

GaAs/GaN_{0.02}As_{0.98}/GaAs コア-マルチシェルナノワイヤの成長と評価Growth and Characteristics of GaAs/GaN_{0.02}As_{0.98}/GaAs core-multishell nanowires愛媛大工¹, Linköping Univ.² 〇行宗 詳規¹, 藤原 亮¹, M. Jansson²,W. M. Chen², I. A. Buyanova², 石川 史太郎¹Ehime Univ.¹, Linköping Univ.², 〇M. Yukimune¹, R. Fujiwara¹, M. Jansson², W. M. Chen²,I. A. Buyanova², F. Ishikawa¹

E-mail: f845025b@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】Ⅲ-V 族化合物半導体ナノワイヤは、次世代の光・電子デバイスへの応用が期待されている。その中でも希釈窒化物半導体ナノワイヤはバンドギャップと格子定数の大きな可変性を持っており、窒素導入量の制御でその応用可能性を拡張できる。GaAs ナノワイヤに数%の窒素を導入するとバンドギャップが減少すると同時に、格子定数も小さくなることが知られており、これによって近赤外領域での発光や太陽電池で用いられる 1.0 eV のバンドギャップを得ることができる。今回、窒素プラズマセルを用いて分子線エピタキシャル(MBE)成長した窒素組成 2%の GaNAs 層を含む GaAs/GaNAs/GaAs コア-マルチシェルナノワイヤの成長と特性について調べた結果を報告する。[1]

【実験・結果】GaAs/GaNAs/GaAs コア-マルチシェルナノワイヤの結晶成長は Si(111)基板上に MBE 法を用いて行った。まず、As フラックスを 3.2×10^{-5} Torr とし、Ga フラックスを GaAs(001) 基板上で 1 ML/s に合わせ、基板温度 580°C で 30 分間成長した。その後 15 分間成長中断を行い、Ga 液滴の結晶化とその後の成長を横方向に支配的な気相-固相成長にした。その後、再度 GaAs コア動径方向成長を 20 分間行った。次に 10 分間成長中断し、その間にプラズマの立ち上げと基板温度を 500°C に下げた。10 分後、窒素シャッターを閉じたまま GaAs を 5 分間成長し、その後窒素シャッターを開けて GaNAs 層を 30 分間成長した。最後に GaAs 層を 30 分間成長した。成長試料は、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、散乱電子回折(EBSD)、フォトルミネッセンス(PL)によって特性を行った。

STEM 観察を行った結果、良好に構造制御されたコア-マルチシェル構造の形成を確認できた。シェル層には窒素を含む GaNAs 層が EBSD に明確に形成されており、GaNAs ナノワイヤの明瞭なコントラスト変化によるマルチシェル構造の形成を確認することができた。EBSD による解析をおこなったところ、閃亜鉛鉱型(ZB)とウルツ鉱構造(WZ)の GaAs の混在をワイヤ中に確認した。Figure 1 に測定したナノワイヤの走査型電子顕微鏡(SEM)画像と Image Quality Map(IQ Map)、相分布(Phase Map)を示す。解析に用いたナノワイヤではウルツ鉱構造が約 21%混ざっていることが確認された。この結果から、GaAs ナノワイヤでは一部が閃亜鉛鉱構造からウルツ鉱構造に変化することが確認された。PL 測定では同試料からは薄膜で確立している理論予測とよく合致する 1.14eV での明確な室温発光が観測され、同ナノワイヤの結晶特性が高品質であることの実証と、近赤外域応用の可能性を示した。

[1] M. Yukimune, R. Fujiwara, H. Ikeda, K. Yano, K. Takada, M. Jansson, W. M. Chen, I. A. Buyanova, F. Ishikawa, Appl. Phys. Lett. *In press*.

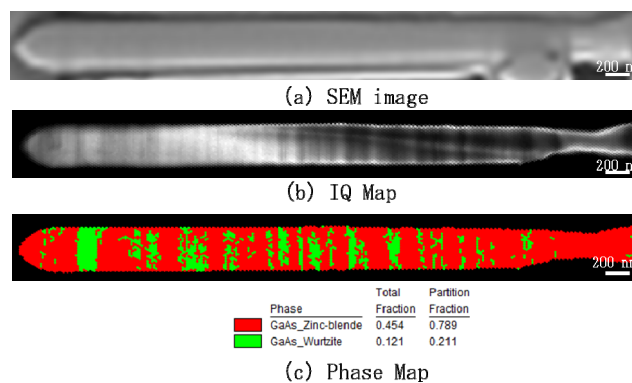


Figure 1. (a) SEM, (b)EBSD IQ map, and (c) phase map images of the GaAs/GaN_{0.02}As_{0.98}/GaAs nanowire