

GaAs/GaInNAs/GaAsコア-マルチシェルナノワイヤの 分子線エピタキシー成長

Molecular beam epitaxy growth of GaAs/GaInNAs/GaAs core- multishell nanowires

愛媛大工, ○(M2)奥嶋 正浩, 吉川 晃平, 森 翔太, 石川 史太郎

Ehime Univ. ○Masahiro Okujima, Kohei Yoshikawa, Shota Mori, Fumitaro Ishikawa

E-mail: h845016a@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは、Si基板上的III-V族半導体デバイスの超高集積化や、デバイスの低次元化による新規応用分野の開拓を担う材料として期待されている。その中で希釈窒化物半導体ナノワイヤは窒素を導入することで、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。これにInを導入したGaInNAsは、Inと窒素の組成を調整することでバンドギャップと格子定数を制御することができ、光ファイバー通信波長帯域である1.3 μm , 1.55 μm の発光が可能である。本研究では、GaInNAsナノワイヤのSi(111)基板上成長について報告する。

【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。まずコアを成長させ、その後成長中断を行うことで横方向成長を促し、GaAs/GaInNAs/GaAs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-マルチシェル構造を形成した。成長はGaAs(001)基板上にも同時に行い、同じ条件で得られた薄膜を参照試料とした。成長条件は、GaAsコア層成長時は560 $^{\circ}\text{C}$ で30分間成長させ、成長中断を挟んだ後、GaAsコアを560 $^{\circ}\text{C}$ で10分間、GaInNAsシェルを500 $^{\circ}\text{C}$ で3分間、最外殻のGaAsを500 $^{\circ}\text{C}$ で30分成長させた。このとき、成長レートはGaAs(001)基板上で、GaAs成長時1 ML/sec, GaInNAs成長時1.25 ML/secに設定しており、GaInNAsの膜厚は約65nm, GaAsの膜厚は500nmを想定している。Si基板上的ナノワイヤは、従来の経験から、それぞれの層厚が1/5となることを想定している。窒素の供給にはECRプラズマを使用し、他の条件を揃え、InGaAs活性層成長時にプラズマを照射することでGaInNAs層を成長した。

Fig. 1(a),(b)に InGaAs, GaInNAs 試料のそれぞれ GaAs(001)基板上, Si(111)基板上のX線開設測定結果を示す。Fig.1(a)の GaAs 基板上薄膜では、In 由来のピークが広角側に移動していることが確認でき、N が導入されていることが分かる。フィッティングから、GaInNAs にはIn が 17%, N が 1.5%程度導入されていることが確認できた。Fig.2 の Si(111)基板上では、GaAs(0002)のナノワイヤ起源のピークが明瞭にいずれの試料からも観測されており、GaInNAs 層を含むナノワイヤが形成されていることが期待できる。

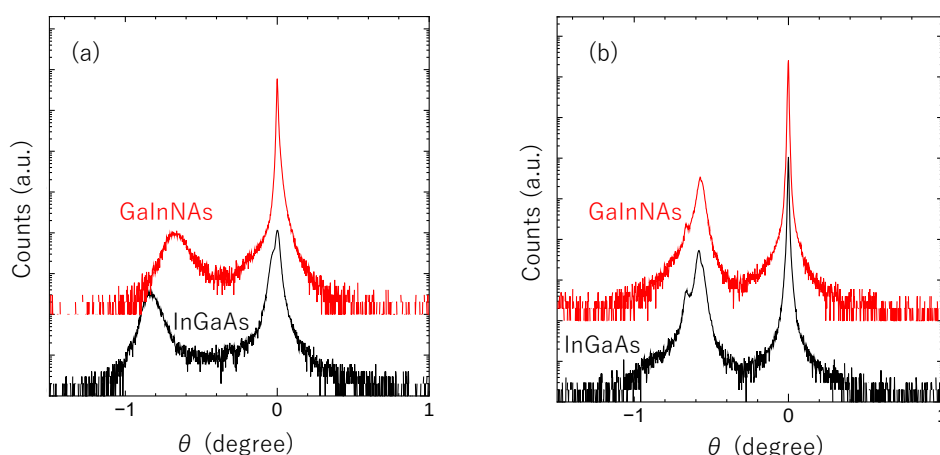


Fig. 1 (a) X-ray diffraction curves for InGaAs and GaInNAs sample around (a) GaAs (004) on GaAs(001) substrate and (b) around Si(111) on Si(111) substrate.