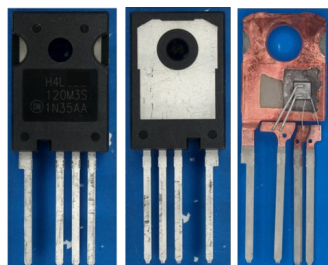
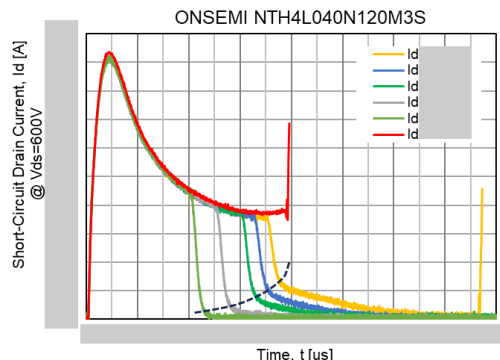
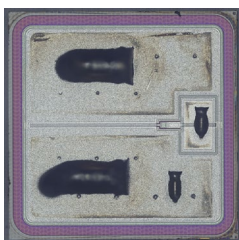


SiC MOSFET(1200V): Onsemi製 NTH4L040N120M3S

短絡耐量評価・解析レポート



D S2 S1 G



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ます。※SCWT: Short Circuit Withstand Time
- ・今回は、2022年に発売のOnsemi社製 Elite SiC MOSFET [NTH4L040N120M3S]の短絡耐量の評価レポートとなります。

型番: **NTH4L040N120M3S** Vds=1200V Id=54A
製品リリース日: 2022年12月(データシート)

レポート内容

- ・本M3S テクノロジーの SiC MOSFET は、非常に高い短絡ピーク(最大)電流を特徴としており、短絡耐量に大きく影響する。測定結果とトランジスタの物理的構造の相関性に着目し、WolfSpeed、STMicro製の同格1200V SiC MOSFETと比較します。
- ・本製品はスイッチング電源用途であり、同社 SC1 トランジスタ(EV モーター インバーター用途)と比較して、トランジスタの特徴を考察します。

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(tsc,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。
- ・M3S テクノロジーは第3～4世代のSiCデバイスと互換性がありますが、高い短絡耐時間を必要とするアプリケーションにはJFET領域を再設計/最適化する必要があると考えられます。

レポート販売価格(税別) ¥600,000

発注後1weekで納品

※ NTH4L022N120M3S: 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 Onsemi製 SiC MOSFET「NTH4L040N120M3S」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	11-17
表3: Onsemi社製 SiC MOSFET「NTH4L040N120M3S」の短絡耐量特性測定結果まとめ	18
4.2 測定結果の解析と考察	19
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	20
短絡破壊時間(耐久時間) $t_{sc,f}$ 対ドレイン電圧依存性	21
ドレイン電圧 V_{ds} に対する短絡エネルギー $E_{sc,f}$	22
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	23
4.3 ゲートリーク電流に関する考察	24-26
測定された短絡時間($t_{sc,f}$)と消費(放熱)電力密度の比較 $P_d/A = (V_{ds} \times I_d)/A$.	27
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($t_{sc,on}$)	28
4.5 温度上昇 ΔT_j の解析と推定	29-30
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	31
4.7 温度上昇 ΔT_j の解析と推定	32
4.8 オン抵抗と短絡耐量時間のトレードオフ	33
5 Onsemi社 SiCとWolf speed第3世代のSiCトランジスタの構造比較	34
5.1 Onsemi NTH4L040N120M3S, STMicro SCT040W120G3AGとWolf speed第3世代のSiCトランジスタの構造比較	35
5.2 Onsemi NTH4L040N120M3Sと Onsemi NTH4L080N120SC1のSiCトランジスタの構造比較	36
5.3 1200V onsemi NTH4L040N120M3SとWolf speed C3M0075120K電気特性比較	37
ROHM, STMicro, Onsemi と Wolf speedトランジスタ短絡ドレイン電流波形の比較	39
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	40
5.4 Onsemi社 NTH4L040N120M3SとWolf speed第3世代のSiCトランジスタの短絡耐量比較	41
6 まとめ	42
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($RON \times A$)の一般的なトレンド	43
7 参考文献	44
Appendix: 温度上昇 ΔT_j の解析と推定	45

レポート一部抜粋 (1)

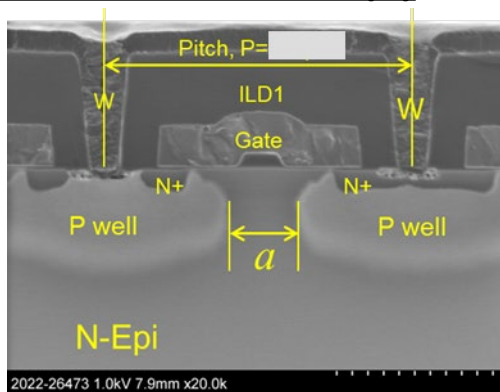


Fig.1: SiC トランジスタセル断面 (詳細)

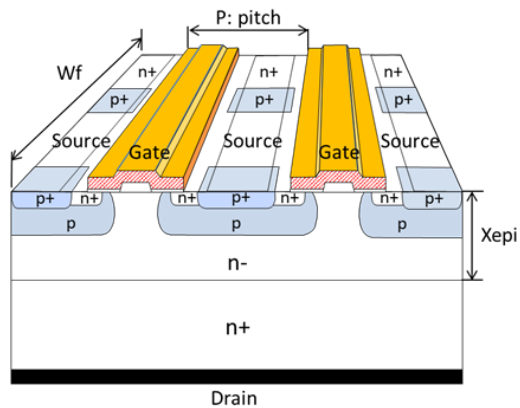


Fig. 2: SiCトランジスタの模式図

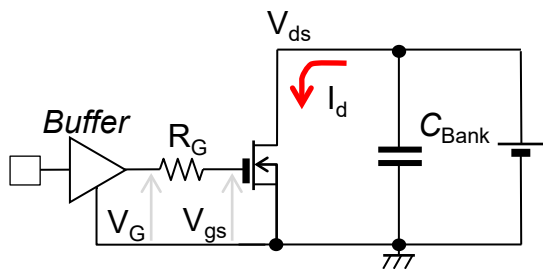


表2. 短絡耐量試験評価条件

No.	V_{ds} [V]	$V_{gs(ON)}$ [V]	$V_{gs(OFF)}$ [V]	t_{on} [ns]	目的
1	600	15	0	1~5	基本短絡特性確認
2	600	15	0	20	再現性, 破壊時間 ($t_{sc,f}$) 確認
3	400	15	0	20	ドレイン電圧依存性確認
4	800	15	0	20	"
5	600	13	0	1.5	ゲート電圧依存性確認
6	600	18	0	1.5	"
7	800	20	0	1.5	"

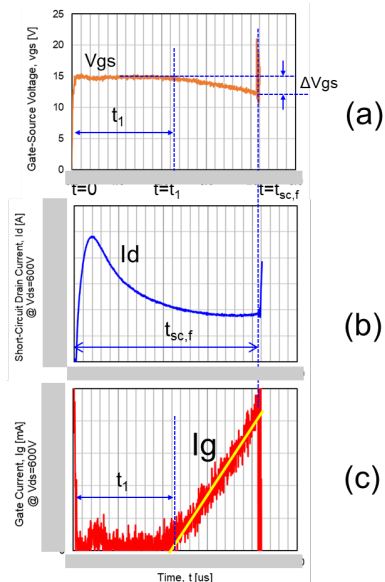


Fig.3: 測定された電圧・電流波形から解析。

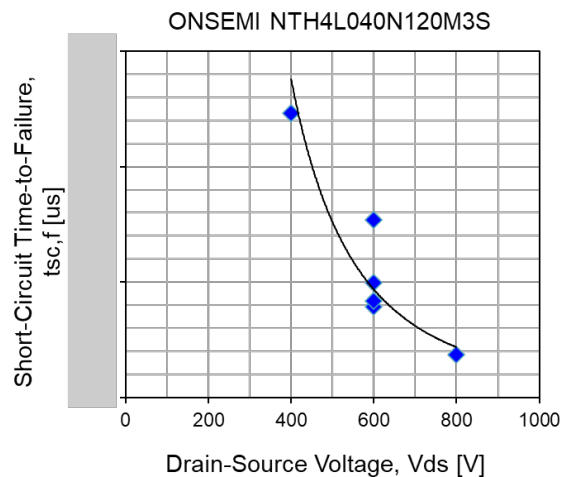


Fig.4: 測定された短絡破壊時間(耐久時間) $t_{sc,f}$ 対ドレイン電圧依存性

レポート一部抜粋 (2)

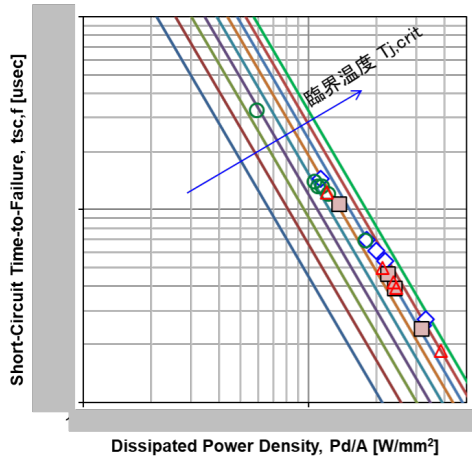


Fig.5: 測定された短絡時間 ($t_{sc,f}$) と消費 (放熱) 電力密度の比較 $Pd/A = (V_{ds} \times I_d)/A$.

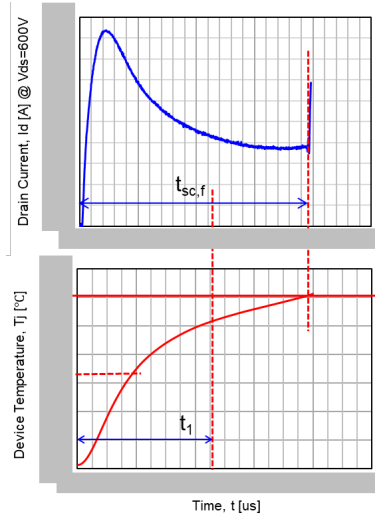


Fig.6: 短絡過渡SPICEモデリングおよび抽出されたトランジスタの温度上昇。

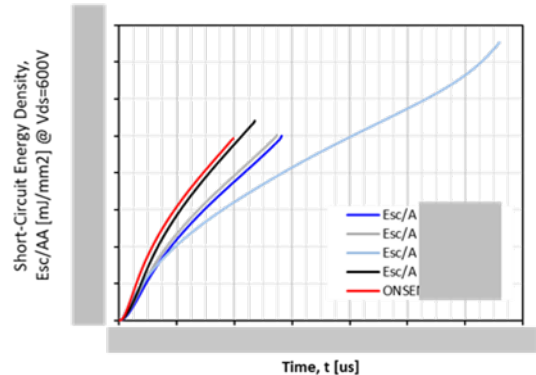
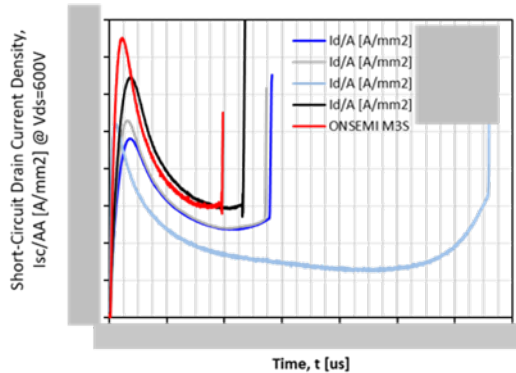
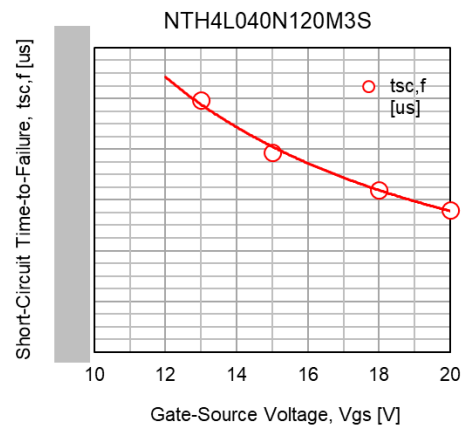
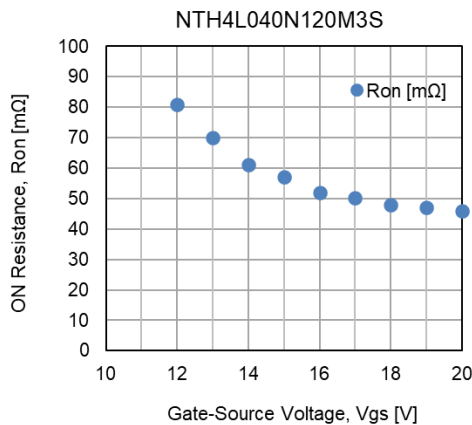


Fig.7: ROHM 4G, Wolfspeed (WLFSPD C3M075120K)、STMICRO第3世代(ST3G)、およびONSEMI SC1とM3S SiC MOSFETの(a)短絡電流密度 (I_{sc}/AA) および (b) 短絡消費エネルギー密度 (E_{sc}/AA) の比較。



(a)

(b)

Fig.8: (a) オン抵抗(R_{on})、(b) 短絡耐量時間 ($t_{sc,f}$) のゲート・ソース間電圧 V_{gs} への依存性