

SiC(炭化ケイ素)-MOSFET絶縁破壊故障の 低温スクリーニング手法の研究

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、ゲート絶縁膜故障の落ちこぼれ(Bモード故障)に懸念が残り、本命の電気自動車(EV)への応用は遅れています。

我々はこのたび、絶縁破壊試験を低温(-60°C)で行うこと

で、Bモード故障がより顕在化される実験結果を得ました。(下図、欧州SiC国際会議2021にてポスター発表、論文受理)

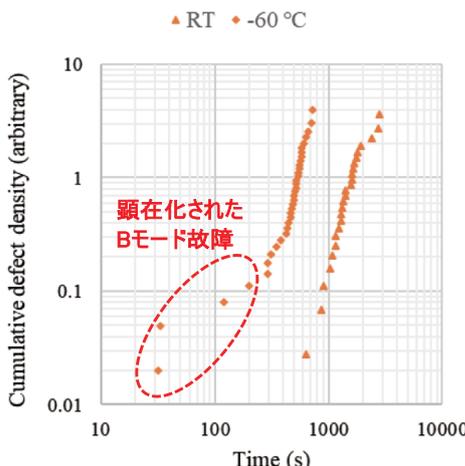
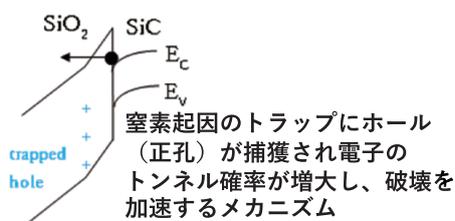
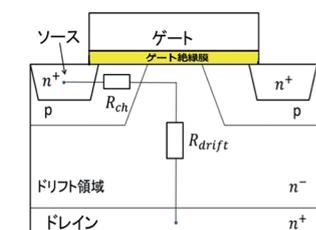
本知見の再現性を最新の量産品を用いて確認するとともに、より効率的なスクリーニング手法の開発、及び、Bモード故障メカニズムの解明に向けて研究を継続して行きます。



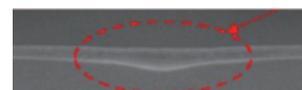
ゲート絶縁膜Bモード故障スクリーニング

- -60°Cという低温でゲートストレス電圧を印可することで欠陥部に選択的にホール捕獲を起こし、早く絶縁破壊させ効率的に除去する手法。

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。



SiC-MOSFET製品(米国Cree社)のゲート絶縁破壊特性



ゲート酸化膜の欠陥部 (ONセミ社の報告(IRPS2021)より)

欠陥部は、**窒素濃度が高く** **選択的なホール捕獲**が起こりやすいと想定。**低温ほどホール捕獲が加速される**ことは確認済み。

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、ゲート酸化膜破壊の観点からも最適条件を探索できる。

米国Cree社品など、界面窒素量の少ない製品で本手法活用の可能性が見つかって来た。界面窒素量のはるかに多いRohm社品などの国産メーカー品においてもデータを取得し、適用可能性を確認して行く。

- 効率的にゲート絶縁膜故障を除去する方法が分からない。(電装品メーカー)



スクリーニング温度も新しいパラメータとして活用することができる。