

SiC-MOSFET の PBT ストレス後回復の温度依存性

Temperature dependent recovery of PBT-stressed SiC-MOSFETs

九州産業大学 工学部 秋好徹 原田優介 福田竜也 ◯村上英一

Kyushu Sangyo Univ., T. Akiyoshi, Y. Harada, T. Fukuda, and ◯E. Murakami

eiichi@ip.kyusan-u.ac.jp

1. 緒言

高温動作劣化は SiC-MOSFET を高信頼性分野に応用する際の懸念事項である。一方で、回復性が大きく実回路動作では劣化の抑制も期待される[1]。我々は、市販の SiC-MOSFET を使って、回復のゲート電圧依存性を調べ、ゲートに AC 電圧を印加するいわゆる AC-PBTI 試験では、OFF 電圧として $V_{gs} = -5V$ (フラットバンド相当) とすることで大幅に劣化が抑制されることを報告した[2, 3]。

今回は、この回復現象の温度依存性に着目して報告する。

2. 研究方法

サーモストリーム装置を用い、市販の SiC-MOSFET を 200, 100, 27°C で PBT ストレス試験し、ドレイン電流 I_{ds} の 1 点測定からしきい電圧シフトを推定した。さらに、回復時に温度を下げた実験も追加し、回復特性の温度依存性を取得した。今回の OFF 電圧は 0V に固定した。

3. 結果と考察

図 1 に、200°C、28 V ストレスを 1200 秒印加した後の ΔV_{th} 回復量を、回復温度を変化させて調べた結果を示す。明らかに、高温で回復が速くなっていることが分かった。ストレス温度を 100°C、27°C と変化させても高温で回復が速い傾向は同様であった。

また、回復温度を 100°C にそろえて、ストレス温度を変えた再プロットを行うと高温ストレスでは、回復しにくくなる傾向が明瞭であった。

以上の結果を、よく知られたトンネリングフロントモデル[4]で検討してみた(図 2)。図 1 の実線はモデルによるフィッティング結果である。界面に近い時定数の短いトラップから順番に電子がデトラップしていくことで回復が $\log(t)$ 依存性を示す。同時に大きな温度依存性を説明するために熱活性化過程を考慮した。

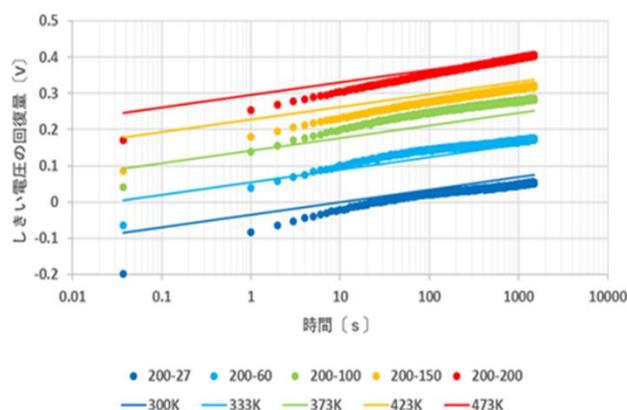


図 1 200°C PBT ストレス後回復の温度依存性

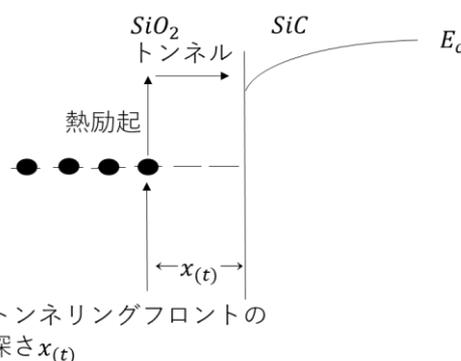


図 2 トンネリングフロントモデルによる説明

ストレス温度 200, 100, 27°C に対して、求めた回復の活性化エネルギーは、それぞれ 1.6, 1.0, 0.6 eV と大きな値であった。図 2 のバンド図中には記述できない SiO₂ の構造変化に関連したものであると推定される。

4. 結論

SiC-MOSFET の PBT ストレス後の回復を、トンネリングフロントモデルに熱活性化過程を含めて説明した。活性化エネルギーはストレス温度が高いほど大きく、高温でより安定な電子捕獲状態になっていると推定される。

参考文献

- [1] 「SiC パワー MOSFET に残された課題」先進パワー半導体分科会、第 8 回研究会予稿集 (2017)。
- [2] E. Murakami, et al., ICSCRM 予稿 TU.DP.4 (2017)。
- [3] E. Murakami, et al., JJAP 56, 04CR11 (2017)。
- [4] T. R. Oldham, et al., IEEE NS-33, 1203 (1986)。