

バッファ層上への ZnO ナノワイヤ成長におけるレーザー照射の影響

Influence of Laser Irradiation to a ZnO Buffer Layer on Growth of ZnO Nanowires

¹ 九大院シス情, ² 阪大レーザー研, [○] 中村 大輔¹, 下垣 哲也¹, 村岡 佑樹¹, 杉江 達朗¹,
東島 三洋¹, 中田 芳樹², 岡田 龍雄¹

¹ Grad. Sch. of ISEE, Kyushu Univ., Inst. of Laser Eng., Osaka Univ., [○] D. Nakamura¹, T. Shimogaki¹,
Y. Muraoka¹, T. Sugie¹, M. Higashihata¹, Y. Nakata² and T. Okada¹

E-mail: dnakamura@ees.kyushu-u.ac.jp

酸化亜鉛 (ZnO) は 3.37 eV のワイドギャップをもち、かつ 60 meV の大きな励起子束縛エネルギーを有するため高効率な紫外発光材料として注目されている。さらに、ZnO は資源的にも豊富であり、生体親和性も高いことから既存の紫外発光材料に置き換わる低環境負荷材料としても期待されている。本研究では、これまでにナノ微粒子支援レーザー堆積法 (NAPLD: Nanoparticle Assisted Pulsed Laser Deposition) により ZnO ナノワイヤや ZnO ナノロッドの作製に成功してきた。最近では、ZnO ナノ結晶をベースとした LED や LD などの紫外発光素子の開発やセンシングデバイス等への応用を目指し研究を行なっている。ZnO ナノ結晶をナノ・マイクロデバイスに応用する上で重要な要素の一つは、その成長制御である。ZnO に限らず結晶成長で重要となるのは基板の結晶方位や格子ミスマッチであるが、本研究では c-cut あるいは a-cut サファイア基板を用いることで ZnO ナノワイヤの垂直・水平方向成長や密度制御を実現してきた[1]。さらに、ZnO バッファ層およびレーザー照射を利用することで ZnO ナノワイヤの密度制御・成長位置制御の可能性を見出してきた。一方で、ZnO バッファ層を利用した ZnO ナノワイヤ作製における成長メカニズムについては未だ解明されていない。そこで、本研究ではレーザー照射によるバッファ層の形状変化と ZnO ナノワイヤの成長起点となる結晶核生成に注目して調査を行なった。

実験では Pulsed-Laser Deposition 法にてサファイア基板上に ZnO バッファ層を作製した後、大気中でバッファ層の一部に対して Nd:YAG レーザーの第 3 高調波を用いて干渉を利用してパターン照射を行なった。その後、再度、真空チャンバー内に設置して基板温度 750 °C, Ar ガス 26.7 kPa の条件下で堆積することでバッファ層上に ZnO ナノワイヤを作製した。Fig.1(a)にレーザー照射した領域に成長した ZnO ナノワイヤの SEM 画像を示す。照射スポットの端部に沿って ZnO ナノワイヤが成長していることがわかる。レーザー照射後のバッファ層表面は、スポット中央部はアブレーションにより膜厚が薄くなっており、端部は融解・再凝固により隆起した形状となっていた。したがって、レーザー照射によりバッファ層表面の形状変化と結晶構造変化が結晶核の生成に大きく寄与していることが伺える。堆積時間をさらに増やして作製した結果を Fig.1(b)に示す。ナノワイヤどうしが融合しウォール状に成長する結果となった。Fig.1(c)には Fig.1(b)のサンプルを真上から観察した SEM 画像を示す。右半面にはレーザー照射直後のバッファ層の SEM 画像を示しており、レーザー照射によって形成されたスポット端の隆起部よりも内側の領域にて ZnO ナノウォールが成長していることがわかる。現在は、レーザー照射前後のバッファ層の構造変化を調査中である。 [1] R. Guo, et al, Appl. Sur. Sci., 255, 9671 (2009).

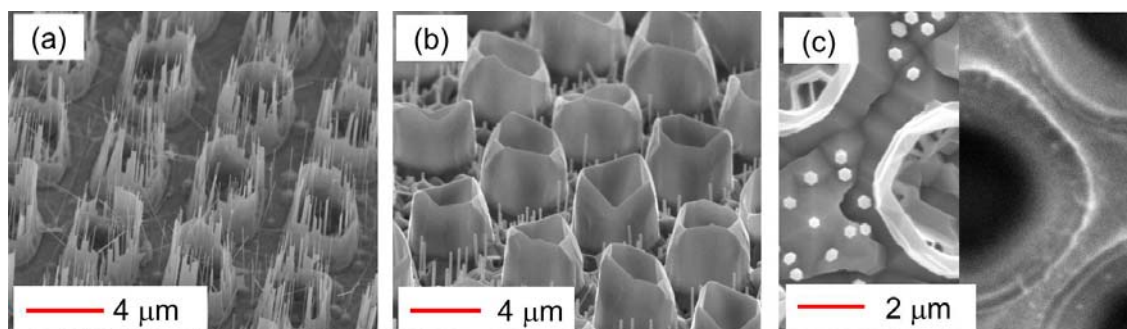


Fig.1 SEM images of the nano-crystals grown on the laser-irradiated buffer layer (a) at deposition time of 20 min., (b) 60 min, and (c) top view of the ZnO nanowall. The SEM image of the laser-irradiated buffer layer is inserted on right hand side.