

課題番号 : F-15-NM-0027
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名 (日本語) : フェムト秒レーザーアブレーション形成されたホウ酸塩ガラス及びアルミノケイ酸塩表面のナノホールのモルフォロジー変化
 Program Title (English) : Morphology changes for laser fluence and nanoholes of nanoholes in borate and aluminosilicates fabricated by femtosecond laser ablation
 利用者名 (日本語) : 小玉 展宏, 工藤 瑞己, 渡邊 玄基
 Username (English) : N. Kodama, M. Kudo, G.Watanabe
 所属名 (日本語) : 秋田大学大学院工学資源学研究所
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University

1. 概要 (Summary)

(1) BO_4 四面体の3次元ネットワーク構造を持つストロンチウムホウ酸塩 $SrO \cdot 2B_2O_3$ (SBO)ガラスと SrB_4O_7 (SBO)結晶(斜方晶)表面にフェムト秒レーザーアブレーションにより形成したナノホールの表面モルフォロジーを観察した結果、SBO ガラスでは、ビームプロファイルとほぼ同じ円形状であった。一方、SBO 結晶では表面のホール形状は楕円形状、ホール内部は不等辺4角形、5角形状を示した。

(2) TO_4 ($T=Al, Si$)四面体の2次元ネットワークを持つアルミノケイ酸塩 $Ca_2Al_2SiO_7$ (CAS)(正方晶)のホール形状はフルエンスにより変化することが分かった。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 走査電子顕微鏡装置 S-4800
- ・ イオンスパッタ装置 E-1045

【実験方法】

SBO ガラスは熔融方で、SBO, CAS 単結晶は Cz 法(秋田大学)で育成した。波長 $\lambda = 775$ nm, パルス幅 150, 180 fs, TEM₀₀モードのフェムト秒レーザー(大阪大学)を(ビームスポット径 $\omega : 1 \mu m$)し、SBO ガラスは 0.15-0.5mW (フルエンス 17.3-57.8 J/cm²)で、SBO 結晶、CAS 結晶は 0.2-1.5mW(フルエンス 23.1-173.4 J/cm²)で各々 a 面、c 面に 2 次元ナノホールアレイを形成した。正方格子または 3 角格子状に配列したホール形状を SEM により観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

SBO ガラスのホール形態は、以前報告した LTB と LBO ガラスと同じく、フルエンスに依存せずビームプロファイルと同じほぼ円形状であった。(Fig.1(a)) SBO 結晶では表面のホール形状はフルエンスにより変化し、173.4 J/cm²(1.5mW)のときは角に丸みのある4角形状でフルエンスの減少に従い楕円状に変化した。一方、ネットワーク構造に関係すると考えられるホール内部の形状は不等辺4角形または5角形状を示した。(Fig.1(b)) CAS 結晶の表面のホール形状はフルエンスにより変化し、フルエンスの大きい

115.6-173.4 J/cm²(1.0-1.5mW)の範囲では SBO ガラスと同様に円形で、57.8 J/cm²(0.5mW)では角に丸みのある長形状(Fig.1(c))に変化し、最小の 34.7 J/cm²(0.3mW)では、再びビームプロファイルを反映したと考えられる円形ホールが形成された。(Fig.1(d)) SBO ガラスと SBO 結晶、CAS 結晶のホールサイズは、フルエンスの減少とともに小さくなり、閾値加工であることがわかった。形成されたホールサイズは、SBO ガラスでは、表面のホール直径 710-1180 nm ($4\lambda/5-3\lambda/2$)、SBO 結晶ではホール内部は、一片の平均 300-400 nm ($2\lambda/5-3\lambda/5$) のナノホールが形成される。また、CAS 結晶においては、表面のホール直径 470-10010nm ($3\lambda/5-13\lambda/10$) のナノホールが形成される事を見出した。 BO_4 、 TO_4 ($T=Al, Si$)四面体の異なるネットワークをもつホウ酸塩 SBO ガラス、SBO 結晶及びアルミノケイ酸塩 CAS 結晶のいずれも、アブレーション閾値付近(0.2, 0.3 mW: 23.1, 34.7 J/cm²)では、ビームスポット径 ($1 \mu m$) 及び波長以下のナノホールが形成されることを明らかにした。

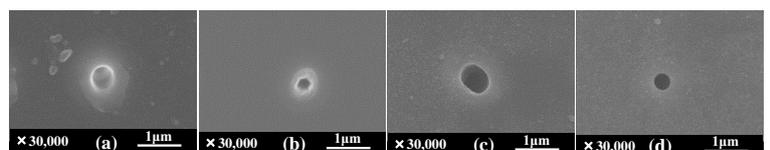


Fig. 1. SEM images of ablated holes on the surface of a SBO glass and a SBO crystal, and a CAS crystal with the laser intensities of 0.15-0.5mW. (a) Image of SBO glass (at 0.15mW), and (b) that of SBO crystals (at 0.3 mW). (c) Image of an ablated hole of CAS crystal (at 0.5 mW) and (d) that of CAS crystal (at 0.3 mW).

4. その他・特記事項 (Others)

科研費 挑戦的萌芽研究 26630301 代表 小玉展宏

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 工藤瑞己等、第 28 回日本セラミックス協会秋季シンポジウム、平成 27 年 9 月 17 日(富山大学)。

(2) 工藤瑞己等、2016 年日本セラミックス年会 平成 28 年 3 月 14 日 予定(早稲田大学)

6. 関連特許 (Patent) なし。