

1200V SiC MOSFET (Rohm, Wolfspeed, ON-Semi, Infineon) 短絡耐量評価とベンチマークレポート

株式会社エルテックは、1200V SiC MOSFETの短絡耐量を評価し、ROHM、WOLFSPEED、ON-Semi、およびINFINEON (CoolSiC)の最先端トランジスタの詳細解析と比較を行いました。

本レポートは、短絡耐量に関する世界初のベンチマークレポートになります。

SiCパワートランジスタの短絡耐量の制限はデータシートに指定されていないため、

本レポートはシステム/回路設計、モデリング、品質保証(QA)の検討に役立つデータを提供します。

背景

SiCパワートランジスタのデータシートには以下のデータが不足しており、短絡耐量評価とモデリングにおける課題があります。

- ・全てのトランジスタメーカーが、短絡耐量時間(SCWT、tsc,f)や重要な短絡時の破壊エネルギー(Esc,f)などの短絡耐量データを提供しているわけではありません。
- ・利用可能なSiCトランジスタの中で短絡ベンチマークデータが不足しています。
- ・トランジスタの短絡制限は、半導体の物理的性質だけでなく、トランジスタの構造設計とプロセス技術にも依存しています。
- ・短絡イベントの研究/モデリングがありますが、解析されたデバイスの適切な物理および構造データは十分ではありません。
- ・正確な短絡イベントへの関心の範囲で、短いパルス時間幅(1us-10us)を有する電力パルスのための熱インピーダンスZthのデータ(およびSPICEモデル)の精度が欠如しています。

- 本レポートでは、トランジスタの短絡耐量性評価と解析のために、実測短絡テスト、トランジスタの構造解析、物理モデリングとシミュレーションを行っています。

レポート調査内容

※次頁目次参照

主な解析、調査結果

- ・評価されたすべてのSiC MOSFETIについて、短絡に起因するデバイスの故障/破壊は熱駆動現象である。トランジスタは、臨界エネルギーではなく臨界温度($T_{j,crit}$)に達すると故障する。トランジスタ故障の臨界温度は、技術に関連するパラメーターであり、(a)トランジスタの設計/構造、(b)材料および製造技術に依存する。
- ・故障までの短絡耐量時間と消費電力の「ユニバーサルグラフ」により、異なるトランジスタの公平な比較が可能である。
- ・ゲートリーク電流を短絡によるトランジスタ劣化の前兆として使用するための基準が考察されている。この基準に基づいて、タフなトランジスタは最大5usまで耐えることができるが、他のトランジスタは2usで劣化し始める(破壊ではない)。
- ・トランジスタのスケーリングの影響と、短絡耐量とオン抵抗(性能)のトレードオフが考察される。

レポートの重要性と使用法

- ・短絡保護回路の最小応答時間を推測することができる。
- ・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および臨界破壊エネルギー(Esc,f)を推定することが可能。

レポート販売価格(税別)¥900,000

※個別レポートご購入済の方は本レポートを60万円にて販売いたします。

Table of Contents

【目次】			頁
1	1.1	レポート要旨	2
	1.2	はじめに	5
2		表2:用語集および略語	6
	2.1	モーターインバーターの短絡(SC)イベントと電圧/電流波形	7
	2.2	1200V SiC MOSFETで測定された短絡波形	8
	2.3	短絡耐量評価とモデリングにおける課題	9
	2.4	本レポートのデータの使用方法について	10
3		ベンチマーク	11
		表3. 評価対象1200V定格のSiC MOSFET ・ROHM SCT3080KLHR ・WOLFSPEED C3M075120K ・ONSEMI NVHL080N120SC1 ・INFINEON CoolSiC IMW120R045M1	12
	3.1	短絡試験回路	13
	3.2	短絡ドレイン電流波形の比較	14
	3.3	短絡耐量(評価と解析モデルの枠組み)	16-20
	3.4	ベンチマーク結果	21-34
	3.5	短絡耐久性に関連したトランジスタ構造について	35-41
4		短絡イベントシミュレーション解析	42
	4.1	放熱解析	44-50
	4.2	短絡エネルギーと温度上昇シミュレーション	51-56
5		まとめ	57
6	6.1	参考文献	58
	6.2	関連するLTEC解析レポートのリスト	59
Appendix			61-62

1200V SiC MOSFET短絡耐量評価とベンチマーク

19G-0025-1

表4: 1200V SiC MOSFETの電気的性能と短絡耐量の概要と比較

	Units	ROHM	WOLFSPEED	ONSEMI	INFINEON
		SCT3080KLHR	C3M0075120K	NVHL080N120SC	IMW120R045M1
		AEC-Q100	産業用	AEC-Q100	産業用
1	Qualification Level	3 rd Gen	3 rd Gen	1 st Gen	1 st Gen
2	Device Technology	1200	1200	1200	1200
3	Rated Drain Voltage	80	80	80	80
4	R _{DS(on)}	A	A	A	A
5	DC Id	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
6	Chip Size	S/mm	S/mm	S/mm	S/mm
7	Gm/W	pF/mm ²	pF/mm ²	pF/mm ²	pF/mm ²
8	C _{iss} /A	mW·mm ²	mW·mm ²	mW·mm ²	mW·mm ²
9	Per area specific ON resistance R _{ON,SA}	A/mm	A/mm	A/mm	A/mm
10	Peak Short-Circuit Current I _{SC,peak} /W, @ 600V	~7	~7	~7	~7
11	Short-Circuit Time (to Failure) t _{SC,f} @ 600V	ms	ms	ms	ms
12	Short-Circuit Critical Energy-to-Failure E _{SC,f} @ 600V/800V	J	J	J	J
13	Short-Circuit Critical Temperature, T _{J,cont}	°C	°C	°C	°C
14	Short-Circuit-induced Gate Current turn-on time, t ₁	µs	µs	µs	µs
15	Short-Circuit Critical Energy at t ₁ , E _{SC,t1} @ 600V/800V	J	J	J	J
16	Thermal Impedance Z _{th,jc} @ t _r = 1 us	°C/W	°C/W	°C/W	°C/W
17	Normalized thermal impedance, Z _{th,AA} @ 1us	°C·mm ² /W	°C·mm ² /W	°C·mm ² /W	°C·mm ² /W
18	Transistor Array Active Area, AA	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
19	Transistor Configuration	Trench Gate Square array	Trench Gate Square array	Trench Gate Square array	Trench Gate Square array
20	Transistor cell pitch, P	µm	µm	µm	µm
	Die photograph				



