

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
—ガラスサンプル厚さ依存性—
Research on Ultrafast Wavelength Converter Using Tellurite Glass Systems
—Dependency of Glass Sample Thickness—

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

【はじめに】

現在、強誘電体結晶材料を用いて高効率な波長変換デバイスが研究開発されているが、これらは単結晶材料であるため加工が困難であり、コストが高いなどの問題がある。そこで、代替材料として、加工性もよく低コストであり、広い波長帯域で高い透明性を有するテルライト系ガラスに注目した。

著者の研究室では、本来 2 次非線形光学特性を示さないガラスに、両側から電圧を加えながら紫外光ポーリング処理を施すことで、分極構造を誘起させ、ガラスで疑似位相整合素子を作成することに成功している^[1]。

レーザ測定では、λ/2 波長板による YAG レーザの直線偏光制御と、横ポーリング法による分極の配向方向制御を行った事で、試料本来の 2 次非線形光学定数の測定を可能にした。より正確な算出ができるようになった事で、定数は紫外光ポーリング時間と、サンプルの厚さに依存している可能性を発見した^[1]。

本講演では、紫外光ポーリング時間を 50 時間に統一し、ガラスサンプルの厚さのみを、0.3mm～0.5mm 厚のサンプルで 0.1mm ごとに変更し、二次非線形光学定数の厚さ依存性を測定したので以下に報告する。

【実験方法】

試料の混合については、重元素である TeO₂ を主成分とし、ガラス化を容易にするために WO₃、Bi₂O₃ を第二成分、第三成分とした。比率はこれまでの研究で得られた組成比を元に、[TeO₂:WO₃:Bi₂O₃ = 60:30:10(mol%)] という比率で混合した^[1]。

強誘電体であるテルライト系ガラスで、2 次非線形光学特性を発現させるためには、電圧を加えながら紫外光ポーリング処理を施し、分極を発生させる必要がある。そこで、著者の研究室では He-Cd レーザ (325nm-15mW : IK31012R-D) を使用し、紫外光をサンプルに照射して原子間の結合を解離させ、対象性を崩す事で分極を形成した。

また、正確な 2 次非線形光学定数を算出する為、YAG レーザとガラスサンプルの配向制御を一致させる必要がある。そのため本研究室では、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でサンプル作成を行った。

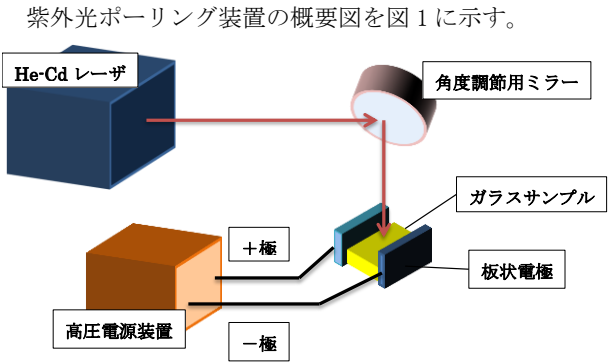


図1 紫外光ポーリング装置
ガラスサンプルの二次非線形光学定数の算出式は(1)式を用いた。

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

(1) 式に用いる水晶の二次非線形光学定数は 0.4 Pm/V^[2] とした。[L:資料の厚さ、P:SHG 強度のピーク値、d:二次非線形光学定数]

【結果と考察】

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 1 に示す。表 1 には厚さ依存性を確かめる為、0.3mm～0.5mm 厚のサンプルデータを赤色で記載し、比較のため、0.7mm 厚でポーリング時間を 100 時間に変更したサンプルデータを青色で記載している。0.3mm～0.5mm 厚の 3 枚の二次非線形光学定数は、ポーリング 100 時間のサンプルに比べ、得られた値が高くなった。

表1 SHG 測定結果			
サンプル名	サンプルの厚さ[mm]	ポーリング時間[h]	二次非線形光学定数[Pm/V]
T-W-B-UVs15	0.525	50	0.445
T-W-B-UVs16	0.423	50	0.497
T-W-B-UVs17	0.323	50	0.461
T-W-B-UVs10	0.729	100	0.151

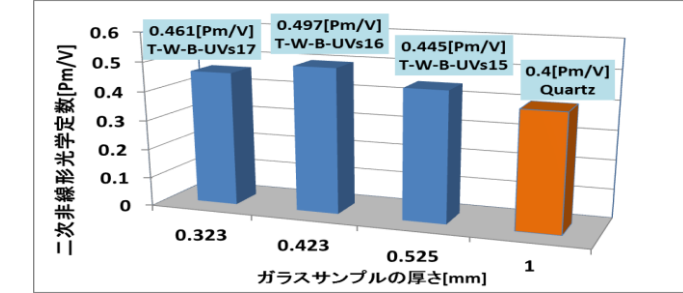


図2 ガラスサンプルの二次非線形光学定数の厚さ依存性

図 2 より、0.3mm～0.5mm のサンプル全てが、水晶の二次非線形光学定数を超える値であった。しかし、0.3mm～0.5mm のサンプル間の比較では、得られた値はほぼ一定値となった。

要因として、ポーリング 50 時間で統一されたサンプルは、どの厚さでも等しい範囲の分極構造が発生していたと考えられる。サンプル間の違いは、YAG レーザがサンプルに入射してから、分極域に到達するまでの距離である。透過性の高いテルライト系ガラスでは、0.3mm～0.5mm という非常に薄い厚さの為、レーザ光が減衰することなく、分極域に到達したと考えられる。

【まとめ】

テルライト系ガラスの厚さを薄くする事で、より高い二次非線形光学定数を得る事が出来る。しかし、0.3mm～0.5mm 間の定数はほぼ一定の値であった。これは、サンプルを薄くしていく過程で、サンプルの厚さがレーザ光の減衰を促さない値まで到達した事で、得られた値が一定の値になった要因であると考察した。

【参考文献】

[1]山寺、平野、三田地「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—紫外光ポーリング条件の最適化—」第 62 回 応用物理学会春季学術講演会 P. 14-069. 東海大学湘南キャンパス. P. 14-069 (2015 年 3 月 11 日～14 日)