

課題番号 : F-16-BA-0047  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : As<sub>2</sub>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 As<sub>2</sub> source  
 利用者名(日本語) : 尾崎 信彦  
 Username (English) : N. Ozaki  
 所属名(日本語) : 和歌山大学システム工学部  
 Affiliation (English) : Faculty of Systems Engineering, Wakayama University.

## 1. 概要(Summary)

我々はこれまで、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いる。その中で、InAs-QD成長時に用いるAs分子線種をAs<sub>4</sub>からAs<sub>2</sub>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。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

FIB-SEM (FEI 社, Helios NanoLab 600i)

### 【実験方法】

MBE法により $n$ -GaAs(001)基板上にInAs QDを2層(PL評価用の埋込みQDとAFM評価用の表面QD)含んだサンプルを作製した。QDをAs<sub>2</sub>分子線とAs<sub>4</sub>分子線により成長した2種類のサンプルを成長後、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)

As<sub>2</sub>およびAs<sub>4</sub>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、As<sub>2</sub>を用いた場合はAs<sub>4</sub>を用いた場合に比べ発光波長が約30 nm(1215 nmから1186 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、As<sub>2</sub>を用いた場合8.6 nm、As<sub>4</sub>を用いた場合8.1 nmと、As<sub>2</sub>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、As<sub>2</sub>、As<sub>4</sub>いずれを用いた場合も表面QDより低

く、As<sub>2</sub>を用いた場合5.9 nm、As<sub>4</sub>を用いた場合6.2 nmと、As<sub>2</sub>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、As<sub>2</sub>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、As<sub>4</sub>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。

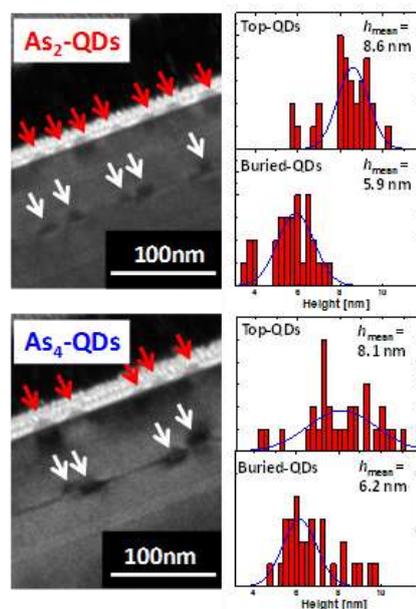


Fig. 1 Cross-sectional TEM images and height histograms of As<sub>2</sub>/As<sub>4</sub>-QDs grown on a top-surface (red arrows) and buried in a GaAs layer (white arrows).

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は科研費(16H03858, 25286052)、テルモ生命科学芸術財団の支援を受けて実施されました。TEM観察試料作製は、筑波大学微細加工 PF 中島清美様、TEM観察には、東北大学金属材料研究所大野裕先生にご協力頂きました。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1)林 佑真 他, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 15a-313-7, 平成29年3月15日

## 6. 関連特許(Patent)

出願済み。