

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 —二次非線形光学定数のサンプル厚さ依存性—

Research on Ultrafast Wavelength Converter Using Tellurite Glass Systems
—Sample thickness dependence of second-order nonlinear optical constant—

東京工科大学, °井上 さやか, 草野 飛鳥, 三田地 成幸
Tokyo University of Technology, °Sayaka Inoue, Asuka Kusano, 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た高効率な波長変換デバイスが研究開発されているが、加工が困難であり、コストが高い等の問題がある。そこで、テルライト系ガラスに注目した。テルライト系ガラスは、広い波長帯域で高い透明性を持ち、加工性が良く低コストである。著者の研究室では、本来二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行うことで、分極構造を誘起させ、ガラスで疑似位相整合素子を作製することに成功している^[1]。
表 1 ポーリング時間が 25 時間から 50 時間のサンプルの SHG 測定結果

現在、強誘電体結晶材料を用いた高効率な波長変換デバイスが研究開発されているが、加工が困難であり、コストが高い等の問題がある。そこで、テルライト系ガラスに注目した。テルライト系ガラスは、広い波長帯域で高い透明性を持ち、加工性が良く低コストである。著者の研究室では、本来二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行うことで、分極構造を誘起させ、ガラスで疑似位相整合素子を作製することに成功している^[1]。

本講演では、サンプルの厚さを変えポーリング処理を行った際の二次非線形光学定数の測定結果を以下に報告する。

【実験方法】
これまでの研究で得られた組成比を基に、ガラスサンプルは以下の組成比で調製した^[1]。

$\text{TeO}_2\text{:WO}_3\text{:Bi}_2\text{O}_3 = 60\text{:}30\text{:}10(\text{mol}\%)$

テルライト系ガラスは、電圧を加えながら紫外光ポーリング処理を施して、分極を発生させる事で二次非線形光学特性を発現させる事が出来る。そこで、著者の研究室では He-Cd レーザ(325nm-15mW)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、対称性を崩す事で分極を形成した。

また、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。

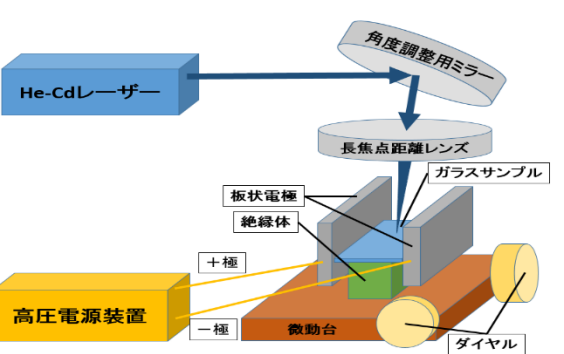


図 1 紫外光ポーリング装置

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。

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

(1)式で用いる水晶の二次非線形光学定数は 0.4 Pm/V^[1]である。また、L が資料の厚さ、P が SHG 強度のピーク値、d が二次非線形光学定数とする。

【結果と考察】
この様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。2 点または 4 点ポーリングされているサンプルの値は、二次光学特性が最も高いものを比較対象とした。

サンプル名	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-UVs5	0.271	50	1.039
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-UVs29	0.283	50	0.959
T-W-B-UVs36	0.314	25	0.908
T-W-B-UVs38	0.348	50	0.637
T-W-B-UVs37	0.314	50	0.982
T-W-B-UVs46	0.267	25	0.876
T-W-B-UVs48	0.265	25	1.612
T-W-B-UVs51	0.252	25	1.451
T-W-B-UVs53	0.243	25	1.467

この時のサンプルの二次非線形光学定数の比較を、下記に図示する。

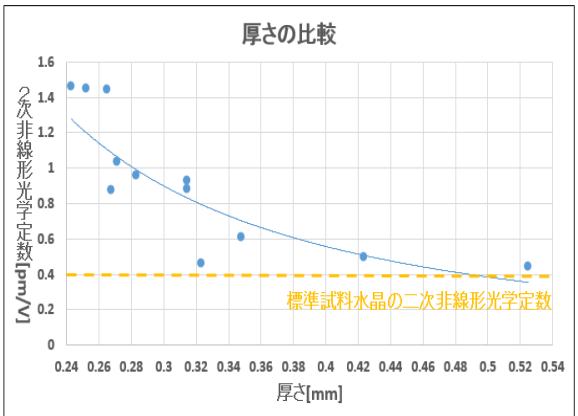


図 2 ガラスサンプルの厚さに対する二次非線形光学定数

図 2 より、厚さが薄ければ薄い程、高い二次非線形光学定数が得られている事が分かる。また 0.3mm 代からさらに薄くなるにつれ二次非線形光学定数が高い値を示している。325nm の He-Cd レーザー光によるテルライト系ガラスへの照射から、ポーリングされている領域の深さはサンプルの厚さより薄いと考えられる。そのためサンプルの厚さを薄くすることによって二次非線形光学定数が高く出ていると考えられる。つまり今回作製したサンプルの中で最も薄いのは 0.243mm なので、ポーリング厚(ポーリング深さ)は、それ以下であることが分かる。

【参考文献】

[1]山崎、青柳、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—2 点及び 4 点でポーリングを行った際の二次非線形光学定数—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—」, 第 64 回 応用物理学会春季学術講演会(2017 パシフィコ横浜)16p-213-7.