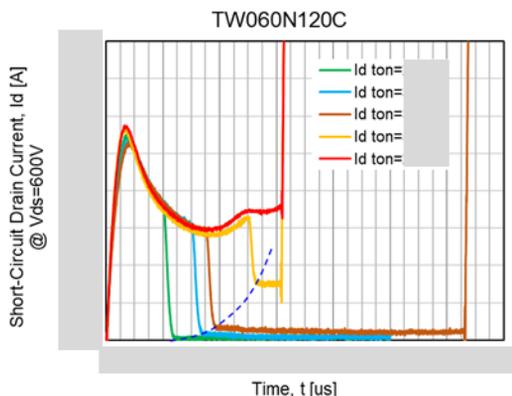
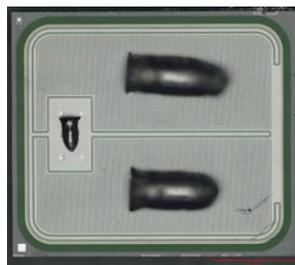
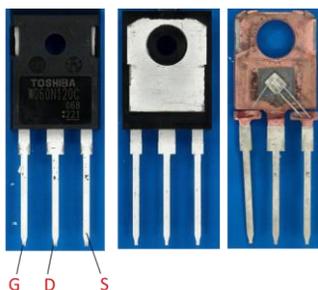


## SiC MOSFET(1200V): 東芝デバイス & ストレージ製 (TW060N120C) 短絡耐量評価・解析レポート



### 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は小さいため、SC耐久時間( $t_{sc}$ )が大幅に短くなります。

### レポート概要

東芝の新しい(第3世代)1200V SiC MOSFETには、電流伝導とPウェルボディダイオードの劣化を排除するショットキーバリアダイオード(SBD)が搭載されており、さらにSBDはより低い逆伝導損失を実現できます。それにもかかわらず、MOSFET + SBDデバイスの短絡耐量データは報告されていません。

本レポートは、短絡データを提供し、このトランジスタの短絡耐量におけるSBDの影響を示す世界初のレポートになります。

### 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( $T_{j,crit}$ )および破壊エネルギー( $E_{sc}$ )が抽出されます。
- ・ゲート酸化膜が劣化し始める臨界温度も考慮されます。
- ・TOSHIBAと他社の1200V SiC MOSFETの短絡耐量の比較。トランジスタの構造比較。
- ・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。
- ・この東芝第3世代トランジスタは、面積あたりのオン抵抗( $R_{onxA}$ )を40%削減するだけでなく、 $E_{sc}/A = 115\text{mJ}/\text{mm}^2$ のSC耐量エネルギーを保持する。

### 評価結果の重要性と使用法

- ・短絡保護回路の最小応答時間を推測することができます。
- ・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です。

**レポート販売価格(税別) ¥600,000**

**発注後1weekで納品**

# Table of Contents

【目次】		頁
1	背景、目的とエグゼクティブサマリー .....	3
	はじめに .....	4
2	TOSHIBA SiC MOSFET「TW060N120C」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
2.2	TOSHIBA SiC MOSFET TW060N120C: 電流経路モデル .....	7
3	短絡試験 .....	8
3.1	短絡試験回路 .....	9
3.2	短絡耐量試験評価条件 .....	10
4	短絡耐量試験測定結果 .....	11
4.1	短絡耐量試験: 電圧および電流波形結果 .....	12-18
	表3: TOSHIBA SiC MOSFET「TW060N120C」の短絡耐量特性測定結果まとめ .....	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	遅延短絡破壊と安全なターンオフのための最大ターンオン時間( $t_{sc,on}$ ) .....	29
4.5	温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	30
4.6	短絡電流波形について .....	32
4.7	電熱モデルを使用して推定された臨界トランジスタ内部温度 .....	33
4.8	温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	34
5	TOSHIBA SiCとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較 .....	35
5.1	TOSHIBA TW060N120CとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較 .....	36
5.2	1200V TOSHIBA TW060N120CとWolfspeed C3M0075120K電気特性比較 .....	37
	TOSHIBA とWolfspeedトランジスタ短絡ドレイン電流波形の比較 .....	39
	短絡耐量時間( $t_{sc,f}$ )とオン抵抗のトレードオフ .....	42
6	まとめ .....	44
7	参考文献 .....	45
	Appendix: 温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	46

# レポート一部抜粋 (1)

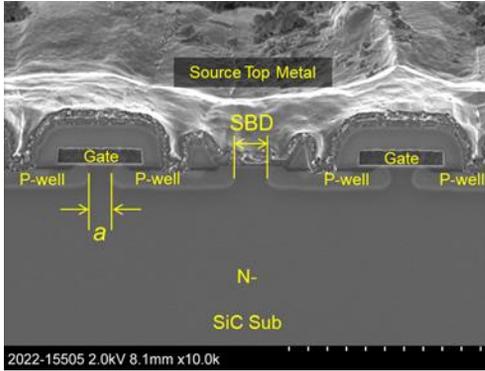


Fig.1: SiC トランジスタセル断面 (詳細)

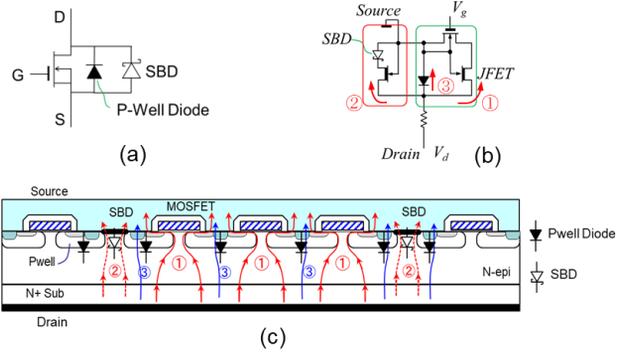


Fig. 2: 搭載されたSBD SiC MOSFETの回路図と短絡過渡時の電流流路

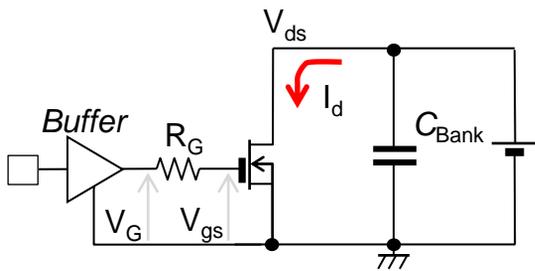


表2. 短絡耐量試験評価条件

No.	$V_{ds}$ [V]	$V_{gs(ON)}$ [V]	$V_{gs(OFF)}$ [V]	$t_{on}$ [ns]	目的
1	600	18	0	1~5	基本短絡特性確認
2	600	18	0	20	再現性, 破壊時間 (tsc,f) 確認
3	400	18	0	20	ドレイン電圧依存性確認
4	800	18	0	20	"
5	600	13	0	20	ゲート電圧依存性確認
6	600	15	0	2.5	"
7	800	20	0	2.5	"

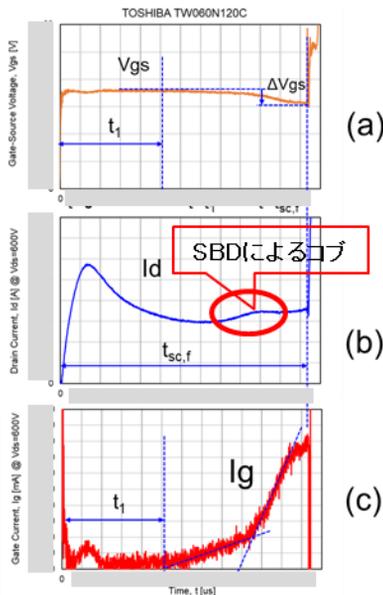


Fig.3: 測定された電圧・電流波形から解析。

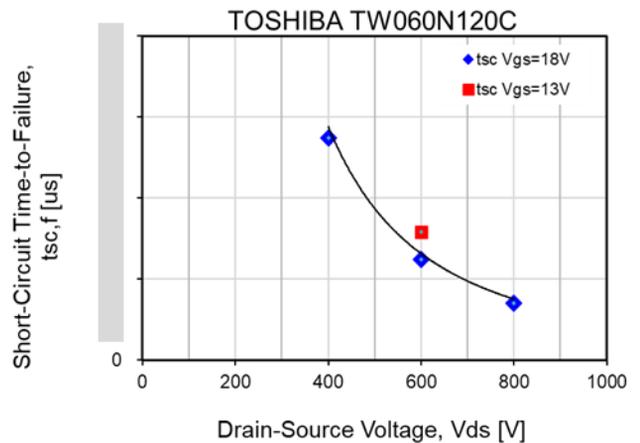


Fig.4: 測定された短絡破壊時間 (耐久時間) tsc,f 対ドレイン電圧依存性

# レポート一部抜粋 (2)

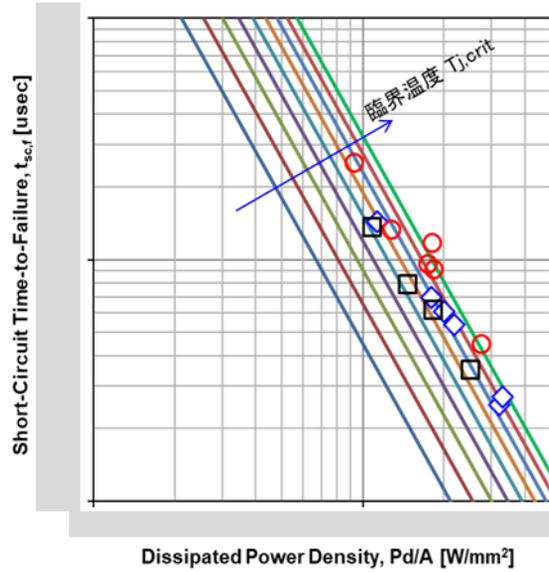


Fig.5:測定された短絡時間 ( $t_{sc,f}$ ) と消費(放熱)電力密度の比較  $Pd/A = (V_{ds} \times I_d)/A$ .

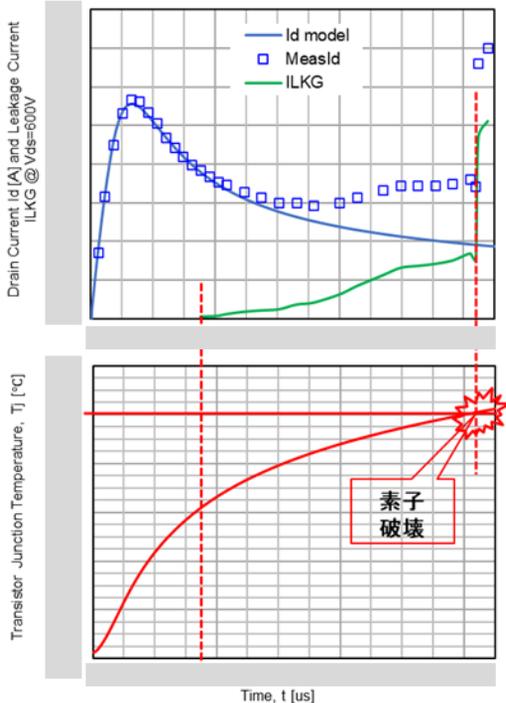


Fig.6: 短絡過渡SPICEモデリングおよび抽出されたトランジスタの温度上昇。

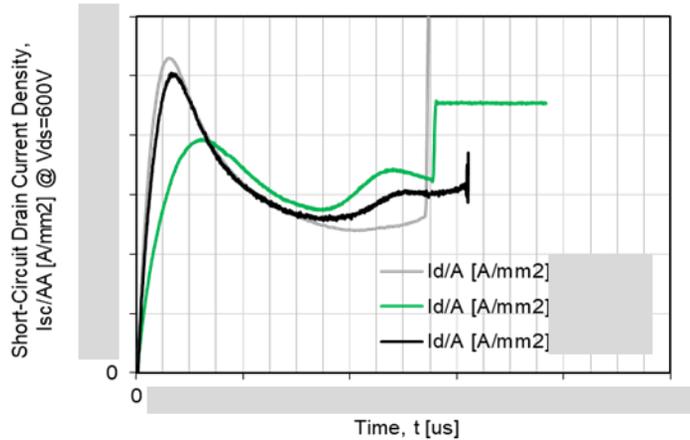


Fig.7: 1200V TOSHIBAおよび他社 SiC MOSFET ( $V_{ds} = 600V$ ) で測定された過渡短絡ドレイン電流波形の比較。