

MBE 法を用いた無加工 2 インチ Si 基板上 GaInNAs ナノワイヤ成長

GaInNAs nanowires grown on 2-inch Si substrate without pre-treatment using MBE

北大情報科学院¹, 北大量集セ², 愛媛大工³

○峰久恵輔^{1,2}, 橋本英季^{1,2}, 中間海音^{1,2}, 谷川武瑠³, 行宗詳規³, 石川史太郎^{1,2}

Hokkaido Univ.¹, Hokkaido Univ. RCIQE², Ehime Univ.³,

°K. Minehisa^{1,2}, H. Hashimoto^{1,2}, K. Nakama^{1,2}, T. Tanigawa³, M. Yukimune³, F. Ishikawa^{1,2}

E-mail: minehisa.keisuke@rciqe.hokudai.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。また、化合物半導体 GaAs は高い移動度や光電変換効率を有し、これまで太陽電池や通信レーザー、高移動度トランジスタなどに応用される。これまで本研究では構成元素 Ga を自己触媒とする分子線エピタキシー(MBE)法を用い[1]、低い光反射率を示す 2 インチ Si 基板上 GaAs ナノワイヤアレイ成長に成功している(Fig. 1(a))。これは、光吸収時の反射防止膜等にも有望であると考えている。太陽電池の効率化には広帯域光吸収が重要になるため、GaAs に In, N を同時に導入することで格子状数を保持しつつ動作帯域を長波長化させられる GaInNAs 混晶に着目した。今回、太陽電池等光吸収を伴うデバイスにより適した材料を探索するため、2 インチ Si 基板上に GaAs/GaInNAs コア-シェルナノワイヤの成長を試みた結果を報告する。

【実験・結果】試料は MBE 法を用いた Ga 自己触媒 VLS(Vapor Liquid Solid)成長により、2 インチ n-Si (111)基板上に GaAs コア, GaInNAs シェル, 最外殻に GaAs シェルを有するマルチシェル構造ナノワイヤを成長した。基板は成長直前のサーマルクリーニングのみ施しており、溶液処理、エッチングなどの前処理は一切行っていない。今回、GaInNAs シェル層の窒素導入量を変化させた試料を 3 種類用意し、フォトルミネッセンス(PL)測定により結晶特性を評価した。窒素を 1~2% 導入した試料の全体画像を Fig. 1(a)に示す。同試料に対して PL マッピング測定を行った結果の、発光波長 1050~1150 nm における PL 積分強度分布が Fig. 1(b)、ピーク波長分布が Fig.1(c)である。Fig. 1(a)では基板全体が黒く観察され、周囲の可視光を吸収していることが認識された。Fig.1 (b,c)より 2 インチ Si 基板全面で良好な発光が得られ、均質なワイヤ群が形成されていることを確認した。ピーク波長は面内で均質であり、ナノワイヤの構造及び GaInNAs 発光層の組成、構造は基板全体で均一であると考えられる。以上より、MBE 法により GaAs/GaInNAs コア-マルチシェルナノワイヤを有し、2 インチ Si(111)基板全面で 1100nm を超える均質で良好な室温発光が観測可能な試料の作製に成功した。

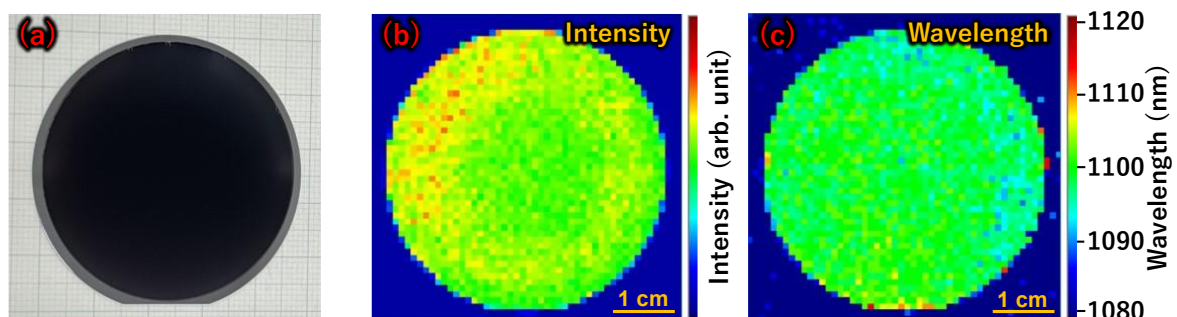


Figure 1. (a) Photograph of a 2-inch Si wafer after the growth of GaAs/GaInNAs core-multishell nanowires [N]1~2%, (b-c) PL mapping results for of its (b) intensity and (c) wavelength.

参考文献 [1] M. Yukimune et al., Appl. Phys. Lett. 113, (2018) 011901.