

29a-D2-6

バッファ層のレーザーパターンニングによる ZnO ナノウォールのパターン成長

Patterned growth of ZnO nanowalls by laser patterning of the buffer layer

九州大学システム情報科学府¹, 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター²,○村岡佑樹¹, 杉江達朗¹, 下垣哲也¹, 東島三洋¹, 中村大輔¹, 中田芳樹², 岡田 龍雄¹¹Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu Univ.,²Institute of Laser Engineering, Osaka Univ.○Y. Muraoka¹, T. Sugie¹, T. Shimogaki¹, M. Higashihata¹, D. Nakamura¹, Y. Nakata² and T. Okada¹

E-mail: muraoka@laserlab.ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

ZnO は 3.37 eV のバンドギャップエネルギーをもち、60 meV の大きな励起子束縛エネルギーをもつ II-VI 族化合物半導体である。近年、ZnO ナノ構造体をフィールドエミッタ、LED、バイオセンサ等のデバイスへ応用する研究が国内外で盛んに行われている。我々はこれまでに、ナノ微粒子支援レーザー堆積法 (NAPLD 法) を用いてナノワイヤ、ナノウォールといった ZnO ナノ構造体の作製技術を確認してきた。しかし、ZnO ナノ構造体を利用したデバイスの実用化には、形状制御に加え、成長位置の制御が不可欠である。成長位置制御には触媒を用いる手法が一般的であるが、我々は ZnO バッファ層へのレーザー照射を用いることで、触媒を用いることなくナノ結晶を任意のパターン成長させる手法を検討している。

2. 実験方法

2.1 ナノ微粒子支援レーザー堆積 (NAPLD) 法による ZnO ナノ構造体の作製

チャンバー内部を雰囲気ガスで充填させ、その中に設置した ZnO 焼結体ターゲットをレーザー光 (Nd:YAG, 第 3 高調波, 355 nm, 0.75 J/cm², 10 Hz) によりアブレーションし、加熱した ZnO バッファ層上に ZnO ナノ微粒子を堆積させることで ZnO ナノ構造体を作製した。

2.2 レーザー干渉光照射によるバッファ層のパターンニング及びナノ構造体の成長制御

ZnO バッファ層へのパターンニングにはレーザー干渉光照射を適用した。干渉光を利用することで周期的なパターンニングをシングルショットで実現可能であり、干渉角を調整することでパターンピッチを容易に変更することが可能である。具体的な干渉光学系は透過型回折格子とレンズ列により構成した [1]。パターンニング用のレーザーにも Nd:YAG レーザーの第 3 高調波を用いた。実験では、ZnO バッファ層に対して 4 光束および 2 光束干渉レーザーの照射を行い、パターンニングしたバッファ層上へ NAPLD 法を用いて ZnO ナノ構造体を配列成長させた。

3. 結果・考察

作製した ZnO ナノ構造体の SEM 画像を図 1(a) に示す。ZnO ナノ構造体は、レーザー干渉光照射によってバッファ層がアブレーションされてサファイア基板が露出している部分ではほとんど成長は見られず、バッファ層の残った部分で成長が確認された。一方、特に基板が露出している部分と未照射部との境界で高密度にナノ構造体が成長していた。これはレーザー照射により融解した部分では未照射部に比べ

べて結晶核の形成が促進されるためであると推測する。堆積時間を延ばしたところ、図 1(b) のようなナノリングや、2 光束を用いたものだと図 1(c) に示す大面積ナノウォールの作製にも成功した。これらのナノ構造体はレーザー導波路や 2 次元単方向圧電素子等への応用が期待される。

4. 参考文献

[1] A. A. Maznev, T. F. Crimmins, K. A. Nelson: "How to make femtosecond pulses overlap", Opt. Lett., 23, 1378 (1998)

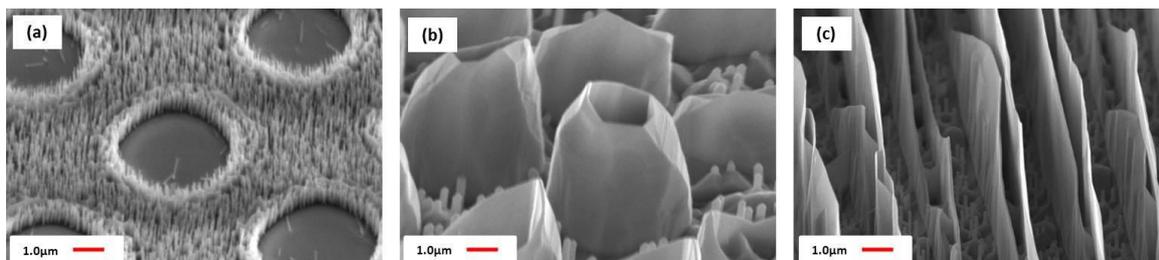


図 1 配列制御された ZnO ナノ構造体の SEM 画像
(a) 4 光束 10 min 堆積 (b) 4 光束 60 min 堆積 (c) 2 光束 60 min 堆積