

As<sub>2</sub>原料を用いた高温部分キャップ InAs/GaAs 単一量子ドット成長

## Growth of high-temperature-partially-capped InAs/GaAs single quantum dots

with As<sub>2</sub> source東大ナノ量子機構<sup>1</sup>, 東大生研<sup>2</sup>○角田 雅弘<sup>1</sup>, 權 晋寛<sup>2</sup>, 太田 泰友<sup>1</sup>, 渡邊 克之<sup>2</sup>, 岩本 敏<sup>1,2</sup>, 荒川 泰彦<sup>1,2</sup>NanoQuine, The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, IIS, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, ○Masahiro Kakuda<sup>1</sup>, Jinkwan Kwoen<sup>2</sup>,Yasutomo Ota<sup>1</sup>, Katsuyuki Watanabe<sup>2</sup>, Satoshi Iwamoto<sup>1,2</sup>, Yasuhiko Arakawa<sup>1,2</sup>

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

[はじめに] InAs/GaAs 単一量子ドット(SQDs)の量子情報応用に向け、中性励起子発光およびその狭線幅化が必要である。SQDs 成長直後に SQDs の成長温度と同じ温度(以下、「高温」と呼ぶ)で部分キャップを形成することにより不純物取り込みが減少し光学特性の向上が期待される一方、InGaAs 混合領域がドット上部に異方的に広がるため、発光特性に影響すると考えられる。これまで MBE を用いた InAs/GaAs SQDs の成長において、As<sub>2</sub>原料を用いた部分キャップにより SQDs 成長温度 505°C に対しキャップ成長温度を 460°C まで下げた場合には、異方的広がりが抑制されることが報告[1]されているが、高温で部分キャップ層を成長した場合にも同様の効果が得られるかは不明であった。今回我々は As<sub>2</sub>原料を用いて高温部分キャップを行った場合にも、SQDs の異方的広がりが抑制されることを明らかにしたので報告する。

[実験] As 原料として As<sub>4</sub>をクラッキング機構により As<sub>2</sub>に分解したものを用い、InAs SQDs を GaAs(001)基板上に MBE により作製した。基板を MBE 成長室内で加熱クリーニングし、GaAs バッファ層成長後、InAs を基板温度 506°C、成長速度 0.01 ML/s で 1.7 ML 成長し、直後に GaAs 高温部分キャップを 1 nm 成長し 30 秒間アニールした。作製した試料は AFM により構造評価を行った。アニール後に GaAs キャップ層を成長した試料も作製し、低温(15K)顕微 PL 測定を行った。

[結果] Fig. 1 にアニール後の表面 AFM 像を示す。高温での部分キャップのため SQDs に[110]方向への異方的広がりが見られたが、As<sub>2</sub>を用いた場合は As<sub>4</sub>の場合よりも広がりが抑制された。よって高温部分キャップにおいても、異方的広がりを抑制するには As<sub>2</sub>原料が有効であるといえる。低温顕微 PL 測定より発光の半値幅は 19 μeV であり、偏光特性などから中性励起子発光を確認した(Fig.2)。以上より As<sub>2</sub>原料を用いた SQDs の形成手法は量子情報応用に対し有望であるといえる。

[謝辞] 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業及び最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。また本研究はNEDOの「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」により委託を受けたものである。

[参考文献] [1] S. Ohkouchi *et al.*, J. Cryst. Growth **378**, 549 (2013).

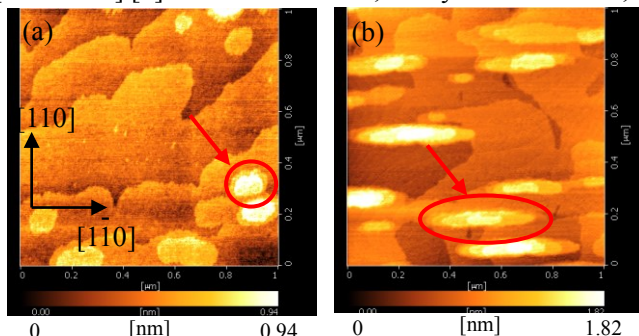


Fig. 1 AFM images of partially capped and annealed SQDs grown with (a)As<sub>2</sub> (b)As<sub>4</sub> (1×1 μm<sup>2</sup>)

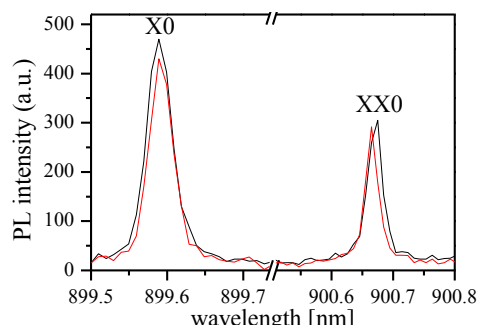


Fig. 2 Polarized micro-PL spectra of SQDs grown with As<sub>2</sub> in two perpendicular directions (15K)