

課題番号 : F-16-AT-0120  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 透明酸化物表面にフェムト秒レーザーアブレーションにより形成されたナノホールの観察  
 Program Title (English) : Morphology of nanoholes in transparent oxides fabricated by femtosecond laser ablation  
 利用者名(日本語) : 小玉 展宏<sup>1)</sup>, 井上 拓哉<sup>2)</sup>  
 Username (English) : N.Kodama<sup>1)</sup>, T. Inoue<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 秋田大学大学院理工学研究科, 2) 秋田大学工学部  
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Science and Engineering, Akita University, 2) Akita University

## 1. 概要(Summary)

(1) 真空紫外域まで透明な  $\text{Li}_2\text{O} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3$  (LBO) ガラス表面にフェムト秒レーザーアブレーションによりホールの形成を試みた。近赤外レーザーの多光子吸収により生じるアブレーションで形成するホールの形態の円偏光と直線偏光のレーザー偏光による違いの有無を産総研の FIB-SEM を利用して表面のホール形状、ホール断面を観察した。LBO ガラスでは、円偏光および直線偏光のいずれに対しても、ビームプロファイルを反映したと考えられる円形のナノホールであり、形成されるホール形態は偏光に依存しないということが分かった。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

FIB-SEM 複合装置

### 【実験方法】

LBO ガラスは熔融法で作製した。波長 775 nm と 800 nm、パルス幅 150 fs、TEM<sub>00</sub> モードのフェムト秒レーザーをビームスポット径:1.05-1.08  $\mu\text{m}$  に絞り、パワー0.15-0.5 mW (フルエンス 17.3-57.8  $\text{J}/\text{cm}^2$ ) を変え、シングルショットで 1 ホールを LBO ガラス表面にアブレーションにより形成した。ホールの表面および断面形状を FIB-SEM と FE-SEM で観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

LBO ガラス表面に形成されたホールは、円偏光および直線偏光においても、円形状のホールが形成され、ホール形態はレーザー偏光に依存しない事が分かった。(Fig. 1(a),(b)) 断面形状から、ホールは円柱あるいは丸みを帯びた円錐台形状であった。円形ホールは、レーザービームのガウシアンプロファイルを反映していると考えられる。これはガラス中に等法的に分布している欠陥に束縛され

た電子がレーザー励起されクーロン爆発で結合が切れアブレーションが生じたのではないかと推定される。また、ホールサイズは、円偏光および直線偏光に対して、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、最小パワー 0.2, 0.15 mW (フルエンス 17.3, 21.8  $\text{J}/\text{cm}^2$ ) では、ホール深さは、円偏光で 1.6  $\mu\text{m}$ 、直線偏光では 2.9  $\mu\text{m}$  であった。(Fig. 2(a),(b)) また、円偏光、直線偏光ともに表面のホール直径は、波長よりは大きい、1180, 1110 nm と回折限界とほぼ同じ大きさとなることが分かった。

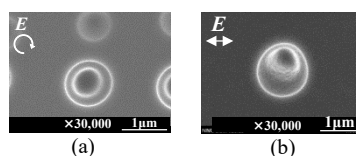


Fig. 1. SEM images of ablated holes on the surface of LBO glasses with (a) circularly polarized laser pulse with an intensity of 0.2 mW, (b) linearly polarized laser pulse with an intensity of 0.15 mW

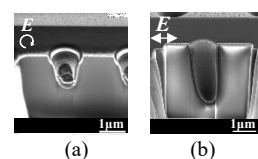


Fig. 2. FIB-SEM three dimensional images (cross sectional view) of nanoholes of LBO glasses with (a) circularly polarized laser pulse, (b) linearly polarized laser pulse.

## 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  
 ・謝辞

FIB-SEM 観察にあたり、ナノプロセッシング施設の飯竹昌則氏、イノベーションコーディネーターの有本宏氏に技術支援して頂きました。

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。