

近紫外フェムト秒レーザによる熔融石英穿孔構造の内表面粗さ評価

Inner surface roughness on fused silica micro-hole

fabricated by NUV femtosecond laser pulses

創価大理工¹, 産総研² ○(D)白石 正彦¹, 合谷 賢治², 窪寺 昌一¹, 渡辺 一弘¹

Soka Univ.¹, AIST², ○Masahiko Shiraishi¹, Kenji Goya², Shoichi Kubodera¹, Kazuhiro Watanabe¹

E-mail: e15d5201@soka-u.jp

1. 研究背景

当研究室では、近紫外フェムト秒レーザによる石英系光ファイバへの穿孔加工によって、ピコリットル容積で計測可能な光ファイバ分光計の有用性を示唆している[1]。現在は、粘性の高い液体を導入しやすい分光セルの構築、または分光セル内表面に対する微小材料修飾の簡便化を目的とし、穿孔構造内表面粗さの制御を試みている。本稿では、熔融石英薄板にフェムト秒パルス光を照射して加工した穿孔構造内表面の SEM による観察結果を報告する。

2. 穿孔構造内表面粗さの評価

Ti:Sapphire レーザ（基本波長：800nm）の第二高調波 400nm を使用し、熔融石英薄板に穿孔構造を構築した。パルス幅 350fs、パルスエネルギー20μJ、繰返し周波数 1kHz を照射条件とした。開口数 0.65 の対物レンズを使用してパルス光を集光し、集光点が熔融石英薄板の表面となるように設定した。熔融石英薄板に照射するパルス数を制御し、パルス数に対する穿孔構造の内表面を評価した。構築した穿孔構造の SEM 観察結果を Fig.1 に示す。画像はすべて倍率 5,000 倍であり、右上の数字は照射パルス数を示している。1 パルス照射で表面の改質が観察できた。10 パルス照射後で表面の改質が明らかに観察できるようになった。50 パルス照射以上で、加工結果に深さが生じた。100 パルス以上の照射では穿孔構造開口の直径、穿孔構造の深さは微小に変化した。ビームデリバリー時の照射光の回折によって穿孔構造の形状に歪みが生じ、基本波 800nm 使用時に取得できる環状の周期構造は構築されなかった[2]。Fig.2 に穿孔構造内壁について拡大した SEM 画像

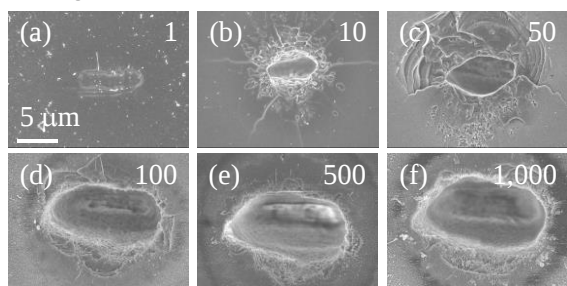


Fig.1. SEM photos of the fused silica micro-holes with 5,000 magnification.

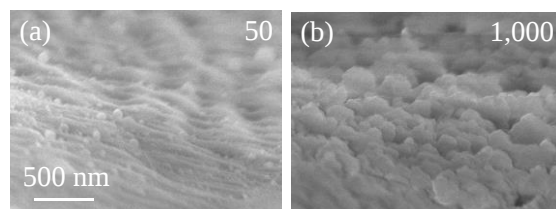


Fig.2. The morphology of inner surface roughness on the fused silica micro-hole depending on the number of laser pulse shots with 50,000 magnification.

を示す。50 パルス照射では、比較的滑らかな表面を取得することができた。内壁表面にアブレーション時の熔融石英微粒子が付着していることが確認できる。1,000 パルス照射では、熔融石英の微粒子が堆積したような表面が得られた。100 パルス照射以降から、熔融石英微粒子が堆積したような表面が得られ、近紫外フェムト秒レーザによって構築される穿孔構造の内表面粗さは、パルス数に依存して変化することが明らかとなった。

3. おわりに

本稿では、熔融石英薄板に近紫外フェムト秒レーザを照射し、構築した穿孔構造の内表面粗さの観察を実施した。本稿での照射条件では、照射パルス数 50 以上で熔融石英薄板に対して深さを有する穿孔構造を構築することが明らかとなった。穿孔構造内表面粗さは照射パルス数の増加に伴い顕著になるため、少ないパルス照射によって比較的滑らかな内表面となる穿孔構造を取得することができる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K04735 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1]. K. Goya, T. Itoh, A. Seki, and K. Watanabe, Sens. Actuators B 210, 685 (2015).
- [2]. Y. Liu, Y. Brelet, Z. He, L. Yu, B. Forestier, Y. Deng, H. Jiang, and A. Houard, Appl. Phys. Lett. 102, 251103 (2013).