

シリコン表面のレーザアブレーションによるナノ構造形成 Laser Ablation for Creating Nano-Sized Texture on Silicon Surfaces

浅倉 慎弥、 齊藤 光徳 (龍谷大理工)

Shin-ya Asakura, Mitsunori Saito (Ryukoku Univ.)

E-mail: msaito@rins.ryukoku.ac.jp

太陽電池の光吸収効率やLEDの発光特性などの向上を目的として、半導体表面を改質する研究が行われている。レーザアブレーションは微細構造を形成する有力な手段であり、フェムト秒レーザなど大型で高出力のレーザを用いて研究が行われている。本研究では、小型(68×41×29mm)のNd:YAG第2高調波発生器(Teem, MNG-03E)が発振する緑色(532nm)で低エネルギー(5μJ)のパルス(550ps、8800pulse/s)を用いて、シリコン(Si)表面の改質を試みた。

面方位(1, 1, 1)のn型Si基板(厚さ500μm)を鏡面研磨して20mm角に切断し、水酸化カリウム(KOH)水溶液で洗浄した後、電動ステージに取り付けた。レーザビームは減衰板で出力調整した後、焦点距離5mmのレンズで基板表面に集光し、秒速10~50mmで移動する基板の広い領域を掃引した。Fig.1に示すように、焦点付近では小さいパルスエネルギーでも大きなアブレーション痕が形成されたが、200~300μmレンズに近づいた位置では1μm以下の孔が形成された。5μJのパルスを照射したときには、Fig.2のように、焦点付近でミルククラウン状の溶融痕が生じ、400μm離れた位置では100nm程度の孔が見られた。また、この微細孔の2次元配列では、Fig.3のように、観察方向によって様々な構造色が現れた。

アブレーション後のSi基板を常温のKOH水溶液に15分間浸すと、孔を中心に異方性エッチングが進行し、Fig.4のような六角形の孔が形成された。基板の方位やエッチング条件を変えると三角形や四角形の孔も形成することができ、¹⁾ 小型レーザを用いた簡便な微細加工法として有用である。

1) M. Saito and S. Kimura, Proc. SPIE, vol. 7719, 77191I (2010).

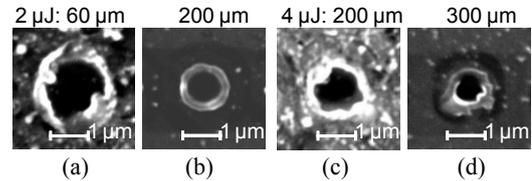


Fig. 1 SEM images of the ablation traces. The pulse energy was (a, b) 2 or (c, d) 4 μJ. A Si plate was fixed at various positions between the lens (focal length: 5 mm) and its focal plane. The numerals above the images denote distances from the focal plane.

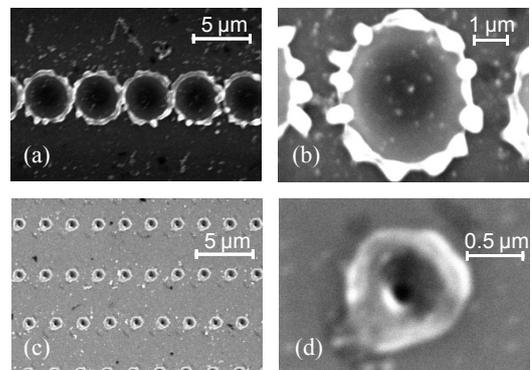


Fig. 2 (a, b) Milk-crowns that were formed by laser pulses of 5 μJ at a position close to the focal plane. (c, d) Nanoholes that were formed by pulses of 5 μJ at a position ~400 μm distant from the focal plane.

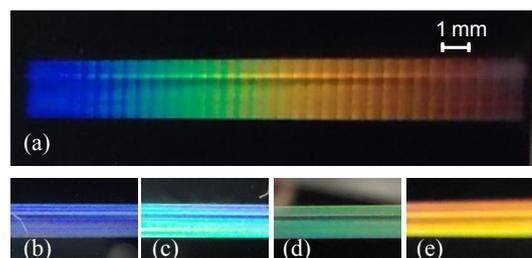


Fig. 3 (a) White-light reflection on the Si surface with a 2-D array of nanoholes. (b-e) Various colors that were observed in different directions.

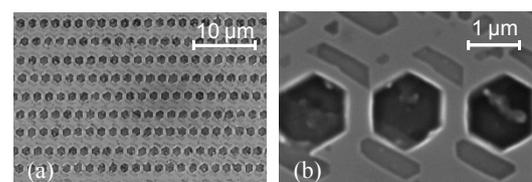


Fig. 4 Hexagonal holes that were self-formed by chemical etching in an aqueous solution of KOH (8 mol/l). Original holes were created by using the ablation condition of Fig. 1(a).