SiC デバイス内の 3 次元配列シリコン空孔を用いた光検出磁場共鳴測定

Optically detected magnetic resonance of 3D arrayed silicon vacancies in SiC pn diodes

量研 [1], 埼玉大工 [2], 産総研 [3], 電中研 [4] ○山﨑 雄一 [1], 千葉 陽史 [1,2], 佐藤 真一郎 [1], 牧野 高紘 [1], 山田 尚人 [1], 佐藤 隆博 [1], 土方 泰斗 [2], 児嶋 一聡 [3], 土田 秀一 [4], 星乃 紀博 [4], 大島 武 [1]

QST [1], Saitama Univ. [2], AIST [3], CRIEPI [4], °Y. Yamazaki[1], Y. Chiba[1,2], S. Sato[1], T. Makino[1], N. Yamada[1], T. Satoh[1], Y. Hijikata[2], K. Kojima[3], H. Tsuchida[4], N. Hoshino[4], T. Ohshima[1]

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

【研究背景】

近年、ワイドギャップ半導体中の点欠陥の光学特性を応用した量子センサが注目されている[1,2]。炭化ケイ素(SiC)を母材とする点欠陥であるシリコン空孔(V_{Si})を用いることで、従来技術では測定不可能な SiC デバイス内部の温度や電流分布の高空間分解能・高感度直接センシングが可能となる。そのため、V_{Si} 量子センサは SiC デバイスの研究開発に資する非常に強力な評価ツールとして期待される。我々は任意の位置に V_{Si} 形成が可能なプロトンビーム描画(PBW)を用い、pn ダイオード内への 2 次元配列 V_{Si} 形成およびそれを用いた磁場検出を試みている[3]。本研究では、深さ制御も行うことで 3 次元配列 V_{Si} の形成を行い、その光学特性を評価した。

【実験方法】

n 型 4H-SiC エピタキシャル膜付基板へ Al, P イオンを注入して作製したプレーナ型 p^+nn^+ダイオードの電極周辺に、PBW(プロトン照射量=1×10^6 H^+/dot)を用いて V_{Si} ドット(~1μm 径)パターンを形成した。深さはプロトンエネルギーを 0.5、1.5、3MeV と変化させて制御した。評価には、671nm レーザーを励起光とする共焦点走査型蛍光顕微鏡を用いた。

【実験結果】

フォトルミネッセンス(PL)マッピング測定から、発光強度の異なる三つ組の光点からなるドット配列が形成されていること(図 1(上))、発光強度の違いが深さに起因していることが確認された。また、これらの光点から光検出磁場共鳴(ODMR)スペクトル(@ゼロ磁場)が得られた(図 1(下))。以上の結果は、量子センサとして使用可能な 3 次元配列 V_{Si} が形成できたことを示している。講演では、詳細な光学特性評価結果も合わせて報告する。

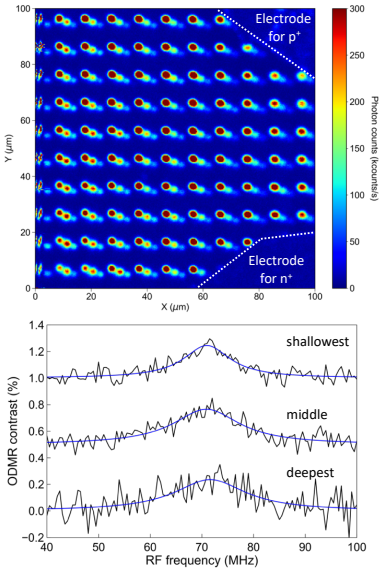

Fig.1 3 次元配列 V_{Si} の(上)PL マッピング像、(下)ODMR スペクトル

【謝辞】

本研究は科研費(17H01056, 18H03770)、MEXT、QLEAP、CAO、PRISM の助成を受けたものである。本研究の一部は IAEA CRP F11020 のフレームワークの下で行われた。

【参考文献】

[1] 水落憲和：応用物理 87, 251 (2018), [2] A. N. Anisimov et al. Sci. Rep. 6 33301 (2016). [3] 千葉他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会(21a-141-11).