

課題番号 : F-14-KT-0102
 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 glass composition by simultaneous multispots' laser irradiation
 利用者名(日本語) : 坂倉 政明¹⁾, 吉村 光平²⁾
 Username (English) : M. Sakakura¹⁾, K. Yoshimura²⁾
 所属名(日本語) : 1) 京都大学産官学連携本部, 2) 京都大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : 1) SACI, Kyoto University, 2) Dep. Engineering, Kyoto University

1. 概要(Summary)

数百 kHz 以上の高繰り返しでガラス内部にフェムト秒レーザーを集光照射すると、集光点付近の熱蓄積によりガラスが局所的に熔融し、ガラスを構成する元素の移動が起こる。本研究では、ガラス内部のレーザー誘起熔融部位にシリコンナノ粒子を析出させ、その発光を共焦点レーザー顕微鏡で検出することにより、シリコンナノ粒子の三次元マッピングを行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した(主な)装置

C5 共焦点レーザー走査型顕微鏡

・実験方法

① 試料作製

250 kHz のフェムト秒レーザーパルスで 20 倍もしくは 50 倍の対物レンズを用いて SiO₂-Na₂O ガラスに集光照射し、局所熔融した領域にシリコンのナノ粒子を析出させた。照射エネルギーは 500-700 mW であった。

② ナノハブでの分析実験

シリコンナノ粒子を析出したガラスに共焦点レーザー走査型顕微鏡の 20 倍の対物レンズを用いて 405 nm の波長のレーザー光によって集光し、光励起した。集光点での光励起によって発した蛍光のスペクトル分析と、特定の波長領域での三次元強度分布を取得した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)にフェムト秒レーザーパルスを集光照射することで SiO₂-Na₂O ガラス内部に生じた構造変化部の透過顕微鏡写真を示す。構造変化部の中央領域が黄色~茶色に着色し、その周辺で粘弾性緩和による変形が起こったことが確認された。着色領域のラマン散乱スペ

クトルを取得したところ、シリコン結晶に由来するラマンバンドが検出された。したがって、フェムト秒レーザー照射によって SiO₂ が還元されて、シリコンナノ粒子が析出したと考えられる。シリコンナノ粒子析出領域の三次元の形状を調べるため、ナノハブにある共焦点レーザー顕微鏡を用いてシリコンナノ粒子からの発光の強度分布を得た(Fig. 2)。410 - 450 nm の発光の三次元マッピングを示す。シリコンナノ粒子が析出した領域の厚みは 5 μm 程度で、フェムト秒レーザーによって光励起された領域ではシリコンナノ粒子が析出されなかったことが確認された。

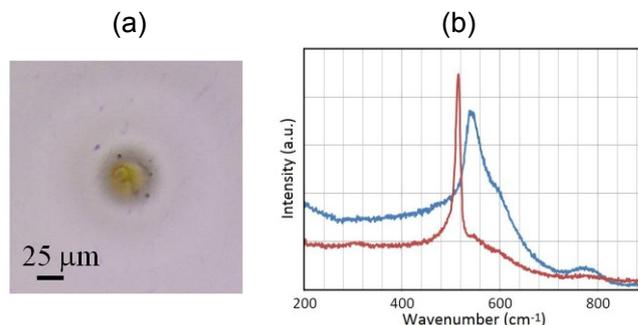


Fig. 1 (a) Transmission optical microscope image of SiO₂-Na₂O glass after irradiation with focused fs laser pulses at 250 kHz. (b) Raman spectra from the center of the colored region of (a) (red line) and that from the non-modified region of (a) (blue line).

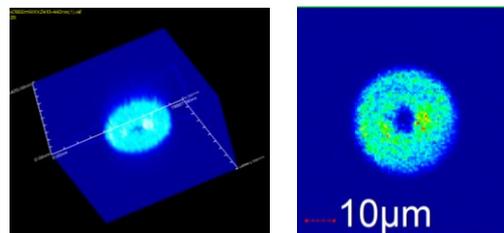


Fig. 2 (Left) 3 D mapping of intensity of emission in 410-450 nm from the fs laser induced modification inside a glass. (Right) Cross-section of the emission intensity distribution.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1)ICPEPA 2014 にて口頭発表

(2)Applied Physics B(2015)印刷中

6. 関連特許(Patent)

なし。