

VLS 法を用いた単結晶 SnO_2 ナノワイヤにおける 二つの結晶成長界面が決定する組成空間分布と電子輸送特性

Compositional distribution and electrical property in single crystalline VLS

SnO_2 nanowire determined by the two crystal growth interfaces

九大総理工¹, 九大先導研², 大阪市大³ 東大工⁴ ○安西 宇宙¹, 長島 一樹², G. Meng²,
F. W. Zhuge², 鐘本 勝一³, 関 岳人⁴, 柴田 直哉⁴, 柳田 剛^{1,2}

Eng. Sci. Kyushu Univ.¹, IMCE Kyushu Univ.², Osaka city Univ.³, Univ. of Tokyo.⁴

○H. Anzai¹, K. Nagashima², G. Meng², F. W. Zhuge², K. Kanemoto³, T. Seki⁴, N. Shibata⁴,
T. Yanagida^{1,2}

E-mail: 2ES15065N@s.kyushu-u.ac.jp

【はじめに】 単結晶酸化物ナノワイヤは、他材料では見られない多彩な機能性を有する酸化物材料群から成り、様々な環境下において高い化学的安定性を示すナノ材料群として近年注目されている。一般に、単結晶酸化物材料は絶縁体であるが、従来報告されている単結晶酸化物ナノワイヤでは unintentional なドーピングにより伝導性を示しており、酸化物ナノワイヤの機能創出における本質的な技術障壁となっている。前回の発表では成長条件の異なる SnO_2 ナノワイヤにおいて 6 桁に及ぶ巨大な電気抵抗の差異を生じる興味深い実験結果を報告した。ナノワイヤ形状及び伝導特性の相関性における検証結果から、 SnO_2 ナノワイヤ成長中に存在する結晶成長界面の1つである気固(VS)界面によるドーピングメカニズムを提案したが、本メカニズムを立証するためには、ナノワイヤ断面化学組成分布が結晶成長界面により決定される直接的な実験証拠が不可欠である。本発表では、巨大な電気抵抗の差異を有する酸化物ナノワイヤの断面化学組成分布を比較することにより、unintentional なドーピングが結晶成長界面により導入される決定的な証拠を得ることに成功したので報告する。

【実験】 金触媒を堆積した $\text{Al}_2\text{O}_3(110)$ 基板上に、Pulsed-Laser-Deposition (PLD)法を用いて単結晶 SnO_2 ナノワイヤを Vapor-liquid-solid(VLS)メカニズムにより成長させた。 SnO_2 ナノワイヤの形状・結晶性・結晶構造・組成は FESEM、XRD、STEM-EELS により評価した。

【結果】 SnO_2 ナノワイヤ断面 STEM-EELS 分析の結果、気固(VS)界面成長を有する SnO_2 ナノワイヤではナノワイヤ内部から外部にかけて酸素欠損の増加傾向が観測された。一方で VS 界面成長を抑制した液固(LS)界面成長のみから成る SnO_2 ナノワイヤでは、ナノワイヤ全体において化学量論比に近く均一な化学組成を有する極めて結晶性の高い SnO_2 ナノワイヤが形成されていることが明らかとなり、unintentional なドーピングが結晶成長界面により導入される決定的な証拠を得ることに成功した。本研究で得られた一連の結果は、従来未解明であった単結晶酸化物ナノワイヤにおける伝導性の起源の本質に迫り、酸化物ナノワイヤの新機能創出を真に可能にする重要な知見である。

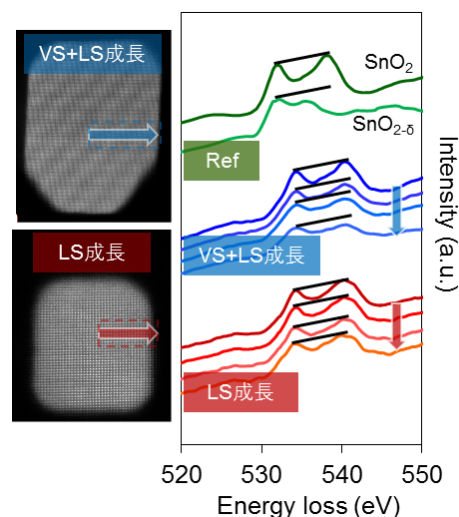


図) 単結晶 SnO_2 ナノワイヤ断面 STEM 像とEELS評価