

## 新規半導体デバイスの重イオン照射誘起電流の測定

Heavy-ion induced current in novel semiconductor devices

高橋 芳浩<sup>1)</sup>

Yoshihiro TAKAHASHI

呉 研<sup>1)</sup>

Yan WU

<sup>1)</sup> 日本大学理工学部

### (概要)

半導体集積回路に重イオンなどの高エネルギー放射線が照射されると、構造内で発生した電荷の収集によりノード電位が変化し、回路誤動作（ソフトエラー）が発生する。収集電荷量の抑制を目的として、SOI (Silicon On Insulator) 構造が提案されているが、FET の微細化に伴い、寄生バイポーラ効果により、放射線による発生電荷量以上の電荷が収集されることが知られている[1]。一方、サブスレッショルドスロープの急峻化を目的として、トンネル現象を利用した FET (トンネル FET / TFET) が新規構造デバイスとして提案されている。従来の nMOSFET における Source/Body/Drain は n/p/n 構造となっており、発生電荷のうちホールが Body に蓄積することにより電位が変化し、寄生バイポーラ効果が発生するが、TFET では p/i/n 構造で OFF 状態において段階的なポテンシャル傾斜を有しており、Body での電荷蓄積が生じないことから、寄生バイポーラ効果の抑制が期待される[2]。そこで本研究では、TFET の放射線照射効果を明らかにすることを目的に各構造に対して重イオン照射実験を行い、照射誘起電流を測定した。

**キーワード** : TFET、 SOI-MOSFET、 重イオン照射誘起電流、 寄生バイポーラ効果

### 1. 目的

従来型 SOI-MOSFET、および SOI 基板上に作製された TFET に対して重イオンを照射し、照射誘起過渡電流の測定を行うことにより、TFET による寄生バイポーラ効果抑制について検討する。なお、サイクロおよびタンデム加速器を用いて LET の異なる重イオンを照射し、LET 依存性についても検討を行うことを目的とする。

### 2. 実施方法

ゲート長 4.5, 2.5, 0.5 $\mu$ m の SOI-MOSFET および TFET を作製した。なお本実験では、埋め込み酸化膜をゲート酸化膜としたバックゲート構造のデバイスとした。これらの構造に対し、OFF 状態となる電圧を印加しながら、加速電圧 107MeV の Ar イオン（サイクロ）および加速電圧 18MeV の O イオン（タンデム）を照射し、高速オシロスコープを使用し、照射誘起過渡電流を測定した。なお、TIBIC システムが使用不可とのことだったため電流の照射位置依存性評価は断念し、マイクロビームによりゲート領域近傍に低フルエンスの重イオンを連続照射し、連続的に得られた過渡電流波形を評価することにより、統計的に各構造の重イオン照射誘起電流について検討した。

### 3. 結果及び考察、今後の展開等

加速電圧 107MeV の Ar イオン（サイクロ）照射実験の結果、代表的な過渡電流波形において、TFET における誘起電流ピーク値、電流持続時間共に、従来の MOSFET に比べて大幅に抑制されていることを確認した。これは、TFET により寄生バイポーラ効果の抑制が可能であることを示唆する結果である。現在、得られた多数の過渡電流波形の統計的な処理を実施しており、これらの結果の有意性について検討を進めている。また、シミュレーションによるバックゲート構造における重イオン照射誘起電流との比較も行い、TFET による寄生バイポーラ効果抑制について検討を進める。ただし TFET は、従来の MOSFET に比べ駆動電流が小さいという欠点も有しており[3]、今後、駆動電流の改善も含み、耐放射線性デバイスとしての可能性について検討を続ける予定である。

### 4. 引用(参照)文献等

- [1] P. E. Dodd, et al. , "SEU-Sensitive volumes in Bulk and SOI SRAMs from First-Principles Calculations and Experiments", IEEE Trans. Nucl. Sci., Vol. NS-48, pp. 1893-1903 (2001).
- [2] Y. Wu, et al. , "The Impact of Tunnel FET on Irradiation Effects", RASEDA 2015, #11-8C, (2015).
- [3] Y. Wu, et al. , "A novel hetero-junction Tunnel-FET using Semiconducting silicide-Silicon contact and its scalability", Microelectronics Reliability 54, pp. 899-904 (2014).