

放射光トポグラフィーによる紫外光照射に伴う SiC 積層欠陥拡張挙動の観察 Observation of behavior of stacking faults in SiC crystal with ultraviolet light irradiation by synchrotron topography

原田 俊太^{1,*}, 加藤 正史²

¹名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

²名古屋工業大学, 電気・機械工学専攻 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町
Shunta HARADA^{1,*} and Masashi KATO²

¹Center for Integrated Research of Future Electronics, Institute of Materials Science and Systems for Sustainability, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601, Japan.

²Department of Electrical and Mechanical Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya, 466-8555, Japan

はじめに

現在、電力変換に用いられるパワーデバイス材料としては Si (シリコン/ケイ素) が主に用いられているが、その性能は理論限界に達しつつある。そこで、次世代パワーデバイス用材料として SiC (シリコンカーバイド/炭化ケイ素) が注目を集めている。SiC は Si と比べて、約 10 倍の絶縁破壊電界強度を有するため、高耐圧のパワーデバイス材料として期待されており、電力、産業機械、鉄道、さらにはハイブリッド車や電気自動車への応用に期待が集まっている。SiC 中の転位や積層欠陥は、パワーデバイスの性能や信頼性に影響を与えるため、欠陥密度の低減が求められている。高耐圧用途にはバイポーラデバイスが用いられるが、順方向動作時に転位から積層欠陥が形成、拡張し、順方向電圧が低下する現象が問題となっている。同様の積層欠陥の拡張は、紫外線照射によっても生じるため、キャリアの再結合が関与していると考えられている。しかし積層欠陥の拡張メカニズムは未だ不明である。現在、SiC パワーデバイスの高性能化に向けて、積層欠陥の抑制方法が検討されている。本研究では、放射光トポグラフィーにより積層欠陥拡張の場観察を行い、メカニズムを解明することを目的としている。

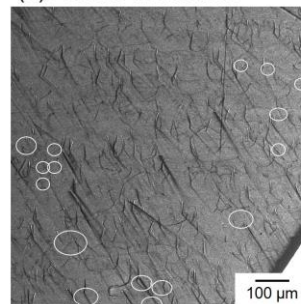
実験

[1-100] 4 度オフ 4H-SiC 基板上に化学気相堆積 (CVD) 法により、厚さ 10 μm 、窒素濃度 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の 4H-SiC を成長させた。通常のプロセスにおいては、CVD 成長時に積層欠陥形成の起点となる基底面転位を貫通刃状転位に変換するためにバッファ層を導入するが、本研究では、CVD 成長層に意図的に基底面転位を導入するために、バッファ層の厚さを 1.2 μm と、通常よりも薄くした。得られた結晶に 365 nm の波長の紫外光を照射し、積層欠陥の挙動を観察した。放射光トポグラフィーは、二結晶のモノクロメータで波長 0.15 nm に単色化した光を用い、4H-SiC の 11-28 反射を用いて観察を行った。

結果および考察

図 1 に、紫外光照射前後の放射光トポグラフィー像を示す。線状のコントラストが多数観察され、結晶中には多くの基底面転位が存在することが分かる。いくつかの基底面転位のコントラストが、紫外光を照射したのちに、消失または、別の場所に線状のコントラストが形成していた。これまでの報告と比較すると、このような変化は、基底面転位から積層欠陥が形成していることを示している。紫外光照射温度によって積層欠陥の形成挙動は異なり、今後の実験では、積層欠陥の拡張速度の温度依存性と紫外光照射密度依存性を評価することにより、紫外光照射に伴う積層欠陥拡張メカニズムを解明する。

(a) Before irradiation



(b) After irradiation

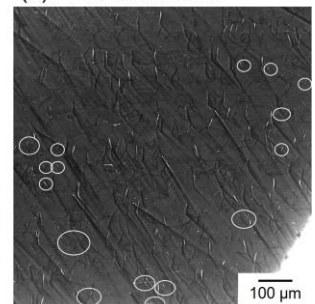


図 1 : 紫外光照射前後の放射光トポグラフィー像
謝辞

BL20B での X 線トポグラフィー実験に関しては、産総研の山口氏、KEK-PF の杉山氏に御協力を頂きましたことを深く感謝いたします。

成果

1. **原田俊太** 日本学術振興会第 161 委員会第 103 回研究会 2018.1.11. 【招待講演】
2. **原田俊太** 基盤産業支援セミナー 2017.12.5. 【招待講演】
3. **M. Kato**, S. Katahira, Y. Ichikawa, **S. Harada**, T. Kimoto, ICSCRM2017 2017.9.21. [oral]

*shunta.harada@nagoya-u.jp