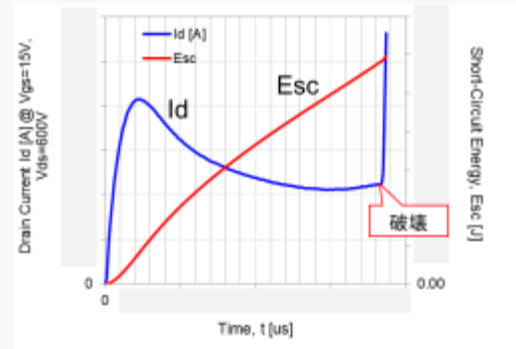


## Wolfspeed製自動車用認定900V SiC MOSFET (E3M0065090D) 短絡耐量評価レポート



### 概要

パワートランジスタ、特にSiCパワーMOSFETの短絡(SC)耐量は、最も厳しい信頼性関連仕様の1つです。SiベースのIGBTと比較して、SiCトランジスタのサイズが小さいため、SC耐久時間( $t_{sc}$ )が大幅に短縮されています。

### レポート概要

今まで、WOLFSPEED社によって製造された最新(第3世代)自動車用認定 900V SiC MOSFETに関する短絡耐量データは報告されておらず、世界最初の短絡データおよびその構造と相関を提供するレポートです。

本レポートの目的、着目点として、

- ・試験測定データの結果と、これらの最先端SiCトランジスタの短絡耐量を制限する物理的メカニズムを特定するための解析評価。破壊までの臨界温度( $T_{j,crit}$ )が抽出されます。
- ・第3世代プロセスの1200Vと900Vトランジスタの短絡耐量を比較する。短絡耐性を高めるためのトランジスタ構造とプロセスの変化を明らかにする。
- ・電気的特性(オフリーク電流と温度依存性)を比較し、相違点および制限を特定する。

### 評価結果の重要性と使用方法

- ・短絡保護回路の最小応答時間を推測することができる。
- ・測定された短絡ドレイン電流波形と耐久時間( $t_{sc,f}$ )を、SPICE電気・熱シミュレーションで使用し、トランジスタの内部温度を推定することが可能。

# レポート一部抜粋(1)



Fig.2: チップ全体像

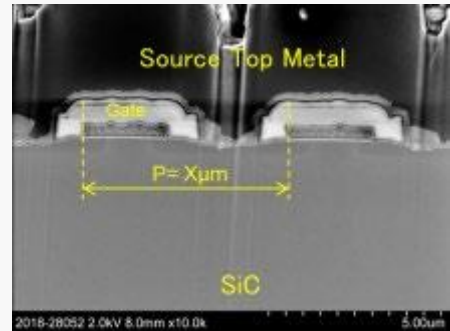
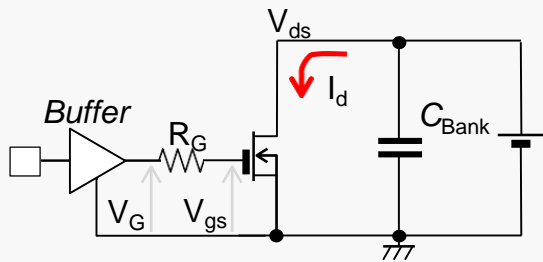


Fig.4: SiCトランジスタセル断面(詳細)

表2: 短絡耐量試験評価条件

#	Vds [V]	Vgs [V]	目的
1	600		基本短絡特性確認
2	600		再現性確認
3	400		ドレイン電圧依存性確認
4	800		"
5	800		再現性確認
6	600		ゲート電圧依存性確認
7	600		"
8	600		"

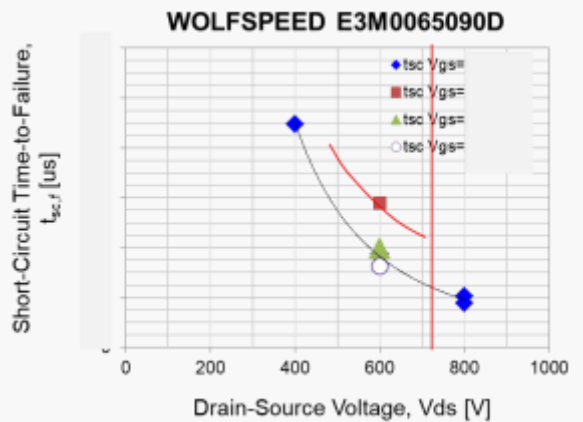
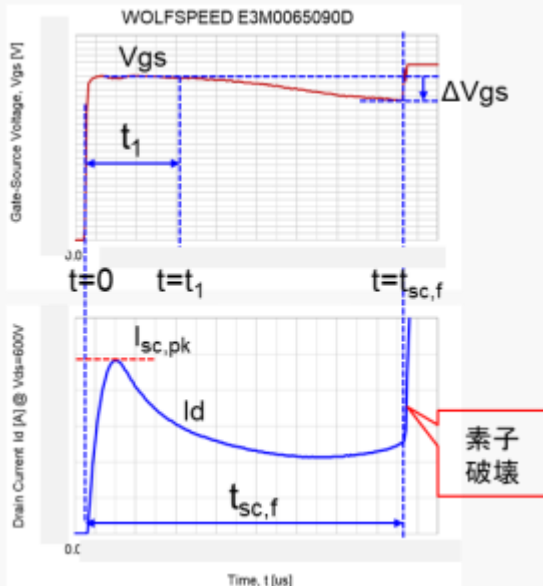
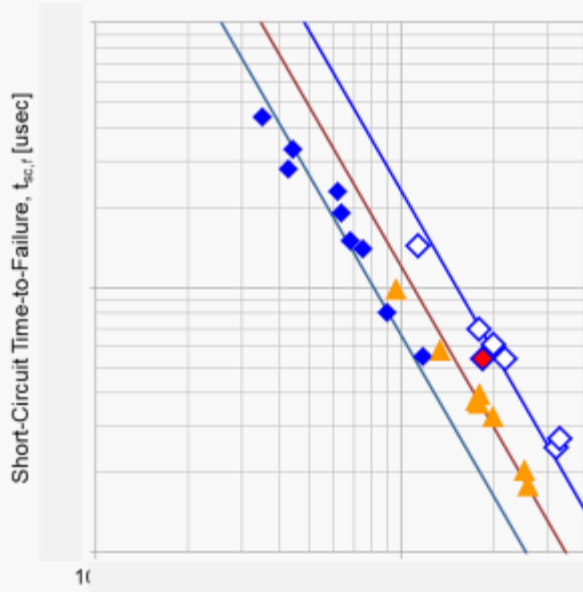
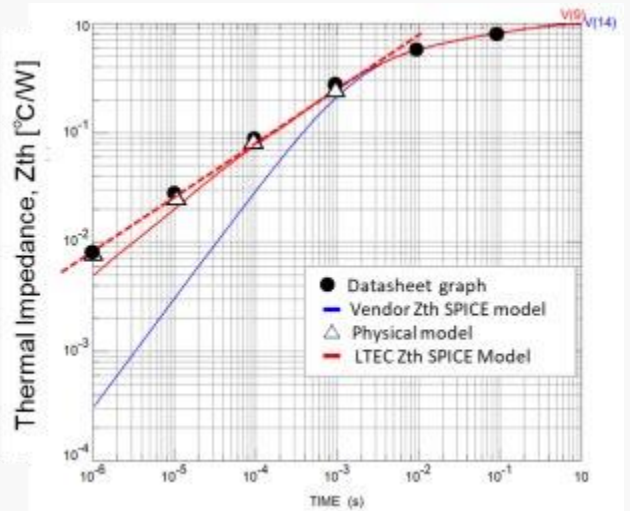


Fig.20:測定された短絡破壊時間(耐久時間) $t_{sc,f}$  対ドレイン電圧依存性

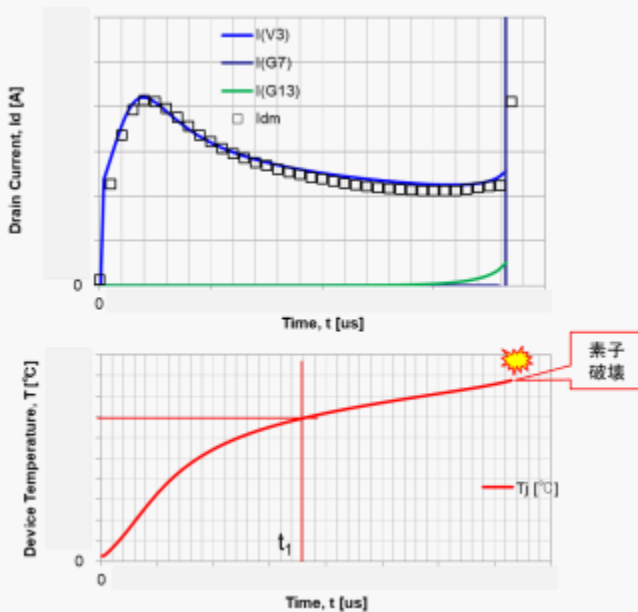
# レポート一部抜粋(2)



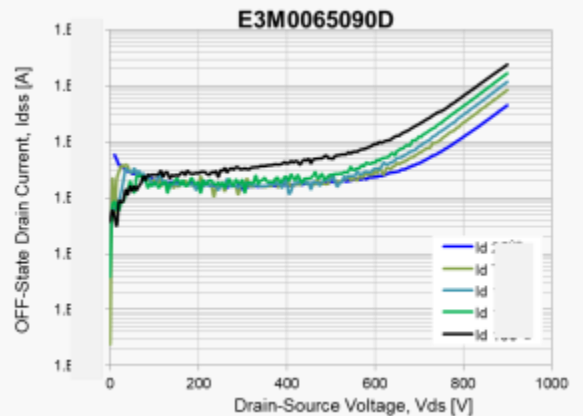
**Fig.28:** 測定された短絡時間 ( $t_{sc,f}$ ) と消費 (放熱) 電力密度の比較  $P_d/A = (V_{ds} \times I_d)/A$ .



**Fig.30:** E3M0065090D熱インピーダンスプロット データシートで記載されたデータ(●)、メーカーのSPICEモデル(青い線)、およびトランジスタの構造パラメータ(△)を使用して計算された熱インピーダンスを示す。



**Fig.31:** 短絡過渡SPICEモデリングおよび抽出されたトランジスタの温度上昇。



**Fig.38:** 測定されたオフ状態のドレインリーク電流 (@  $V_{gs} = 0V$ )

# Table of Contents

【目次】		頁
1	1.1 背景、レポート目的とエグゼクティブサマリー	3
	はじめに	4
2	WOLFSPEED社SiC MOSFET「E3M0065090D」デバイス構造	5
	2.1 デバイス構造/材料解析	5
	表1. 構造パラメータの概要	6
3.	短絡試験	7
	短絡試験回路	8
	短絡耐量試験評価条件	9
4	短絡耐量試験測定結果	10
	4.1 短絡耐量試験：電圧および電流波形結果	11-18
	表 3: WOLFSPEED E3M0065090D SiC MOSFETの短絡耐量特性 測定結果の概要	19
	4.2 測定結果の解析と考察	20
	短絡時ピークドレイン電流 $I_{sc,pk}$ 対ドレイン電圧 $V_{ds}$ とゲート電圧 $V_{gs}$ の 依存性	21
	短絡破壊時間(耐久時間) $t_{sc,f}$ 対ドレイン電圧依存性	22
	ドレイン電圧 $V_{ds}$ に対する短絡エネルギー $E_{sc,f}$	23
	消散電力 $P_d = (V_{ds} \times I_d)$ に対する短絡故障時間( $t_{sc,f}$ )	24
	4.3 ゲートリーク電流に関する考察	25-27
	4.4 温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定	28-30
	熱インピーダンス	31
5	WOLFSPEED第3世代のSiCトランジスタの構造と電気特性比較	34-43
	1200V (C3M0075120D)と900V (E3M0065090D)トランジスタ短絡ドレイン 電流波形の比較	35
	900V E3M0065090Dと1200V C3M0075120D電気特性比較	41~
6	まとめ	44
7	参考文献	45