

室温における 4H-SiC 中 V2 中心蛍光の偏光特性

Polarization properties of fluorescence from V2 centers in 4H-SiC at room temperature

京大化研¹, 京大スピンセンター², 量研³, 東北大⁴, QUP KEK⁵ °西川 哲理¹, 森岡 直也^{1,2},

阿部 浩之³, 大島 武^{3,4}, 水落 憲和^{1,2,5}

ICR Kyoto Univ.¹, CSRN², QST³, Tohoku Univ.⁴, QUP KEK⁵ °Tetsuri Nishikawa¹, Naoya Morioka^{1,2},

Hiroshi Abe³, Takeshi Ohshima^{3,4}, and Norikazu Mizuochi^{1,2,5}

E-mail: nishikawa@dia.kuicr.kyoto-u.ac.jp

4H型の炭化ケイ素(4H-SiC)中のシリコン空孔(V_{Si})は非等価な格子位置により二種類存在し、六方晶位置($V_{Si}(h)$):V1 中心)と立方晶位置($V_{Si}(k)$):V2 中心)で異なる発光・スピン特性を有する[1]。このうち V2 中心は室温で観測可能なスピンを有し、量子センサ等への応用が期待されている。 V_{Si} は 4A_2 、 4E の二つの電子励起配置を有し、これらの混合状態が励起状態(ES)となるが、第一及び第二励起状態(ES1, ES2)はそれぞれ 4A_2 および 4E を主成分とする[3]。V1 中心では低温下で二つのゼロフォノン線(ZPL)発光 V1($E||c$)および V1'($E\perp c$)が知られ、2つの遷移は波長と偏光特性で区別できる(図1)[1]。低温ではES1に起因する $E||c$ 蛍光の強度が強いが、70 K 以上では熱励起によってES2の占有が増加し、 $E\perp c$ 蛍光が増強する[2]。しかし、V2 中心の発光スペクトルには $E||c$ の ZPL(V2)のみが存在し、 $E\perp c$ ZPL(V2')の観測は報告されていない。V2 中心におけるES2の存在は共鳴光学遷移幅の温度依存性とDFT計算によって示唆されたが[3]、推定されたES1,2間のエネルギー差が22 meVと大きい[3]。したがってZPLを弁別可能な低温領域ではES2の占有が顕著でなく、V2 中心におけるES2がもたらす発光特性への影響は未だ詳細が明らかでない。V2 中心は発光強度の低さに課題があり、量子応用に向けて光学特性の詳細を明らかにすることは非常に重要である。本研究では、V2 中心における2つのESが光学特性に与える影響を調べるため、室温におけるV2 中心の蛍光強度の偏光特性を、単一欠陥を用いて(0001)面及び(1 $\bar{1}$ 00)面から評価した。

4H-SiC (0001) 4°オフエピ成長試料に電子線照射によって単一V2 中心を作製し、へき開によって(1 $\bar{1}$ 00)面を露出した。波長730 nmのレーザーを励起光源とした共焦点顕微鏡装置を用いてV2 中心発光の偏光特性を検出角を変えながら評価した。図2に示すように(0001)面測定では蛍光強度が $E\perp c$ 方向において等方的であるが、(1 $\bar{1}$ 00)面測定では $E||c$ 成分で強い蛍光を観測し、トータルの飽和蛍光強度も(0001)面測定と比較して増加することが分かった。また、(1 $\bar{1}$ 00)面測定におけるトータルの飽和強度は励起レーザーの偏光方向に影響されないと思われたが、実際には偏光方向に依存することが分かった。本発表では、この内容を含め、詳細な議論を行う。

本研究は MEXT QLEAP (JPMXS0118067395)、科研費 (JP22H01526, JP21K20502, JP23K19120)、京大ナノハブ拠点の支援を受けた。

[1] V. Ivády *et al.*, *Phys. Rev. B* **96**, 161114 (2017).

[2] R. Nagy *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **9**, 034022 (2018)

[3] P. Udvarhelyi *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **13**, 054017 (2020)

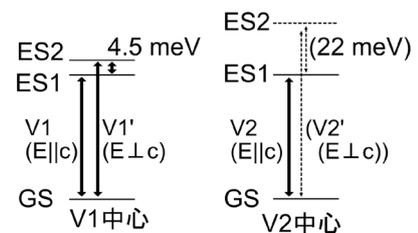


図1 4H-SiC 中 V_{Si} のエネルギー準位図

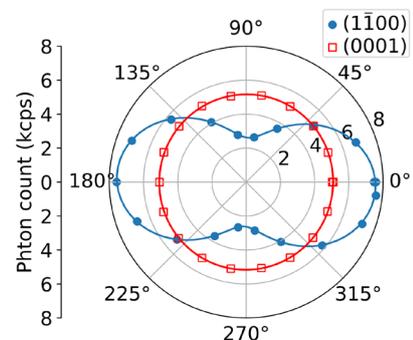


図2 (1 $\bar{1}$ 00)および(0001)面から観測したV2 中心蛍光の検出角依存性。
(1 $\bar{1}$ 00)面: 0° = [0001], 90° = [1 $\bar{1}$ 20]
(0001)面: 0° = [1 $\bar{1}$ 20], 90° = [1 $\bar{1}$ 00]