

SiC パワーデバイスにおける高エネルギーイオン注入による 積層欠陥拡張抑制

Suppression of Stacking Fault Expansion in SiC Power Devices by High-Energy Ion Implantation

名古屋大¹、住重アテックス²、名工大³ ○原田 俊太¹、坂根 仁²、三井 俊樹³、加藤 正史³
Nagoya Univ.¹, SHI-ATEX², NIT³ ○Shunta Harada¹, Hitoshi Sakane², Toshiki Mii³, Masashi Kato³
E-mail: harada.shunta.i5@f.mail.nagoya-u.ac.jp

炭化ケイ素 (SiC) は、広いバンドギャップ、高い絶縁破壊電界、高い熱伝導率といった優れた物理特性を有し、次世代のパワー半導体材料として注目されている。その卓越した特性により、N700S 新幹線や電鉄車両、電気自動車などの社会実装が進んでいる。しかし、SiC には多くの結晶欠陥が存在しており、それが SiC パワーデバイスの広範な普及を阻む要因となっている。特に、SiC バイポーラデバイスにおいては、結晶欠陥に起因する順方向通電劣化 (バイポーラ劣化) が深刻な課題である。この劣化は、基底面転位 (BPD) を起点として積層欠陥が拡張することにより発生し、この拡張はキャリア再結合による促進された部分転位のすべり運動 (recombination-enhanced dislocation glide) によって引き起こされる。さらに、この現象は長時間の通電によって進行するため、デバイス作製時の検査では検出が困難であり、信頼性に大きな影響を与えることが懸念されている。このような SiC デバイスに特有の劣化現象は、量産性と高い信頼性が求められる車載用 SiC パワーデバイスの実用化において、大きな課題となっている。

我々は、順方向通電劣化が部分転位のすべりによって引き起こされることに着目し、転位のすべりを妨げることによって、通電劣化を抑制することに取り組んでいる [1-5]。高エネルギーのプロトン注入を行った結果、部分転位のすべりは抑制され、積層欠陥の拡張を抑制することができると明らかになった。また、高エネルギーのプロトン注入処理を施した結晶から作製されたデバイスでも順方向通電劣化の抑制が確認された。最近の研究では、複数のデバイスメーカーから、高エネルギーのプロトン注入が順方向通電劣化に有効であることが報告されており、SiC パワーデバイスの量産性と高信頼性向上に貢献することが期待される [6,7]。

講演では、高エネルギーイオン注入による積層欠陥拡張抑制 (Stacking Fault Knockdown by High Energy Ion Implantation: SF-KHII) 法の効果やメカニズムについて詳述する。

【参考文献】

- [1] M. Kato, O. Watanabe, S. Harada, H. Sakane, Mater. Sci. Semicond. Process 175 (2024) 108264.
- [2] M. Kato, S. Harada, H. Sakane, Jpn. J. Appl. Phys. 63 (2024) 020804.
- [3] S. Harada, H. Sakane, T. Mii, M. Kato, Appl. Phys. Express 16 (2023) 021001.
- [4] M. Kato, O. Watanabe, T. Mii, H. Sakane, S. Harada, Sci. Rep. 12 (2022) 18790.
- [5] S. Harada, T. Mii, H. Sakane, M. Kato, Sci. Rep. 12 (2022) 13542.
- [6] K. Konishi, N. Watanabe, H. Okino, Y. Mori, A. Shima, ICSCRM2024 Book of Abstracts 565-566.
- [7] K. Ishibashi et al., ICSCRM2024 Book of Abstracts 541-542.