】熔融急冷法で作製した BaO–TiO<sub>2</sub>–GeO<sub>2</sub> 系ガラスを PSC-GCs の前駆体とした。平板上に加工した前駆体ガラスを結晶化ピーク温度付近で熱処理することで PSC-GCs を得た。ドメイン構造は偏光顕微鏡や X 線回折分析などを用いて評価した。また PSC-GCs のドメイン組織が均一な領域を切り出し、 $c$  軸配向方向に電場を印加するために Al 電極を設置した。この試料を用いて、Mach-Zehnder 干渉計 (光源: He–Ne レーザー) により EO 効果の確認を行った。

【結果・考察】35BaO–15TiO<sub>2</sub>–50GeO<sub>2</sub> 組成の前駆体ガラスを 825°C で 1 h 熱処理することで、透明性を有する結晶化試料が得られた。ドメイン構造評価の結果、試料両面から、自発分極方向に相当する  $c$  軸方向へ配向した結晶ドメインが衝突するまで成長しており (Fig. 1a), BTG 相が結晶化した PSC-GCs の創製に成功した。また、この PSC-GCs を加工することで EO 観測用の電極試料を作製し (Fig. 1b), 干渉光強度の検出に十分なレーザー光の透過も確認した。当日は、干渉光強度の電場依存性について報告する予定である。

### 【参考文献】

- 1) K. Yamaoka, Y. Takahashi, Y. Yamazaki, N. Terakado, T. Miyazaki, T. Fujiwara, *Sci. Rep.* **5**, 12176 (2015).
- 2) K. Takano, Y. Takahashi, T. Miyazaki, N. Terakado, T. Fujiwara, *APL* **112**, 021904 (2018).
- 3) Y. Takahashi, Y. Benino, T. Fujiwara, T. Komatsu, *APL* **81**, 223 (2002); *JAP* **95**, 3503 (2004).

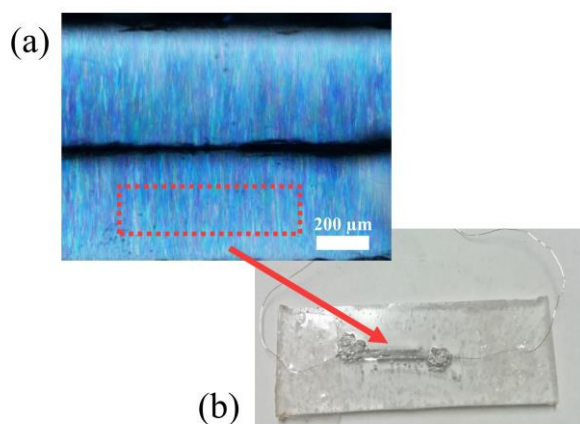


Fig. 1. (a) Cross-section of PSC-GCs consisting of nonlinear optical BTG phase. Sample was observed by means of polarization microscope. (b) Prepared sample for Pockels effect. The PSC-GCs and electrodes are fixed