

4H-SiC, GaN の基底面転位の m 面電子線照射による挙動

Behavior of basal plane dislocations in 4H-SiC and GaN under electron beam irradiation on m -planes

JFCC¹, 名工大² °石川由加里^{1,2}, 須藤正喜², 菅原義弘¹, 姚永昭¹, 加藤正史², 三好実人²,
江川孝志²

JFCC¹, Nagoya Inst. Tech.², °Yukari Ishikawa^{1,2}, Masaki Sudo², Yoshihiro Sugawara¹,
Yong-Zhao Yao¹, Masashi Kato², Makoto Miyoshi², Takashi Egawa²

E-mail: yukari@jfcc.or.jp

【概要】 SiC バイポーラデバイスにおいて基底面転位の拡張とそれに伴う積層欠陥の生成は順方向特性劣化を引き起こす。SiC と同じ六方晶でかつ cubic 型積層欠陥が電子の量子井戸となる GaN においても、デバイス動作による基底面転位の拡張と積層欠陥生成等の構造変化の可能性を検討することは重要である。電子線励起下における 4H-SiC および GaN の転位の挙動を CL mapping で m 面から観察した。4H-SiC では c 面、 a 面励起と同様に m 面励起でも基底面転位は拡張し、シングルショックレー積層欠陥を生成することを確認した。一方、GaN では基底面転位のすべり (glide) は確認されたものの拡張は観察されなかった。本講演ではその詳細を報告する。

【実験方法】 4H-SiC (1-100)面 (m 面) 上にエピ成長した厚さ $80\mu\text{m}$ の n 型 ($N_d < 1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$) 自立膜と HVPE で c 面成長した GaN 結晶を m 面が出るように切断した結晶 (厚さ $330\mu\text{m}$ 、undoped、 $0.5 < \Omega \text{cm}$) を用いた。電子線の加速電圧は $15\text{--}20\text{kV}$ 、電流は $6\text{--}60\text{nA}$ とし 1 視野 (4H-SiC $240\mu\text{m} \times 180\mu\text{m}$ 、GaN $60\mu\text{m} \times 45\mu\text{m}$) の走査に 32 秒を要した。拡張の有無は 15 回 (8min) の電子線走査後の CL 像から判断した。走査線は左から右に、各走査線は上から下へ走査した。

【結果】 4H-SiC m 面結晶において拡張した基底面転位の割合は、電子線電流 $6\text{--}40\text{nA}$ の範囲では単調に増加し、 40nA で約 0.6 となり飽和した。拡張の閾値電流も約 10nA で a 面の閾値電流 (約 5nA) より大きかった。さらに、各電流値における最大拡張幅は $6\text{--}60\text{nA}$ の範囲では単調に増加し、 60nA では約 $26\mu\text{m}$ となった。 a 面における 60nA の基底面転位の最大拡張幅 ($64\mu\text{m}$) の半分以下である。

一方、GaN m 面結晶においては、電子線 (20keV 60nA) の走査面積を 4H-SiC の $1/16$ ($60\mu\text{m} \times 45\mu\text{m}$)、とした観察も行ったが暗点の分裂 (積層欠陥生成) は、観察されなかった。一方、 20keV 1nA という弱い電子励起条件において基底面転位の短縮や消失が観察された。本件は Yakimov らが指摘した電子線励起による転位のすべり運動を検出したものと推定している。

謝辞 本研究は、名古屋工業大学 大型設備基盤センターの市川二郎氏に CL 測定をご協力いただき、実施したものである。本研究の一部は科研費 (17K05049) の助成を受けて実施したものである。

参考文献 : E.B. Yakimov et al, Appl. Phys. Lett. **106** (2015) 132101.