

埋め込み型 GaAs/AlGaAs ヘテロ構造ナノワイヤの形成とその水蒸気酸化 Fabrication of Buried GaAs/AlGaAs Heterostructure Nanowires and Their Wet Oxidation

阪大院工¹, 愛媛大院理工², 日比 秀昭¹, 近藤 正彦¹, ○石川 史太郎²

Osaka Univ.¹, Ehime Univ.², Hideaki Hibi¹, Masahiko Kondow¹, ○Fumitaro Ishikawa²

E-mail: ishikawa@ee.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。化合物半導体デバイス作製時に利用される水蒸気酸化プロセスは、構成層間の大きな屈折率差による光閉じ込めや、酸化物の絶縁性を利用した電流狭窄を可能にし、特に光デバイスの高機能化に有効な技術として用いられる。これまで本研究では、水蒸気酸化により化合物半導体ナノワイヤの酸化物への変換と、それを用いることで化合物半導体/酸化物のヘテロ構造が作製可能であることを見出した。今回は、まず分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて GaAs/AlGaAs コア-シェル型ヘテロ構造ナノワイヤを作製する際、シェル層の成長時間を制御することで周囲のワイヤと合体させ、GaAs ワイヤの埋め込み型構造が作製可能であることを示す。さらに同構造に水蒸気酸化を用いることで、同ヘテロ構造ナノワイヤを酸化物で埋め込む試みについて報告する。

【実験】結晶成長は、Si(111) 基板上に MBE 法を用いて行った。最初に、As₄ フラックスを 1.3×10^{-6} Torr とし、Ga フラックスを GaAs(001) 基板上で GaAs が 1ML/s で成長される条件で、15 分間 GaAs ナノワイヤを成長した。その後 15 分の成長中断を行い、As フラックスを 2.5×10^{-5} Torr に上昇させた。続いて Al_{0.9}Ga_{0.1}As シェル層を 1ML/s で成長して形成した。ここで、シェル層成長時間を 30 分、2 時間、6 時間と変化させることでシェル層の幅を制御し、埋込み構造作製を試みた。作製した試料に対して、370 °C で 2 時間水蒸気酸化を行った。酸化前後の試料に対して、走査型電子顕微鏡 (SEM) 測定、透過型電子顕微鏡 (TEM) 測定、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) 測定により評価した。

【結果】Fig.1 にシェル層成長時間を 30 分から 6 時間に变化させて作製したナノワイヤ試料の、表面 SEM 観察結果を示す。図から明らかなように、シェル層成長時間を増加させるにつれて各ワイヤの直径は拡大し、6 時間成長時にはほぼ全てのワイヤが周囲のワイヤと合体した。6 時間成長を行った試料では、隙間が各部で観測されるものの、多くの領域が上部からは埋め込まれた様子が観察された。同試料に対して断面 SEM 像を観察すると、同様に周囲のワイヤと合体した様子が見て取れた。また各部位の空隙は、ワイヤ上端から Si 基板まで貫通して存在した。水蒸気酸化を行った試料に対する TEM 観察結果から、水蒸気酸化はこれら試料が表面にさらされる空隙から AlGaOx への酸化が進行することが確認された。従って、今回試みた埋め込み型構造を用いることで、酸化物/AlGaAs/GaAs のヘテロ構造形成が可能であることが示された。

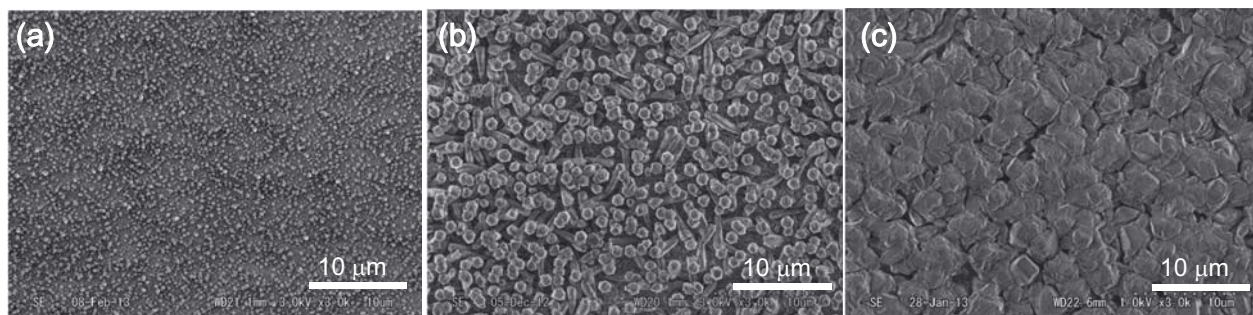


Fig. 1: Surface observations of the nanowires samples after oxidations at 370°C for 30 min. shells of those were grown for (a) 30 min., (b) 2 hours, and (c) 6 hours.