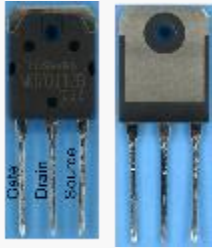


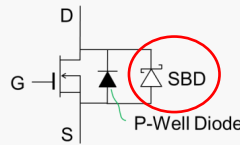
## 東芝デバイス&ストレージ SiC MOSFET「TW070J120B」 短絡耐量評価・解析レポート



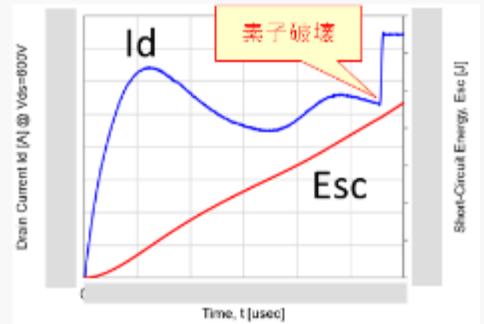
TO-3パッケージ



チップ全体像



トランジスタ+SBD



短絡電流とエネルギー波形

### 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トランジスタはサイズが小さいため、SC耐久時間(tsc)が大幅に短くなります。

### レポート概要

東芝の新しい1200V SiC MOSFETには、電流伝導とPウェルポ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

・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トランジスタの短絡耐量の比較。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。

### 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ます。
- ・測定された短絡ドレイン電流波形と耐久時間(tsc,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。

# 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「TW070J120B」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: TOSHIBA SiC MOSFET「TW070J120B」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	26-33
5	TOSHIBAのSiCトランジスタの構造と電気特性比較	32-38
	TOSHIBAとWolfspeedトランジスタ電気特性比較	34
	TOSHIBAとWolfspeedトランジスタ短絡ドレイン電流波形の比較	37
	短絡耐量時間( $t_{sc,f}$ )とオン抵抗のトレードオフ	41
6	まとめ	43
7	参考文献	44

# レポート一部抜粋 (1)

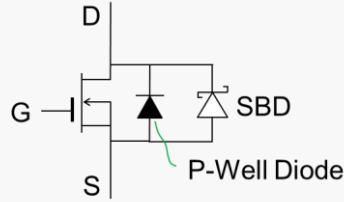
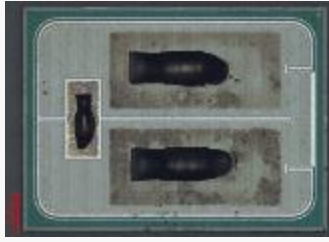


Fig.2: チップ全体像

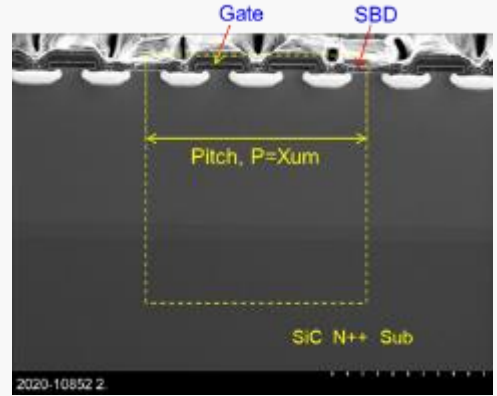


Fig.2-2 SiC TW070J120Bトランジスタセル断面

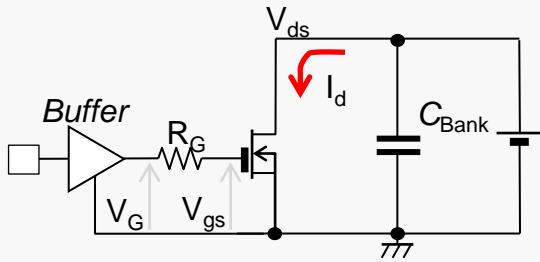


表2. 短絡耐量試験評価条件

#	V <sub>ds</sub> [V]	V <sub>gs(ON)</sub> [V]	ton [ns]	目的
1	600	20	20	基本短絡特性確認
2	600	20	4	再現性確認
3	600	20	4	ゲートOFF電圧依存性確認
4	600	14	20	ゲート電圧依存性確認
5	600	16	20	“
6	600	24	20	“
7	800	16	20	ドレイン電圧依存性確認
8	400	20	20	“

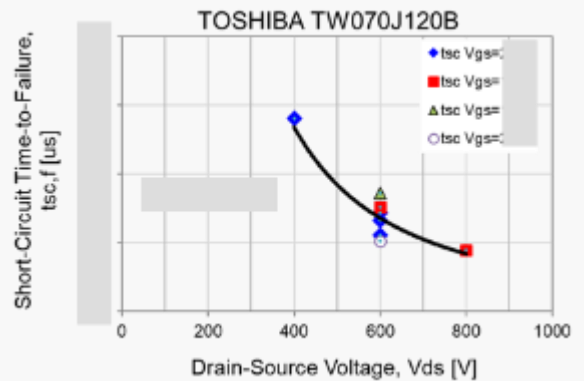
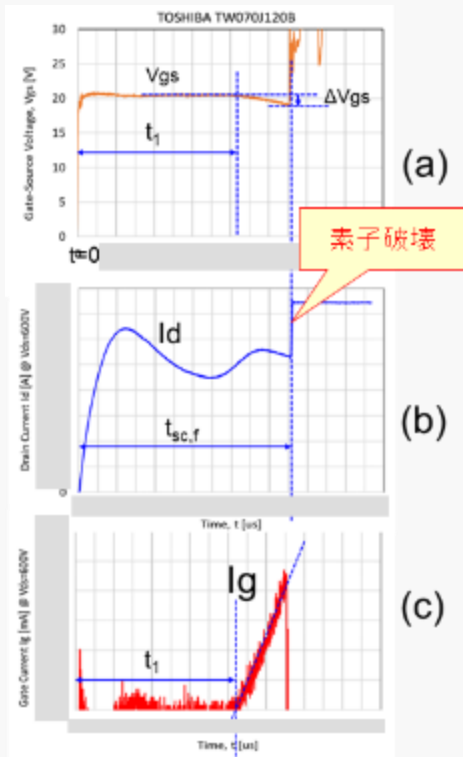


Fig.4-2-3:測定された短絡破壊時間(耐久時間) t<sub>sc,f</sub>対ドレイン電圧依存性

# レポート一部抜粋 (2)

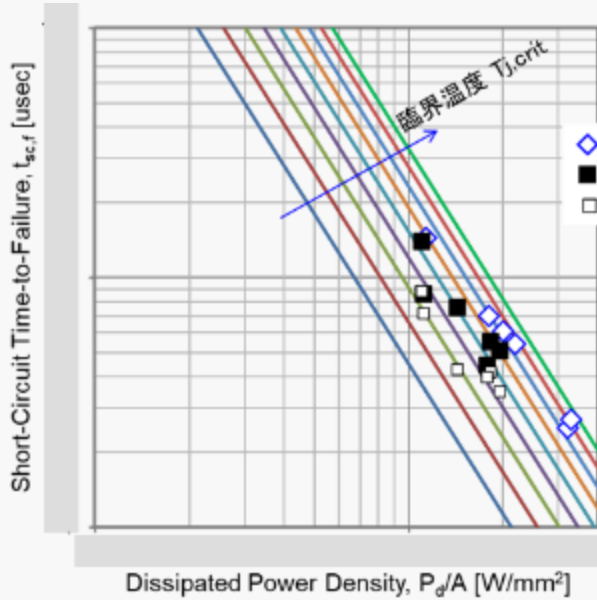


Fig.4-3-4:測定された短絡時間( $t_{sc,f}$ )と消費(放熱)電力密度の比較 $P_d/A = (V_{ds} \times I_d)/A$ .

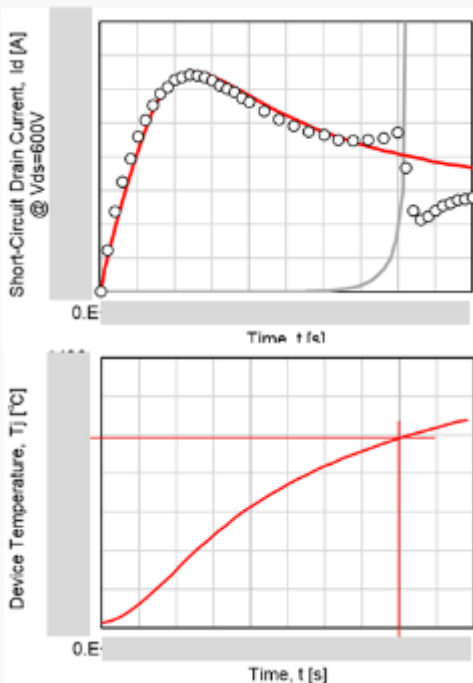


Fig. 4-4-2: 短絡過渡SPICEモデリングおよび抽出されたトランジスタの温度上昇。

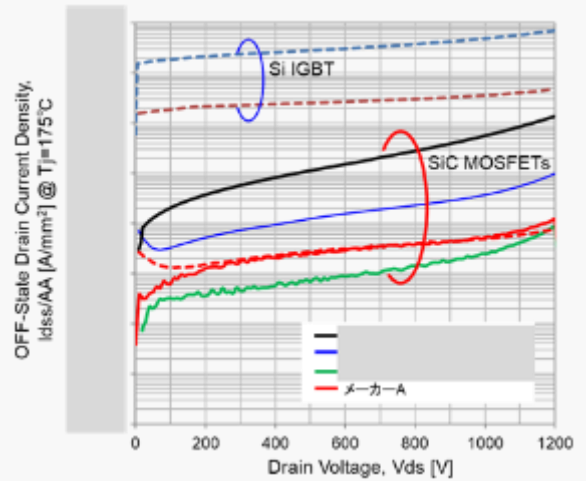


Fig. 5-3: 測定されたオフ状態のドレインリーク電流 (@  $V_{gs} = 0V$ )