MGy 領域における 4H-SiC JFET のガンマ線照射効果

Radiation response of 4 H-SiC JFETs in in high dose region

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】炭化ケイ素接合型電解効果トランジスタ (SiC JFET) は、金属-酸化膜-半導体 (MOS) FET のようなゲート酸化膜を持たず、ガンマ線照射で生成した酸化膜固定電荷によるしきい値電圧(V_{th})シフトがない耐放射線性素子として期待されている[1]。SiC JFET の電気特性劣化は、主に MGy オーダにおいて素子本体に生成する欠陥により生ずると考えられるが、高線量域における劣化挙動について報告した例は少ない[2]。そこで 4H-SiC JFET に数 MGy オーダのガンマ線を照射し、電気特性の変化を調べた。

【実験】実験には産総研で作製された横型 n チャネル JFET を用いた（Fig. 1）。基板やエピタキシャル層界面近傍に残留する欠陥の影響を排除するため [3]、n 型 4H-SiC 単結晶基板に成長させた n 型エピタキシャル層にアルミニウムイオンを注入し、ゲート領域とベース層から成る p 型ウェルを形成した。ソース、ドレイン領域はリンイオン注入で形成し、素子間の分離は p 型ウェルで行った。これらの JFET に対し窒素雰囲気中、室温にて ^{60}Co ガンマ線 (線量率 9.4 kGy/h)を 2.2 MGy まで照射した。照射試料のドレイン電流－ゲート電圧 (I_D-V_G)特性を、ドレイン電圧を 6 V 印加して測定し、しきい値電圧(V_{th})および相互コンダクタンス(g_m)を求めた。

【結果】Fig. 2(a)に I_D-V_G 特性を示す。照射前後において曲線の形やリーク電流に著しい変化はない。このことは照射による表面保護酸化膜の帯電など、周辺構造が電気特性に及ぼす影響が、無視できるほど小さいことを示唆する。Fig. 2(b)に未照射試料からのしきい値電圧シフト(ΔV_{th})を示す。同じ図に示した市販レベル MOSFET の V_{th} [4]は、ゲート酸化膜への正の固定電荷生成により、照射開始とともに数 V 負電圧側にシフトしている。一方 SiC JFET では、2 MGy 以上の線量域においても著しいシフトは見られない。以上よりこの程度の線量では、JFET の特性はほぼ変化しないことが確かめられた。発表では、さらに高線量域の実験結果について報告する。

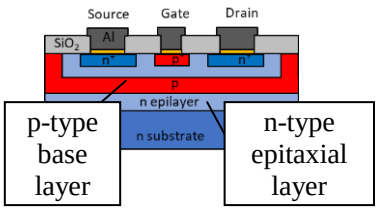

Fig.1 Cross sectional view of SiC JFET.

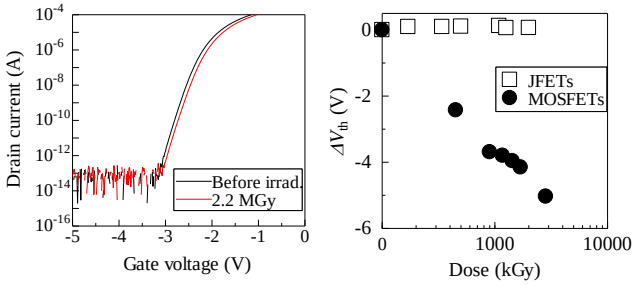

Fig.2 (a) I_D-V_G curves of SiC JFETs.

(b) Threshold voltage shift plotted against 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-28，2017 年 11 月.
[2] 武山 他，第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-PB6-7，2018 年 9 月.
[3] A.P. Zhang et al., J. Electron. Mater., **32**, 437 (2003).
[4] T. Ohshima et al., Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 01AD01-1-4 (2016).

【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。

© 2019年 応用物理学会