

課題番号 : F-16-NM-0069
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : As₂分子線を用いて MBE 成長した InAs 量子ドットの構造評価
Program Title (English) : Structural characterization of InAs QDs grown by MBE using As₂ source
利用者名(日本語) : 中島 清美
Username (English) : K. Nakajima
所属名(日本語) : 筑波大学 数理物質エリア支援室
Affiliation (English) : Academic Service Office for Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

1. 概要(Summary)

本件は、筑波大学微細加工プラットフォーム(筑波大 NFP)が技術代行として受理した課題である。支援依頼者はこれまで、分子線エピタキシー(MBE)法により GaAs 基板上に自己組織的に成長した InAs 量子ドット(QD)を用いた近赤外広帯域光源の開発を行ってきた。その中で、InAs-QD 成長時に用いる As 分子線種を As₄から As₂に変えると QD 発光波長が短波長化すること、さらに成長中断時間によって短波長化の程度を制御できることを見出した。しかし、この As 分子線種の違いによる発光波長変化のメカニズムは未解明であった。そこで、透過型電子顕微鏡法(TEM)による断面観察を行い、QD のサイズ比較によって As 分子線種の違いによる光学特性変化のメカニズム解明を目指した。

筑波大 NFP において TEM 試料を作製するにあたり、Ga イオンのダメージから試料観察箇所を保護するため、基板前処理が必須となる。しかし、本学には最適な前処理装置がないため、NIMS 微細加工プラットフォーム(NIMS-NFP)が保有するイオンスパッタ装置を利用した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ イオンスパッタ装置 (E-1045)

【実験方法】

MBE 法により *n*-GaAs 基板上に InAs QD を As₂ 分子線と As₄ 分子線により成長した 2 種類のサンプルを作成した。NIMS-NFP のイオンスパッタ装置により Pt コーティングを行った。その後、筑波大の FIB-SEM により薄片化し、断面 TEM 観察によって各 QD のサイズを計測、比較した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

As₂ および As₄ 分子線を用いて成長した埋込み QD からの PL スペクトルを比較したところ、As₂ を用いた場合は As₄ を用いた場合に比べ発光波長が約 30 nm 短波長化

した。同じサンプルの断面 TEM 観察を行い(Fig. 1)、表面 QD (赤矢印)と埋込み QD (白矢印)の高さをヒストグラムに纏めた。表面 QD の平均高さは、As₂ を用いた場合 8.6 nm、As₄ を用いた場合 8.1 nm と、As₂ を用いた方が僅かに大きく、この傾向は AFM 観察から得られた結果と一致した。一方、埋込み QD の平均高さは、As₂、As₄ いずれを用いた場合も表面 QD より低く、As₂ を用いた場合 5.9 nm、As₄ を用いた場合 6.2 nm と、As₂ を用いた方がより低くなっていることが分かった。この結果から、As₂ 分子線を用いて成長した QD は、GaAs キャッピング時により大きな高さ低減が発生し、その結果、As₄ 分子線を用いて成長した QD よりも発光波長が短波長化したと考えられる。

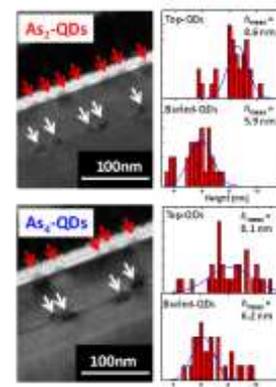


Fig. 1 Cross-sectional TEM images and height histograms of As₂/As₄-QDs grown on a top-surface (red arrows) and buried in a GaAs layer (white arrows).

4. その他・特記事項(Others)

- ・筑波大学微細加工プラットフォーム利用
支援依頼者:尾崎 信彦(和歌山大学 システム工学部)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし