

## プロトンマイクロビーム照射による SiC 中の発光中心の形成

### Formation of Luminescent Center in SiC by Proton Microbeam Irradiation

○本多 智也<sup>1,2</sup>、Kraus Hannes<sup>2,3</sup>、加田 渉<sup>4</sup>、小野田 忍<sup>2</sup>、春山 盛善<sup>2,4</sup>、佐藤 隆博<sup>2</sup>、江夏 昌志<sup>2</sup>、  
神谷 富裕<sup>2</sup>、川端 駿介<sup>2,4</sup>、三浦 健太<sup>4</sup>、花泉 修<sup>4</sup>、土方 泰斗<sup>1</sup>、大島 武<sup>2</sup>

(1. 埼玉大学、2. 原子力機構、3. Würzburg 大学、4. 群馬大学)

○T. Honda<sup>1,2</sup>, H. Kraus<sup>2</sup>, W. Kada<sup>4</sup>, S. Onoda<sup>2</sup>, M. Haruyama<sup>2,4</sup>, T. Sato<sup>2</sup>, M. Koka<sup>2</sup>,  
T. Kamiya<sup>2</sup>, S. Kawabata<sup>2,4</sup>, K. Miura<sup>4</sup>, O. Hanaizumi<sup>4</sup>, Y. Hijikata<sup>1</sup>, T. Ohshima<sup>2</sup>

(1.Saitama Univ., 2.JAEA, 3.Uni. Würzburg, 4.Gunma Univ.)

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

【はじめに】これまでに我々は、MeV 級の電子ビームを用いて SiC 中に単一光子源として働く発光中心を形成できることを報告してきた[1]。MeV 級の電子ビームの飛程は基板を貫通するほど長いため、基板中に均一に欠陥を導入することが可能である。一方、MeV 級のイオンビームの場合、飛程が数~数十マイクロメートルであり、結晶中の局所位置に欠陥が導入される。従って、発光中心の生成位置や濃度からイオンビームの照射位置や照射量を見積もる検出器としての応用が期待できる。これまで我々は、ダイヤモンド中の発光中心として知られる窒素-空孔センターを用いることでイオンビームの飛跡検出が可能であることを見出している[2]。大口径ウェハが量販化されている SiC においても、このような応用が可能であれば材料供給の観点から魅力的である。しかし、SiC 結晶中の照射欠陥を検出器応用の観点から調べた例が無い。そこで本研究では、プロトンマイクロビーム照射を行った SiC 結晶の共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡(CFM)観察を行い、発光中心の分布に関する知見を得た。

【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 1.7 MeV のエネルギーでビーム収束径 1  $\mu\text{m}$  のプロトンマイクロビームを  $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  の照射量で格子状に照射した。フォトルミネッセンス(PL)の励起光として波長 532 nm のレーザーを用い、室温において、CFM により PL マッピング及び各測定点での PL スペクトルを測定した。

Fig.1 にプロトンマイクロビームを照射量  $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  で格子状に照射した試料の断面 PL マッピング測定結果を示す。SiC 結晶の表面から約 24  $\mu\text{m}$  の深さまで発光中心の形成が確認され、これはモンテカルロシミュレーションにより求めた 1.7 MeV プロトンビームの飛程(24.7  $\mu\text{m}$ )と良い一致を示す。Fig.2 に Fig.1 に示した点(a), (b)における室温 PL スペクトルを示す。点(a)においてのみ 840~960 nm の範囲にシリコン空孔( $V_{\text{Si}}$ )に起因すると思われる、V ラインと呼ばれる発光ピークが観測された。これらの結果から、SiC 結晶中の  $V_{\text{Si}}$  を指標としてイオンビーム照射位置や侵入深さを特定する検出器としての応用が可能といえる。

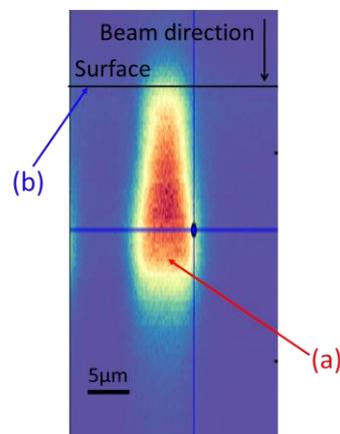


Fig1:Confocal map(X-Z scan) excited with 532 nm at RT for 4H-SiC irradiated with 1.7 MeV-protons at  $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ .

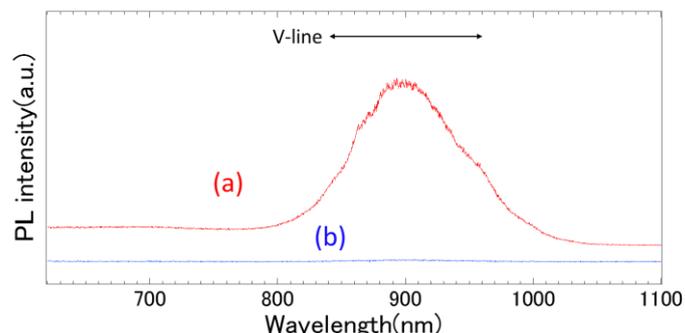


Fig2:PL spectra excited with 532 nm at RT for 4H-SiC irradiated with 1.7 MeV-protons at  $1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ (a). PL spectra for non-irradiated areas (b) is also shown in the figure.

[1] 例えば、S. Castelletto *et al.*, Nature Materials **13**,151-156(2014).

[2] 例えば、S.Onoda *et al.*, Physics Status Solidi A **212**, 2641-2644 (2015).

【謝辞】本研究の一部は科研費基盤 B (26286047) 及び  
科研費基盤 C (26420877) を用いて行われた。