SiC MOSFET のガンマ線照射効果に及ぼすゲートバイアスの影響

Influence of Gate Bias on Gamma-ray Radiation Response of SiC MOSFETs

○村田 航一 [1,2]，三友 啓 [1,2]，松田 拓磨 [1,2]，横関 貴史 [1,2]，牧野 高紘 [2]，武山 昭憲 [2]，
小野田 忍 [2]，大久保 秀一 [3]，田中 雄季 [3]，神取 幹郎 [3]，吉江 徹 [3]，大島 武 [2]，土方 泰斗 [1]
(1. 埼玉大学，2. 原子力機構，3. サンケン電気)
○K. Murata [1,2], S. Mitomo[1,2], T. matsuda[1,2], T. Yokoseki[1,2], T. Makino[2], A. Takeyama[2],
S. Onoda[2], S. Okubo[3], Y. Tanaka[3], M. Kandori[3], T. Yoshie[3], T. Ohshima[2], Y. Hijikata[1]
(1.Saitama Univ., 2.JAEA, 3.Sanken Electric Co., Ltd.)
E-mail: murata@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】我々は,炭化ケイ素半導体（SiC）を過酷な放射線環境で使用する半導体デバイスへ応用するため， SiC 金属-酸化膜-半導体 電界効果トランジスタ（MOSFET）の耐放射線性を強化する技術の開発を進めている[1]。これまで, SiC MOSFETのゲートに対し, 正, 負のバイアスを印加した状態でガンマ線照射を行いしきい値電圧（V_{th}）のシフトを調べ，正バイアスの印加によってV_{th}が著しく負電圧側にシフトすることを報告している [2,3]。一方、モーター駆動回路を動作（ゲートに矩形波印加）させガンマ線照射した場合はV_{th}のシフトが大きくないことも明らかにしている[4]。このことから、正バイアスにより生ずるV_{th}のシフトが、負バイアス、または無バイアス状態でガンマ線照射により回復することが示唆される。本研究では、その検証を行うため、50kGyまで正バイアスを印加しながらガンマ線照射を行い、その後バイアス条件を変更してガンマ線照射を行ったSiC MOSFETのV_{th}シフトを調べた。

【実験方法】実験には, 耐圧1.2 kV, 定格電流20 A, オン抵抗100 mΩ (V_g = 20 V)，酸化膜厚45 nmのサンケン電気製nチャネル4H-SiC DMOSFETを用いた。ゲート電極に+4.5 V (1.0 MV/cm)を印加した状態でCo-60ガンマ線を線量率10 kGy/hで室温、窒素雰囲気中で50 kGyまで照射した。室温による特性の回復を観察した後、ゲート電極に0 Vを印加した状態で再度ガンマ線照射を行った。

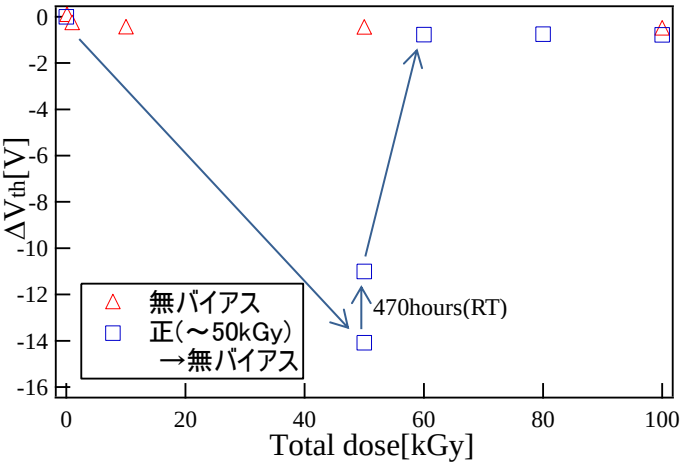

図. 無バイアスで照射した SiC MOSFET（△）と、50kGy まで正バイアス，以降無バイアスで照射した SiC MOSFET（□）のΔV_{th}の変化

【結果及び考察】右図に, 吸収線量とSiC MOSFETのV_{th}の照射前からの変化量ΔV_{th}の関係を示す。正バイアスでの照射の場合、総線量50 kGy（照射時間5時間）まではV_{th}が大きく負電圧側にシフトすること、470時間の室温アニールで約3Vの回復が見られることが分かる。それ以降、ゲートバイアスを0Vで照射した結果、10 kGyの照射（照射時間1時間）によってV_{th}は無バイアス照射の場合と同じ値までの回復が観察された。以上の結果から，ゲートに正バイアスを印加しながらガンマ線を照射したことによるV_{th}の大きなシフトは、無バイアス印加での照射によって回復し、その回復に必要な時間は劣化にかかる時間より大幅に少ないことが判明した。当日はガンマ線照射による条件を変えて実験を行った結果を加え、回復のメカニズムについて議論を行う。

【参考文献】

[1] T.Yokoseki *et al.*, Mater. Sci. Forum **821-823** (2014) pp.705-708
[2] 村田航一 他，第62回応用物理学会春季学術講演会，13p-B4-9，2015年3月
[3] 村田航一 他，第76回応用物理学会秋季学術講演会，14p-PB6-11，2015年9月
[4] Y.Kobayashi et al., Mater. Sci. Forum, (in press).

【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。

© 2016年 応用物理学会