

Source/Drain 領域のバンドギャップ制御による SOI-MOSFET の寄生バイポーラ効果の抑制

Suppression of the parasitic bipolar effect of the SOI-MOSFET

by narrowing band-gap in Source/Drain region

○和田 雄友、山本 航汰、高橋 芳浩、呉 研(日大理工)

○Yusuke Wada, Kota Yamamoto, Yoshihiro Takahashi, Yan Wu (Nihon Univ.)

E-mail: csys15020@g.nihon-u.ac.jp

序論

半導体デバイスの放射線耐性向上技術として SOI 技術が知られているが、デバイスの微細化に伴い寄生バイポーラ効果が問題となる^[1]。寄生バイポーラ効果とは、放射線により発生した電荷が Body 領域に蓄積することで Source/Body/Drain 領域で構成される寄生トランジスタが動作する現象であり、この効果を抑制することはソフトウェア低減のための重要な課題の 1 つとなっている。

寄生バイポーラ効果の抑制手法の 1 つとして、MOSFET の Source/Drain 領域のバンドエンジニアリングが提案されているが^[2]、その詳細な効果は不明瞭である。そこで本研究では、デバイスシミュレータを用い、SOI-pMOS の Source/Drain 領域のバンドギャップを変化させることにより、寄生バイポーラ効果の Source/Drain 領域のバンドギャップ依存性について検討を行った。

結果及び考察

Fig.1 に 2 次元計算モデルを示す。今回は、Source/Drain 領域のバンドギャップを 1.17~0.95[eV] まで変化させ、モデル中央に LET=10 [MeV-cm²/mg] の重イオン(発生電荷量 $Q_{dep}=52$ [fC])が垂直入射した場合に発生する照射誘起ドレイン電流及びその積分値である収集電荷量 Q_{col} について検討を行った。このとき寄生バイポーラ効果のデバイスへの影響度を Bipolar Gain : $\beta=Q_{col}/Q_{dep}$ 、Source/Drain 領域と Body 領域のバンドギャップの差を ΔE_g と定義した。

Fig.2 に収集電荷量及び β の Source/Drain 領域のバンドギャップ依存性を示す。結果より、Source/Drain 領域のバンドギャップを狭くすることで収集電荷量及び β は急峻に低下することがわかった。これは、Source/Drain 領域のバンドギャップを狭くすることで、Ev(Valence Band)の Source/Body 領域間の電位障壁が高くなり Source 領域から Drain 領域へ電子が移動しにくくなること、Ec(Conduction Band)の Source/Body 領域間の電位障壁が低くなり Body 領域に蓄積した電子が Source 領域へ容易に移動可能となったことに起因すると考えられる。

よって、Source/Drain のバンドエンジニアリングは寄生バイポーラ効果の抑制に効果的であることが示唆される。

謝辞

本研究は東京大学大規模集積システム設計教育センター(VDEC)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, REAJ 「信頼性」 Vol.36, No8, 2014/11
- [2] Takashi Kato et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 52, No. 4S, 04CC15, 2013

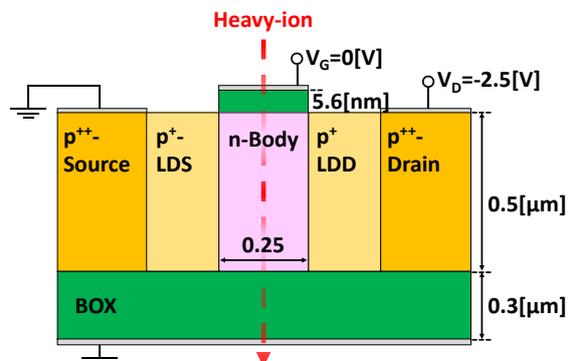


Figure.1 2次元計算モデル

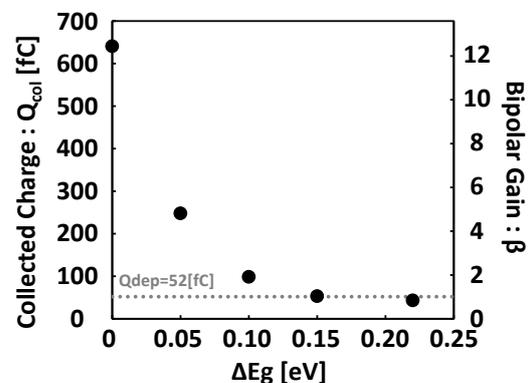


Figure.2 収集電荷量及び β の Source/Drain 領域のバンドギャップ依存性