

電子線照射により形成した 4H-SiC 中シリコン空孔の 荷電状態とドーピング濃度の関係

Relationship between Charge States of Silicon Vacancies in 4H-SiC and Doping Concentrations

埼玉大院¹, 量研², 電中研³, [○](M1)張 盛杰^{1,2}, 佐藤 真一郎², (M2)張 啓航^{1,2}, (M2)元木 秀^{1,2},

村田 晃一³, 花輪 雅史³, 土田 秀一³, 土方 泰斗¹, 大島 武²

Saitama Univ.¹, QST², CRIEPI³, [○]S. Zhang^{1,2}, S.-I. Sato², Q. Zhang^{1,2}, S. Motoki^{1,2}, K. Murata³,

M. Hanawa³, H. Tsuchida³, Y. Hijikata¹, T. Ohshima²

E-mail: zhang.s.448@ms.saitama-u.ac.jp

[はじめに]

炭化ケイ素(SiC)中のシリコン空孔は、磁場や温度に高感度に検出できる「量子センサ」としての応用が期待されている。電子線照射により形成したシリコン空孔には様々な荷電状態^[1]が混在しているが、センシングとして応用可能なシリコン空孔の荷電状態は1価の負に帯電したシリコン空孔(V_{Si}^-)のみである^[1]。さらに、 V_{Si}^- の形成量はフェルミ準位の関係により、不純物ドーピング濃度(ドナー濃度)に対して変化することが予想される^[2]。したがって、シリコン空孔の荷電状態とドーピング濃度の関係の解明は不可欠である。本研究では、電子線照射により形成したシリコン空孔の荷電状態とドーピング濃度との関係をフォトルミネッセンス(PL)測定により評価した。

[実験結果]

ドーピング濃度 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の N 型 4H-SiC 基板および高純度半絶縁性(HPSI) 4H-SiC 基板に対し、2 MeV 電子線を室温で照射し V_{Si}^- を形成した(照射量: $1.0 \times 10^{15} \sim 1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$)。共焦点顕微鏡(励起レーザー: 785 nm、ロングパスフィルタ: 808 nm)を用いて、 V_{Si}^- からの発光を InGaAs フォトダイオードで取得した。Fig. 1 に電子線照射量に対する PL 強度の変化を示す。ドーピング濃度が高い試料ほど、同じ電子線照射量では発光強度が低くなった。しかし、電子線照射量が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$ に到達すると、ドーピング濃度に対する発光強度の変化はみられなくなった。これは、電子線照射量の増加により深い準位が形成されることで電子濃度が低下し(キャリア枯渇効果)、シリコン空孔の支配的な荷電状態が-1 価へと変化したためと考えられる。講演では、電子線照射によるドーピング濃度の変化とシリコン空孔の荷電状態について詳しく議論する。

[謝辞]

本研究は防衛装備庁安全保障技術研究推進制度(Grant Number JPJ004596)の支援を受けて行われた。

[参考文献]

[1] M. E. Bathen, *et al.*, npj Quantum Info. **5**, 111 (2019).

[2] N. T. Son, *et al.*, J. Appl. Phys. **129**, 215702 (2021).

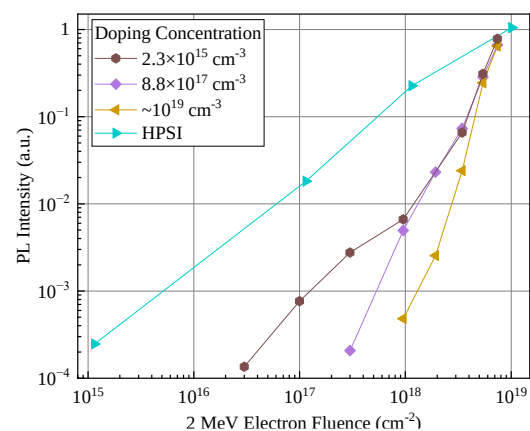


Fig. 1 Relationship between PL intensity and electron irradiation fluences with different doping concentrations. The ordinate is normalized by the value of HPSI irradiated at $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$.