

ホット Si^+ イオン注入法を用いた酸化膜中の Si 量子ドットの形成

Si Quantum-Dot Formation in Oxide Film using Hot Si^+ Ion Implantation

神奈川大理, 東京農工大工* 吉水一真,[○]村川洸紀, 青木孝, 鮫島俊之*, 水野智久

Kanagawa Univ., Tokyo Univ. Agri. Tech.*, K.Yoshimizu, K.murakawa T. Aoki, T. Sameshima*, and T. Mizuno

1. 序論

我々は, Si 酸化膜中へのホット-ダブル Si^+/C^+ イオン注入法により, SiC 量子ドット (SiC-QD) を形成し, 可視域での PL 発光することを報告してきた.[1]

今回, 赤外域での PL スペクトル発光を目指して, バンドギャップの小さい Si-QD を Si 酸化膜中へのホット Si^+ イオン注入法によって形成することを検討したので報告する.

2. 実験

(100)Bulk-Si を熱酸化して 150nm の酸化膜を形成し, 酸化膜層へホット Si^+ イオン注入を行い, 酸化膜中に Si-QD を形成した. Si^+ のドーズ量 (D_{Si}) は $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ から $6 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ の条件下で, イオン注入温度は 600°C である. その後, 結晶性を回復させる為, 温度 1000°C にて N_2 アニール処理を行った. Raman 及び PL スペクトルは, 3.8eV 励起レーザーを用いて室温にて測定した.

3. 結果及び討論

図 1 は, Si^+ をイオン注入し, N_2 アニール時間 60min で行った時の, HAADF-STEM による断面図である. Si^+ がドット (丸内など) を形成し, Si-QD の大きさの平均は 2.4nm , 密度は $1.6 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ であり, Si-QD 形成を確認することが出来た.

図 2 は, Si-QD における N_2 アニール後の PL スペクトルである. SiC-QD と違って, 期待通り近赤外域での PL 発光が実現できている. PL 強度及び PL ピークエネルギーが大きく D_{Si} 依存性を持つことが分かった. ピークエネルギーはドーズ量が低いほど高エネルギー側にシフトする. また, PL 強度は, $D_{\text{Si}} = 3 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ において最大になることが判明した.

結論として, 酸化膜中にホット Si^+ イオン注入を行うことで, Si-QD の形成が確認され, 近赤外域 PL 発光を達成した. 本研究は近赤外における Si 系光デバイスに応用が期待できる.

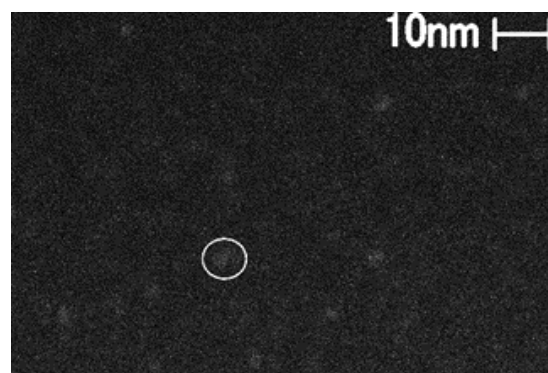


図 1. Si-QD の HAADF-STEM 断面図. $D_{\text{Si}} = 6 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$, $t_N = 60 \text{min}$, $T_N = 1000^\circ\text{C}$.

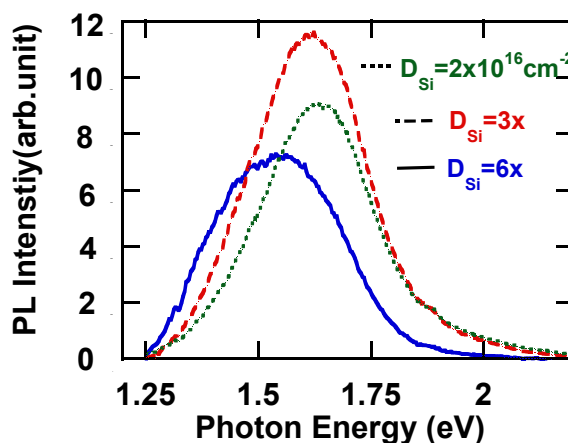


図 2. Si-QD の PL スペクトルの Si ドーズ量依存性. N_2 アニール時間 150min.

謝辞: 本研究の一部は科研費 (17K06359) の助成を受けた.

文献

- [1] 金澤他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-E304-9, 2019