

チャネルサイズがSiC MOSFETのガンマ線照射効果に及ぼす影響

Influence of dimension of channel region on the radiation response of SiC MOSFET

量研¹, 埼玉大院理工研², サンケン電気³

○武山 昭憲¹, 牧野 高紘¹, 大久保 秀一³, 田中 雄季³, 神取 幹郎³, 吉江 徹³,
土方 泰斗², 大島 武¹

QST¹, Saitama Univ.², Sanken Electric Co., Ltd.³,

○A. Takeyama¹, T. Makino¹, S. Okubo³, Y. Tanaka³, M. Kandori³, T. Yoshie³,
Y. Hijikata², T. Ohshima¹

E-mail: takeyama.akinori@qst.go.jp

【はじめに】炭化ケイ素 (SiC) を用いた金属-酸化膜-半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) にガンマ線を照射すると、酸化膜中に生成した電子-正孔対のうち正孔が酸化膜/SiC 界面付近の酸化膜中にトラップされ、正の固定電荷として振舞う。また界面には深いエネルギー準位に電子トラップが生成し、半固定的な負の電荷として振舞う[1]。これらの電荷は SiC MOSFET のドレイン電流-ゲート電圧 (I_D-V_G) 特性を劣化させるため、放射線耐性強化の観点から、異なるチャネルサイズの SiC MOSFET に対してガンマ線を照射し特性劣化を調べた。

【実験】試料には耐圧 1.2 kV、定格電流 20 A、酸化膜厚 45 nm (乾燥酸素中酸化+ N_2O 処理)、サンケン電気製 n チャネル 4H-SiC 横型 MOSFET を用いた。異なるチャネル長および幅を持つ SiC MOSFET (表 1) に対して、 ^{60}Co ガンマ線を室温、窒素雰囲気中で 2.6 MGy まで照射した。照射前後において室温で I_D-V_G 及びドレイン電流-ドレイン電圧 (I_D-V_D) 特性を測定し、しきい値電圧 (V_{th})、移動度 (μ) を算出した。またリーク電流の影響が無視できる 100 kGy 以下の線量域において、 I_D-V_G 曲線をミッドギャップ電流 (I_{mg}) まで外挿し、ミッドギャップ電圧 (V_{mg})、酸化膜固定 (ΔN_{ot}) および界面電荷 (ΔN_{int}) を求めた [2]。

【結果】図 1 に、照射で生成した酸化膜固定 (ΔN_{ot}) および界面 (ΔN_{int}) 電荷密度の線量依存を示す。チャネル幅の広い試料 c を a と比べると、両者の ΔN_{ot} 、 ΔN_{int} はほぼ同じ値であり、チャネル幅の増加が電荷密度の増加に与える影響は小さい。一方、チャネル長の長い試料 b と a を比べると、 ΔN_{ot} 、 ΔN_{int} はやや大きくなっている。100 kGy における a と b の ΔN_{ot} の差は $1.3 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ であり、これは V_{th} を約 2.4V 負電圧側にシフトさせる正の固定電荷に相当し、有意な差といえる。

この理由としてチャネル長が長くなると I_{mg} が小さくなり V_{mg} が負電圧側にシフトするが[2]、その結果、酸化膜中の電場勾配が大きくなり、照射で生成した電子正孔対の再結合が抑制され、正の固定電荷の生成が促進されたと考えられる。以上から、チャネル長の増加が SiC MOSFET の特性をより大きく劣化させることがわかった。

【参考文献】

[1] A. Takeyama et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 104101 (2016).

[2] P. J. McWhorter et al., Appl. Phys. Lett. **48**, 133 (1986).

【謝辞】本研究は、原子力基礎基盤研究イニシアティブによる助成を受けて行われた。

試料	チャネル長	チャネル幅
a	2 μm	5 μm
b	10 μm	5 μm
c	2 μm	10 μm

表 1 SiC MOSFET のチャネルサイズ

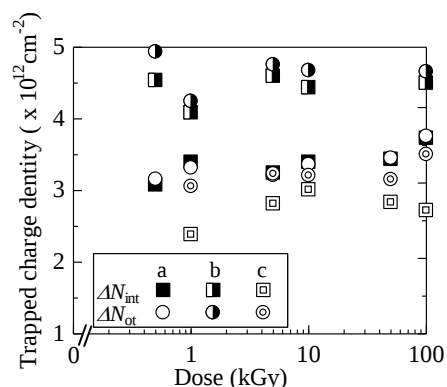


図 1 生成電荷密度の線量依存