

クォーツ基板及び熱酸化膜中へのホットイオン注入によって形成したIV族半導体量子ドットの比較

Group IV Semiconductor Quantum Dots in Thermal-Oxide and Quartz-Glass

Fabricated by Hot-Ion Implantation

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

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

1. 序論

我々は, Si 酸化膜中(OX)へのホットイオン注入法により, IV族半導体量子ドット(IV-QD)が形成され, PL 発光することを報告してきた[1],[2].

今回, 金属不純物が 1ppm 以下のクォーツガラス基板 (QZ) [3] へのホットイオン注入法を用いて作製した SiC 半導体量子ドット(QD)の特性と OX 中 SiC-QD との比較を行い, PL 発光への不純物の影響について検討したので報告する.

2. 実験

QZ 及び OX 絶縁体へのダブル Si/C ホットイオン注入を行い, SiC 量子ドット (SiC-QD) を形成した [1].

Si⁺のドーズ量(D_{Si})は $6 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$, C⁺ドーズ量(D_C)は $4 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$, イオン注入温度は 200°C で行った [1]. その後, 結晶性を回復させる為, 温度 1000°C にて N₂ アニール処理を行った.

さらに, QZ 中の不純物の PL 発光への影響を調べるために, アクセプタイオン (B) とドナー (P) を QZ にホットイオン注入 (900°C) した SiC-QD も作製した.

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, QZ 及び OX 中の SiC-QD の PL スペクトルの比較である. QZ 中よりも OX 中の SiC-QD の PL 強度が約 5 倍強いことがわかり, OX 中の不純物準位間の PL 発光が大きいことが予想される. また, QZ 基板中に B⁺, P⁺ をイオン注入することで, PL 強度が増大することがわかった. 従って, PL 強度増大には SiC 中の不純物準位密度を増すことが重要であることがわかった.

図 2 は, QZ 中 SiC-QD の OX 中 SiC-QD との PL ピーク強度比較の B⁺ 及び P⁺ ドーズ量依存である. イオン注入により PL ピーク強度が増大し, 最適な B⁺ ドーズ量は $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ であることが判明した.

結論として, SiC-QD での PL 発光の増加には, 不純物準位密度の増加が重要であることがわかった. 学会当日には, Si-QD の結果も発表する予定である.

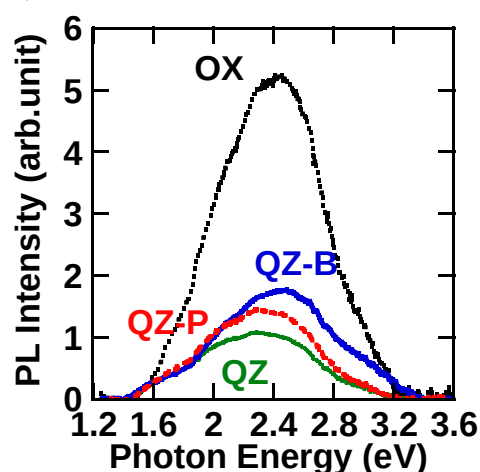


図 1. SiC-QD の $t_N=30\text{min}$ での PL スペクトルの酸化膜構造依存性.

OX : OX 中 SiC-QD. QZ-B : QZ 中 SiC-QD, $B=2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$. QZ-P : QZ 中 SiC-QD, $P=2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$.

QZ : QZ 中 SiC-QD

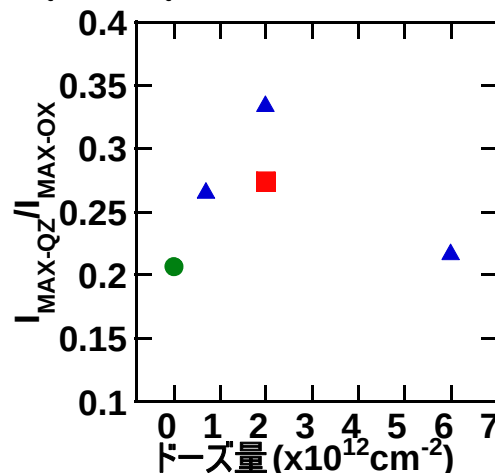


図 2. $t_N=30\text{min}$ での QZ 中 SiC-QD の OX 中 SiC-QD との PL ピーク強度比較の B⁺ 及び P⁺ ドーズ量依存.

▲: QZ-B SiC-QD. ■: QZ-P SiC-QD. ●: QZ SiC-QD

文献

[1] 村川他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z02-4, 2021.

[2] 村川他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-Z02-5, 2021.

[3] <https://www.sqp.co.jp/j/>