

負ゲートバイアス印加が SiC MOSFET のガンマ線照射劣化に及ぼす影響

Influence of negative gate bias on 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】

我々は炭化ケイ素 (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、しきい値電圧 (V_{th}) の負電圧側へのシフトなどデバイス特性の劣化が起ることを確認している[1]。この負電圧シフトは、ガンマ線により酸化膜中に生成される電子-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ためと推測される。このメカニズムに従えば MOSFET のゲート電極に負バイアスを印加して照射した場合、電界により正孔は電極側に引寄せられ、劣化の抑制が期待できる。そこで負バイアス印加条件下でガンマ線照射を行い、MGy オーダにおける電気特性の劣化挙動を調べた。

【実験】

サンプルには、耐圧 1.2 kV、定格電流 20 A、酸化膜厚 45nm (乾燥酸素中酸化+ N₂O 処理)、サンケン電気製 n チャネル 4H-SiC 縦型 MOSFET を用いた。この MOSFET に負バイアス -2.25, -4.5, -9V (それぞれ -0.5, -1, -2 MV/cm) を印加した状態、また比較のためバイアスを印加しない状態で、⁶⁰Co ガンマ線を室温、窒素雰囲気中で 2MGy まで照射した。照射前後、室温にて I_D - V_G 特性及び I_D - V_D 特性の測定によりしきい値電圧 (V_{th})、実効移動度を算出した。

【結果】

図 1、図 2 に、未照射サンプルからのしきい値電圧シフト (ΔV_{th}) および規格化した有効移動度の線量依存を示す。-0.5MV/cm の ΔV_{th} は無バイアスとほぼ等しいが、-1MV/cm、-2MV/cm では電圧シフトが大きくなっている。この理由として、酸化膜中の大きな電場勾配により照射で生成した電子正孔対が再結合しづらくなる、SiC 側から酸化膜に正孔が注入されることなどにより、正の固定電荷が形成されたと考えられる。一方、移動度の線量依存はバイアスによらないことから、SiC の伝導帯に近い、浅い界面準位の生成量がバイアスに影響されにくいことを示す。以上から、大きい負バイアスでは電気特性の劣化が促進されることが判明した。当日はさらに異なる印加条件での実験結果を加え、詳細な議論を行う。

【参考文献】

[1] K. Murata et al., Phys. Status Solidi A 214, (2017) 1600446-1-7.

【謝辞】本研究は、原子力基礎基盤研究イニシアティブ、戦略的原子力共同研究プログラムによる助成を受け行われた。

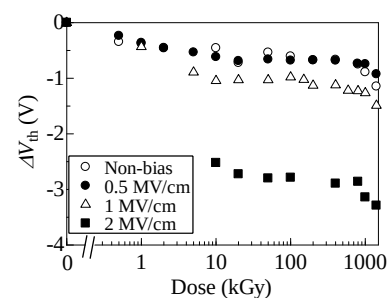


図 1 しきい値電圧シフトの線量依存

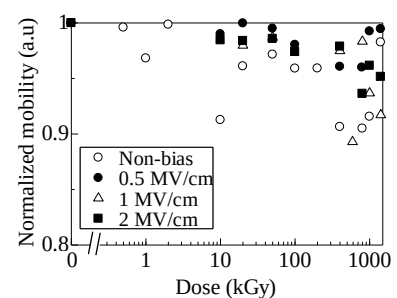


図 2 移動度の線量依存