4H-SiC JFET へのガンマ線照射効果

Effect of gamma-rays irradiation on electrical characteristics of 4H-SiC JFET

量研 [1]，産総研 [2]，広島大学ナノデバイス [3]
○武山 昭憲 [1]，清水 奎吾 [2]，牧野 高紘 [1]，山﨑 雄一 [1]，大島 武 [1]，黒木 伸一郎 [3]，田中 保宣 [2]
QST[1], AIST[2], RNBS, Hiroshima Univ.[3]
°Akinori Takeyama[1], Keigo Shimizu[2], Takahiro Makino[1], Yuichi Yamazaki[1], Takeshi Ohshima[1], Shin-ichiro Kuroki[3], Yasunori Tanaka[2]
E-mail: takeyama.akinori@qst.go.jp

【はじめに】シリコン(Si)に比べ耐放射線性に優れる炭化ケイ素 (SiC) を利用した電子デバイスは、原子力施設における事故収束作業など強い放射線環境下で長時間、安定して動作するセンサ等への応用が期待されている。SiC 接合型電解効果トランジスタ (JFET) は、代表的な SiC スイッチングデバイスである金属-酸化膜-半導体 (MOS) FET と異なりゲート酸化膜を持たないため [1]、照射で生成する酸化膜固定電荷による、しきい値電圧の負電圧側シフトの抑制が期待できる。そこで、ガンマ線照射が SiC JFET の電気特性に及ぼす影響について調べた。

【実験】実験には産総研で作製された n チャネル横型 JFET を用いた。チャネル長、幅はそれぞれ 2.2 および 0.6 μm である。ゲート領域は、p 型 4H-SiC 単結晶基板に成長させた n 型エピタキシャル層へのアルミニウム注入、ソース、ドレイン領域はリンイオン注入により形成した。作製した 2 個の JFET に対し窒素雰囲気中、室温にて ^{60}Co ガンマ線(線量率 10 kGy/h)を 2.2 MGy (SiO_2)まで照射した。照射後、ドレイン電圧を 3 V 印加しながらドレイン電流 (I_D)-ゲート電圧 (V_G) 特性を測定し、しきい値電圧 (V_{th})を求めた。

【結果】図 1 (a)に I_D-V_G 特性を示す。線量の増加とともに曲線が正電圧側にシフトしており、2.2MGy では I_D>10^{-6}A の電流域において、曲線の傾きが緩やかになった。これは、ガンマ線照射によるはじき出し損傷でチャネル領域にトラップ準位が生成し、キャリア密度の減少および移動度の低下が生じたと考えられる [2]。図 1(b)に V_{th} の線量依存性を示す。サンプル間でばらつきは見られるものの、照射に伴い V_{th} の増加が見られた。詳細な理由は検討中であるが、JFET ではガンマ線照射により V_{th} が正電圧側にシフトすることがわかった。

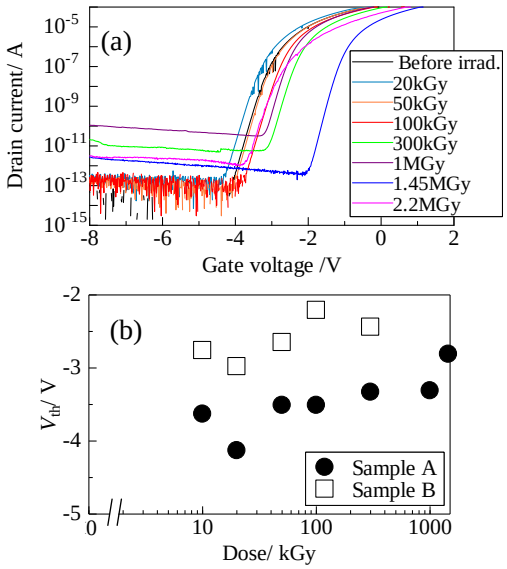

Fig. 1 (a). I_D-V_G curves of SiC JFET before and after irradiation, (b). V_{th} plotted against absorbed dose.

【参考文献】

[1] 清水 他, 先進パワー半導体分科会 第 4 回講演会 IB-28, 2018 年 11 月.
[2] S. Popelka et al., IEEE. Trans. Nucl. Sci. **61**, 3030 (2014).

【謝辞】本研究（の一部）は、文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業戦略的原子力共同研究プログラム」の成果である。