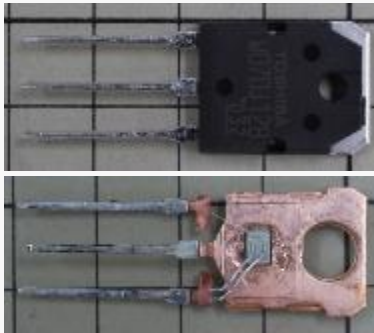
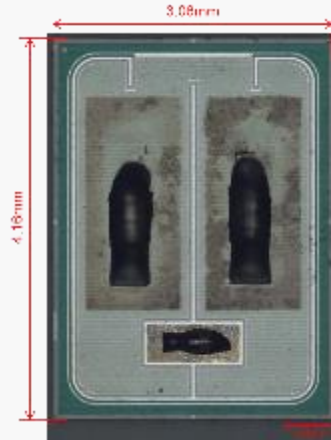


東芝デバイス&ストレージ SiC MOSFET「TW070J120B」 構造解析、プロセス、デバイス特性解析レポート



パッケージ写真



チップ写真

概要

- ・本製品は、同社第2世代のSiC MOSFET(エンハンスメント型)
- ・産業機器向け電力機器(太陽光インバーター、AD、DCDCコンバーター等)用途の製品
- ・Vds=1200 V、Ron=70 mΩ、Idmax=36A(@ 25°C)、最大動作温度175°C

製品特長

- ・同社Si IGBT(1200V)と比較して、高耐圧、高速スイッチング、低ON抵抗のデバイス。
- ・順方向電圧が低いSBD(Schottky Barrier Diode)を内蔵したことで、電力損失を低減。
入力容量、ゲート入力電荷量、オン抵抗を低く、ゲートしきい値電圧を高く設定することで、誤動作しにくくなっている。
- ・順方向電圧: VDSF = -1.35 V (標準)
- ・しきい値: Vth = 4.2 ~ 5.8 V (VDS = 10 V, ID = 20 mA)

解析のポイント

構造解析レポート

- ・SiC-MOSFETの平面レイアウトおよび、断面構造を明らかにしています。特に本製品の特徴であるSBD領域についての断面構造の解析とSBDメタルのEDX分析を行っています。

プロセス・デバイス特性解析レポート

- ・構造解析結果に基づき、製造プロセスフローの推定、フォト/マスクングのプロセス工程数の見積、N-エピ層(ドリフト層)のドーピング濃度分析、オン抵抗解析やブレイクダウン電圧の解析を行っています。
- ・Schottkyダイオード特性の測定を行い、他社SiC MOSFET製品の内蔵Bodyダイオード特性と比較しています。

目次

Page

1. デバイスサマリー	...	3
2. パッケージ解析		
2-1. パッケージ外観観察	...	9
2-2. チップ写真	...	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. MOSFETセル領域 断面構造解析	...	56
3-4. MOSFETチップ外周部 断面構造解析	...	65
4. SiC MOSFET EDX分析		
4-1. MOSFET SEM/EDX分析	...	73

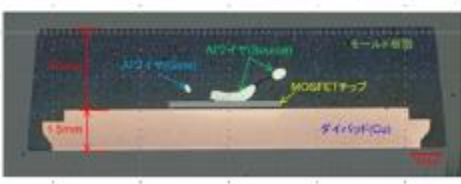
パッケージ外観



パッケージ外観

部分開封後

パッケージ断面



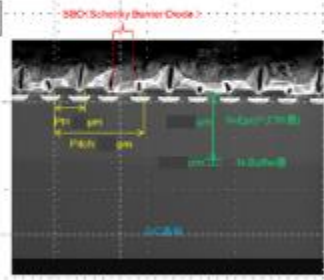
MOSFET外観



Die size: 3.06mm x 4.16mm = 12.73mm²

- ・プレーナ型ゲート、ソース上部メタル
- ・セル部にはSBDが形成されている (SBD: Schottky Barrier Diode)
- ・外周部の耐圧構造は2段のJTEが形成されている (JTE: Junction Termination Extension)

セル部



外周部

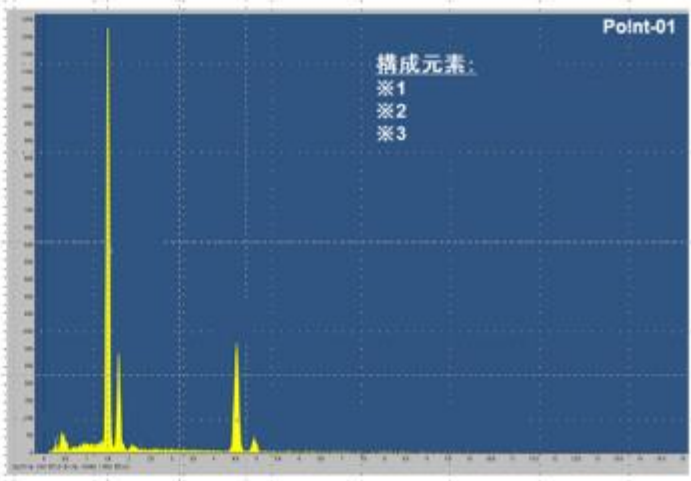
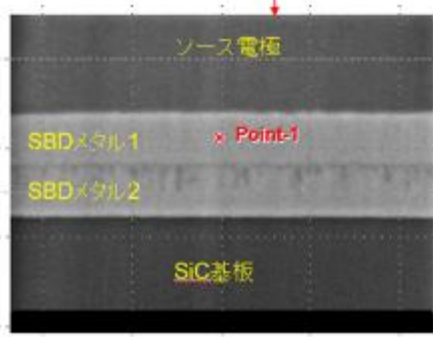
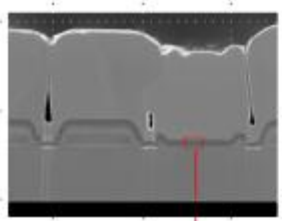


Fig. 4-1-1: point-1 SEM/EDX spectrum

【目次】		頁
1	TOSHIBA 1200V SiC MOSFET TW070J120B エグゼクティブサマリー	3
1-1	TOSHIBA社製品と他社のSiC MOSFETの特性比較	4
1-2	SiC MOSFETチップ全体とチップ膜厚	5
1-3	トランジスタアレーとチップ端部の構成	6
1-4	平面構造解析(SEM): チップコーナー部	7
1-5	デバイス構造: SiC MOSFET	8-9
	トランジスタの模式的な断面図	8
	チップ全体断面模式図と模式的なレイアウトパターン	8
1-6	デバイス構造: エピ層膜厚	10
1-7	平面構造解析(SEM): セル部	11-12
1-8	SiC MOSFETセル観察	13-15
1-9	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)	16
2	Toshiba 1200V SiC MOSFET (TW070J120B) 解析結果まとめ	17-19
	表1 デバイス構造: SiC MOSFET	18
	表2 SiC MOSFET構造: レイヤー材料・膜厚	19

【目次】		頁
3	製造プロセスフロー解析	20-26
3-1	SiC MOSFETのフロントエンドウェーハプロセスフロー (推定)	21
3-2	SiC MOSFET構成とレイアウト	22
3-3	SiC MOSFETのプロセス・シーケンス断面図	23-26
4	電気特性評価	27-37
4-1	TOSHIBA SiC MOSFET TW070J120Bの I_d - V_{ds} 特性	28
4-2	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(V_{ds})および活性化エネルギー(E_a)	29
4-3	オフ状態破壊電圧 BV_{dss} 特性	30
4-4	容量(C_{iss} , C_{oss} , C_{rss})- V_{ds} 特性	31
4-5	Schottkyダイオード特性	32-33
4-6	デバイス構造と電気特性解析: ON抵抗	34-35
4-7	N-エピ層不純物濃度解析	36
4-8	デバイス構造と電気特性解析:ブレークダウン電圧	37
5	関連文献目録	38
6	関連特許目録	38

表1. 1200V定格のSiC MOSFET

		Units	TOSHIBA TW070J120B	ROHM SCT3080KLHR	WOLFSPEED C3M0075120K/D	ON-SEMI NVHL090N120SC1	INFINEON IMW120R045M1
Electrical Specs & FOMs	Qualification Level		産業用	車載用AEC	産業用	車載用AEC	産業用
	Package		3 TO-3P	3 TO-247	3.4 TO-247	3 TO-247	3 TO-247
	Technology/Production		2 nd Gen/2020	3 rd Gen/2016	3 rd Gen/2016	1 st Gen/2018	1 st Gen/2017
	RON	mΩ	70	80	75	80	45
	DC Id	A	36	31	30	44	52
	Chip Size	mm ²	12.6	7.3	6.7	8.70	11.6
	Vth	V	5±0.8 ★	4.1	2.5	2.5	4.5
	Ciss/A	pF/mm ²	133	107	201	129	164
	Crss/A	pF/mm ²	0.63	4.8	0.3	0.74	1.1
	Coss/A	pF/mm ²	8.7	10.3	8.7	9.2	9.9
Diode Forward Voltage, V _{1x2} (@ I _s =10A)		V	1.35 ★	3.2	4.5	4	4.1
Specific ON resistance (R _{on(A)})		mΩ·mm ²	571	440	375	464	369
Structural	Die photograph						

TOSHIBA社のTW070J120B SiC MOSFETのプロセス・シーケンス(推定)

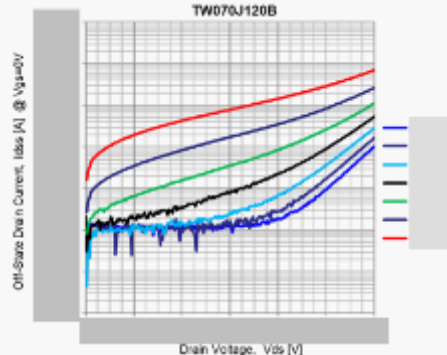
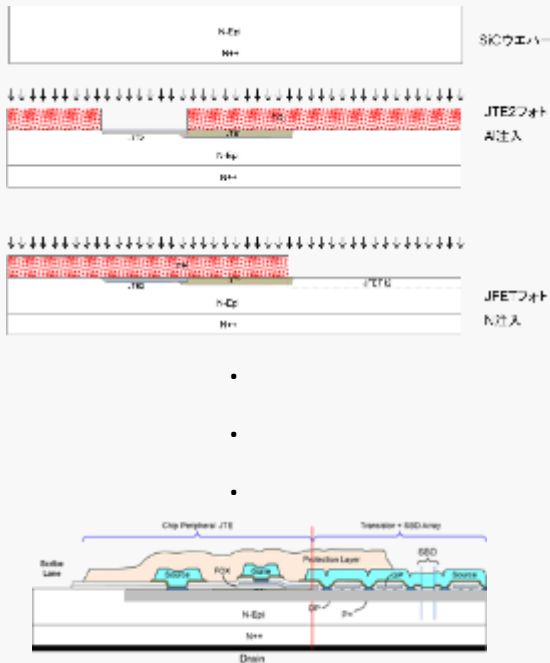


Fig. 4-2-1 デバイス温度をパラメータとしたオフ状態のIdss-Vds特性

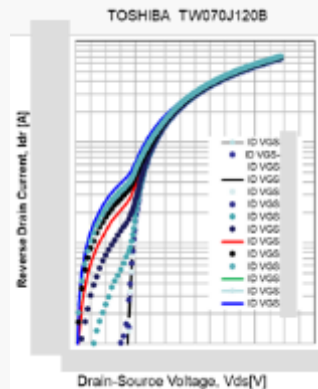


Fig. 4-5-1 逆ドレイン電流(ショットキーダイオード)特性のゲート電圧(VGS)依存性