

SiC(炭化ケイ素)-MOSFETのトンネル電流・絶縁膜破壊の評価とベンダー間比較

理工学部
電気工学科
教授

村上 英一



研究シーズの紹介

SiC-MOSFETは、次世代省エネデバイスとして大きな期待を集め、各社が量産を開始しました。しかし、ゲート絶縁膜信頼性に懸念が残り、本命の電気自動車への応用は遅れています。我々は、ゲートトンネル電流の挙動と絶縁膜破壊との関係に着目して研究を進めています。

このたび、産業技術総合研究所の協力を得て、窒化(NO)処理条件がトンネル電流や絶縁膜破壊特性に与える影響の

詳細検討を開始しました。窒化量が多い場合、MOS界面近傍にホール(正孔)が捕獲され異常なトンネル電流増大が発生することを見出し、絶縁破壊特性へのインパクトも解明が進んできました。

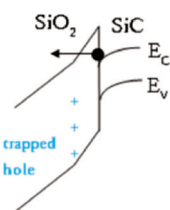
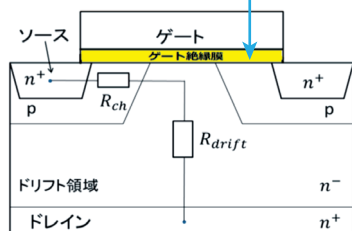
本知見をもとに、各ベンダー品のゲートトンネル電流の挙動を調べることで、NO処理条件を推定し、信頼性評価への指針も得られます。



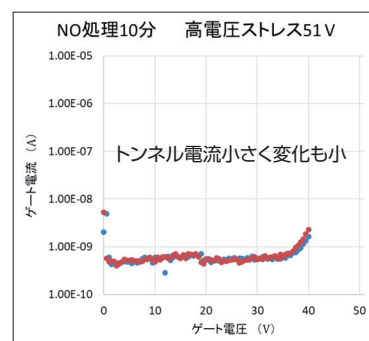
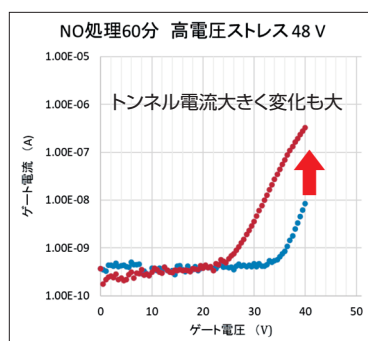
ゲートトンネル電流の詳細評価

- トンネル電流のストレス時挙動に着目する手法(JJAP2016)により、SiC-MOSFETのNO処理条件の最適化ができ、信頼性評価の指針も得られます。

NO処理でSiO₂中の残留Cを除去し、実用に耐える界面特性を達成している。



窒素起因のトラップにホール(正孔)が捕獲され電子のトンネル確率が增大するメカニズム



Rohm社(日本)品に近い特性高電圧ストレス試験では絶縁破壊寿命に異常値が出る懸念がある。定電流ストレス試験が適切か?電子捕獲によるしきい電圧変動は小。

Cree社(米国)品に近い特性高電圧ストレス試験で評価可能。電子捕獲によるしきい電圧変動は大きいため、OFF時ゲート負電圧で対処すべき(JJAP2017)。

期待される活用シーン

- NO処理条件の最適化指針が分からない。(半導体メーカー)



キャリア移動度・しきい電圧変動(既知)に加えて、トンネル電流・絶縁破壊の観点からも最適条件を探索できる。

- ベンダーごとに特性や信頼性がどう違うのかわからない。(電装品メーカー)



ベンダーからの製品に高電界ストレスを印加しながらトンネル電流の挙動を評価するだけで特性や信頼性の特徴が推定できる。

その他の研究テーマ

SiC-MOSFETとRaspberry Piを用いた太陽電池のMPPT制御に関する教育研究