

斜め積層 InAs/GaAs 量子ドットの端面発光特性

Photoluminescence property of closely-stacked InAs/GaAs quantum dots

神戸大院工¹, 大阪大超高压電子顕微鏡センター² ○原田 幸弘¹, 別所 侑亮¹, 喜多 隆¹,
田口 栄次², 保田 英洋²Grad. Sch. of Eng., Kobe Univ.¹, Res. Center for UHVEM, Osaka Univ.²○Y. Harada¹, Y. Bessho¹, T. Kita¹, E. Taguchi², and H. Yasuda²

E-mail: y.harada@eedept.kobe-u.ac.jp

【はじめに】自己形成 InAs/GaAs 量子ドット (QD) は、半導体光増幅器や中間バンド型太陽電池などの新規光デバイスへの応用が期待されている。これら新規光デバイスにおいて高い光応答性を実現するためには、QD の多層積層化が不可欠である。また積層 QD では、中間層の厚さと QD 積層数に応じて電子的な結合状態が変化する [1, 2] ため、光応答特性の制御が可能となる。前回の講演では、In フラックスの照射角度を変化させることによって、近接積層 QD の積層方向が制御可能であることを報告した [3]。今回は、積層方向を制御した InAs/GaAs QD の端面発光 (PL) 特性の詳細を報告する。

【実験方法】試料作製には分子線エピタキシー法を用いて、近接積層 InAs/GaAs QD を作製した。GaAs(001) 基板の上に GaAs バッファ層を成長した後、2.0 ML の InAs QD 層と 18 ML の GaAs 中間層を交互に 9 層成長し、GaAs キャップ層を 100 nm 成長した。各 GaAs 中間層成長後に、成長中断を 10 s 行った。透過型電子顕微鏡観察により、(110) 断面では InAs QD が [001] 方向に配列し、(-110) 断面では InAs QD の配列方向が [001] 方向から傾いていることを確認した [3]。端面 PL 測定の際には励起光源には発振波長 659 nm の半導体レーザを用い、室温で測定を行った。励起光を (001) 面に照射し、(110)、(1-10)、(-110)、(-1-10) 端面からの PL 信号を観測した。PL 信号は 30 cm のシングルモノクロメータで分光し、液体窒素で冷却した InGaAs ダイオードアレイで検出した。

【結果と考察】図 1 に、9 層積層 InAs/GaAs QD の (-110) 端面からの PL スペクトルを示す。実線が [001] 偏光成分、点線が [110] 偏光成分を示している。単層 InAs/GaAs QD ではほとんど成分を持たない [001] 偏光成分が増強されている結果は、積層方向への電子的結合が起こっていることを示唆している。図 2 に、端面 PL 強度の偏光特性を示す。図 2(a) と図 2(b) はそれぞれ、(-110) 端面と (110) 端面における結果である。(110) 端面からの PL 強度は [-110] 偏光成分で最大、[001] 偏光成分で最小となっている。一方、(-110) 端面からの PL 強度が最大、最小となる偏光角度は、[110] 偏光成分、[001] 偏光成分とは異なっている。この結果は、(-110) 断面における InAs QD の配列方向が [001] 方向から傾いていることに起因する。また、観測端面によって偏光異方性が変化している結果は、価電子帯混合によって正孔スピンの量子化軸が [001] 方向から傾いていることを示唆している。

【参考文献】 [1] O. Kojima *et al.*, J. Appl. Phys. **107**, 073506 (2010). [2] Y. Ikeuchi *et al.*, Appl. Phys. Express **4**, 062001 (2011). [3] 別所 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 12p-J-5 (2012).

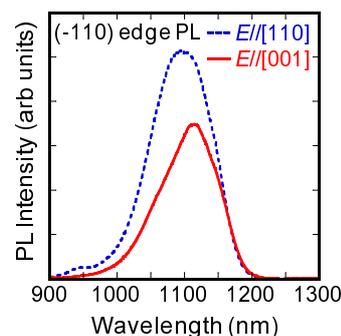
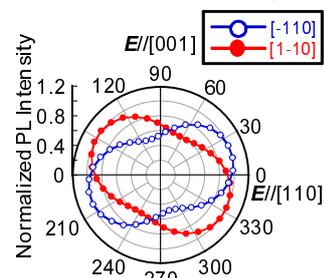


Fig. 1. Linearly-polarized PL spectra of nine-layer-stacked QDs emitted from (-110)-cleaved edge.

(a) From (-110) cleaved edges



(b) From (110) cleaved edges

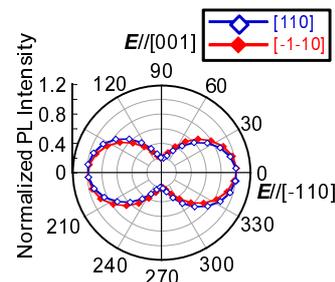


Fig. 2. Polar plots of edge-emitted PL peak intensity from (a) (-110)- and (b) (110)-cleaved edges.