

P 添加 Ge コア Si 量子ドットのフォトルミネッセンス特性評価

Characterization of Photoluminescence from P-doped Ge Core Si Quantum Dots

¹名大院工, ²広大院先端研 ^{○1}近藤 圭悟, ¹鈴木 善久, ¹牧原 克典, ²池田 弥央, ¹小山 剛史,
¹岸田 英夫, ¹宮崎 誠一

¹Nagoya Univ., ²Hiroshima Univ., ^{○1}Keigo Kondo, ¹Yoshihisa Suzuki, ¹Katsunori Makihara,

²Mitsuhisa Ikeda, ¹Takeshi Koyama, ¹Hideo Kishida and ¹Seiichi Miyazaki

E-mail: makihara@nuee.nagoya-u.ac.jp

序>SiH₄とGeH₄のLPCVDにおいて、反応初期過程を交互に精密制御することによって、熱酸化膜上にGe核を有するSi量子ドットが自己組織化形成し[1]、表面電位測定において、電子はSiクラッドに、正孔はGeコアに安定保持されることを明らかにした[2]。さらに、Pをデルタドーピングすることで、イオン化ドナーに起因した正帯電状態が、観測できることを明らかにした[3]。本研究では、Geコア内へのドナー不純物添加が発光特性に及ぼす影響を調べた。

実験>n-Si(100)基板上に1000°Cで膜厚~4nmのSiO₂膜を形成し、希釈HF処理を施した後、pure SiH₄ガスのLPCVDと5%He希釈GeH₄のLPCVDにより、GeコアSi量子ドットを自己組織化形成した。尚、GeH₄のCVD中にHe希釈1%PH₃をパルス的に導入し、Pのデルタドーピングを行った。不純物添加GeコアSi量子ドット形成後、リモートHe希釈1%O₂プラズマにより~2nmのラジカル酸化膜をドット表面に形成した。フォトルミネッセンス測定は、波長領域900~1300nmは光電子増倍管、1300~2200nmではPbS検出器を用い、励起光源は半導体レーザー(波長:690nm、出力:9mW、および波長979nm、出力156mW)を使用した。

結果および考察>作成した試料の表面形状像(Fig. 1)において、ドット(面密度:~10¹¹cm⁻²、平均ドット高さ:~8.0nm)の形成が認められる。各LPCVD後における表面形状像において、ドットの面密度に変化は認められず、第一段階目のSiH₄-LPCVDおよびGeH₄-LPCVDを行った後では、個々のドット高さが~2nm増大し、その後、SiH₄-LPCVDを行った結果、ドットサイズの増加が確認されたことから、GeコアSi量子ドットが高密度一括形成できていることが示唆される。尚、Geコア形成時におけるPデルタドーピングの有無によるドット面密度およびサイズの違いは認められなかった。形成した真性GeコアSi量子ドットの室温PL測定をした結果、Siクラッドからの発光に起因した~1140nmにピーク波長を持つ近赤外領域の室温発光が認められたものの、Geコアからの信号は認められなかった。一方、PドープGeコアSi量子ドットでは、Siクラッドからの発光と共に、~1780nm近傍に新たな発光ピークが確認された。これらの結果は、GeコアへのP添加によって、光生成キャリアの空間分離が緩和される結果、Pドナー準位を介した発光が顕在化したことを示唆している。

結論>GeコアSi量子ドットにおいて、GeコアへPを添加することで、Geコア内の発光再結合を促進できることが明らかになった。

文献>[1] Y. Darma et al., Nanotech. 14 (2003) 413. [2] K. Makihara et al., ECS Trans., 3 (2006) 257. [3] K. Makihara et al., Thin Solid Films 517 (2008) 306.

謝辞>本研究の一部は、科研費基盤研究(A)および若手研究(A)の支援を受けて行われた。

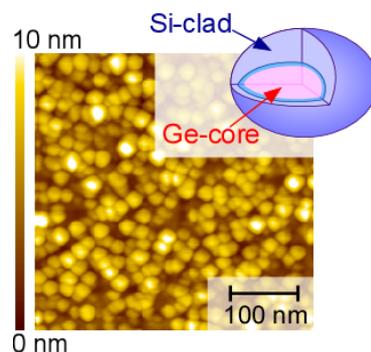


Fig. 1 Topographic image and schematically illustration of Ge core Si-QDs.

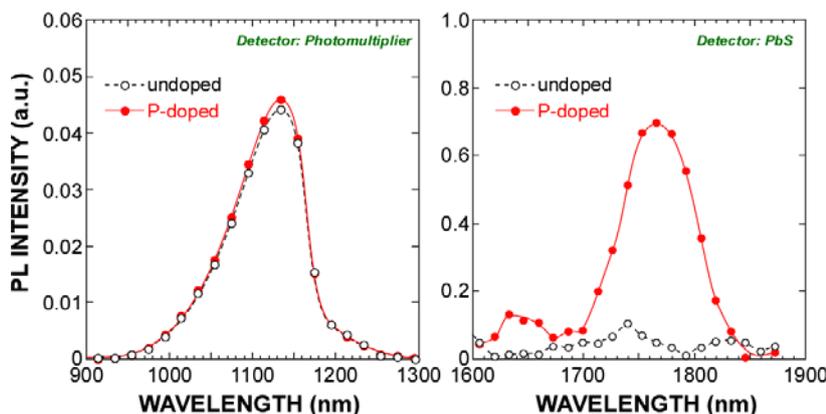


Fig. 2 PL spectra from undoped and P-doped Ge core Si-QDs at room temperature.