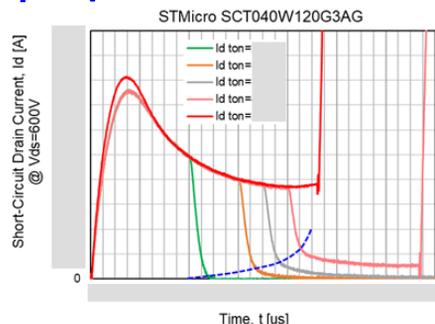
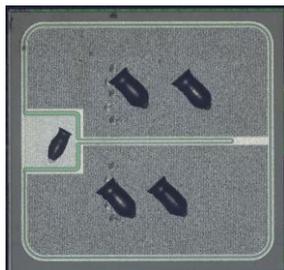
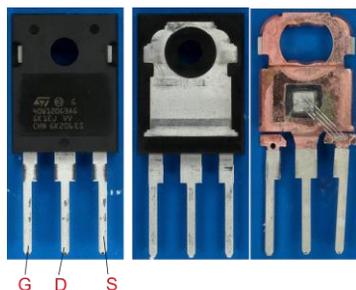


## SiC MOSFET (1200V): STMicro社製第3世代SiC MOSFET SCT040W120G3AG短絡耐量評価・解析レポート



### レポート概要

- ・パワーデバイスの短絡耐量(SCWT)は、耐久性、信頼性を表す重要な指標となります。歩留まり、コストの問題から、Si-IGBTに比べてSiC-MOSFETはチップサイズを小さくしたい(高Ron)が短絡耐量はRonとトレードオフの関係にあり、用途に合わせてどの様に特性担保するかは各社デバイスを使用していく上での重要なポイントとなっている。※SCWT: Short Circuit Withstand Time
- ・STマイクロエレクトロニクスのSiC MOSFETは、2017年以来電気自動車EV(テスラ)のパワートレインに使用されたSiC-MOSFET(第2世代)として知られているが、今回、同社第3世代の車載用認定トランジスタの短絡能力を評価し、他の市販のSiC MOSFETと比較する。

型番 : SCT040W120G3AG 1200V SiC MOSFET Id=40A, Ron=40mΩ 製品リリース日: 2022年11月

### レポート内容

- ・STMicro社製 SiC MOSFETの短絡耐量試験測定データ
- ・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として、破壊までの臨界温度( $T_{j,crit}$ )および破壊エネルギー( $E_{sc}$ )の抽出。(臨界温度(ゲート酸化膜の劣化)も考慮)
- ・STMicro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。

### 評価結果の活用について

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

レポート販売価格(税別) ¥600,000

発注後1weekで納品

※ SCT040W120G3AG : 構造解析、プロセス解析レポート販売中

# 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	STMicro SiC MOSFET「SCT040W120G3AG」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
3.1	短絡試験回路 .....	8
3.2	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 .....	11-16
	表3: STMicro SiC MOSFET「SCT040W120G3AG」の短絡耐量特性測定結果まとめ .....	17
4.2	測定結果の解析と考察 .....	18
	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 .....	19
	短絡破壊時間(耐久時間) $t_{sc,f}$ 対ドレイン電圧依存性 .....	20
	ドレイン電圧 $V_{ds}$ に対する短絡エネルギー $E_{sc,f}$ .....	21
	短絡故障時間( $t_{sc,f}$ )と熱暴走を支配する時間 $t_{ra}$ の消費電力 $P_d = (V_{ds} \times I_d)$ 依存性 .....	22
4.3	ゲートリーク電流に関する考察 .....	23-25
	測定された短絡時間( $t_{sc,f}$ )と消費(放熱)電力密度の比較 $P_d/A = (V_{ds} \times I_d)/A$ .....	26
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( $t_{sc,on}$ ) .....	27
4.5	温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	28-29
4.6	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 .....	30
4.7	温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	31
5	STMicro SiCとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較 .....	32
5.1	STMicro「SCT040W120G3AG」とWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較 .....	33
5.2	1200V STMicro「SCT040W120G3AG」とWolfspeed C3M0075120K電気特性比較 .....	34
	STMicroとWolfspeedトランジスタ短絡ドレイン電流波形の比較 .....	36
	臨界短絡エネルギー( $E_{sc,f}$ )と破壊までの時間 $t_{sc,f}$ の依存性 .....	37
	STMicro SCT040W120G3AGとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの短絡耐量比較 .....	39
6	まとめ .....	40
	短絡耐量時間( $t_{sc,f} = SCWT$ )と単位面積当たりのオン抵抗指数( $RONxA$ )の一般的なトレンド .....	41
7	参考文献 .....	42
	Appendix: 温度上昇 $\Delta T_j$ の解析と推定 .....	43



# レポート一部抜粋 (1)

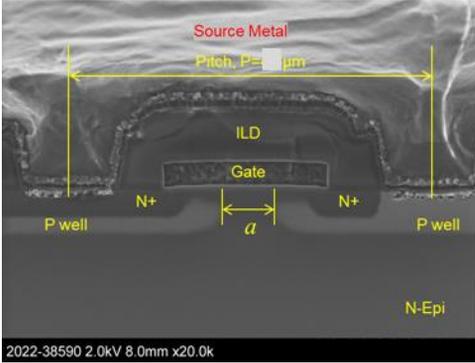


Fig.1: SiC トランジスタセル断面 (詳細)

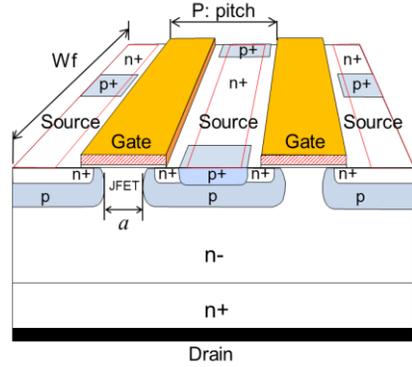


Fig. 2: SiCトランジスタの模式図

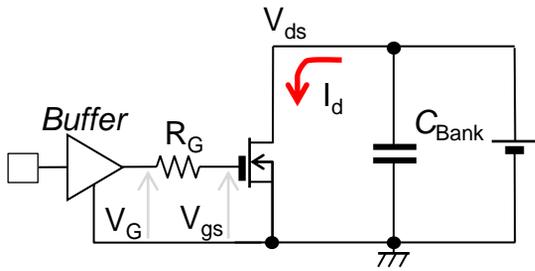


表2. 短絡耐量試験評価条件

No.	V <sub>ds</sub> [V]	V <sub>gs(ON)</sub> [V]	V <sub>gs(OFF)</sub> [V]	ton [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 (t <sub>sc,f</sub> ) 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	2	ゲート電圧依存性確認
6	600	15	0	2	"
7	800	20	0	2	"

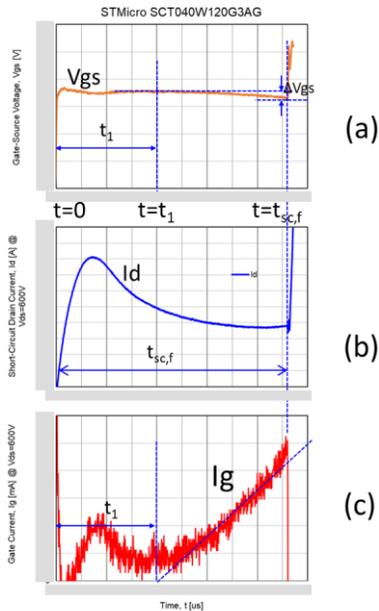


Fig.3: 測定された電圧・電流波形から解析。

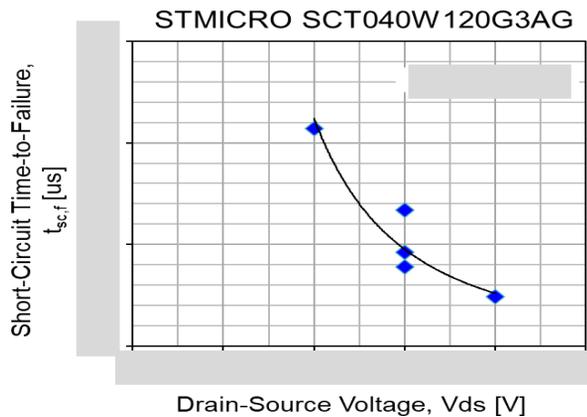


Fig.4: 測定された短絡破壊時間(耐久時間)t<sub>sc,f</sub> 対ドレイン電圧依存性

# レポート一部抜粋 (2)

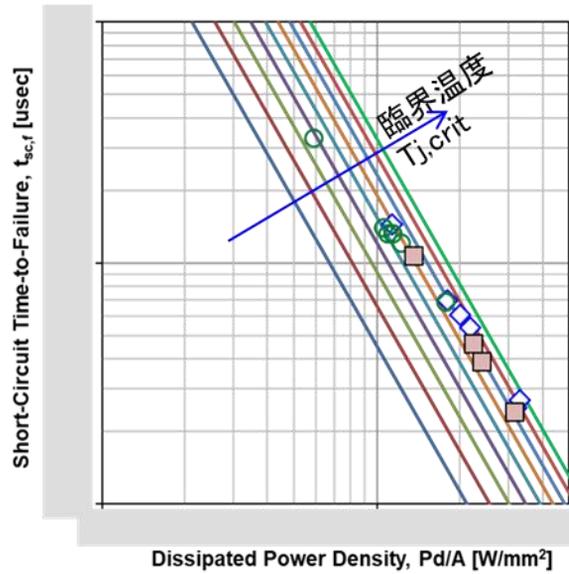


Fig.5: 測定された短絡時間 ( $t_{sc,f}$ ) と消費 (放熱) 電力密度の比較  $Pd/A = (V_{ds} \times I_d)/A$ .

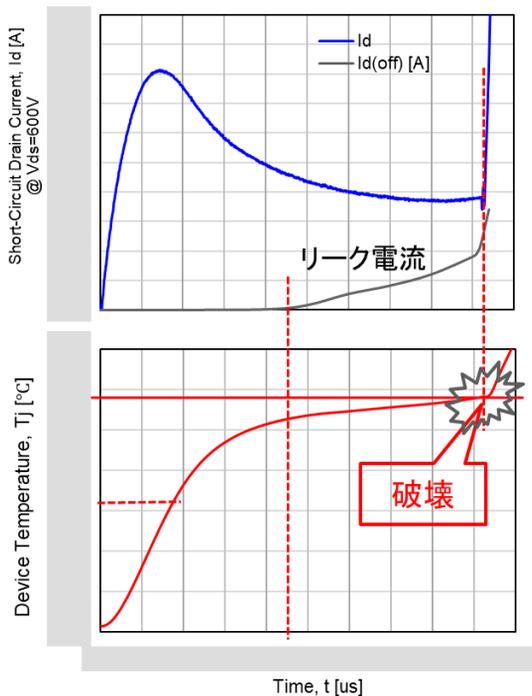


Fig.6: 短絡過渡SPICEモデリングおよび抽出されたトランジスタの温度上昇。

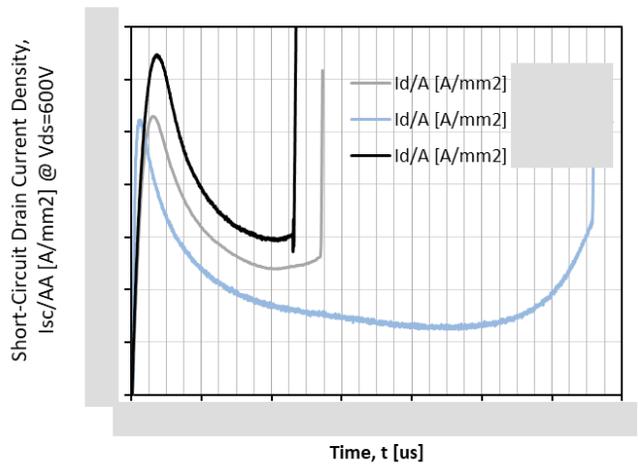


Fig.7: 1200V STMicro社および他社 SiC MOSFET ( $V_{ds} = 600V$ ) で測定された過渡短絡ドレイン電流波形の比較。