

SiC MOSFET(1200V): ON Semiconductor製(起亜(Kia) EV6 GT搭載)パワーカード 構造解析、プロセス解析レポート



Kia EV6 GT (WEB情報より)



パワーカード外観



SiC MOSFET写真

引用: https://www.kia.com/uk/new-cars/ev6-gt/#text_441302445

レポート概要

Kia EV6 GTは、2021年3月に現代自動車傘下の起亜自動車(Kia Motors)から発表され、2022年に発売された同社初のBEV(バッテリー電気自動車) Kia EV6の高性能モデルとなります。

同車のリアモーターを駆動するインバータは2台構成(Si-IGBT使用※+SiC MOSFET使用)となっている。通常出力時:インバータ(1台)、高出力時:インバータ(2台)にてモーターを駆動しています。

今回は、本インバータに搭載されているON Semiconductor製SiC MOSFETのパワーカードについての構造・プロセス解析レポートとなります。 ※Infineon社製のモジュール

製品仕様・特徴

型番: NVVR26A120M1WSS 1200V SiC MOSFETパワーカード 製品リリース日: 2022年

解析内容・結果概要

① 構造解析レポート 価格: ¥800,000 (税抜) 発注後1weekで納品

- トランジスタ面積を最大化するために2層メタルプロセスを使用している。
- SourceワイヤにはCuリボン、ダイアタッチにはAgシンターを使用している。
- パワーモジュールにはDBC基板を使用しており、絶縁層はAlN系である。

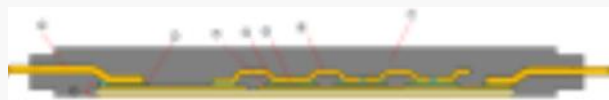
② プロセス解析レポート 価格: ¥600,000 (税抜) 発注後1weekで納品

- 単位面積あたりのオン抵抗($RON \times A: 465 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2$)は、他社の第2~3世代のSiCプロセス相当になる。
- N-エピ(ドリフト)の厚さとドーピング濃度を抽出し、測定された耐圧 BV_{dss} と相関がある。
- 製造プロセスフローとフォト/マスクング工程数を見積っている。

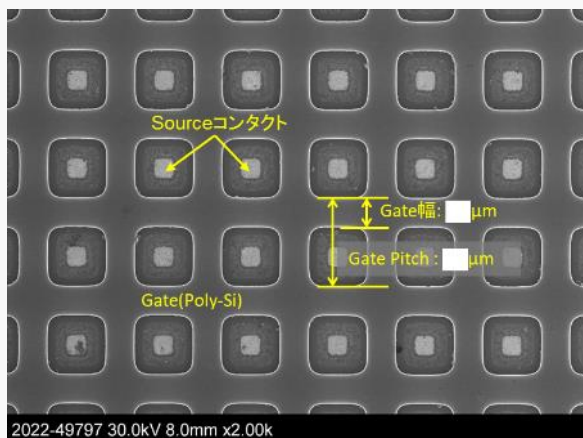
① SiC MOSFETモジュール 構造解析レポートからの抜粋

		Page
1. デバイスサマリー	...	3
1-1. 解析結果まとめ	...	4
2. モジュール解析		
2-1. 製品外観	...	9
2-2. 内部レイアウト観察	...	13
2-3. 搭載チップ	...	17
2-4. モジュール断面観察	...	18
3. SiC MOSFET構造解析		
3-1. 平面構造解析(OM)	...	43
3-2. 平面構造解析(SEM)	...	59
3-3. セル部 断面構造解析	...	71
3-4. 外周部 断面構造解析	...	77
3-5. Gate パッド部 断面構造解析	...	86
3-6. Gate 配線部 断面構造解析	...	90
4. TEM構造解析		
4-1. TEM解析	...	94

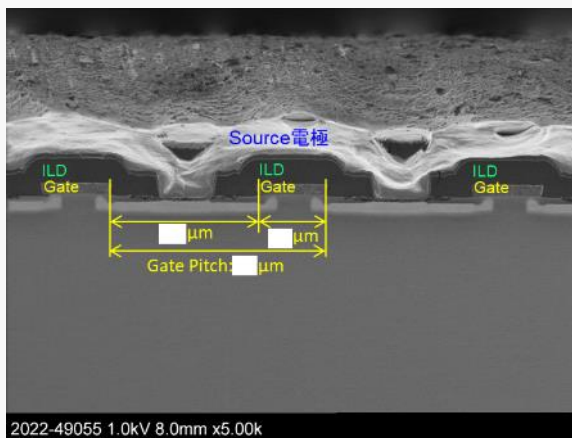
① SiC MOSFETモジュール 構造解析レポートからの抜粋



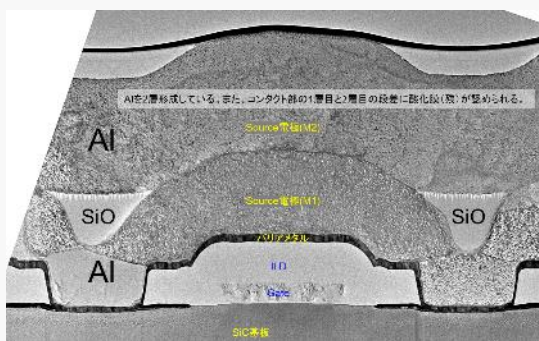
番号	測定箇所	測長	材料
1	モールド樹脂	-	EPIC 8000
2	出力端子	-	-
2-1	メッキ層 端子	4.3 μm	Sn
2-2		600 μm	Cu
3	はんだ	18 μm	SnAgCu
4	Cuリボン	200 μm	Cu
5	はんだ	38 μm	SnAgCu
6	SiC-MOSFET	-	-
6-1	表面保護膜	8.1~14.3 μm	SiO ₂
6-2	表面電極3	400nm/230nm	AlV/Ti
6-3	表面電極2	3.2 μm	AlSiCu
6-4	表面電極1	1.5 μm	AlSiCu
6-5	基板	190 μm	SiC
6-6	裏面電極-1	230nm	Ti
6-7	裏面電極-2	230nm	NiV
7	ダイアタッチ	23 μm	Ag
8	DBC基板	392 μm	-
8-1	上部電極	200 μm	Cu
8-2	絶縁層	305 μm	AlN/ITO
8-3	下部電極	204 μm	Cu



セル部平面(Poly-Siレイヤ)



セル部断面(SEM)



セル部断面(TEM)



チップ外周部断面(SEM)

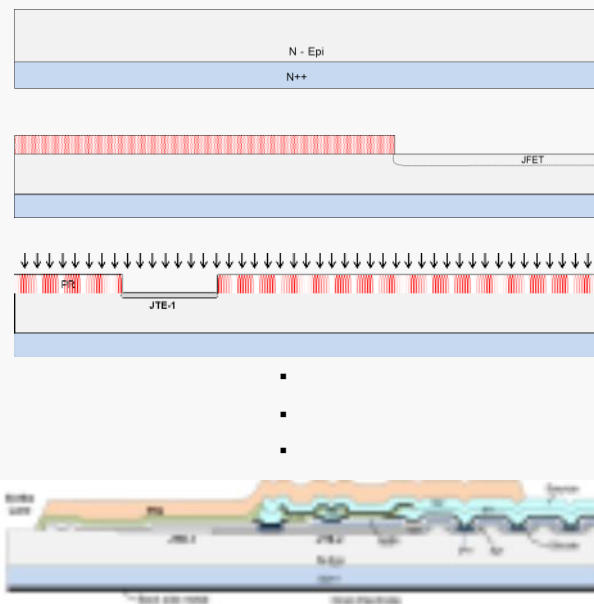
② プロセス解析レポートからの抜粋

【目次】		頁
1	onsemi社 起亜(KIA) EV6 GT搭載パワーカード SiC MOSFET : 解析結果のまとめ	3
1-1	onsemi社製品と他社の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	断面・平面構造解析(SEM)	8-16
	トランジスタの構造・プロセスの特徴(1) - (9)	8-16
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)	17
3	onsemi社のSiC MOSFET NTH4L028N170M1解析結果まとめ	18
	表3-1 デバイス構造: SiC MOSFET	18
	表3-2 SiC MOSFET構造:レイヤー材料・膜厚	19
4	プロセスフロー	20
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)	20
4-2	SiC MOSFETのプロセス・シーケンス断面図	21-25
5	電気特性評価	26
5-1	onsemi 1200V SiC MOSFET NVVR26A120M1のId-Vds特性	27
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)および活性化エネルギー(Ea)	28
5-3	オフ状態破壊電圧BVdss特性	29
5-4	ゲートリーク電流I _{gss} 特性	30
5-5	メーカー間のリーク電流の比較	31
5-6	ボディダイオード特性	32
5-7	容量(C _{iss} , C _{oss} , C _{rss})-Vds特性	33
5-8	デバイス構造と電気特性解析: ON抵抗	34-36
5-9	N-エピ層不純物濃度解析	37
5-10	デバイス構造と電気特性解析:ブレイクダウン電圧	38
6	関連文献目録	39
7	関連特許目録	39-42

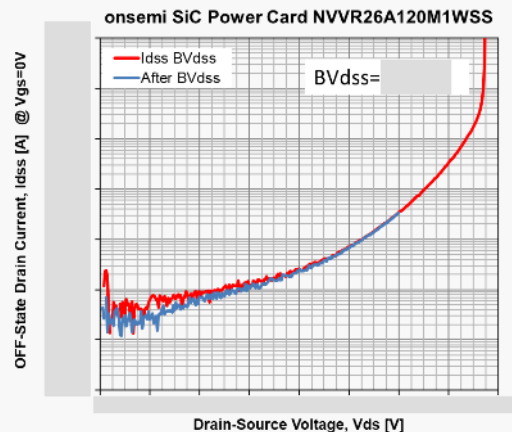
② プロセス解析レポートからの抜粋

onsemi社製品と他社のSiC MOSFETの特性比較

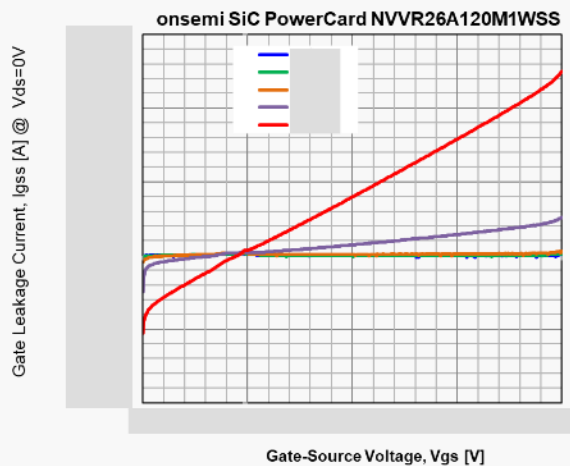
Maker	Part no.	プロセス世代	生産	チップサイズ		Vdss [V]	RON [mΩ]	Intrinsic RONxA [mΩ・mm ²]
				mmxmm	mm ²			
ROHM	SCT3080KL	第3	2016	1.00 × 1.00	1.00	1200	80	80
ROHM	SCT4062KR	第4	2022	1.00 × 1.00	1.00	1200	62	62
WOLFSPEED	G3M0075120K	第3	2017	1.00 × 1.00	1.00	1200	75	75
INFINEON	AIMW120R060M1H	第1+	2021	1.00 × 1.00	1.00	1200	60	60
Microsemi	MSC040SMA120B	第2	2018	1.00 × 1.00	1.00	1200	40	40
GeneSiC	G3R75MT12K	第3	2020	1.00 × 1.00	1.00	1200	75	75
onsemi	NVHL080N120SC1	第1 SC1	2019	1.00 × 1.00	1.00	1200	80	80
onsemi	NVVR26A120M1WSS	M1	2023	1.00 × 1.00	1.00	1200	15.6	15.6
onsemi	NTH4L022N120M3S	M3S	2022	1.00 × 1.00	1.00	1200	22	22



プロセスフロー(推定)



オフ状態破壊電圧BVdss



ゲートリーク電流対ゲート電圧