

利用課題番号 : F-13-KT-0110
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 多点同時レーザー照射によるガラス組成の空間分布の制御
Program Title (English) : Spatial control of elemental distributions by parallel laser irradiation inside glass
利用者名 (日本語) : 大淵隆文
Username (English) : Takafumi Ohfuchi
所属名 (日本語) : 京都大学産官学連携本部
Affiliation (English) : Office of Academia-Society Collaboration for Innovation, Kyoto University

1. 概要 (Summary) :

ガラス内部にフェムト秒レーザーパルスを集光照射すると、集光点付近でガラスが局所的に熔融し、ガラスの構成元素の空間分布が変化する。この現象を利用することで、レーザー照射領域の組成のみでガラスを相分離構造にできると考えられる。本研究では、 $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ ガラス内部で局所的な相分離構造の作製を試み、形成された構造の分析を行った。

2. 実験 (Experimental) :

2-① 試料作製

繰り返し 250 kHz, 波長 800 nm, パルス幅 50 fs のレーザーパルスを 50 倍の対物レンズ($\text{NA}=0.55$)で $47.6\text{SiO}_2\text{-}31.9\text{B}_2\text{O}_3\text{-}20.5\text{Na}_2\text{O}$ ガラス内部に集光照射し、元素分布の変化を誘起した。さらにレーザー照射中に、光軸に水平な方向にガラスを掃引した。照射を行うガラスは熔融急冷法によって作製したものを使用した。レーザー照射後のガラスは電気炉を用いて長時間熱処理を行い、研磨によって照射部を表面に露出させた後、HCl 溶液に浸すことでエッチングを行い、照射部にできた $(\text{B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O})\text{-rich}$ な相を溶出させた。

2-② ナノハブでの実験 共焦点レーザー顕微鏡 (C4)

レーザー照射とエッチングによってガラス内部に形成した微細構造を分析するために、共焦点レーザー顕微鏡の散乱光測定モードで三次元マッピングを行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

3-① SEM による構造の分析

ガラスへのレーザー照射・熱処理・研磨・酸処理を行った後、レーザー照射領域の走査電子顕微鏡(SEM)

観察を行った。Fig. 1 (a)は照射部全体の SEM 画像である。照射部の外側の領域は酸によるエッチングが進行しており、一方、照射部の中心領域と未照射部ではほとんどエッチングが進行しなかった。Fig. 1(b)は Fig. 1(a)内の赤い四角で囲まれた領域を拡大した SEM 画像であるが、照射部のみで相分離構造を誘起することができた。また今回扱った組成では、相分離構造が照射部中心から少し外れた領域に誘起されることが分かった。

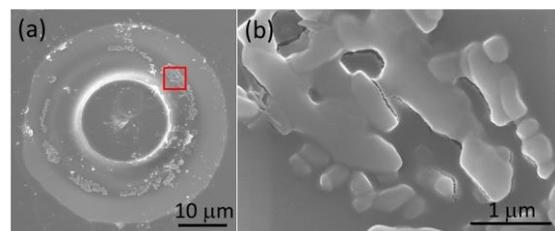


Fig. 1 SEM image of the modified region by laser irradiation. (a) Whole image of the modification. (b) Magnified image of the region in the square in (a).

3-② ナノハブの装置による評価

Fig. 1 に示したガラスについて、ナノハブの共焦点レーザー顕微鏡によって分析を行った。相分離構造がガラス内部に生じていれば、Mie 散乱などにより相分離構造において散乱光が多く発生し、相分離領域のイメージングができるはずである。また、散乱光強度や波長依存性の空間分布を測定することで相分離構造の空間分布の推定が行えるはずである。しかしながら、今回、明確な散乱光イメージが得られなかった。その原因として、レーザー照射領域周辺に生じた微小なクラックが散乱光の検出感度を下げたからであると考えられる。

4. その他・特記事項 (Others) :

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

Optics Express 投稿中

6. 関連特許 (Patent) :

なし。