

課題番号 : F-15-NU-0065
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Ge コア Si 量子ドットにおける Ge コアサイズが PL 特性に及ぼす影響
 Program Title (English) : Effect of Ge Core Size on Photoluminescence from Si Quantum Dots with Ge Core
 利用者名(日本語) : 牧原克典, 山田健太郎, 近藤圭悟
 Username (English) : K. Makihara, K. Yamada, K. Kondo
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要(Summary)

Ge コア Si 量子ドットからの PL は、Ge コアの量子準位間での電子-正孔再結合が支配的であり、Ge コアサイズの制御により発光波長の制御が可能であることが分かった。

Ge コア Si 量子ドットからの PL は、Ge コアの量子準位間の発光再結合であることを示し、Ge コアサイズの縮小による発光エネルギーのシフトは、界面組成ミキシングよりもサイズ効果による量子化エネルギーの増加として解釈できる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子間力顕微鏡(AFM)

【実験方法】

p-Si (100) 基板の上に 850°C で膜厚~2nm の SiO₂ 膜を形成し、希釈 HF 処理後、SiH₄ ガスの LPCVD により Si 量子ドットを高密度(~10¹¹cm⁻²)一括形成した。その後、GeH₄ ガスの LPCVD により Si 量子ドット上に Ge を選択成長した。引き続き、SiH₄-LPCVD により、Ge を Si で被覆することで Ge コア/Si シェル量子ドットを形成した。その後、He 希釈 1%O₂ のリモートプラズマにより~2nm のラジカル酸化膜をドット表面に室温で形成した。尚、GeH₄-LPCVD において、堆積時間を変化させることで異なるサイズの Ge コアを形成した。PL 測定は、検出器に PbS フォトダイオード、励起光源に半導体レーザー(波長:979nm、出力:~15W/cm²)を用い室温で行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

GeH₄-LPCVD 前後の AFM 表面形状像を測定した結果、堆積時間に依らずドットの面密度(~10¹¹cm⁻²)に変化が認められないことから、予め形成した Si 量子ドット上へ Ge が選択成長したことを確認できる。また、Ge 堆積後のドット高さは、Si 量子ドットに比べ、堆積時間 2.5 分および 3 分において、それぞれ~2nm および~6nm 増加した。Ge コア上に、Si キャップを形成した後に測定したコアサイズ~6nm のコア/シェルドットの PL スペクトルには、0.6~0.8eV にブロードなスペクトルが観測された。一方、コアサイズ~2nm のコア/シェルドットでは、コアサイズ~6nm の PL に比べ~80meV 高エネルギー側にシフトした PL スペクトルが観測された(Fig. 1)。しかしながら、発光強度に顕著な変化は認められないことから、

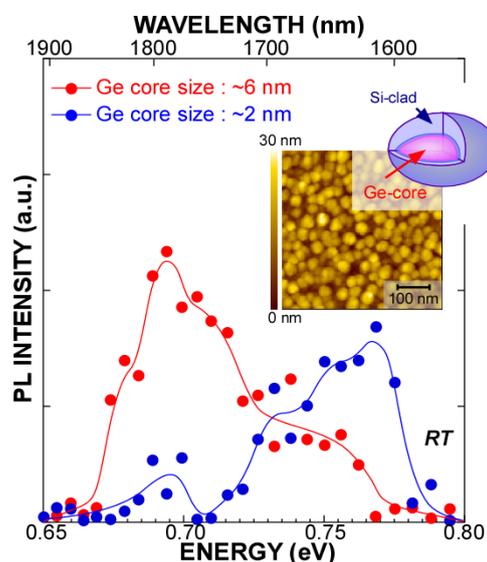


Fig. 1 PL spectra for Si-QDs with different sized Ge core. A typical AFM image of Si-QDs with ~2 nm Ge core and schematically illustration of this system

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- (1) 近藤圭悟、牧原克典、宮崎誠一、「Ge コア Si 量子ドットからの発光スペクトル—温度依存性」第 76 回応用物理学会秋季学術講演会、(於 名古屋国際会議場), 16a-2D-5, 9 月 2015 年

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。