

GaAs/GaNAsBi/GaAs コア-マルチシェルナノワイヤの 分子線エピタキシャル成長

Molecular Beam Epitaxial Growth of

GaAs/GaNAsBi/GaAs Core-Multishell Nanowires

愛媛大工, °鳥越 友斗, 吉川 晃平, 奥嶋 正浩,

森 翔太, 行宗 詳規, 石川 史太郎

Ehime Univ. , °Yuto Torigoe, Kohei Yoshikawa, Masahiro Okujima,

Syota Mori, Mitsuki Yukimune, Fumitaro Ishikawa

E-mail: i845027b@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】 III-V 化合物半導体ナノワイヤは、次世代の光・電子デバイスに応用することが期待されている。その中でも、希薄窒化物およびビスマス半導体 NWs は、バンドギャップと格子定数の可変性が大きく、近赤外領域のバンドギャップをひろく変調することで、通信や太陽電池に適用可能である。GaNAsBi は GaAs に近い格子定数を維持しながら、バンドギャップを調整することができ、歪みの抑制による高品質の結晶の実現が期待される。本論文では、高い構造特性と光学特性を有する GaNAsBi シェルを含む GaAs ベースのコアマルチシェルナノワイヤの分子線エピタキシャル成長について検討した結果を報告する。

【実験・結果】 ナノワイヤ結晶成長は Si(111)基盤上に Ga 自己触媒 MBE 法を用いて行った。GaAs コアは、As₄ 供給の下、GaAs(001) 上で 1 ML/s の平面成長速度に対応する Ga フラックス供給して成長した。コア成長後、横方向成長によるシェル層形成に切り替えるため、成長中断を行った。その後、GaAs/GaNAs/GaAs コアマルチシェル構造を、それぞれの層に Ga, N, および Bi を供給することで成長した。シェル層の成長基板温度による影響を調べるため、他の条件が同じで成長温度のみ 500°C、と 350°C 変化させた二つの試料を成長した。窒素はプラズマ源から供給し、Bi 分子線圧力は 3×10^{-5} Torr であった。成長条件から N と Bi の濃度は、さらに慎重に検討する必要があるがそれぞれ約 1.5% と 3% であると想定した。350°C で成長したナノワイヤ試料の走査型透過電子顕微鏡画像では、良好な GaAs/ GaNAsBi/GaAs コアマルチシェル構造の形成が明確に見られた。

GaNAsBi シェルは、幅約 20nm の整った六角形の構造を有した。ナノワイヤに Bi を導入すると一般的に大きな構造変形が誘導されるため、得られた整った構造は N の導入による GaAs との間で発生する歪みが抑制された結果であると考えられる。Fig. 1 はそれぞれの試料の室温フォトルミネッセンス(PL)測定結果である。成長基板温度 500°C で成長した試料は、1000nm 付近の波長で室温光発光を示した。一方、350°C で成長した良好な GaNAsBi シェル構造を示した試料は、1300nm を超える波長で発光ピークを観測することができ、近赤外域での同材料応用に有望な結果となった。

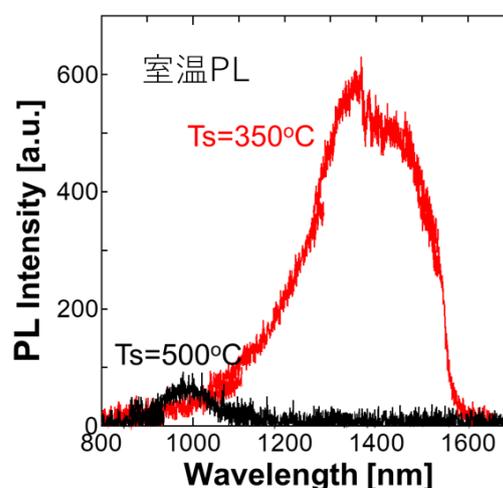


Fig. 2. RT PL spectra for samples grown at growth temperatures of 500°C and 350°C.