

化合物半導体水蒸気酸化による酸化物ヘテロ構造ナノワイヤの形成

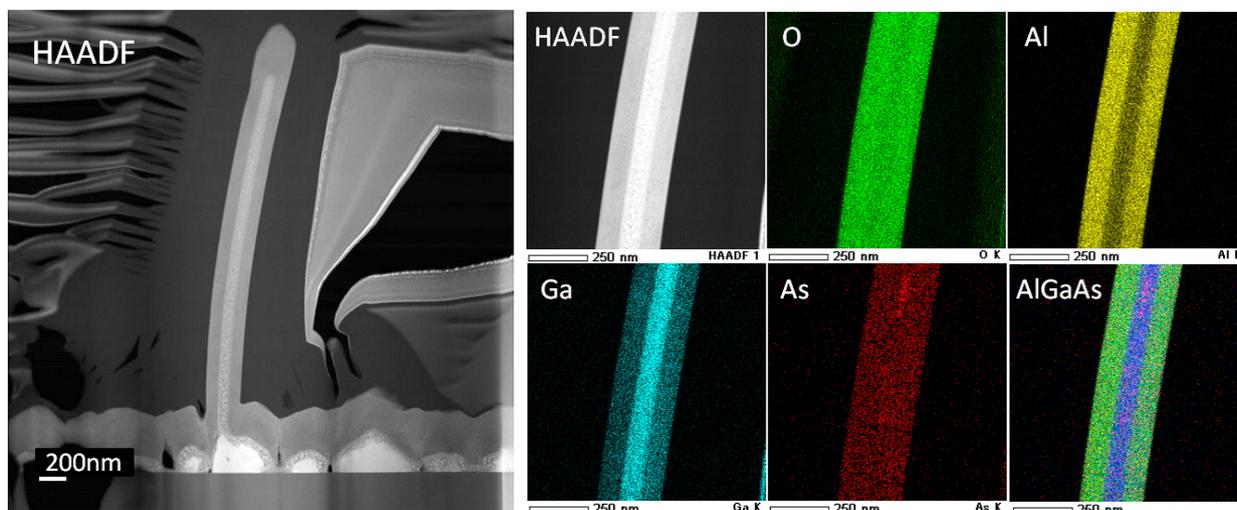
Fabrication of oxide heterostructure nanowires
by wet oxidation of compound semiconductors阪大工¹, 阪大院工², 名大院工³日比 秀昭¹, 荒木 義朗², 安 南 洙², 石川 史太郎², 山口 雅史³Osaka Univ.¹, Osaka Univ.², Nagoya Univ.³○ Hideaki Hibi¹, Yoshiaki Araki², Namsoo Ahn², Fumitaro Ishikawa², and Masahito Yamaguchi³

E-mail: hibi@e3.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは、断面の寸法が数ナノメートルから数百ナノメートル程度となる一次元の細線構造のナノ材料であり、低次元化による量子効果の発現に伴うバンド構造やバンドギャップ、電子の移動度などの性質に変化が現れる。その中で化合物半導体ナノワイヤは直接遷移型バンド構造による優れた光学特性等から、次世代の光・量子デバイスへの応用が可能な材料として期待されている。化合物半導体において利用される水蒸気酸化は、構成層間の大きな屈折率差や電流狭窄を可能にし、特に光デバイスの高機能化に有効な技術として用いられる。本研究では水蒸気酸化による化合物半導体ナノワイヤの酸化物への変換と、それを用いた化合物半導体/酸化物融合ナノワイヤの実現を目指す。ここでは分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて GaAs/AlGaAs ヘテロ構造ナノワイヤを水蒸気酸化し、酸化前後のナノワイヤの評価を行った結果について報告する。

【実験】結晶成長は、Si(111) 基板上に MBE 法を用いて行った。成長初期は、As₄ フラックス 1.3×10^{-6} Torr とし、Ga フラックスを GaAs(001) 基板上で GaAs が 1ML/s で成長される条件で、15 分間 GaAs ナノワイヤを成長した。その後 15 分の成長中断を行い、As フラックスを 2.5×10^{-5} Torr に上昇させた。その後シェル層を Al_{0.8}Ga_{0.2}As を 1ML/s で成長することで形成した。最後に作製した試料に対して、435 °C、2 時間水蒸気酸化を行った。酸化前後の試料を走査型電子顕微鏡 (SEM) 測定、透過型電子顕微鏡 (TEM) 測定、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) 測定により評価した。

【結果】作製した試料に対する、TEM 測定の結果を図 1 に示す。およそ長さ 3 μm、直径 300nm の、良好なコア-シェル型ナノワイヤが形成されていることが確認できる。ワイヤ直径及びコア層、シェル層の厚さは先端から根元まで均一である。また基板表面には粒上の結晶が多数存在し、ナノワイヤの根元と一部融合していた。ワイヤ中の EDX 測定結果を図 2 に示す。ナノワイヤがコア部分の GaAs とシェル部分の AlGaAs とともにほぼ完全に酸化され、GaOx/AlGaOx ヘテロ構造ナノワイヤへと変化していることが確認された。一部ワイヤの中心に濃度の高い As の残留が確認できたことなどから、水蒸気酸化の条件を調整することで、化合物半導体/酸化物コアシェルナノワイヤの作製も可能だと考えられる。



[1] 作製ナノワイヤ TEM 測定結果

[2] EDX 測定結果