

SJ-MOSFET におけるデバイス構造の検討

Study on device structure of SJ-MOSFET

○中野敬介¹, 古川遼太¹, 安田光保¹, 呉研², 高橋芳浩²*Keisuke Nakano¹, Ryota Furukawa¹, Kosuke Yasuda¹, Yan Wu², Yoshihiro Takahashi²

Abstract: SJ-MOSFET is power device that has more steeper characteristics of switching than other devices. But reverse recovery current will cause of the damage on device. In this study, the influence of impurity concentration for n^+ region on switching properties of SJ-MOSFET is discussed

1.序論

大電力を取り扱う為に開発されたパワーMOSFETの一つとしてSJ-MOSFETがある。SJ-MOSFETの特徴として、一般的な縦型MOSFETよりも急峻なスイッチング特性が得られることが挙げられる。しかし、ON→OFF時の逆回復電流が大きく、デバイスの誤動作や損傷を招く可能性がある。そこでスイッチング特性のシミュレーションを行うことによって構造パラメータ依存性について検討を行った。

2.計算モデル及びシミュレーション条件

Fig.1にSJ-MOSFETの2次元計算モデルを示す。nドリフト層不純物濃度: $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, p層不純物濃度: $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, pピラー層長さ: $50 \mu\text{m}$, ソースn+層不純物濃度: $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, n+sub層長さ: $10 \mu\text{m}$, チャネル長: $2 \mu\text{m}$, ゲート酸化膜厚: 50 nm と設定した。本構造のデバイスに対し、ドレイン電圧20Vの状態、ゲート電圧を20Vから0Vに急峻に変化させたときのドレイン電流(スイッチング特性)の評価を行った。また、n+sub層の不純物濃度が $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の範囲で変化した時にスイッチング特性に及ぼす影響を検討した。

3. 結果・考察

Fig.2にスイッチング特性のn+sub層の不純物濃度依存性を示す。これより、不純物濃度が高いほど逆回復電流が大きくなってしまふものの、急峻なスイッチング特性が得られることがわかる。原因として、不純物濃度が高いことによりキャリアのライフタイムが延び、オン抵抗が減少したため、ゲート総電荷量が低減されたことが考えられる。

4.まとめ

本研究では、SJ-MOSFETのパラメータを変化させ、シミュレーションによってスイッチング特性の評価を行った。n+sub層のパラメータによって逆回復電流の大きさや回復時間が変化することによって、スイッチング特性に影響を与えることを確認した。

謝辞

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(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] 寺島知秀, 「材料」(Journal of the Society of Materials Science, Japan), Vol.64, No.9, pp.701-706 (2015)

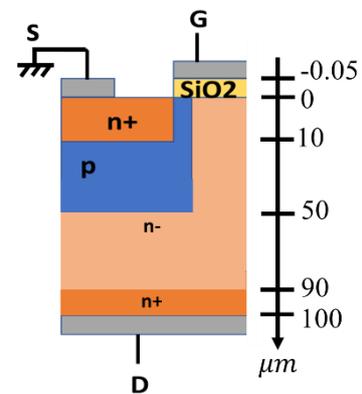


Fig.1 Simulation model for SJ-MOSFET

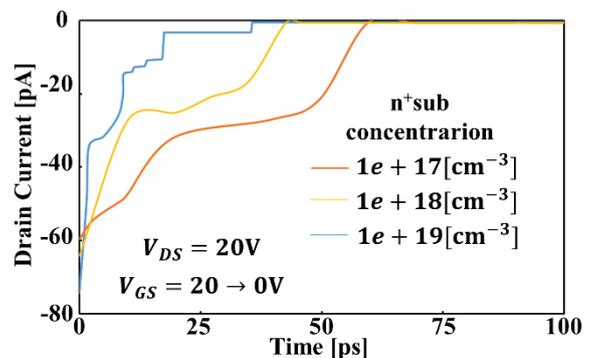


Fig.2 Switching characteristic of SJ-MOSFET