

1.5 μm 帯メタモルフィック InAs/GaInAs/GaAs 量子ドットの MBE 成長

MBE growth of 1.5- μm -band metamorphic InAs/GaInAs/GaAs quantum dots

東大ナノ量子機構 °渡邊 克之, 詹 文博, 角田 雅弘, 權 晋寛, 荒川 泰彦

NanoQuine, Univ. of Tokyo, °K. Watanabe, W. Zhan, M. Kakuda, J. Kwoen, and Y. Arakawa

E-mail: wkatsu@iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】 GaAs 基板上長波長帯 InAs 量子ドット (QD) レーザを実現するための有望な成長手法の一つが GaInAs メタモルフィック層を用いる成長手法である。すでにこれまで 1.5 μm 帯レーザ [1,2] の報告がなされている一方、同メタモルフィック層上 InAs QDs の S-K 成長また諸物性についての基礎理解は GaAs 上 InAs QDs と比較して不十分なままである。本研究では、同メタモルフィック層の In 組成を系統的に増やすことで、InAs QDs の室温フォトルミネッセンス (PL) を 1.3 [3] から 1.5 μm に渡る光通信波長帯において連続的に観測できたことを報告する。

【実験】 GaAs (100) 基板上に MBE 成長した試料構造は、GaAs バッファ層、GaInAs 組成傾斜バッファ層、下部 AlGaAs 障壁層、GaInAs 層の中間位置に配置された InAs QDs 発光層、上部 AlGaAs 障壁層、GaInAs 層に続く InAs QDs 表面層からなる (図 1 左図)。

【結果と考察】 InAs QDs の面内密度は、In 組成が 0.2、0.3、0.35 の GaInAs メタモルフィック層上でそれぞれ 8×10^{10} 、 7×10^{10} 、 $6 \times 10^{10} \text{cm}^{-2}$ であり、いずれの場合も比較的に高密度に形成した (図 1 右図)。同様の In 組成において、InAs QDs の室温 PL 波長はそれぞれ 1.32、1.44、1.50 μm と長波長化した (図 2)。InAs QDs と同メタモルフィック層の両 PL 波長は単調な相関関係にあり (図 3)、InAs QDs の波長制御の観点で同メタモルフィック層の In 組成が効果的な制御要素になることが分かった。なお、GaInAs 組成傾斜バッファ層の厚みは 400nm (In 組成 0.2 では 200nm) であり、従来報告 (1-2 μm 厚 [1,4]) よりも薄い構造においてさえ室温 PL を観測できている。

【謝辞】 東京大学の岩本敏准教授に感謝します。本研究は NEDO プロジェクト「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」および「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」、また科研費特別推進研究 (15H05700) により遂行された。

[1] L. Ya Karachinsky et al., Semicond. Sci. Technol. 21, 691 (2006). [2] Z. Mi et al., J. Vac. Sci. Technol B26, 1153 (2008).

[3] 影山他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、15a-313-2 [4] I. Tãngring et al, Appl. Phys. Lett. 86, 171902 (2005).

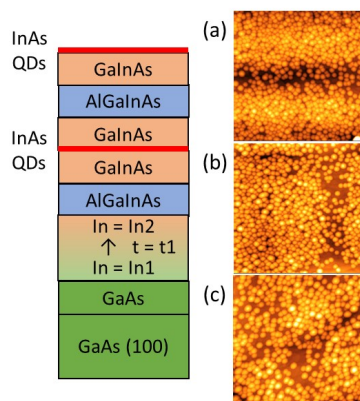


Fig.1 Sample structure and AFM images of InAs QDs on GaInAs matrixes with indium composition of 0.2 (a), 0.3 (b), and 0.35 (c).

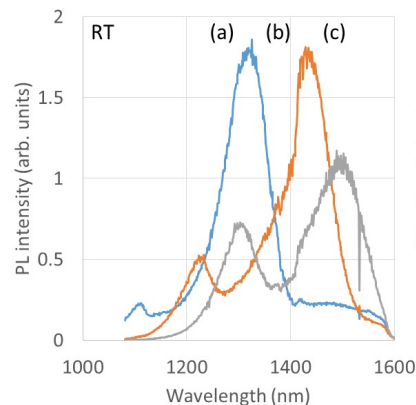


Fig.2 Photoluminescence spectra of InAs QDs in GaInAs matrixes with indium composition of 0.2 (a), 0.3 (b), and 0.35 (c) at room temperature.

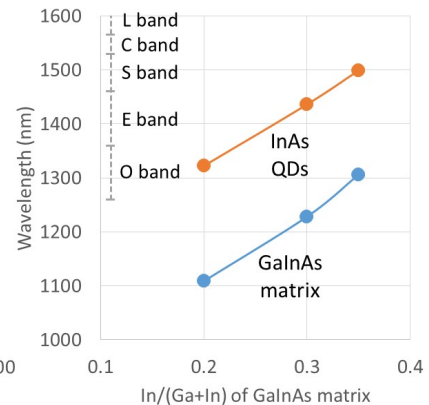


Fig.3 Photoluminescence peak wavelengths of InAs QDs and GaInAs matrix are plotted against indium composition of GaInAs matrix.