

完全表面結晶化ガラスの非線形光学特性

Nonlinear optical property in perfectly surface crystallized glass-ceramics

東北大院工¹, 東北大多元研² ○舟嶋 康祐¹, 山崎 芳樹², 寺門 信明¹, 高橋 儀宏¹, 藤原 巧¹

Dept. Appl. Phys., Tohoku Univ.¹, IMRAM, Tohoku Univ.², ○Kosuke Funajima¹,

Yoshiki Yamazaki², Nobuaki Terakado¹, Yoshihiro Takahashi¹, Takumi Fujiwara¹

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

【諸言】光エネルギー変換や電圧駆動による光波制御を可能にする非線形光学現象は、エネルギーの効率的利用において重要であり、これら高度な光学的操作を具現する光学デバイス構築の新規プロセッシングが急務である。本研究では、既往の単結晶デバイスの問題点である高価および難加工性を克服するため、大量生産性と易加工性を兼備したガラスから得られる多結晶材料“結晶化ガラス”による波長変換デバイス創製を目標とし、高配向性と低光損失を示す“完全表面結晶化”^{1,2)}によるデバイス材料開発および光物性評価を実施した。

【実験方法】完全表面結晶化により、高い透明性と緻密な結晶ドメイン組織を示す 35SrO–20TiO₂–45SiO₂ (STS45) 組成^{2,3)}および 32SrO–20TiO₂–48SiO₂ (STS48) 組成ガラスを調査対象とした。これらガラスを熔融急冷法により合成し、適切な形状に切削・研磨を行い、結晶化ピーク温度 (940 °C) で熱処理を施すことで結晶化試料を得た。試料の屈折率はプリズムカップラー法、第2高調波発生 (SHG) は Nd³⁺:YAG レーザーの基本波 (1064 nm) を光源とした Maker フリンジ法により実施した。

【結果・考察】以下に STS45 ガラスより得られた完全表面結晶化ガラスの光学測定結果を示す。各偏光条件における基本波および SH 波の屈折率を評価した結果、完全表面結晶化試料の常光と異常光の屈折率差は小さく (Table 1), 角度位相整合を満たさないことが判明した。また SHG 測定により、明瞭なフリンジパターンを示し、コヒーレントな高調波が観測された (Fig. 1; 赤線)。フリンジパターン解析により、2次非線形光学定数は $d_{33} = d_{31} = \sim 4.6$ pm/V と見積もられ、光波制御デバイスへの応用に十分な非線形性を有することを実証した。一方で、測定結果と理論式より得られるパターン形状 (Fig. 1; 黒線) との間に差異が見られた。これは完全表面結晶化試料の結晶配向性の乱れなどが原因と考えられる。

【参考文献】

1) Y. Yamazaki *et al.*, J. Ceram. Soc. Japan **119** (2011) 757; 2) Y. Yamazaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104** (2014) 031901; 3) K. Yamaoka *et al.*, Sci. Rep. **5** (2015) 12176.

Table 1. Refractive indices at different wavelengths and polarization conditions in the perfectly-surface crystallized (PSC) glass-ceramics with STS45 composition.

Wavelength (nm)	Polarization conditions	Refractive indices
1064	TE (ordinary)	1.704
1064	TM (extraordinary)	1.702
532	TE (ordinary)	1.732
532	TM (extraordinary)	1.733

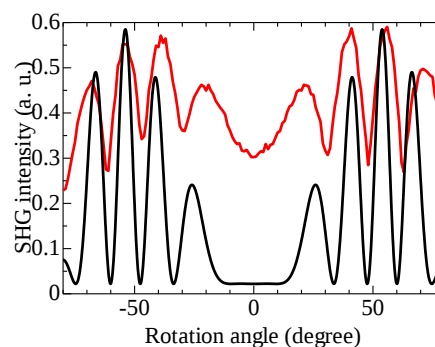


Fig. 1. Maker fringe pattern in the PSC glass-ceramics with STS45 composition (red) and a theoretical curve (black) based on the refractive indices in this study. Incident-fundamental and detected-SH waves are p-polarized.