

埋め込み型 GaAs/AlGaAs コア-シェル型ナノワイヤ形成機構 の X 線回折法による評価

Formation Mechanism of Buried GaAs/AlGaAs Core-shell Nanowires
Studied by X-ray Diffraction

愛媛大理工, °吉田 剛, 下村 哲, 石川 史太郎

Ehime Univ., °Go Yoshida, Satoshi Shimomura, Fumitaro Ishikawa

E-mail:z845026y@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】化合物半導体ナノワイヤは、次世代の光・電子デバイスへの基礎材料として期待されている。その中で、ワイヤコア層を他材料で埋め込む技術は、ナノワイヤが本質的に有する空気との界面における非発光再結合の抑制や、特徴的な形態を利用した基礎物理現象の理解、さらには、継続的な結晶成長への展開や電極形成の容易さなど、ナノワイヤ技術の多様な展開に有効な技術として期待できる。そこで本研究では、分子線エピタキシー(MBE)法によって Si(111)基板上に GaAs/AlGaAs コア-シェル型ヘテロ構造ナノワイヤの成長を行い、AlGaAs シェル層成長時間を制御することで各ワイヤの直径を拡大し、周辺のワイヤと合体させることで、全体が埋め込まれた構造を作製した。今回は同構造の結晶成長機構について調べるため、シェル層成長時間を変化させた試料に対する、X 線回折(XRD)による評価を行った。

【実験】結晶成長は、Si(111)基板上に、自己触媒となる Ga 液滴を利用した MBE 法を用いて行った。最初に、15 分間 GaAs ナノワイヤを成長した。その後 15 分の成長中断を行うことで、Ga 液滴を結晶化させ、以降の成長が、シェル直径方向が支配的な横方向成長となるよう制御した。続いて、Al_{0.9}Ga_{0.1}As シェル層を 30 min, 2 hour, 6 hour と変化させて成長した。成長速度は GaAs(001)に成長する GaAs, AlGaAs が、成長を通してそれぞれ 1.0 ML/s となるよう調整した。作製した試料に対して、X 線回折(XRD)測定を行った。

【結果】シェル層成長時間を変化させて成長を行った試料に対して、上面から走査型電子顕微鏡による観察を行った。その結果、成長時間 30 min, 2 hour, 6 hour の試料それぞれのワイヤ直径は、およそ 300 nm, 1.0 μm, 3.0 μm であった。成長時間 6 hour の試料は隣接のワイヤが合体しており、各部に空隙が見られるものの、全体が埋め込まれた構造となった。これら 3 つの試料に対して、X 線回折測定を行った結果を Fig. 1 に示す。まずそれぞれの試料から、基板の Si(111)と Si(333)に起因した強いピークが観測された。図中の破線で示した回折角では、3 試料を通して同様に観測されるピークが存在し、成長時間の増加に伴いその強度も増加した。従って、これらはワイヤシェル層の AlGaAs に起因した回折ピークであると考えられる。さらに、図中矢印で示した位置では、30 min 成長した試料では明確に観測されないものの、2 hour 以上のシェル層成長を行うことで顕著に現れる回折ピークの存在が確認された。これらは、ワイヤ同士が隣接のワイヤと合体した際に形成される、特徴的な結晶構造に起因したものである可能性が考えられた。

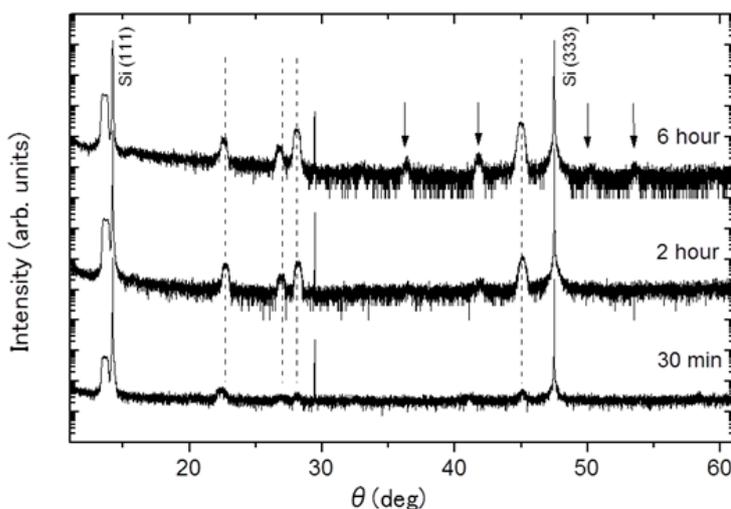


Fig. 1 X-ray Diffraction curves for the samples varying the growth time of the shell AlGaAs layers of GaAs/AlGaAs core-shell nanowires grown on Si (111) substrate.