19p-P2-3

単結晶 NiO ナノワイヤの VLS 形成における成長温度と供給フラックスの相関性

Relationship of Growth Temperature and Supply Flux for VLS Grown Single Crystalline NiO Nanowires

阪大産研 ○長島 一樹，柳田 剛，金井 真樹，Gang Meng, Sakon Rahong, Fuwei Zhuge, Yong He，川合 知二

ISIR-Sanken Osaka Univ. ○Kazuki Nagashima, Takeshi Yanagida, Masaki Kanai, Gang Meng, Sakon Rahong, Fuwei Zhuge, Yong He and Tomoji Kawai

E-mail: kazu-n32@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 単結晶酸化物 1 次元ナノワイヤ構造体は、その特徴的な構造及び物性機能から、近年エレクトロニクス、オプティクス、省・創・蓄エネルギーデバイス、バイオセンシング等の幅広い分野で注目を集めている新しい研究領域である。気液固(VLS)成長法はナノワイヤの空間位置・サイズを厳密に規定可能な最も有用なナノワイヤ形成法である。最近、我々は実験結果に基づく理論的考察により、酸化物ナノワイヤ VLS 成長における金属・酸素の供給フラックス制御の重要性を明らかにし、従来材料制限の枠組みを超えた酸化物ナノワイヤの創成に成功した[1]。しかしながら、多くの酸化物材料ではナノワイヤ形成に高温成長条件(>850ºC)を必要とするため、多種材料のヘテロ融合が本質的に困難となることが予測される[2]。ナノワイヤ低温成長の難しさの本質は、蒸気圧温度依存性における低温での蒸気圧低下に起因するが、材料供給分圧を蒸気圧以下に制御することで低温条件下でのナノワイヤ成長は理論上可能となる。本発表では、従来高温条件を必要とした NiO ナノワイヤの VLS 形成において成長温度と供給フラックスの相関性を検討し、供給フラックスの精密制御による低温ナノワイヤ成長可能性を検証したので報告する。

【実 験】 NiO ナノワイヤ形成の基板として単結晶 MgO（100）基板を使用した。PLD 法を用い、ナノワイヤ成長時の供給フラックス・温度を変化させることでナノワイヤ形成への影響を調べた。作製したナノワイヤの形状、結晶構造、組成を FESEM、XRD、TEM、STEM-EDS を用いて評価した。

【結 果】 従来 NiO ナノワイヤ形成の Ni 供給フラックス条件 ($>20\times10^{17}cm^{-2}s^{-1}$)を介して 700ºC の温度条件下で NiO ナノワイヤ成長を試みた結果、ナノワイヤの形成は確認されなかった。そこで、高温条件下においてナノワイヤ形成可能な Ni 供給フラックス条件を検証し、適用可能な低供給フラックス条件を介して低温成長を行った。その結果、700ºC の温度条件下においても NiO ナノワイヤの形成が確認された。系統的な成長温度・供給フラックス変調により、ナノワイヤ形成可能な供給フラックス上限値は成長温度に依存することが示され、我々の理論予測が実験的に検証された。更なる供給フラックスの精密制御により、NiO ナノワイヤ成長温度条件を従来条件と比較して 300K 低減させることに成功した。本研究で得られた一連の結果は、種々の酸化物ナノワイヤの VLS 形成メカニズムに適応可能であり、酸化物ナノワイヤの低温成長及び多種の酸化物材料を介した機能性ヘテロ融合を本質的に可能とする重要な知見である。

References

[1] F. W. Zhuge, T. Yanagida, **K. Nagashima** et al., *J. Phys. Chem. C* **116**, 24367 (2012)
[2] **K. Nagashima** et al. *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 5378 (2008)

© 2013 年　応用物理学会