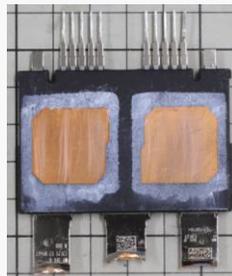


SiC MOSFET(650V):デンソー製(トヨタ自動車 LEXUS「RZ450e」搭載) パワーモジュール解析レポート



TOYOTA LEXUS RZ450e (WEB情報より)

引用: <https://toyota.jp>



モジュール外観



チップ写真

レポート概要

- ・トヨタ レクサスから、フル電動のバッテリーEV (BEV) 専用車種となる新型『RZ』を発表。
RZ450eは2023/3/30から発売、価格は880万～
- ・同車は2モーター(E-Axle)を採用、リアユニットのインバータにはTOYOTA初のSiC-MOSFET搭載となっている。
- ・本レポートは、トヨタ車初のインバータに搭載された SiC-MOSFETの構造解析レポートとなります。※MIRAI(FCV)2020のFC昇圧コンバータには同社のSiC-MOSFET搭載実績があり、プロセス解析レポートでは、デバイスの比較も行っています。

製品仕様・特徴

- ・RZ450e (ZAA-XEBM15-AWDLS) 搭載
- ・AWD リアインバータ 80kW (モーター: 1YM) リアインバータ 搭載 デンソー製 パワーカード
- ・定格650Vで200Aの電流を供給できると推定されています。デンソーの第2世代と推定。

レポート内容

- ・**デンソー製(トヨタ自動車 LEXUS「RZ450e」搭載)パワーモジュール構造解析レポート**
 - ・パッケージ観察、チップ観察 **価格60万円(税別) 発注後1weekで納品**
 - ・SiC MOSFET平面解析: 配線接続、レイアウト確認
 - ・SiC MOSFET断面解析: セル部、チップ終端部、※セル部断面TEM構造解析含む
- ・**オプション解析: 価格45万円(税別)**
 - ・SiC MOSFET断面SCM ※ + ライン解析: セル部
(※)SCM: Scanning Capacitance Microscopy
- ・**デンソー製(トヨタ自動車 LEXUS「RZ450e」搭載)パワーモジュールプロセス解析レポート**
 - ・製造プロセスフローの推定およびCritical工程の考察 **価格60万円(税別) 発注後1weekで納品**
 - ・電気特性評価、電気的特性とデバイス構造の関係
 - ・MIRAI搭載DENSO製、ローム、Wolf speed、Infineonなどとの比較

① SiC MOSFET構造解析レポートからの抜粋

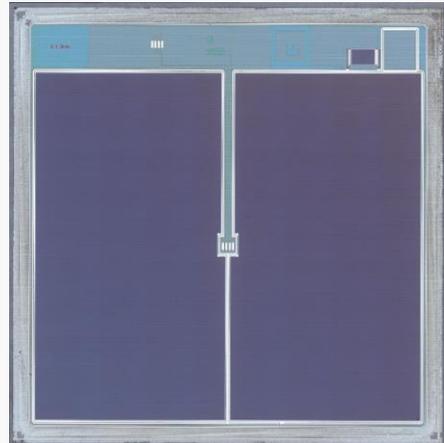
目次

	Page
1. デバイスサマリー	
1-1. 解析結果まとめ	4
2. パワーカード外観観察	
2-1. パワーカード外観観察	8
3. パワーカード構成	
3-1. パワーカード内部レイアウト	11
4. SiC MOSFET構造解析	
4-1. チップレイアウト	15
4-2. 平面構造解析(OM)	16
4-3. 平面構造解析(SEM)	52
4-4. セル領域 断面構造解析	80
4-5. チップ外周部 断面構造解析	88
4-6. セル領域 断面構造解析(TEM)	101

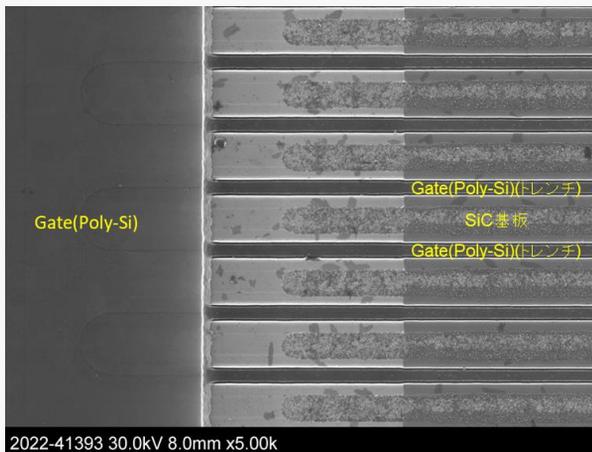
① SiC MOSFET構造解析レポートからの抜粋



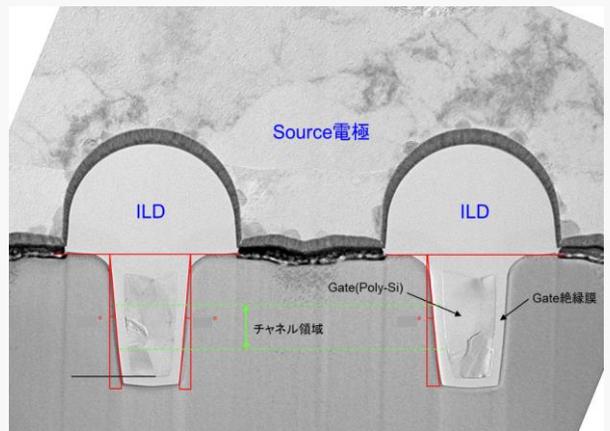
チップ全体像(Top Metal レイヤ)



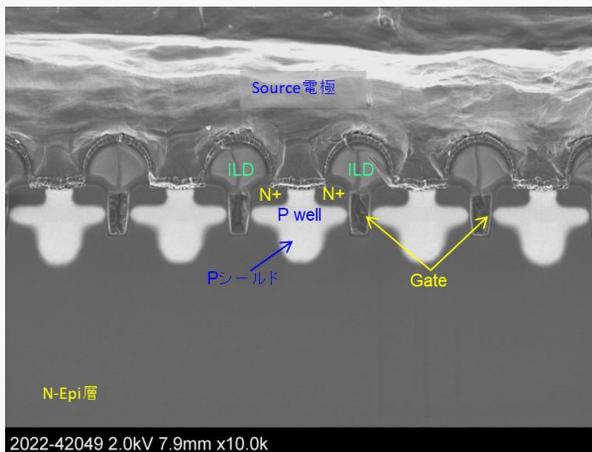
チップ全体像(Poly-Siレイヤ)



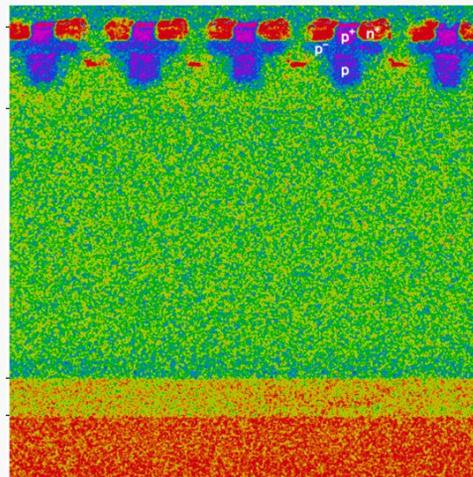
セル部 平面SEM像(Poly-Siレイヤ)



セル部 断面TEM像



セル部 断面SEM像



セル部 SCM像(十色表示)

※オプション解析レポートデータ



② SiC MOSFETプロセス解析レポートからの抜粋

【目次】		頁
1	DENSO 社製のSiC-MOSFET 解析結果のまとめ	3
1-1	DENSO 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	6-7
1-4	デバイス構造: SiC-MOSFET トランジスタエピ層 トランジスタ構造と模式的な断面図	8-10 9-11
2	SiC-MOSFET観察	12
2-1	トランジスタの構造・プロセスの特徴(1)－(2)	12-13
2-2	トレンチゲート形成プロセスの詳細(推定)	14
2-3	温度センサーダイオード	15-18
3	DENSO 製のSiC-MOSFET 解析結果まとめ 表2 デバイス構造 : SiC-MOSFET	19 19
	表3 SiC-MOSFET 構造 : レイヤー材料・膜厚	20
4	プロセスフロー	21
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)	21
4-2	SiC-MOSFET のプロセス・シーケンス断面図	22-29
5	電気特性評価	30
5-1	DENSO 製SiC-MOSFET のId-Vds特性	31
5-2	SiC MOSFETのボディダイオード特性	33
5-3	温度センスダイオード I-V特性.....	34
5-4	デバイス構造と電気特性解析: ON抵抗	35-37
5-5	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	40-42

② SiC MOSFETプロセス解析レポートからの抜粋

DENSO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	Vdss [V]	RON [mΩ]	チップサイズ [mm x mm]	チップ面積 [mm ²]	Intrinsic RONxA [mΩ・mm ²]
ROHM	SCH2080KE	第2	2012	1200	80			
ROHM	SCT3080KL/HR	第3	2016	1200	80			
ROHM	SCT4062KR	第4	2022	1200	62			
WOLFSPEED	C3M0075120K	第3	2017	1200	75			
ON-SEMI	NVHL080N120SC1	第1	2018	1200	80			
INFINEON	AIMW120R060M1H	第1+	2020	1200	60			
TOSHIBA	TW070J120B	第1*	2020	1200	70			
TOSHIBA	TW060N120C	第2*	2022	1200	60			
DENSO	MIRAI用 昇圧コンバータ	第1	2021		6.9			
DENSO	LEXUS用 モーターインバータ	第2	2023		4.7			

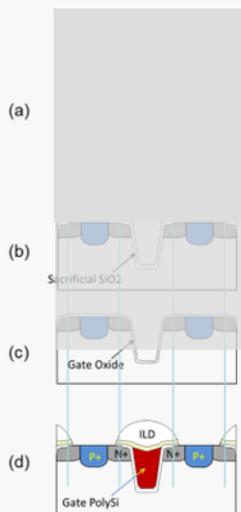


Fig. 2-2-1 トレンチ形成プロセスフロー

・プロセスフロー

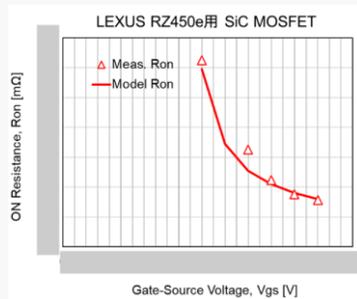
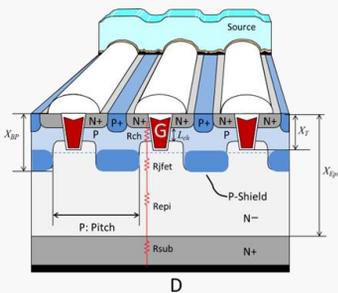
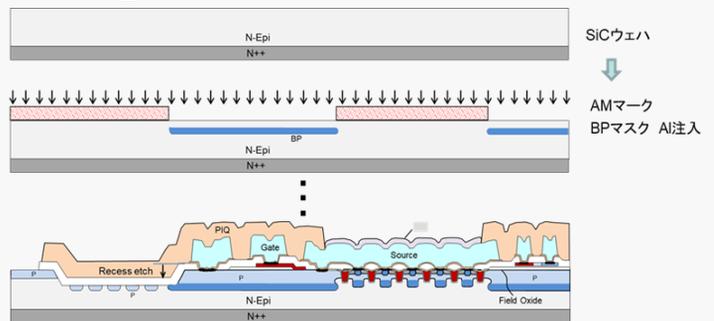


Fig.5-4-2: 実測(三角印)とモデル計算のRONのゲート・ソース間電圧Vgs依存性。

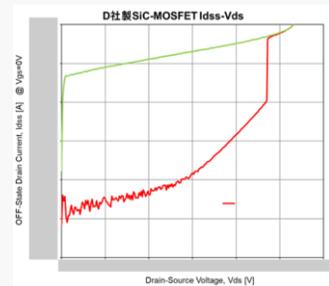


Fig.5-5-2 実測 Idss-vs-Drain電圧 (Vds) と抽出したブレーダウン耐圧BVdss