

プロトンビーム描画プロセスが SiC pn ダイオード中に導入したシリコン空孔の光学特性に与える影響

Influence of proton beam writing on optical properties of silicon vacancy introduced in SiC pn junction diodes

量研¹, 埼玉大工², 産総研³, KIST⁴ ○山崎 雄一¹, 千葉 陽史^{1,2}, 牧野 高紘¹,
佐藤 真一郎¹, 山田 尚人¹, 佐藤 隆博¹, 土方 泰斗², 児嶋 一聡³, S. -Y. Lee⁴, 大島 武¹
QST¹, Saitama Univ.², AIST³, KIST⁴, °Y. Yamazaki¹, Y. Chiba^{1,2}, T. Makino¹, S.-I. Sato¹, N.
Yamada¹, T. Satoh¹, Y. Hijikata², K. Kojima³, S. -Y. Lee⁴, T. Ohshima¹

E-mail: yamazaki.yuichi@qst.go.jp

【研究背景】

炭化ケイ素(SiC)半導体中の発光中心の一つであるシリコン空孔(V_{Si})[1]は、温度や磁場を高感度で測定可能な量子センサへの応用が期待されている[2,3]。原子欠陥の光学特性変化を利用する量子センサをデバイス内に設置できれば、デバイスの動作を妨げることなく、その内部の状態を高空間分解能・高感度で調べることが可能という他にはない特長を有するセンサとなる。デバイス内の必要箇所に V_{Si} を導入するには、任意の位置に V_{Si} 形成が可能なプロトンビーム描画(PBW)[4]が適している。我々は pn ダイオード内への V_{Si} 形成およびその発光の電気的制御を試みている[5]。本研究では、プロトン照射量が V_{Si} の光学特性に与える影響を調べた。

【実験方法】

p 型 4H-SiC エピタキシャル膜付基板($N_p=1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)へ Al, P イオンを注入して作製したプレーナ型 $p^+p^-n^+$ ダイオードの電極間に、PBW(0.5MeV、室温)を用いて V_{Si} ドット($\sim 1\mu\text{m}$ 径)パターンをプロトン(H^+)照射量を変えて(3×10^4 - $3 \times 10^7 \text{ H}^+/\text{dot}$)形成した。レーザー光($\lambda=532\text{nm}$, 0.1-2mW)及び順方向電流(200, 500 μA)をそれぞれ V_{Si} 励起源とした共焦点走査型蛍光顕微鏡を用いて評価した。

【実験結果】

2 種類の励起源について、 V_{Si} からの発光強度のプロトン照射量依存性を調べた結果、光励起ではプロトン照射量に対して概ね線形に発光強度が増加するのに対して、電流励起では $1 \times 10^5 \text{ H}^+/\text{dot}$ 以上で発光強度が飽和する傾向が得られた(Fig.1 参照)。講演では、上記の原因について考察した結果も含めて報告する。

【謝辞】

PBW プロセスをサポートしていただいた群馬大学加田渉博士に感謝いたします。本研究は科研費基盤 A(17H01056)の助成を受けたものである。

【参考文献】

[1] F. Fuchs et al. Nat. Commun. 6 7578 (2015), [2] A. N. Anisimov et al. Sci. Rep. 6 33301 (2016). [3] M. Niethammer et al. Phys. Rev. Appl. 6 034001 (2016), [4] H. Kraus et al. Nano Lett. 17 2865 (2017), [5] 千葉他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会(19p-D103-10).

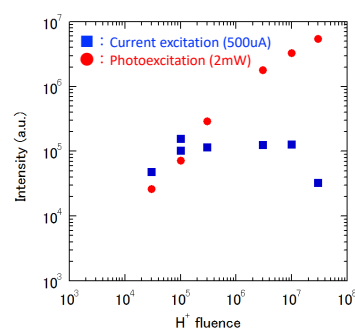


Fig.1 The dependence of the electroluminescence and photoluminescence intensities from V_{Si} on H^+ fluence.