SiC 中の単一発光源となる欠陥の探索

Search of Defect Centers Acting as Single Photon Source in Silicon Carbide 原子力機構¹, メルボルン大学², RMIT 大学³, 筑波大数理物質系⁴,

ハンガリー科学アカデミー⁵,群馬大理工学府⁶,

^o大島 武¹, 小野田 忍¹, 牧野 高紘¹, 岩本 直也^{1*}, B. C. Johnson², A. Lohrmann²,

T. Karle², J. C. McCallum², S. Castelletto³, 梅田 享英⁴, 佐藤 嘉洋⁴, 朱煜偉⁴,

V. Ivády⁵, A. Gali⁵, 春山 盛善⁶, 加田 涉⁶, 花泉 修⁶,

JAEA¹, Uni. Melbourne², RMIT Uni.³, Uni. Tsukuba⁴, Hungarian Academy of Sci.⁵, Gunma Uni.

^oT. Ohshima¹, S. Onoda¹, T. Makino¹, N. Iwamoto¹, B. C. Johnson², A. Lohrmann², T. Karle²,

J. C. McCallum², S. Castelletto³, T. Umeda⁴, Y. Sato⁴, Z Yuwei⁴, V. Ivády⁵, A. Gali⁵,

M. Haruyama⁶, W. Kada⁶, O. Hanaizumi⁶,

E-mail: ohshima.takeshi20@jaea.go.jp

【はじめに】固体中の単一発光源 (SPS) の有するスピンや発光を制御することで、量子コンピュ ーティングやフォトニクスを実現しようという試みが行われている。有名なものに、室温におい ても長いスピンコヒーレンス時間が期待されるダイヤモンド中の負に帯電した窒素-空孔 (NV) がある[1]。しかし、ダイヤモンドは大口径・高品質な基板の成長が困難、さらに、NVの生成収 率の向上といった課題があるのも事実である。一方、炭化ケイ素 (SiC) は 15cm 直径といった基 板の大口径化が図られているとともに、市販のダイオードやトランジスタも入手可能となるなど、 デバイス作製プロセス技術も着実に進歩している。本研究では SiC がダイヤモンドと同じワイド バンドギャップ半導体であることから、SiC を母材とした SPS の探索を行った。

【実験及び結果】試料には半絶縁性(SI)六方晶(4H)SiC 基板を用い、室温にて 2MeV のエネ ルギーの電子線照射を 1x10¹³~1x10¹⁷/cm²の範囲で照射し、照射後、Ar 中、30 分間の熱処理を行っ た。室温又は低温におけるフォトルミネッセンス(PL)測定及び室温における共焦点蛍光顕微鏡 (CFM)を用いたアンチバンチング測定により SPS を探索した。

Fig. 1 に 1x10¹⁷/cm² 電子線照射後に 300 ℃ で熱処理を行った試料の 80K でのフォトルミネッセンス (PL) スペクトルを示す。850~950 nm 付近に Si 空孔が起因の V ラインと呼ばれる PL 発光 が[2]、650~700nm 付近に C_{Si}V_C起因の AB ラインと呼ばれる PL 発光が観測された[3]。AB ラインの発光を有する欠陥中心に対して、CFM を用いて室温でアンチバンチグ測定を行った。その結果、Fig. 2 に見られるように t=0ns 付近に急激な発光の低下がみられ、C_{Si}V_Cが単一発光源として振る舞うことが判明した。また、Steeds ら[3]は AB ラインを中性の C_{Si}V_C と報告したが、*ab initio* 計算を行ったところ、この波長領域に PL 発光を持つためには正に帯電している C_{Si}V_C である方が 妥当であるという結果を得た。



Fig. 1 PL spectra excited with 532 nm at 80 K for SI 4H-SiC irradiated with 2MeV-electrons at 1×10^{17} /cm² and subsequently annealed at 300 °C.

【謝辞】本研究の一部は科研費・基盤(B) 26286047 の助成を受けて行われた。

[1] 例えば F. Dolde et al., Nature Phys. 9, 139 (2013).
[2] E. Sörman *et al.*, Phys. Rev. B 61, 2613 (2000).

[3] J. W. Steeds, Phys. Rev. B **80**, 245202 (2009). *現所属:オスロ大学 (ノルウェー)



Fig. 2 Antibunching curves excited with 532 nm at RT for SI 4H-SiC irradiated with 2MeV-electrons at 1×10^{13} /cm² and subsequently annealed at 300 °C. Symbols and line represent experimental and fitting results, respectively.