分子線エピタキシャル成長 GaAs ナノワイヤへの TiO_2 コーティング

TiO_2 coating for GaAs nanowires grown by molecular beam epitaxy

愛媛大工 [1]，九州大学 [2]　○大野 智樹 [1]，石川 史太郎 [1]，長島 一樹 [2]，柳田 剛 [2]

Ehime Univ. [1], Kyusyu Univ. [2] ○T. Ono[1], F. Isikawa[1], K. Nagashima[2], T. Yanagita[2]

E-mail: g845007y@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは一次元の構造を持った半導体材料で、次世代の光デバイス、電子デバイスへの応用が期待されている。化合物半導体 GaAs は高い移動度や光電変換効率を有し、これまでに太陽電池や通信レーザー、高移動度トランジスタなど多岐に応用されている。また TiO_2 は光照射下で n 型半導体を示す酸化物半導体で、水の光分解を起こす光触媒の電極に応用できることが知られており[1]、光触媒や水分解に半導体ナノワイヤを使用することが報告されている[2]。また薄膜ではこれまでに、GaAs 上に TiO_2 コーティングすることで水分解のための光アノード機能を安定化させた報告がある[3]。それらを踏まえ GaAs ナノワイヤに TiO_2 を堆積できれば、高機能の光触媒として動作することが期待できると考え、本研究では GaAs ナノワイヤ上への TiO_2 をコーティングを試みた結果について報告する。

【実験・結果】まず下地となる GaAs ナノワイヤを、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて成長をおこなった。成長は導電性を得るため n 型 Si(111)基板上に成長を通じて Si ドーピングを行うことで n 型の GaAs ナノワイヤを得ることを意図した。成長初期の核形成および軸方向成長は Ga 自己触媒を用いた Vapor Liquid Solid 成長を用いた。その後、成長中断を行うことで触媒を結晶化し、同径方向成長を促進してワイヤ直径を拡大した。GaAs ナノワイヤ成長を終えた試料を MBE から取り出し、その後スパッタリングによって TiO_2 のコーティングを行なった。成長試料は走査型電子顕微鏡(SEM)とエネルギー分散型 X 線分析(EDS)を用いて観察した。

GaAs ナノワイヤを SEM 観察したところ、基板と垂直に配向した直径約 300nm, ナノワイヤが約 $1\mu m^{-2}$ の濃度で成長していることを確認した。また、ワイヤからは Si ドープに起因すると思われる枝が発生しており、その配向も基板と垂直な(111)方向が支配的であった。Fig. 1 は抽出した単体ナノワイヤの一部を拡大した SEM/EDS 分析結果である。EDX 測定の結果より、内部の GaAs の周囲に Ti と O の強い強度が観測された。これより、GaAs ナノワイヤ周囲に TiO_2 がコーティングされた積層構造ナノワイヤが形成できたと思われる。

[1]Asahi et al., Science, 293, 269, 2001.
[2]Kibiria et al., Nature Comm. 6:6797, 7797, 2015
[3]Hu et al., Nature Comm. 6:6797, 7797, 2015.

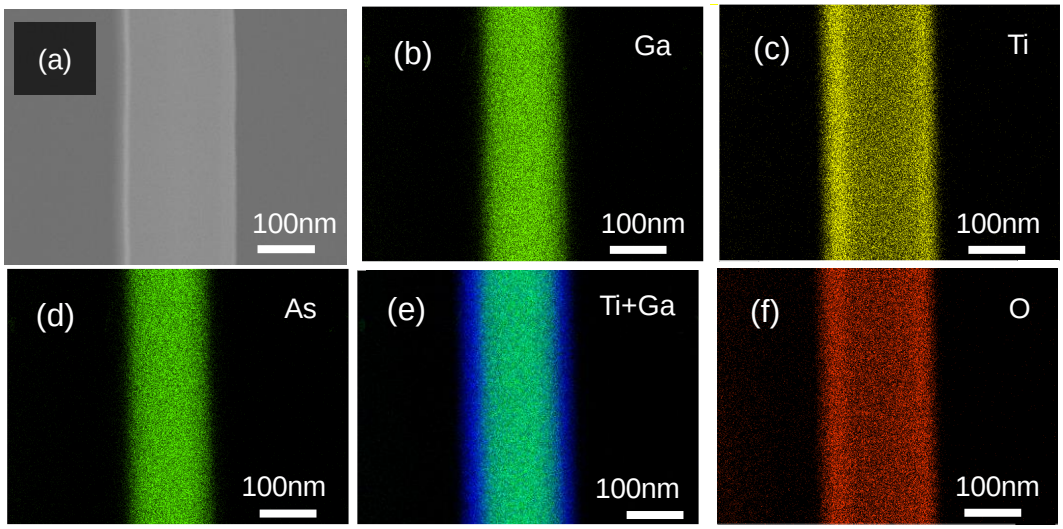

Fig. 1（a）SEM and EDS elemental mapping of (b) Ga, (c) Ti, (d) As, (e) Ti + Ga, (f) O for a nanowire.