

面内超高密度 InAs 量子ドット層における熱処理効果

Thermal annealing effects of in-plane ultrahigh-density InAs QDs

電気通信大学 先進理工学専攻 °南 裕太, 秋元 直己, 鮫島 一樹, 山口 浩一

Univ. of Electro-Communications °Y. Minami, N. Akimoto, K. Sameshima, K. Yamaguchi

E-mail: akimoto.n@crystal.ee.uec.ac.jp

はじめに 量子ドット(QDs)を用いた光電子デバイスの作製では、デバイスプロセスにおける熱的安定性の高い量子ドット構造が必要である。一般に、InAs/GaAs 系 QDs の成長後の熱処理において、ヘテロ界面でのIII族原子の相互拡散によって QD 界面構造が崩れ、発光波長の短波長化が起ることがよく知られている。[1] 本研究では、GaAsSb/GaAs(001)層上および InAsSb/GaAs(001)層上への面内超高密度 InAs QDs ($5 \sim 10 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$) の自己形成法を開発し[2]、その PL 特性について検討を進めてきた。今回は、この面内超高密度 InAs QD 層の熱処理効果について検討したので報告する。

実験 MBE により、GaAs(001) 基板上に 590 °C で GaAs バッファ層を成長後、Sb フラックスを $2.8 \times 10^{-7} \text{ Torr}$ 、成長温度 470 °C にて GaAsSb 層を 10 ML または InAsSb 濡れ層(WL)を 1.25 ML 成長した。その層上に面内密度 $4 \sim 10 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の InAs QDs を成長し、その後 GaAs(60 nm)層の埋込み成長を行った。Fig.1 に InAs QDs の AFM 像を示す。成長後、赤外線加熱装置により 600 °C で 30 分間の熱処理を行った。白色ファイバーレーザー光(6 W)を回折格子により分光した単色光を励起光として用い、顕微フォトルミネッセンス(micro-PL)システムにより発光特性評価を行った。

結果・考察 比較のために GaAs(001)上の通常の InAs QD($4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$)試料の熱処理前後における PL スペクトルを Fig.2 に示し、面内超高密度 QD($5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)試料の熱処理前後における PL スペクトルを Fig.3 に示す。Fig.2, Fig.3 より、通常の低密度 QD 試料の発光波長は熱処理により大幅な短波長化が観察されるのに対し、高密度 QD 試料の発光波長の短波長化は抑制されている。高密度 QD 試料の場合、QD 間が隣接しているために面内方向の歪分布が均一化し、横方向への相互拡散が抑制されたものと考えられる。

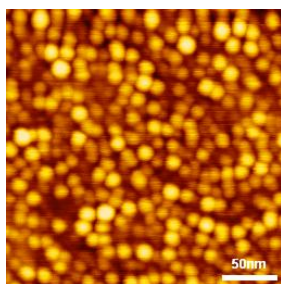


Fig.1. An AFM image of ultrahigh-density InAs QDs with $4 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$.

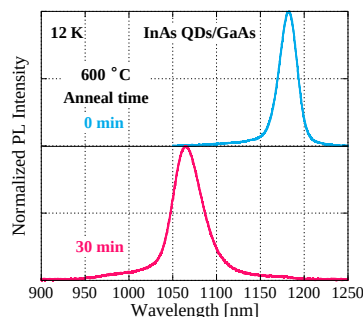


Fig.2. PL spectra (12 K) of InAs QDs/GaAs layer (as-grown, annealing: 600 °C, 30 min.).

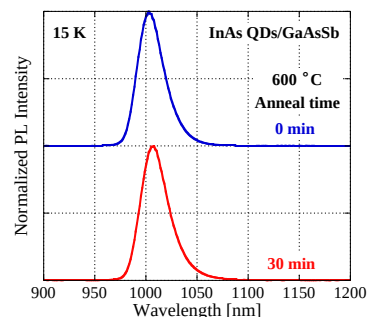


Fig.3. PL spectra (15 K) of InAs QDs/GaAsSb (as-grown, annealing: 600 °C, 30 min.).

[1] Y. Kobayashi, K. Yamaguchi, *Appl. Surf. Science*, **244** (2005) 88-91.

[2] E. Saputra, J. Ohta, N. Kakuda, K. Yamaguchi, *APEX* **5** (2012) 125502.