

トンネル FET のシングルイベント耐性評価

Tolerance for Single Event Effects of Tunnel FET

○呉 研、山本 航汰、家城 大輔、高橋 芳浩 (日大理工)

○Yan Wu, Kohta Yamamoto, Daisuke Ieki, Yoshihiro Takahashi (Nihon Univ.)

E-mail: yanwu@ecs.cst.nihon-u.ac.jp

【背景及び目的】

宇宙空間や原子炉周辺などにて半導体デバイスを使用した場合、高エネルギー荷電粒子照射によって過渡電流が発生し誤動作が引き起こされる (シングルイベント効果)[1]。SOI 構造はシングルイベント耐性が期待されるが、微細化に伴い寄生バイポーラ効果が問題となる。NMOS では、照射により SOI 層内で発生した電子正孔対のうち、正孔が Body に留まることにより電位が上昇し、Source/Body/Drain で構成された寄生バイポーラが ON となり (Fig.1a)、照射により Body 内で発生した電荷量以上の電荷が収集される[2]。一方、Tunnel FET (TFET)は PiN 構造のため、照射により発生した電子と正孔が速やかに Source/Drain に収集されるため、寄生バイポーラ効果の抑制が期待される (Fig.1b)。そこで、シミュレーションにより従来型 MOSFET と TFET における重イオン照射誘起電流について検討した。

【結果及び考察】

MOSFET 及び TFET においてチャネル長 $1 \mu\text{m}$ 、Source/Drain 領域不純物濃度 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 、Body 不純物濃度 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 、 $V_D = 0.5 \text{V}$ 、ゲートバイアスを OFF 状態とし、チャネル中央に $\text{LET} = 10 \text{MeVcm}^2/\text{mg}$ の重イオンが照射 (SOI 層にて 52fC の電荷発生)された際の過渡電流及び収集電荷量を評価した。Fig. 2 に計算結果を示す。従来型では照射後 1ns 程度まで大きな電流が観測されたのに対し、TFET では短時間で電流が減衰しており、照射誘起発生電荷が速やかに排除できたことを示している。また、従来型では寄生バイポーラ効果により発生電荷量以上の電荷収集が見られたのに対し、TFET の収集電荷量は発生電荷量程度となり、寄生バイポーラ効果の抑制が確認された。

本研究は東京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通し、シノプシス株式会社の協力で行われたものである。

【参考文献】

- [1] 高橋芳浩, 日本信頼性学会誌「信頼性」Vol. 36, No. 8, 2014, 11月号
- [2] V. Ferlet-Cavrois, et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. Vol. 53, No. 6, pp. 3242-3252, Dec. 2006

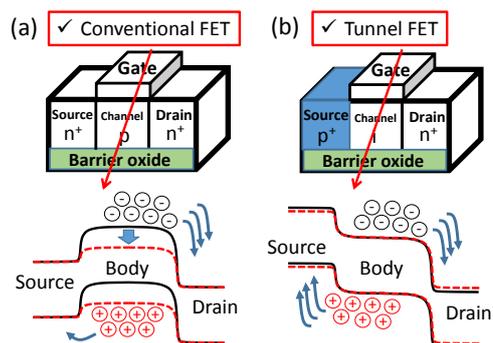


Figure 1. Structure and band diagram at initial (solid) and 0.1 ns after irradiation (dotted) of MOSFET (a) and TFET (b)

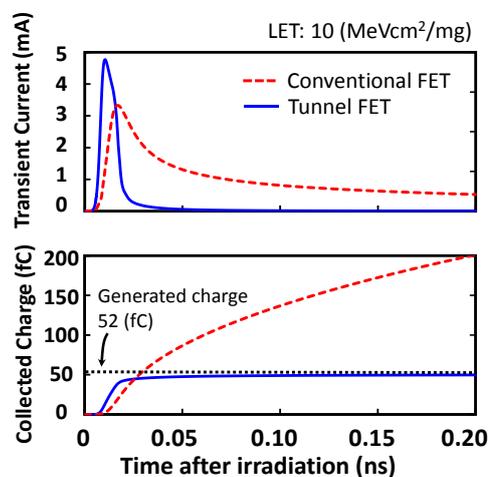


Figure 2. Transient current and collected charge as function of time after irradiation