

Sb 照射熱処理による InAs 量子ドット層の構造変化

Structural modification of InAs quantum-dot layers by Sb-irradiated thermal annealing

電気通信大学 基盤理工学専攻

○馬飼野彰宜, 及川信吾, 坂本克好, 山口浩一

Univ. of Electro-Communications

○A. Makaino, S. Oikawa, K. Sakamoto, K. Yamaguchi

E-mail : makaino@crystal.ee.uec.ac.jp

はじめに GaAs 基板上への InAs 量子ドット(QD)の自己形成において、QD サイズが自己制限された高均一な InAs QD 構造は、As 照射下の熱処理において比較的安定であることを示した[1]。また、Sb 照射 GaAs 層上の高密度 InAs QDs において、As 照射下の熱処理では隣接 QD 間のコアレスセンスが発生しやすくなるが、Sb 照射下での熱処理ではコアレスセンスが抑制されることを見出した[2]。今回は、GaAs(001)上への InAs QD の自己形成後、Sb 照射を行ない、その後熱処理を施し、InAs QD 層の構造変化について調べたので報告する。

実験 MBE により、GaAs(001)基板上への GaAs バッファ層の成長後、500°Cで InAs QD (2.6 ML) を成長し、460°Cで4分間の Sb 照射を行った。その後、As 照射下で 500°Cへ昇温し、5分間の熱処理を施した。PL 試料では、熱処理後、460°Cにて GaAs 層 (60 nm)の埋め込み成長を行った。

結果・考察 Fig.1 には、InAs QD 成長後、As 照射熱処理(a)および Sb 照射熱処理(b)を施したものの AFM 像をそれぞれ示す。As 照射に比べて Sb 照射のものでは、QD 密度は $1.6 \times 10^{10} \text{cm}^{-2}$ から $5.8 \times 10^9 \text{cm}^{-2}$ に低下し、[1-10]方向にやや伸びた構造に変化し、QD の平均高さは Sb 照射のものは約 40 %低下した。構造変化のメカニズムの詳細はまだ明らかではないが、InAs 表面の InSb 化により、500°Cでの熱処理中に InSb が昇華し、構造変化した可能性も考えられる。Fig.2 には、Sb 照射熱処理および As 照射熱処理の InAs QDs の PL スペクトルをそれぞれ示す。As 照射熱処理のものは 1163 nm に PL ピークが現れるが、Sb 照射熱処理では、PL ピーク波長は 995 nm までブルーシフトし、PL 半値幅は約 2 倍に広がった。これは Sb 照射熱処理による QD 高さの低下によるものと考えられ、また PL 積分強度の低下は QD 密度の低下とほぼ対応することが分かった。

参考文献 [1] T. Kaizu et al., J. Cryst. Growth **301-302**, 248 (2007).
[2] N. Kakuda et al., Jpn. J. Appl. Phys.**49**, 095602 (2010).

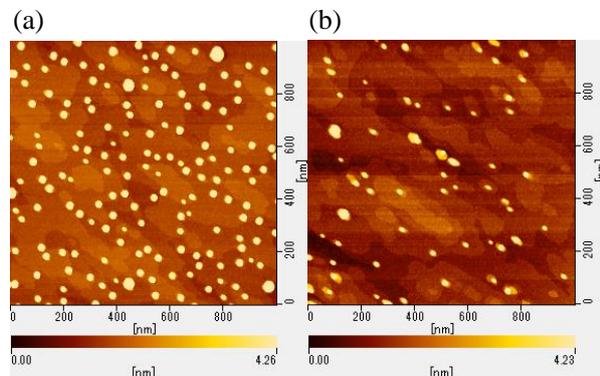


Fig.1. AFM images of InAs QDs after thermal annealing at 500°C for 5 min. (As irradiation (a) and Sb irradiation (b) at 460°C for 4 min)

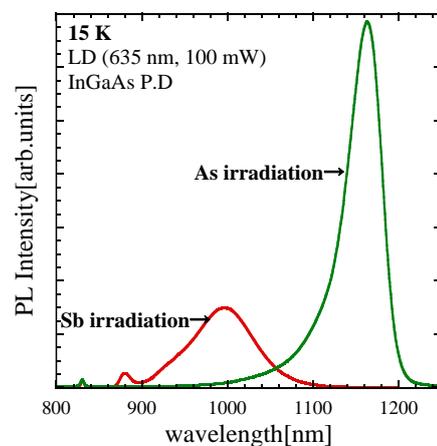


Fig.2. PL spectra (15 K) of InAs QDs. (As irradiation (green) and Sb irradiation (red) at 460°C for 4 min).