

水熱合成 WO₃ ナノワイヤの構造設計および分子認識センサ応用

Structural Design of Hydrothermal WO₃ Nanowires and Their Applications in Molecular Sensing

久留米高専¹, 九大先端研² ○根北 翔¹, 長島 一樹², Guozhu Zhang², 柳田 剛², 奥山 哲也^{1*}

NIT, Kurume College.¹, IMCE Kyushu Univ.²

○S. Nekita¹, K. Nagashima², G. Zhang², T. Yanagida², T. Okuyama^{1*}

*E-mail: okuyama@kurume-nct.ac.jp

【緒言】

酸化タングステン (WO₃) ナノワイヤはその特徴的な構造や高い化学的安定性・多彩な電子物性により、基礎科学研究のみならず光触媒¹⁾、エレクトロクロミック²⁾、分子認識センサ³⁾など応用研究においても注目を集めている。金属酸化物ナノワイヤの構造特性はその機能物性に大きく影響する⁴⁾ことから、その構造設計がナノワイヤの機能物性を最大限引き出すためのカギとなる。本研究では、成長メカニズムに立脚して水熱合成 WO₃ ナノワイヤの精密構造設計を行い、分子センシングにより構造設計効果の実証に成功したので報告する。

【実験】

H₂O₂ (30 %) 中で金属 W を溶解させた後、純水で濃度調整を行い、シュウ酸 C₂H₂O₄ を添加した。その後 NaOH により pH 調整を行い、

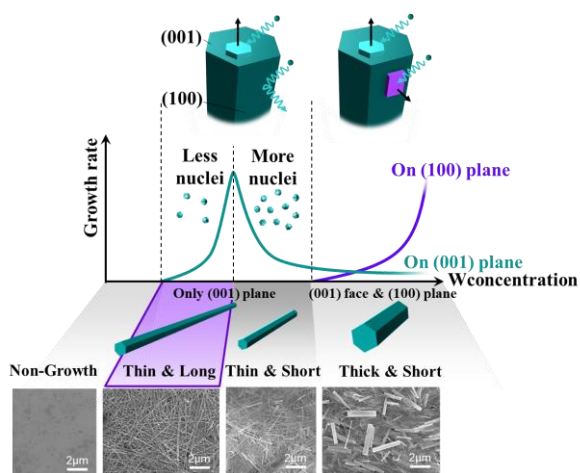


Fig.1 WO₃ nanowire growth mechanism

- ¹⁾ Yaya Feng, *et al.* ACS Sust. Chem. Eng. **7**, (2019), pp.5931-5939
²⁾ Jinmin Wang, *et al.* J. Phys. Chem. C **112**, (2008), pp.14306-14312
³⁾ Sang-Joon Kim, *et al.* ACS Nano **10**, (2016), pp.5891-5899
⁴⁾ W. Zeng, *et al.* Materials Letters **117**, (2014), pp.41-44

Na₂SO₄ を添加することでナノワイヤ成長溶液を調製した。この溶液を耐圧容器に移し、200 °C の電気炉内でナノワイヤを合成した。得られた WO₃ ナノワイヤを FESEM、TEM、XRD により評価した。次いで、電子線リソグラフィにより単一ナノワイヤ素子を構築し、200 °C 大気中で肺がんマーカーノナナルに対する分子センシング特性を評価した。

【結果】

溶液内 W 濃度を変化させた結果、極めて限定された W 濃度条件範囲内においてのみ結晶面選択的な結晶成長が生じることを見出した (Fig. 1)。核形成理論に基づく種々の検討により、上記結果は WO₃ ナノワイヤの各結晶面における界面エネルギーの差異、及び溶液内均一核形成と固体表面上不均一核形成との競合に起因することが明らかとなった。構造設計された WO₃ ナノワイヤによりノナナルに対する分子センシング特性を評価した結果、良好なセンサ応答が観測されると共に (Fig. 2)、構造設計の効果として既出の研究結果を凌ぐ検出下限値 27 ppb の実証に成功した。

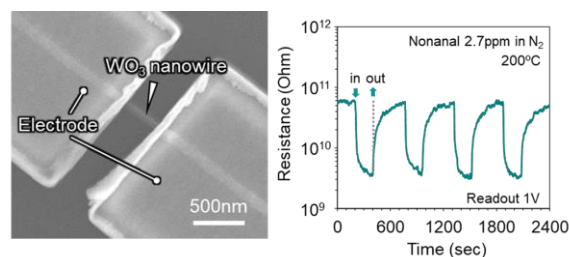


Fig.2 Single nanowire device & nonanal sensing result