

## 4H-SiC エピ層における積層欠陥近傍の 単一光子源の発光特性

### Luminescence Characteristics of Single Photon Source near Stacking Fault in 4H-SiC Epilayer

埼玉大院理工<sup>1</sup>、東京大院工<sup>2</sup>、量研<sup>3</sup>

○(M2) 赤堀周平<sup>1</sup>、古川頼誉<sup>2</sup>、松下雄一郎<sup>2</sup>、大島武<sup>3</sup>、土方泰斗<sup>1</sup>

Saitama Univ.<sup>1</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, QST<sup>3</sup>

○S. Akahori<sup>1</sup>, Y. Furukawa<sup>2</sup>, Y. Matsushita<sup>2</sup>, T. Ohshima<sup>3</sup>, Y. Hijikata<sup>1</sup>

E-mail: akahori@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】量子デバイスの実現に向けてワイドバンドギャップ半導体中の単一光子源 (SPS) に関する研究が盛んに行われている。炭化ケイ素 (SiC) は高品質・大口径基板の作製技術が成熟しており、各種デバイス作製プロセスの開発が進み、室温動作する SPS が観測されていることから、実用性に優れた SPS の母材として期待されている。最近、SiC 中の SPS の一種として熱酸化により基板表面近傍に生成する SPS (以下、表面 SPS) の存在が明らかにされた [1]。この表面 SPS は、600~800 nm の範囲で多様な発光波長を有していることが報告されている [2]。この波長変動に関して Lohrmann らは [2]、積層欠陥が表面 SPS の構造・荷電状態に影響を及ぼすことから、積層欠陥と表面 SPS との距離の違いに起因すると理論計算に基づき示唆している。また、表面 SPS からの発光は一般的にブロードであり改善が望まれる。一方、我々は 4H-SiC エピタキシャル層の酸化中に線状欠陥が生成し、UV 照射によってダブルショックレー型積層欠陥 (2SSF) が生成・拡張することを発見した [3]。そこで本研究では、Lohrmann らの理論計算を実験的に検証し、表面 SPS の波長選択性や単色性等の発光特性を改善するため、酸化により生成した 2SSF を表面 SPS 近傍に配置し、それらの発光特性を調べた。

【実験及び結果】*n* 型 4H-SiC エピタキシャル膜 ( $N_d=1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , 厚さ 10  $\mu\text{m}$ ,  $8^\circ$  オフ) に対し乾燥酸素中 1100°C での熱処理を 32 時間行い、線状欠陥の発生を確認した後に、2SSF 生成のため線状欠陥を UV 照射した (励起源: 355 nm DPSS レーザー、試料直上強度: 7.55 mW)。SPS 発光特性の評価には共焦点レーザー蛍光顕微鏡 (CFM) を用い、室温下で各測定点での PL スペクトルを測定した。励起源として波長 532 nm 出力 70 mW の YAG レーザーを用いた。さらに上述の CFM に付加した高感度 CMOS カメラを用いて PL イメージングを行った。励起源として波長 340 nm 出力 90 mW の LED 光を試料表面に向かって斜めに入射し、600 nm ロングパスフィルターを通して PL イメージを撮像した。

Fig.1 は試料内で観察された線状欠陥および 2SSF の PL イメージを示す。線状欠陥を基線として 2 等辺三角形の 2SSF が試料表面に向かって拡張している様子が見て取れる。線状欠陥と 2SSF, SPS の位置関係を Fig.2 に模式的に示す。Fig.3 は、Fig.1 に示した 5 つの発光点 (A~E) における PL スペクトルである。この図から、2SSF 上部の点 A~C では 620 nm 付近に鋭いピークを持つことがわかった。一方 2SSF の外部では、点 D のように小さいピークを持つスペクトルが観測されたが、点 E に見られるようなブロードなものが大半であった。したがって、2SSF からの何らかの影響により SPS の発光強度と単色性が向上していることが示唆される。Lohrmann らの理論計算によれば [2]、2SSF 内の位置に応じて発光波長は変化し、SPS が [0001] 方向にいくにつれ短波長側に現れることが示唆されている。したがって 2SSF 下部の SPS からは、測定範囲外のより長波長においてピークが生じている可能性がある。講演では、我々が独自に行った理論計算の結果を踏まえ、2SSF による表面 SPS の発光特性向上のメカニズムについて議論する予定である。

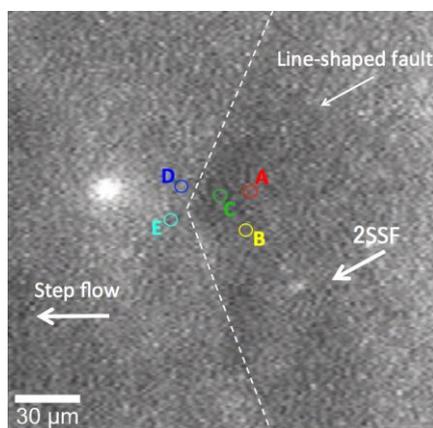


Fig. 1. PL image of the line-shaped fault and 2SSF observed in the sample.

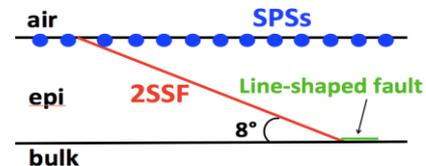


Fig. 2. Schematic cross-sectional view of the line-shaped fault, 2SSF, and surface SPSs.

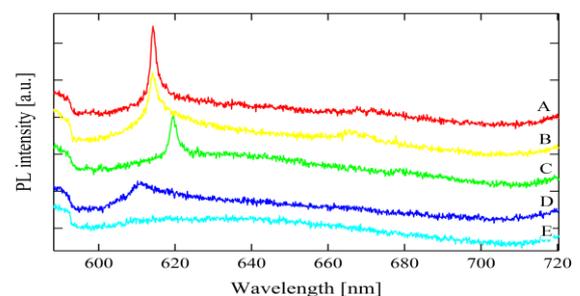


Fig. 3. PL spectra from the radiation points A-E shown in Fig. 1. Each spectrum offsets vertically for clarity.

[1] A. Lohrmann *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 021107 (2016).

[2] A. Lohrmann *et al.*, Nat. Comm. **6**, 7783 (2015).

[3] Y. Miyano *et al.*, AIP Advances **5**, 127116 (2015).