

Si 及び SOI 上の GaAs/GaNAs コア・マルチシェルナノワイヤの成長

Growth of GaAs/GaNAs Core-Multishell Nanowires on Silicon and SOI

愛媛大工,[○]藤原 亮, 行宗 詳規, 石川 史太郎

Ehime Univ., [○]Ryo Fujiwara, Mitsuki Yukimune, Fumitaro Ishikawa

E-mail: f845015h@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】III-V 族化合物半導体ナノワイヤ (NW) は、将来のナノスケールエレクトロニクスの構成材料として、またその高い光学特性からフォトニクス応用への有望な材料として期待されている。その中で希釈窒化物 GaNAs は、格子定数およびバンドギャップの可変性から、将来の近赤外域発光・受光材料として期待されている材料である。同材料では数パーセントの窒素を GaAs 中に導入することで、大幅なバンドギャップの減少が得られ、特にこれまで薄膜材料では通信帯域レーザなどの近赤外領域発光体や、太陽電池の報告がなされている[1]。これまでに我々は、150K までのレーザ発振を可能とする 0.5% の N を含む高品質の GaNAs ナノワイヤを報告している[2]。また最近、窒素濃度 2 % までの高品質 GaNAs ナノワイヤの成長に成功した[3]。電流の流れや光波の損失を減らすために、SOI (Silicon On Insulator) 基板の使用が多様なデバイス用途に用いられている。今回は、Si および SOI 基板上での GaAs / GaNAs ナノワイヤの成長を報告する。

【実験・結果】ナノワイヤの成長は MBE 法を用い、Si (111) 基板上で Ga を触媒とした VLS 成長を用いて核形成とコアの成長を行った後、GaAs / GaNAs / GaAs コア-マルチシェルナノワイヤを成長させた。最初に、GaAs (001) 上の 1ML / s の平面成長速度に一致するように設定した Ga を 30 分供給し、GaAs ナノワイヤコアを形成した。次に 15 分間の成長中断を導入することで、その後の成長を横方向が支配的になる気相-固相成長とした。Ga の供給量を 0.5ML/s に下げ、ワイヤシェル構造を制御した。シェル構造の成長は、GaAs/GaNAs/GaAs の順に積層を行うことでコア・マルチシェルナノワイヤを作製した。GaNAs シェルはプラズマを照射することで形成し、プラズマパワーを 0 から 40W まで変化させることで GaNAs 層の窒素組成が 0, 2, 3% と異なる窒素濃度が想定される 3 試料を作製した。作製した窒素組成 3% のナノワイヤの表面走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察結果を Fig.1 に示す。画像は表面に垂直に形成されたナノワイヤが多い部位を観察した結果であるが、高密度のナノワイヤの形成が確認できる。ナノワイヤの平均的な直径はおよそ 350nm, 長さは約 5 μ m である。SOI 上の同ナノワイヤの表面走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察結果を Fig. 2 に示す。画像より、SOI 上でも長さ約 5 μ m である。また、垂直方向の成長は見られず、乱雑な方位に形成されており、所々、一点から各方位に成長した花のように形成している部分もみられた。

[1] Ed. F. Ishikawa and I. A. Buyanova, Novel Compound Semiconductor Nanowires: Materials, Devices and Applications, 2017.

[2] S. Chen, M. Jansson, J. E. Stehr, Y. Huang, F. Ishikawa, W. M. Chen, I. A. Buyanova, Nano Lett., 17, 1775, 2017.

[3] M. Yukimune, R. Fujiwara, H. Ikeda, K. Yano, K. Takada, M. Jansson, W. M. Chen, I. A. Buyanova, F. Ishikawa, Appl. Phys. Lett. .113, 011901, 2018.

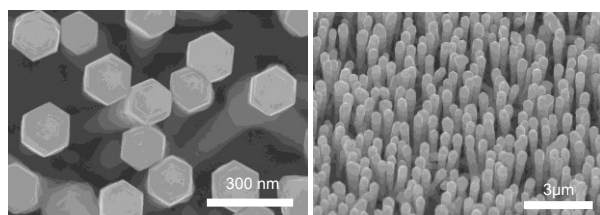


Fig.1 Plan view and tilted SEM images of GaAs/GaNAs/GaAs core-multishell nanowires.

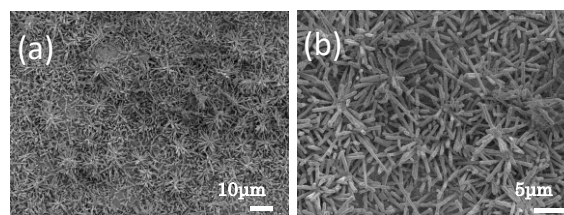


Fig.2 (a) Plan-view SEM images of GaAs/GaNAs nanowires grown on Si substrate and (b) its enlarged image.