

成長レートを変調したGaAs/InGaAsコアシェルナノワイヤの 分子線エピタキシャル成長

Growing rate dependence of InGaAs/GaAs core-shell nanowires by molecular beam epitaxy

愛媛大工¹, ○吉川 晃平¹, 奥嶋 正浩¹, 石川 史太郎¹

Ehime Univ.¹ ○Kohei Yoshikawa¹, Masahiro Okujima¹, Fumitaro Ishikawa¹

E-mail: h845042y@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは、超高集積化や低次元化による新たな物性の発現や新規応用分野の開拓を担う材料として期待されている。その中でもGaAsはその高い移動度や光学特性からレーザーや太陽電池といったデバイスで優れた特性を示している。InGaAsは、Inの組成を調整することで、GaAsの発光波長をより光ファイバー通信に適した長波長帯域へ拡張できる。その中でInGaAs活性層の成長レートを変調できれば、NやBiなど、より長波長帯域での高機能化が期待できる元素導入の高濃度・高品質導入が可能になる。本研究では、分子線エピタキシー法により成長するGaAs/InGaAs/GaAsコア-マルチシェルナノワイヤの成長レート変調を試み、その構造・光学特性への影響を調べた。

【実験・結果】ナノワイヤ結晶成長は分子線エピタキシャル成長(MBE)法を用い、Si (111)基板を用いた。また、GaAs(001)基板も成長時基板ホルダにセットし、同じ条件で形成される薄膜成長層を参照試料とした。Gaを触媒としたVLS (Vapor Liquid Solid) 成長を用いて核形成とGaAsコアの成長を行った。その後成長中断を行い、その後の横方向成長を促し、GaAs/InGaAs/GaAsの順に分子線を供給することで、コア-マルチシェル構造を形成した。成長温度はGaAsコア層成長時560 °Cで30分間成長させ、成長中断を挟んだ後、GaAsシェルを成長時560 °C、InGaAsシェルおよび最外殻成長時に500 °Cとした。成長レートは、試料1をGaAsコア成長時1ML/s、InGaAsシェル成長時1.25ML/s、膜厚65nmを想定した。試料2はそれぞれ成長レートを1/3に低減させ、成長時間を3倍とすることで同じ構造が形成されることを想定した。Fig. 1(a), (b)はそれぞれの試料のGaAs基板上薄膜、Si基板上ナノワイヤに対するX線回折測定結果である。0°のメインピークはいずれも基板由来である。Fig. 1のGaAs基板上のInGaAsのX線測定結果から、試料1のIn組成は約17%、試料2は約13%となった。Fig. 2のSi基板上試料からは大きな違いは見られず、同様のナノワイヤが形成できたことが考えられた。それぞれのナノワイヤ試料に対するFig. 3の室温PL測定では、いずれも1000 nm付近にピークを持つ発光が観測できた。尚、950nm付近の強度の減衰は装置由来のものである。

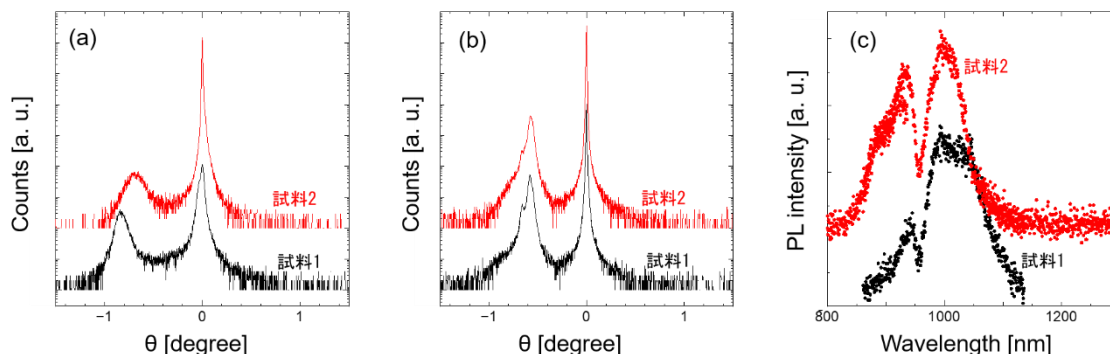


Fig. 1. X-ray diffraction curves for the samples 1 and 2, grown on (a) GaAs (001) substrate: thin film, around GaAs (004) reflection and (b) on Si (111): nanowires, around Si (111) reflection, and (c) room temperature photoluminescence spectra for nanowires grown on Si (111).