

メタモルフィック GaInAs/GaAs 上の 1.5 μm 帯高均一 InAs 量子ドットの成長

Growth of highly-uniform InAs quantum dots on metamorphic GaInAs/GaAs in 1.5- μm wavelength region

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

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

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

GaInAs メタモルフィックバッファ (MB) 層上の InAs 量子ドット (QD) は GaAs 基板上長波長帯 QD の有力候補の一つであり、1.5 μm 帯レーザ [1,2] の報告がなされている。我々のグループもこれまで MB 層なしでは PL ピーク波長 1.52 μm 、半値幅 22 meV の高均一 InAs QD を実現するとともに [3]、最近では MB 層上で PL ピーク波長 1.6 μm の InAs QD の形成にも成功した [4]。本報告では、MB 層上の InAs QD 成長において、In 組成セットバック (SB) 構造 [5] の導入および QD 直下での GaAs 層の挿入が、QD の光学特性改善に有用であることを示す。

GaAs 基板上に MBE 成長した本構造を図 1 に示す。GaInAs MB 層を In 組成 0 から 0.27 まで線形変化させ、続いて In 組成 0.20 一定の上部層を積んだ。InAs QD は GaAs 層挿入した表面に形成した。In 組成 SB なし (0 から 0.20 に変化)、GaAs 挿入なしの両比較構造も成長した。

表面 AFM 像と室温 PL スペクトルを図 2 に示す。本構造の InAs QD 面内密度は $8 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ 、基底準位からの発光波長は 1.53 μm 、PL スペクトルのピークの半値幅は 22 meV であった。In 組成 SB なしの構造と比較すると、PL 強度が約一桁高くなっている。この結果は、In 組成 SB 構造の導入が MB 層と疑似格子整合した上部層内での歪蓄積を低減し、QD 形成時の InAs 供給による歪欠陥発生が抑制されたことに起因している。また、GaAs 挿入なしの構造と比べると PL スペクトルのピークの半値幅が改善されたが、これは下地 GaInAs からの In 巻き込みによる逐次的 QD 形成が減少し、いわゆるサイズ制限効果によりサイズの均一化が進んだことによると考えられる。

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」および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 B* **26**, 1153 (2008). [3] J. Tatebayashi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **78**, 3469 (2001). [4] W. Zhan *et al.*, *Phys. Status Solidi B* **257**, 1900392 (2019). [5] I. Tångring *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **86**, 171902 (2005).

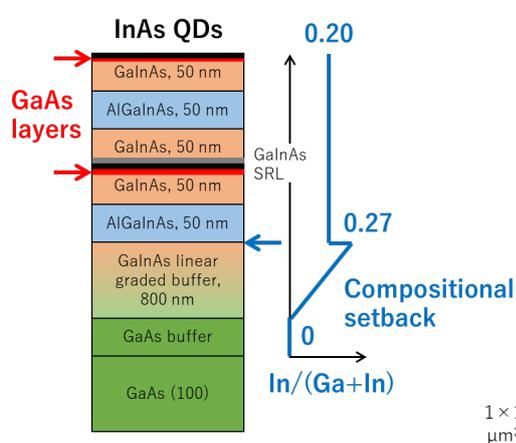


Fig.1 Sample structure w/ both an In compositional setback (SB) and GaAs layers.

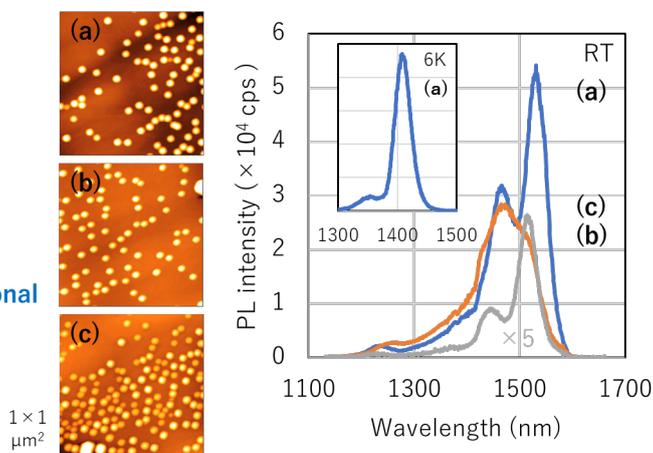


Fig.2 AFM images and photoluminescence spectra of samples w/ both an In compositional SB and GaAs layers (a), wo the SB and w/ the layers (b), w/ the SB and wo the layers (c).