

酸化亜鉛ナノワイヤ水熱合成における結晶表面エネルギーの役割

Crystal Plane Dependence of Critical Concentration for Nucleation

on Hydrothermal ZnO Nanowires

阪大・産研¹ ○柳田 剛¹, He Yong¹, 長島一樹¹, 金井真樹¹, 川合知二¹ISIR Osaka Univ.¹, ○Takeshi Yanagida¹, He Yong¹, Kazuki Nagashima¹, Masaki Kanai¹, Tomoji Kawai¹

E-mail: yanagi32@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】単結晶酸化物ナノワイヤは、その多種多様な物性機能を利用したナノエレクトロニクスやナノ触媒、発電・蓄電デバイス、ナノバイオと幅広い分野で急速に展開されている新しい研究領域である。水熱合成法に代表される液相法では、100°C以下の比較的マイルドな条件下でナノワイヤ形成を行うことが可能であり、様々な材料とのインテグレーションが可能となる。特に、水熱合成法で形成された ZnO ナノワイヤはその取り扱いやすさから注目を集めているが、形成過程における 1 次元結晶成長の本質については未だ十分な理解が得られていない。そこで、本発表では、水熱合成法を用いて ZnO ナノワイヤを規則配列アレイとして形成し、各結晶面の成長速度を解析することにより、異方性結晶成長プロセスの本質に迫ることを狙いとした。

【実験】ZnO ナノワイヤの基板として、Al₂O₃(110)単結晶基板上に 20nm の(0001)配向した ZnO シード層を PLD 法により形成した。その後、ナノインプリント法を用いて径 600nm の円状パターンを 400nm の間隔で作成した。水熱合成プロセスでは、硝酸亜鉛水和物 (Zn(NO₃)₂·6H₂O) と HMTA-(CH₂)₆N₄の等モル比で純水中に混合させ、95°Cの条件で ZnO ナノワイヤ合成を行った。本実験では、反応溶液の濃度を 0.01mM-40mM の範囲で変化させ、各結晶面の成長速度解析を行った。

【結果】図に反応溶液の濃度を変化させた場合の ZnO ナノワイヤの SEM 像における形状変化を示す。図から明らかのように、溶液濃度は成長速度のみならず成長方向にも影響を与えていることがわかる。ZnO ナノワイヤの水熱合成に関する過去の報告では、異方性結晶成長の起源は主に pH 変化に伴うイオン種の存在分布と極性 ZnO 結晶面との静電的相互作用の枠組みで説明されてきた。本結果は、pH や温度が同等に制御された溶液環境下においても溶液濃度が結晶成長の異方性に大きな影響を与えることを示唆するものであり既存モデル

では説明できない。本結果を説明するためには、各結晶面の表面エネルギーの差により各結晶面における臨界核生成濃度の差異が存在することを考慮し、その影響を加味したモデルを構築する必要がある。

