

## 近接二層積層による GaAs 基板上 InAs-QD の発光長波長化の検討(III)

### Extended emission wavelength of bilayer InAs-QDs on a GaAs substrate (III)

和歌山大シスエ<sup>1</sup>, NEC<sup>2</sup>, 物材機構<sup>3</sup>, シェフィールド大<sup>4</sup>

○中谷 擁平<sup>1</sup>, 尾崎 信彦<sup>1</sup>, 大河内 俊介<sup>2</sup>, 池田 直樹<sup>3</sup>, 杉本 喜正<sup>3</sup>, E. Clarke<sup>4</sup>, R. Hogg<sup>4</sup>

Wakayama Univ.<sup>1</sup>, NEC Corp.<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>, U. Sheffield<sup>4</sup>

°Y. Nakatani<sup>1</sup>, N. Ozaki<sup>1</sup>, S. Ohkouchi<sup>2</sup>, N. Ikeda<sup>3</sup>, Y. Sugimoto<sup>3</sup>, E. Clarke<sup>4</sup>, R. Hogg<sup>4</sup>

E-mail: ozaki@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】我々は近接二層積層(bi-layer)法による GaAs 基板上 InAs 量子ドット(QD)の 1.3 $\mu$ m 以上の発光長波長化と広帯域化を目指している[1]。Bi-layer 法は 2 層の InAs-QD を 10nm 程度の GaAs スペース層を介して近接させることにより、下層 QD (seed-QD) からの歪伝搬によって上層 QD (active-QD) のサイズ増大を誘起し、発光を長波長化させる手法である。これまでの我々の研究で、seed-QD の低密度化が active-QD のサイズ増大の促進に繋がることが分かっており[1]、今回は、QD 成長レート(GR)の最適化によって QD の発光中心波長が 1.32 $\mu$ m まで長波長化し、かつ発光強度の低減を抑制できることを報告した[2]。今回は、この最適化された GR で作製した QD bi-layer に歪緩和層(SRL)を導入して、さらなる発光長波長を目指すとともに、発光強度への影響を調べたので報告する。

【実験手法】MBE 法により Fig. 1 に示すような QD bi-layer 構造を作製した。その際、seed および active-QD の GR は 0.05ML/s で成長し、SRL ( $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ) を active-QD 上に 5nm 厚で積層した。SRL の In 組成比(x)を 0~0.3 と変えたサンプルを作製し、In 組成比が QD の発光特性に及ぼす影響を調べた。光学評価は室温 PL 測定により行った。

【実験結果】SRL( $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ )の組成比を  $x=0, 0.1, 0.2, 0.25$  に変えた際の PL スペクトルを Fig.2(a) に示す。各サンプルの発光中心波長とピーク強度は Fig. 2(b)に纏めた。SRL の In 組成比に対し、発光中心波長は系統的な変化は見られなかったが、 $x=0.2$  において最大値 1375nm が得られた。また、発光強度は In 組成比に対して単調に減少し、 $x=0.3$  では発光が計測されなかった。これらの結果は、我々が以前に行った単層 InAs-QD に対する SRL 積層とは異なり、bi-layer 法で作製した active-QD に対する SRL 積層が QD の光学特性に与える影響が大きいことを示している。特に In

組成が大きくなるほどその強度低下は顕著であり、この原因の一つとして、SRL 積層時に QD の In が SRL との相互拡散を起こし、QD 構造の崩壊あるいは界面欠陥導入の発生が考えられる。単層 QD に比べ、bi-layer QD 作製時には歪の影響が大きく、SRL でのキャップ時に In の相互拡散が促進された可能性も考えられる。

以上から、bi-layer QD への SRL 積層による長波長化には、発光強度低減を抑制しながら最大の長波長化が得られる最適な In 組成比や厚みを模索する必要があることが分かった。今回最大波長が得られた In 組成比 0.2 のサンプルでは、GR 適正化による発光強度改善により強度低減が抑制されたため、単層 QD との融合により 1.4 $\mu$ m 程度までの広帯域化に寄与できるものと期待される。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金(25286052)およびキャノン財団の助成を受けて行われた。

[1] N. Ozaki *et al.*, J.Crystal Growth, *in press*

[2] 中谷擁平他、第 60 回応用物理学関係連合講演会 29a-PB7-2

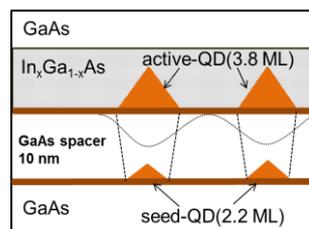


Fig. 1 Schematic image of QD bi-layer.

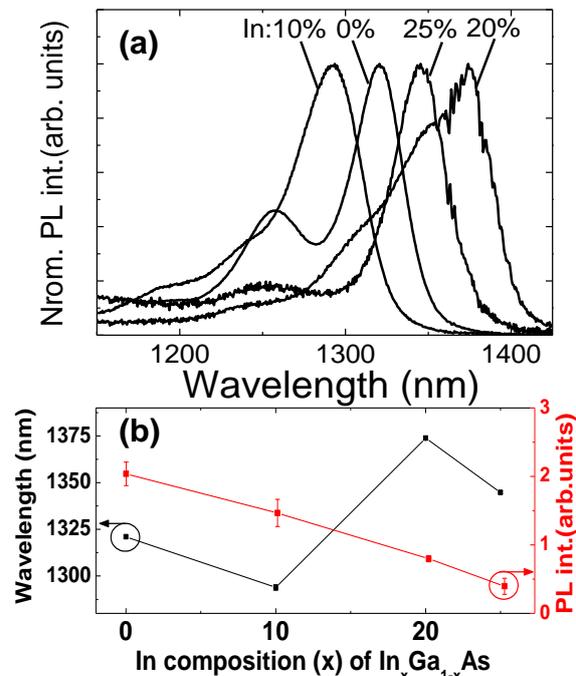


Fig. 2 (a) PL spectra from bi-layer QDs capped with SRLs of various In compositions. (b) Plots of peak wavelengths and intensities of the PL spectra against the In composition.