フェムト秒レーザーを用いた ZnO 基板への単一ナノ溝構造の形成

Formation of single nanogroove on ZnO substrate by femtosecond laser pulse

理研 光量子 [1]，東京農工大 [2]　○(B)森本純至 [1,2], Shi Bai[1], 小幡孝太郎 [1]，宮地悟代 [2]，杉岡幸次 [1]

RIKEN RAP[1], Tokyo Univ. of A. & T. [2]

○Junji Morimoto[1,2], Shi Bai[1], Kotaro Obata[1], Godai Miyaji[2], and Koji Sugioka[1]

E-mail: ksugioka@riken.jp

アブレーション閾値近傍のフルエンスをもつ超短パルスレーザーを集光照射することで、偏光方向に依存したナノ周期構造（laser-induced periodic surface structures, LIPSS）が形成される[1]。これまでに我々は、直線偏光のフェムト秒レーザーの照射強度を LIPSS 形成条件から高精度に減少させることによって、LIPSS 中の溝の数を減少でき、最終的に 1 本の溝のみ（単一ナノ溝構造）が形成できることを報告した[2]。本研究では、単一ナノ溝構造を制御性良く作製することを目的とし、形成される構造のレーザー照射条件依存性を検討した。

実験は、直線偏光のフェムト秒レーザー（波長 1030 nm, パルス幅 223 fs, 繰り返し周波数 200 kHz）を試料となる単結晶 ZnO 基板表面へ、対物レンズ（20x, NA = 0.40）を用いて集光照射した。単結晶 ZnO 基板は、コンピュータ制御の自動ステージへ設置し、偏光方向に対して垂直方向に一定の走査速度 V でレーザー光を照射した。図 1 に、V = 0.5 mm/s で、パルスエネルギーを(a) 42 nJ、(b) 40 nJ、(c) 44 nJ とした条件で形成した加工領域の走査型電子顕微鏡(SEM)像を示す。パルスエネルギーが 41~43 nJ のレーザー光を照射した場合、線幅がサブ 100 nm の単一ナノ溝構造が形成された（図 1 (a)）。一方、41 nJ より小さいパルスエネルギーでは加工痕が得られず（図 1 (b)）、43 nJ を超えるパルスエネルギーでは、周期が 220 nm の一般的な LIPSS 構造が形成された（図 1 (c)）。これらの結果から、単一ナノ溝構造は、パルスエネルギーを精密制御することによって、通常の LIPSS と同様の手法で形成されることが明らかとなった。

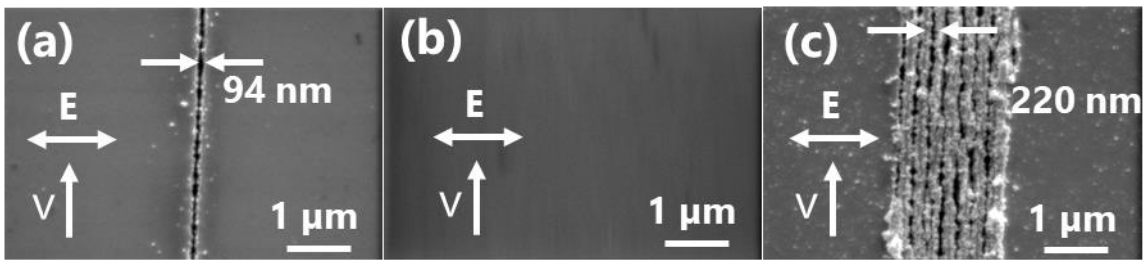

Fig. 1 SEM images of nanogrooves on ZnO substrate fabricated by tightly focused femtosecond laser pulses with NA = 0.40 of objective lens at pulse energies of (a) 42 nJ, (b) 40 nJ, and (c) 44 nJ.

参考文献

[1] J. Bonse *et al.*, J. Laser Appl. 24, 042006 (2012).

[2] Shi Bai *et al.*, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 24p-E106-8 (2022).