

テルライト系ガラスを用いた超高速一括波長変換素子の研究
—紫外光ポーリングの時間依存性—
Research on Ultrafast Wavelength Converter Using Tellurite Glass Systems
—Time Dependence of UV-poling—

東京工科大学, °張 存宇, 鈴木 美明, 三田地 成幸
Tokyo University of Technology, °Cunyu Zhang, Yoshiaki Suzuki, Seiko Mitachi
E-mail: mitachi@stf.teu.ac.jp

【はじめに】

ガラス材料は本来、二次非線形光学特性を示さないが、ポーリング処理を行いガラスサンプルに分極を誘起させ、反転対称性を崩すことで、二次非線形光学特性を発現させることができる。

著者らの研究室では、テルライト系ガラスで紫外光を用いたポーリング処理の分極構造の誘起に成功し、熱・電場ポーリング処理と比較して紫外光ポーリングを施したガラスサンプルの方が高いSHG強度を示すことを報告している^[1]。

さらに、紫外光レーザでポーリングしたガラスの表面と裏面からレーザ光を入射し、SHG強度が異なることを確認している。また5時間の紫外光ポーリング処理を施したガラスサンプルの分極構造が3か月保持されたことも報告している^[1]。

本講演では、引き続き紫外光ポーリング処理の時間依存性について報告を行う。

【実験方法】

ガラスサンプルは以下の組成比で調製した^[1]。
 $\text{TeO}_2\cdot\text{WO}_3\cdot\text{Bi}_2\text{O}_3 = 60:30:10(\text{mol}\%)$
第二次高調波(SHG)の強度測定にはメーカー・フリンジ法を用いた。

ガラスに二次非線形光学効果を生じさせるには、外部作用により異方性を誘起し、反転対称性を崩す必要があるため、He-Cdレーザ(325nm-15mW:IK31012R-D)を用いた紫外光ポーリング処理を行った。コヒーレントな紫外光をガラスサンプルに照射し、原子間結合を解離させ、大気中のOH基や水素と結合することで配列の対称性を崩し、電界を印加することで、電気双極子の配向誘起を試みた。

著者らの研究室では、これまで紫外光ポーリングには、針状電極を用いて、紫外光の進行方向に対し平行に電界を印加する縦ポーリング法を採用していたが^[1]、今回はガラスサンプルの配向制御をするために図1の配置のような、紫外光の進行方向に対し、垂直に電界を印加する横ポーリング法を考案し、装置の作製を行った。

紫外光ポーリング装置の概要図を図1に示す。

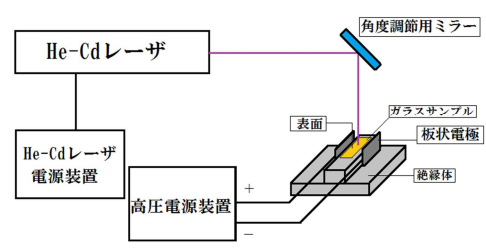


図1 紫外光ポーリング装置

ガラスサンプルの二次非線形光学定数の算出には(1)式を用いた。

$$d_{\text{sample}} = \frac{d_{\text{quartz}} \cdot L_{\text{quartz}}}{L_{\text{sample}}} \sqrt{\frac{P_{\text{sample}}}{P_{\text{quartz}}}} \quad \dots (1)$$

(1)式に用いる水晶の二次非線形光学定数 d_{quartz} は0.4[pn/V]とした。L:試料の厚さ、P:SHG強度のピーク値。

【結果と考察】

5時間の紫外光ポーリング処理を施したガラスサンプルT-W-B-UVsH1での経時変化継続測定結果を表1に示す。

表1 経時変化測定結果

サンプル名	測定面	二次非線形光学定数[pn/V]
T-W-B-UVsH1	T-W-B-UVsH1裏面照射	0.154
	T-W-B-UVsH1裏面照射[14ヵ月経過]	0.219

表1より14ヵ月経過してもSHG強度は保持されており、紫外光ポーリング処理を施したガラスサンプルの分極は半永久的に保持されていると考えられる。

YAGレーザの偏光の方向とガラスサンプルに施した配向方向を一致させることで、波長変換効率が向上し、材料本来の二次非線形光学定数を得ることができることから、今回、横ポーリング法を採用し、さらに、 $\lambda/2$ 波長板を用いてYAGレーザの偏光方向制御を行い配向方向との一致を試みた。

そのようにして測定したガラスサンプルの二次非線形光学定数の結果を表2に示す。紫外光ポーリング処理時間を長くすることで、より高い二次非線形光学定数が得られることが明らかである。

表2 SHG測定結果

ガラス番号	ポーリング処理時間[h]	厚さ[mm]	第2次非線形光学定数[Pm/V]
T-W-B-UVs10	100	0.729	0.151
T-W-B-UVs11	150	0.729	0.296
T-W-B-UVs12	200	0.721	0.196
T-W-B-UVs13	250	0.721	0.544

このとき標準試料水晶の2次非線形光学定数と比べると以下の図2に示す。

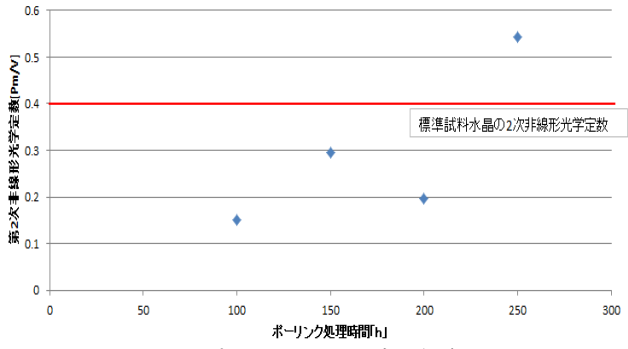


図2 ポーリング処理時間依存性

測定結果では、T-W-B-UVs13の二次非線形光学定数は水晶の1.36倍であり、250時間のポーリング処理によって、水晶の固有値を超えた。今後、さらにポーリング条件の最適化を進めると共に、周期的分極反転構造形成を試みる予定である。

【参考文献】

[1]山寺、平野、三田地、「ラルライト系ガラスを用いた超高速一括波長変換素子の研究～紫外光ポーリング条件の最適化～」、第62回応用物理学会春季学術講演会12a-A28-9、東海大学 湘南キャンパス、P.14-069(2015年3月11日～14日)。