

自然酸化 AlGaOx 最外殻と GaAs/AlGaAs ヘテロ構造を用いた GaAs ナノワイヤパッシベーション構造の作製

Formation of GaAs nanowire passivation structure using GaAs/AlGaAs heterostructure and native-oxide AlGaOx outermost shell

愛媛大工¹ °津田 眞, 石川 史太郎

Ehime Univ. °Naoki Tsuda, Fumitaro Ishikawa

E-mail: e845016y@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは、超高密度集積化や低次元化による新たな特性の発現や新規デバイス応用が期待されている。III-V 族化合物半導体 GaAs を用いたナノワイヤは、単一のナノワイヤそのものがレーザとして機能するなど、高い発光効率を有している。一方、同材料は表面非発光再結合の影響が顕著であり、これを抑制するパッシベーションの試みが種々行われている。その中で我々は、高い Al 組成を有する AlGaAs を用いた GaAs / AlGaAs コアシェルナノワイヤを結晶成長させ、AlGaAs を水蒸気酸化することで酸化物の AlGaOx に変質させることにこれまで成功している[1]。同技術は面発光レーザーのブラッグミラーで一般的に用いられる技術で、構成層間の大きな屈折率差や電流狭窄を可能にする。しかしながら、酸化プロセスが内部 GaAs コアにダメージを与えることが懸念され、特にナノスケールの材料ではその影響が大きいことが考えられる。今回我々は AlGaAs 層の酸化に自然酸化を用い、さらにその内部にも AlGaAs パッシベーション層を成長することを試みた。今回同ナノワイヤに対して評価を行った結果を報告する。

【実験・結果】ナノワイヤ結晶成長は、Si (111) 基板上に Ga 自己触媒 MBE 法を用いて行った。Ga のフラックスは、成長を通して GaAs(001)基板上で GaAs が 1ML/s で成長される条件とした。まず、ナノワイヤコアを 15 分成長した。その後、10 分間成長中断を行うことで支配的な横方向成長を促し、GaAs / Al_{0.2}Ga_{0.8}As / GaAs / Al_{0.9}Ga_{0.1}Ox の順に成長が行われるよう分子線を供給することで、コア - マルチシェル構造が形成した。Al_{0.2}Ga_{0.8}As 層は内部直径約 100nm の GaAs コアのパッシベーション層として、Al_{0.9}Ga_{0.1}As 層は最外殻の自然酸化膜形成を意図して作製した。それぞれの AlGaAs 層の層厚はおよそ 30nm, その間の GaAs 層は約 20nm とした。成長温度は全体を通して 560℃とした。試料を一か月以上放置し、最外殻を自然酸化膜とした。図 1 (a)は、ナノワイヤ横断面におけるコア - シェル境界面付近の TEM 画像である。この EDS プロファイルより、意図したとおり、自然酸化によって形成された AlGaOx に覆われた GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As コア - シェルナノワイヤが形成されていることを確認した。(b)は Al_{0.2}Ga_{0.8}As 層の拡大像である。成長時基板回転によるフラックス変調の影響か、Al 組成が周期的に変調され、超格子構造が形成された。同試料からは室温、低温ともに GaAs バンドギャップに起因するカソードルミネッセンスおよびフォトルミネッセンスが観測され、直径約 80nm の GaAs ナノワイヤコアからの良好な室温発光を観測することができた。

[1] H. Hibi, M. Yamaguchi, N. Yamamoto, and F. Ishikawa, Nano Lett. 14, 7024, 2014.

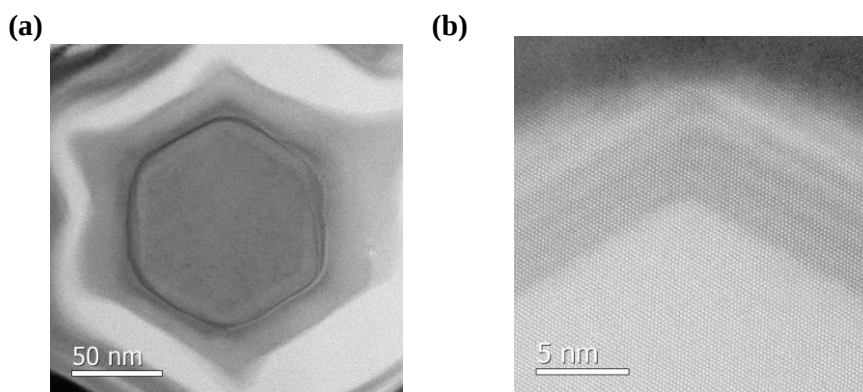


図 1 (a) Cross sectional TEM images of GaAs / Al_{0.2}Ga_{0.8}As / GaAs / Al_{0.9}Ga_{0.1}Ox core-multishell nanowire sample investigated and (b) its enlarged image.