

同軸ガス流型低圧パルスプラズマによる ZnO ナノ粒子ドメインの自己形成

Self-formation of ZnO nanoparticle domains by a coaxial gas-flow low-pressure pulse plasma

東北大院工, °白畑 太樹, 飯塚 哲

Grad. School Eng., Tohoku Univ. °Hiroki Shirahata, Satoru Iizuka

E-mail: h.shirahata@ecei.tohoku.ac.jp

1. 序論

ZnO は 3.37 eV のワイドバンドギャップと 60 meV の高い励起子結合エネルギーを持つ酸化物半導体であり、そのナノ構造体はナノフォトニクス分野で注目されている。さらに ZnO 球形ナノ粒子は電子の閉じ込め効果により、近年では特に量子ドット太陽電池への応用が期待されている。本研究グループではこれまで ZnO のナノロッド構造及びナノ粒子に着目して実験を行ってきた[1]。今回は、ZnO の球形ナノ粒子のドメイン形成に着目して実験を行った。本研究では、独自に開発した同軸ガス流型低圧パルスプラズマを用いて、実験条件によるナノ粒子ドメイン構造形成について報告する。

2. 実験

実験には同軸ガス流型 Ar/O₂ 混合ガスプラズマによるスパッタリングを用いた。ターゲットには Zn ワイヤをガス流と同軸方向に配置して使用し、チャンバー内はターボ分子ポンプによって真空引き後、Ar と O₂ を所定の圧力、流量、混合比で放電部に導入した。基板はプラズマの先端に置き、ガス流を使ってナノ粒子を回収した。生成したナノ粒子の観察には SEM、EDX を使用し、解析した。

3. 結果

堆積時間を 30 – 90 min と変化させて実験を行った結果、球形ナノ粒子群は基板上的島状の限られた領域(ドメイン)のみで観測された [図 1]。ドメインとドメインの間には観測されなかった。堆積時間の増加とともにドメインの密度が増加した。さらに投入電力を変化させるとドメイン内の粒子

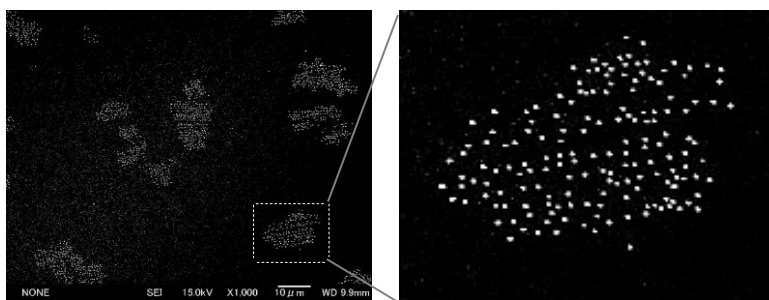


図 1 ZnO 球形ナノ粒子ドメイン群 (左) とその内部 (右)

密度が変化した。また、パルス繰り返し周波数変化により、ドメインの形成及び球形微粒子の粒径に変化が見られた。ドメイン内の粒子配列に規則性がある場合もあった。ナノ粒子ドメインの形成機構として、ナノ粒子のプラズマ中の帯電成長とその選択的表面転写によるドメイン形成が考えられる。

4. まとめ

本研究により、ZnO ナノ粒子の生成がドメイン内に分布していることが分かった。また、生成条件によりドメインの面積、密度や、ドメイン内の粒径や粒子密度を制御できることが分かった。

参考文献

- [1] H. Ono et al., J. Nonmaterials, doi: 10.1155/2011/850930, 2011.