

通電と紫外線照射による 4H-SiC エピ層中の SSF の拡張

Expansion of Shockley Stacking Faults in 4H-SiC Epitaxial Layer by Forward Bias Current or Ultraviolet Irradiation

アイテス, °高野 和美, 大崎 理彦, 五十嵐 靖行

ITES Co. Ltd. °Kazumi Takano, Yoshihiko Ohsaki, Yasuyuki Igarashi

4H-SiC MOSFET は、内在するダイオードに順方向通電されることにより、エピ層中にショックレイ型積層欠陥 (SSF) が拡張し、FET の順方向電圧が増加する特性劣化が知られている。また、通電劣化と同様に、紫外線 (UV) を照射してもエピ層中の SSF が拡張する。UV 照射であれば、原料である 4H-SiC ウェハの状態でも SSF は拡張する。MOSFET の通電劣化を先手管理としてウェハの段階で予測する方法を検討している。本報告では、市販の 4H-SiC MOSFET モジュールを用いて、通電による SSF の拡張と UV 照射による SSF の拡張の類似と相違を調査した。

Fig.1 は、市販の 4H-SiC 基板に 10 μm のエピ層を積層したウェハを用いて、UV 照射し SSF を拡張した。(a) は PL 波長が 700 nm 以上を観測し、基底面転位 (BPD), Si core, C core が輝線である。SSF の拡張長 (BPD-Si core 間) は、 $A > B > C$ の順となる。BPD の長さから推察すると、A はエピ層を貫通し、B はエピ層中で変換し、C は BPD が観察できなかったためエピ層と基板の界面近傍に存在したと思われる。転位末端が存在する深さが浅いほど拡張が速い、これは、UV 照射で発生する深さ方向のキャリア濃度と傾向が一致する。(b) は、PL 観測波長が 420 nm で SSF 領域が明部である。A, B は 三角形に拡張中、C は、形状が異なる菱形である。

Fig.2 では、UV 照射と通電による拡張欠陥を比較する。(a) は、UV 照射後の MOSFET 素子である。三角形に拡張途上と、D は重なった多角形が観察された。(b) は通電劣後の素子である。通電時間 17 分で三角形のみが観察され、通電時間 2 時間で帯状と三角形が混在した。この違いは、通電と UV 照射の深さ方向のキャリア濃度の差で説明でき

る。通電状態でも UV 照射状態でも、エピ層表面側のキャリア濃度が高いため、エピ層に拡張した BPD から、三角形の SSF が先に拡張する。しかし、通電で注入されたキャリアはエピ層中で SSF に捕捉され激減するが、SSF が帯状に拡張する。UV はエピ層で吸収され緩やかに減衰するが、エピ層深部に到達した UV がキャリアを発生し再結合により近傍の BPD にエネルギーを供給する。その結果、エピ層の基底面多層にわたって SSF を拡張させるため、帯状でなく重なった多角形の形状になったと考えられる。

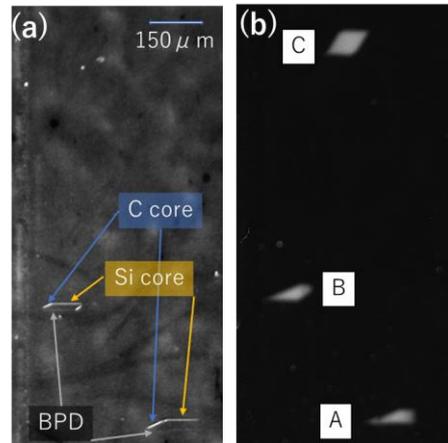


Fig. 1. PL images of EPI wafer (a) after UV irradiation at 2 W/cm² for 7 hr at 25 °C, (b) for 25 hr

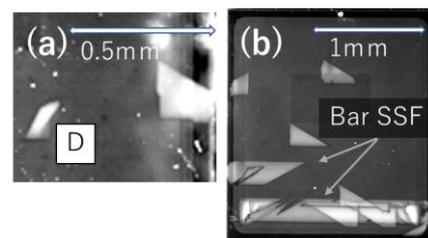


Fig. 2. PL images of MOSFET chip (a) after UV irradiation, (b) after forward current 500A/cm²