

SiC MOSFET(1200V): BASiC Semiconductor B2M065120Z 構造解析、プロセス解析、短絡耐量評価レポート



PKG写真



SiC MOSFET写真

レポート概要

2023年5月、中国の主要なSiCデバイスメーカーであるBASiC Semiconductorから第2世代SiC MOSFETが発表されました。

当社では2021年に同社第1世代SiC MOSFET (B1M080120HC) の解析を実施しており、今回はその第1世代との比較を目的として、パッケージ断面構造、チップ平面、断面構造、材料分析を行った構造解析レポート、電気特性評価、製造プロセスフロー推定を行ったプロセス解析レポート、および短絡耐量評価レポートの3つのレポートから、中国におけるSiCトランジスタ技術の現状を明らかにしています。

製品仕様・特徴

型番: B2M065120Z 第2世代 SiC MOSFET Id=47A, RDS(ON)=65mΩ 製品リリース日: 2023年5月

- ・6インチウェハプラットフォームで開発
- ・第1世代品と比較して比オン抵抗、スイッチング損失、信頼性が向上

レポート内容・結果概要

① 構造解析レポート 価格: ¥650,000(税別) 発注後1weekで納品

- ・トランジスタのセル構成を正方形(第1世代)からストライプ型(第2世代)に変更し、セルピッチを35%縮小した。
- ・チップ厚さは150 μmと積極的に薄化しており、研削加工技術の向上と考えられる。

② プロセス解析レポート 価格: ¥600,000(税別) 発注後1weekで納品

- ・トランジスタセルピッチの縮小により、RONxA FOMを40%削減。
- ・N-エピ(ドリフト)の厚さとドーピング濃度を抽出し、測定した耐圧BVdssと関連させる。
- ・製造工程フローとフォト/マスクングのプロセス工程数を見積もる(重要なプロセス工程が考慮される)。

③ 短絡耐量評価レポート 価格: ¥600,000(税別) 発注後1weekで納品

- ・SCWT(Short-Circuit Withstand Time)は、トランジスタの堅牢性・信頼性の指標として評価した。
- ・SCWTは、大手SiCメーカーの第3世代1200V定格SiC MOSFETと同等である。
- ・短絡過渡時のゲートリーク電流を観察し、制限要因として評価。
- ・臨界短絡エネルギー(Esc,f)と故障温度(Tj,crit)を抽出。
- ・安全にターンオフするための最大短絡時間の抽出

① 構造解析レポートからの抜粋(1)

目次		Page
1. デバイスサマリー	...	3
1-1. 解析結果まとめ	...	4
2. パッケージ解析		
2-1. 外観観察	...	9
2-2. 搭載チップ	...	12
2-3. パッケージ断面構造解析	...	13
3. SiC MOSFET 構造解析		
3-1. 平面構造解析(OM)	...	28
3-2. 平面構造解析(SEM)	...	44
3-3. セル部 断面構造解析(SEM)	...	52
3-4. チップ外周部 断面構造解析(SEM)	...	59
4. TEM構造解析	...	69
5. B1M80120HCとの比較	...	75

① SiC MOSFET構造解析レポートからの抜粋(2)

Table1-1: デバイスサマリー

品種	SiC MOSFET (VDSS=1200V, R _{DS(ON)} (Typ.)=65mΩ, I _D =47A)
メーカー	BASiC Semiconductor Ltd. (中国)
型番	B2M065120Z
パッケージ	TO-247-4
パッケージマーキング	BASiC B2M065120Z 231880 7030
チップ構成	トランジスタ: SiC MOSFET x1
SiC-MOSFET チップサイズ	3.16 mm x 3.16 mm = 10.0 mm ²
SiC-MOSFET チップ製造プロセス	SiCウェハ、プレーナ型ゲート、上部ノースメタル •プロセス [REDACTED] フォトリソグラフィパターン
SiC-MOSFET メタル配線	チップ上 チップ裏
特徴	• 外周部 • ILD(層)
応用	<ul style="list-style-type: none"> • Switched Mode Power Supplies (SMPS) • Power Inverter & Solar Inverter • Motor Drivers & EV Charging Station • DC/DC Converter

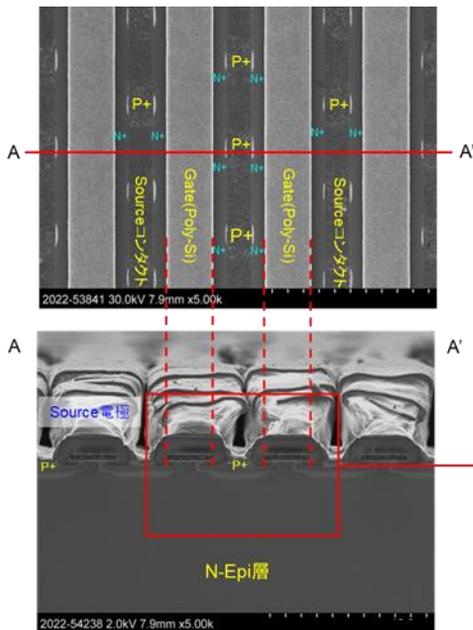


Fig. 3-3-5 セル部 断面SEM像

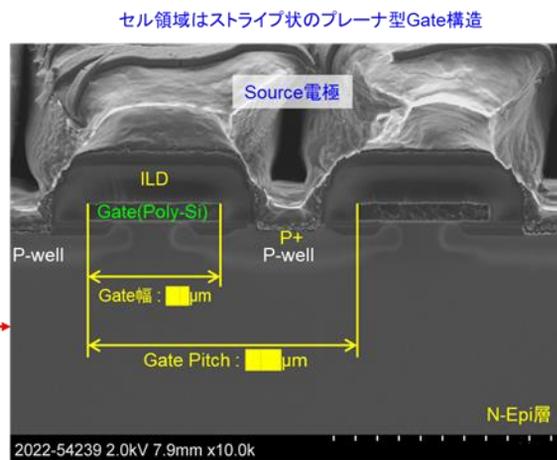


Fig. 3-3-6 セル部 断面SEM像

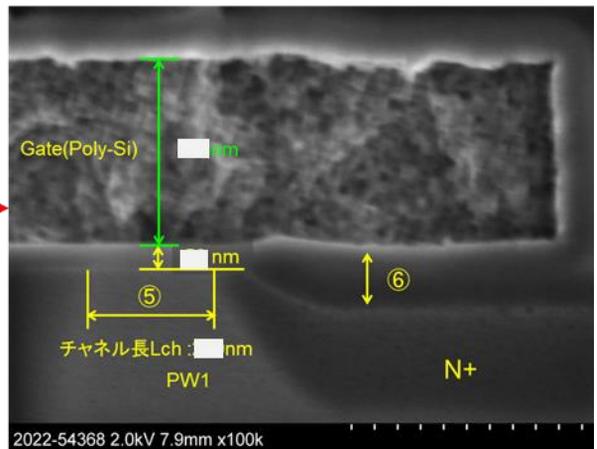
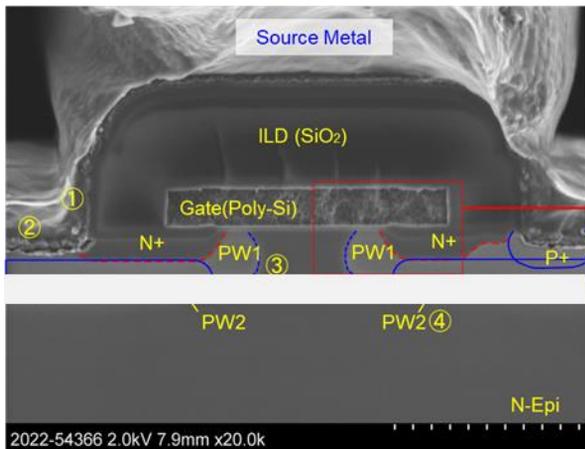
② プロセス解析レポートからの抜粋(1)

【目次】		頁
1	BASiC社の第2世代SiC-MOSFET B2M065120Z: 解析結果のまとめ	3
1-1.	BASiC 1200V製品と他社のSiC-MOSFETの特性比較	4
1-2.	SiC-MOSFETチップ全体	5
1-3.	チップ端部	6
1-4.	デバイス構造: SiC-MOSFET	7
	トランジスタの模式的な断面図	7
2	SiC-MOSFET観察	8
2-1.	構造解析(SEM)	8
	トランジスタの構造・プロセスの特徴(1)～(3)	8-10
2-2.	チャンネル長Lchを決定するためのN+およびPウェル拡散のセルフアライン形成プロセスの詳細(推定)	11
3	BASiC社の第2世代SiC-MOSFET B2M065120Z解析結果まとめ	12
	表1 デバイス構造: SiC-MOSFET	12
	表2 SiC-MOSFET構造: レイヤー材料・膜厚	13
4	プロセスフロー	14
4-1.	SiC-MOSFETのフロントエンドウェーハプロセスフロー(推定)	15
4-2.	SiC-MOSFETのプロセス・シーケンス断面図	16-20
5	電気特性評価	21
5-1.	BASiC 1200V SiC-MOSFET B2M065120ZのId-Vds特性	22
5-2.	デバイス温度をパラメータとしてオフ状態のドレイン電流対ドレイン電圧(Vds)	23
5-3.	オフ状態破壊電圧BVdss特性	24
5-4.	メーカー間のリーク電流の比較	25
5-5.	ゲートリーク電流I _{gss} 特性	26
5-6.	ボディダイオード特性	27
5-7.	容量(C _{iss} , C _{oss} , C _{rss})-Vds特性	28
5-8.	デバイス構造と電気特性解析: ON抵抗	29-31
5-9.	N-エピ層不純物濃度解析	32
5-10.	デバイス構造と電気特性解析:ブレークダウン電圧	33
6	関連文献目録	34

② プロセス解析レポートからの抜粋(2)

2-1. 構造解析 (SEM)

トランジスタの構造・プロセスの特徴(1)



- 1) ドライエツ
- 2) CO(コン
- 3) Shallow,
- 4) 深いPW,
- 5) チャネル,
- 6) 厚いSiO

・フォトリソ
・おそらく、

型ましくありません。

がある。

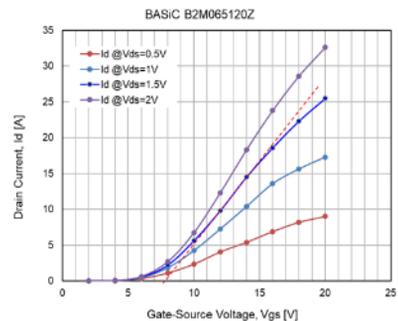
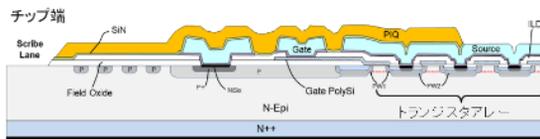
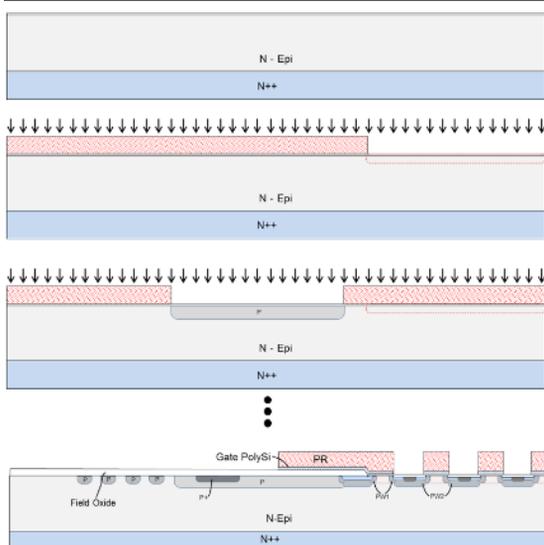


Fig. 5-8-1(c) Id-Vgs特性



SiCウエハー



AMマーク
JFETフォト
N注入



JTEフォト
Al注入

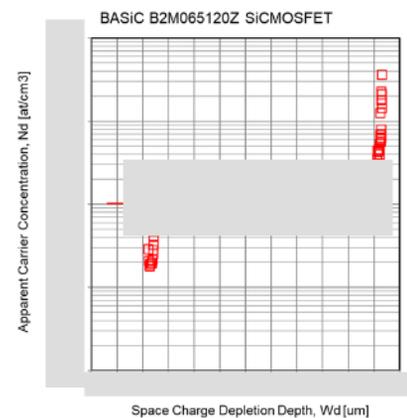


Fig. 5-9-1(a) 深さ方向のキャリア濃度プロファイル



③ 短絡耐量評価解析レポートからの抜粋(1)

【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	BASiC社製 SiC MOSFET「B2M065120Z」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	11-19
	表3: BASiC社製 SiC MOSFET「B2M065120Z」の短絡耐量特性測定結果まとめ	20
4.2	測定結果の解析と考察	21
	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	22
	短絡破壊時間(耐久時間) t_{sc} 対ドレイン電圧依存性	23
	ドレイン電圧 V_{ds} に対する短絡エネルギー $E_{sc,r}$	24
	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 $Pd = (V_{ds} \times I_d)$ 依存性	25
4.3	ゲートリーク電流に関する考察	26-28
	測定された短絡時間($t_{sc,f}$)と消費(放熱)電力密度の比較 $Pd/A = (V_{ds} \times I_d)/A$.	29
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_{scon})	30
4.5	温度上昇 ΔT_j の解析と推定	31-32
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	33
4.7	温度上昇 ΔT_j の解析と推定	34
4.8	オン抵抗と短絡耐量時間のトレードオフ	35
5	BASiC社 SiCとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較	36
5.1	BASiC B2M065120Z, STMicroとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの構造比較	37
5.2	1200V BASiC B2M065120ZとWolfspeed C3M0075120K電気特性比較	38
	ROHM, STMicro, BASiCとWolfspeedトランジスタ短絡ドレイン電流波形の比較	40
	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	41
5.3	BASiC B2M065120ZとWolfspeed第3世代のSiCトランジスタの短絡耐量比較	42
6	まとめ	43
	短絡耐量時間($t_{sc,r}=SCWT$)と単位面積当たりのオン抵抗指数($RONxA$)の一般的トレンド	44
7	参考文献	45
	Appendix: 温度上昇 ΔT_j の解析と推定	46

③ 短絡耐量評価解析レポートからの抜粋(2)

3.1 短絡試験回路

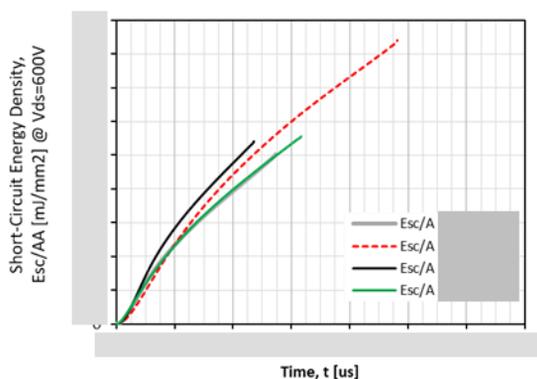
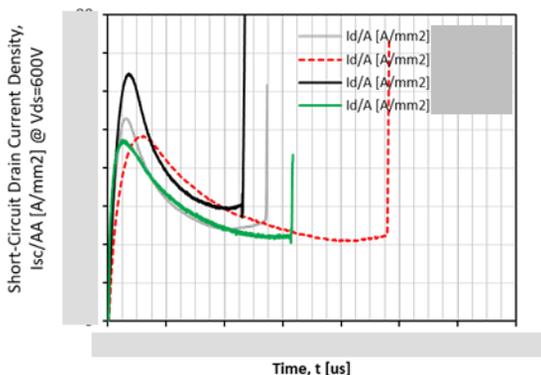
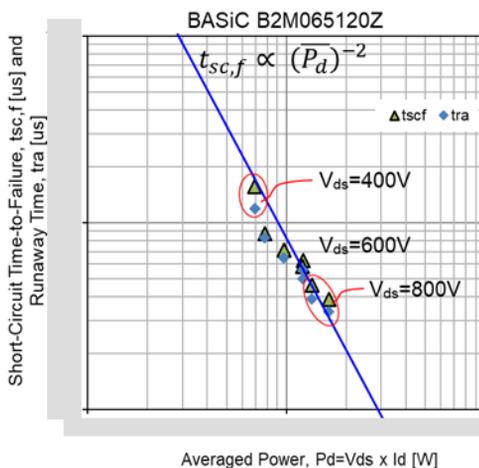
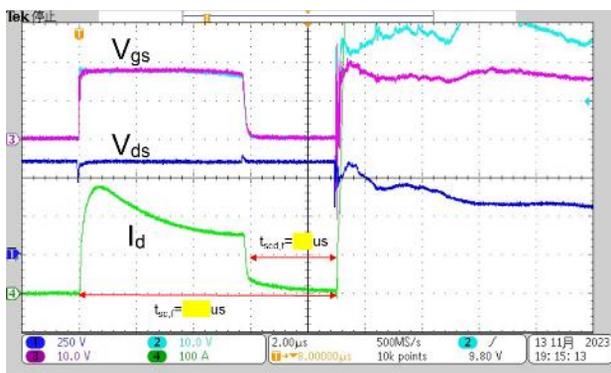
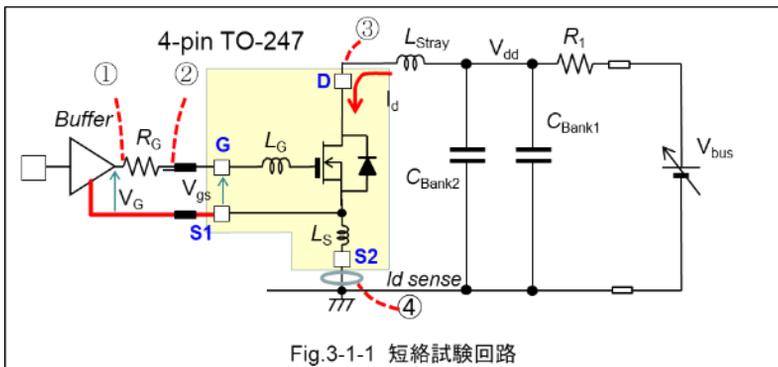


Fig. 5-3-3: ROHM 3G, Wolfspeed (WLFSPD C3M075120K)、STMICRO第3世代(ST3G)、およびBASiC 2G (B2M065120Z) SiC MOSFETの (a)短絡電流密度 (Isc/AA) および (b) 短絡消費エネルギー密度 (Esc/AA) の比較