

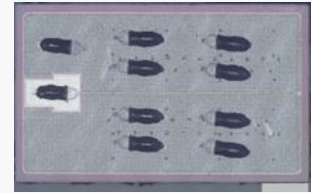
SiC MOSFET(1200V): Wolfspeed製 (Lucid Motors Lucid Air搭載) パワーモジュール EAB450M12XM3 構造解析、プロセス解析レポート



パワーモジュール外観



パワーモジュール内部



SiC MOSFETチップ

レポート概要

Lucid Motorsは2020年9月、高級電気自動車として「Lucid Air」を発表しました。同車は充電速度が最も速く、かつ航続距離が最も長い量産EVとして評価されました。同車モーターには、Wolfspeed製のハーフブリッジSiCパワーモジュールが搭載されています。本レポートでは、SiCパワーモジュールの構造・材料解析とSiC MOSFETの平面・断面構造解析を実施しており、その解析結果からプロセスフロー推定、実測の電気特性結果の解析を行っています。また、過去に解析した同社製の第3世代製品との比較結果をレポート内に記載しています。

製品仕様・特徴

型番：EAB450M12XM3 $V_{dss}=1200V$, $I_d=450A$, $R_{on}=2.6m\Omega$ 製品リリース日：2020年9月

- ・高いジャンクション温度(175°C(最大))での動作が可能。
- ・車載モーターや車両用急速充電器、自動車用試験装置など要求の厳しいアプリケーション向け。

レポート価格・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

- ・パワーモジュールはAMB基板を使用しており、絶縁層はSiN系。
- ・チップとダイパッド間のダイアタッチ材としてAu-Sn-Cu系はんだを使用。

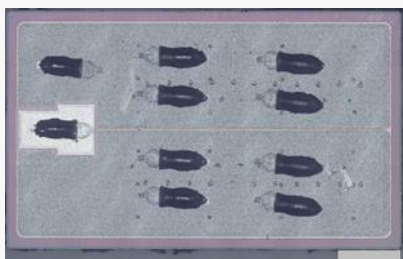
②プロセス解析レポート 価格：¥600,000(税抜) 発注後1weekで納品

- ・本製品は最新の第3世代SiC MOSFETが使用され、トランジスタ領域面積当たりのON抵抗 $R_{on} \times AA$ は $319m\Omega \cdot mm^2$ 。
- ・その使用されているチップ型番を特定。
- ・過去に解析した同社製の第3世代 SiC MOSFET(C3M0075120K)のトランジスタと比較して、バリアメタルが厚くなっている。これは短絡耐量を向上させるための対策と考えられる。

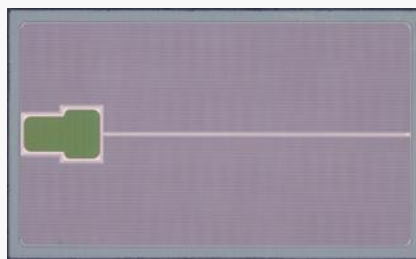
① 構造解析レポートからの抜粋

	Page
1. デバイスサマリー	3
1-1. 解析結果まとめ	4
2. モジュール構造解析	
2-1. モジュール外観観察	9
2-2. モジュール内部観察	12
2-3. 搭載チップ観察	15
2-4. モジュール断面観察	16
3. SiC MOSFET 構造解析	
3-1. 平面構造解析(OM)	51
3-2. 平面構造解析(SEM)	67
3-3. セル領域 断面構造解析(SEM)	77
3-4. チップ外周部 断面構造解析(SEM)	85
3-5. Gate電極パッド部 断面構造解析	94
4. TEM解析	
4-1. TEM解析	101
5. C3M0075120Kとの比較	106

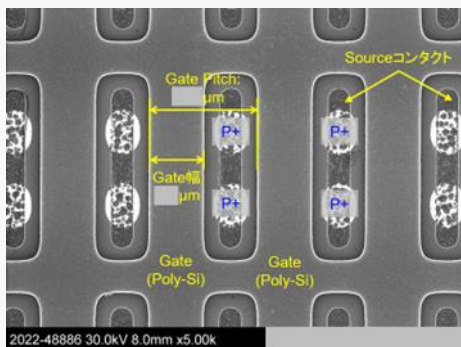
① 構造解析レポートからの抜粋



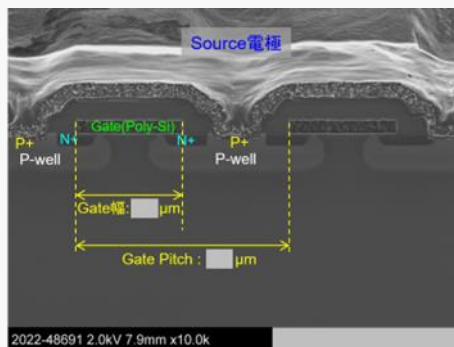
SiC MOSFET(Top Metalレイヤ)



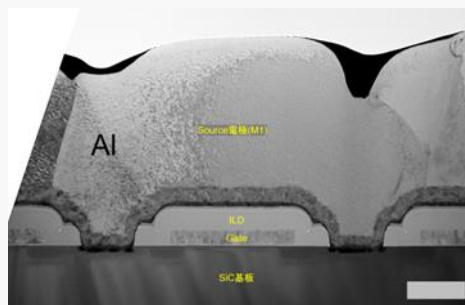
SiC MOSFET(Poly-Siレイヤ)



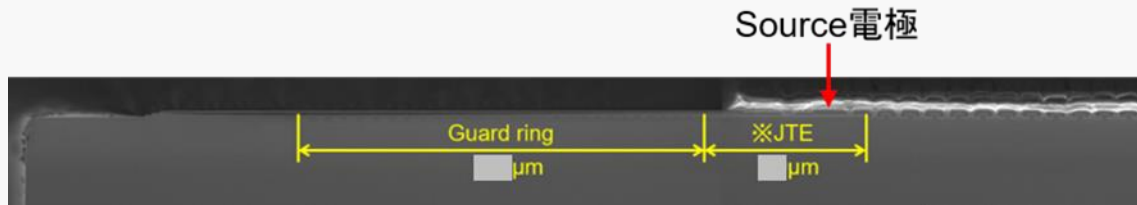
セル部平面(Poly-Siレイヤ)



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

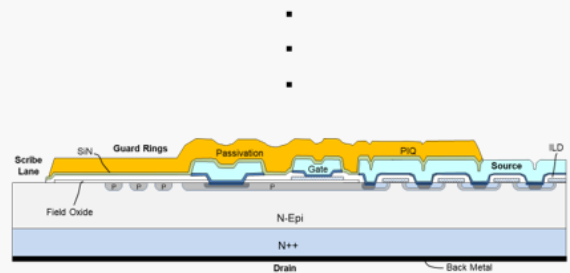
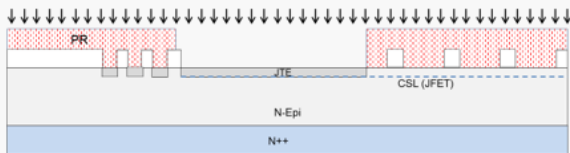
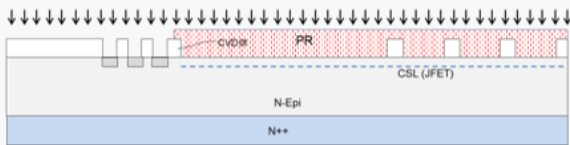
【目次】	頁
1	WOLFSPEED社のSiC MOSFET EAB450M12XM3 解析結果のまとめ 3
1-1	WOLFSPEED社製品と他社のSiC MOSFETの特性比較 4
1-2	SiC MOSFETチップ全体 5
1-3	チップ端部 6
1-4	デバイス構造: SiC MOSFET トランジスタの模式的な断面図 7
1-5	平面構造解析(SEM): トランジスタの構造 8
2	SiC MOSFET観察
2-1	断面・平面構造解析(SEM) 10-15 トランジスタの構造・プロセスの特徴(1) - (6) 10-15
2-2	チャンネル長Lchを決定するためのN+およびPウェル拡散のセルフアライン 形成プロセスの詳細(推定) 16-17
3	WOLFSPEED EAB450M12XM3のSiC MOSFET 解析結果まとめ 18
	Table3-1 デバイス構造: SiC MOSFET 18
	Table3-2 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 22-27
5	電気特性評価 28
5-1	WOLFSPEED製SiC MOSFET EAB450M12XM3の Id-Vds特性 29
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) 30
5-3	オフ状態破壊電圧BVdss特性 31
5-4	ゲートリーク電流I _{gss} 特性 32
5-5	メーカー間のリーク電流の比較 33
5-6	ボディダイオード特性 34
5-7	容量(Ciss, Coss, Crss)-Vds特性 35
5-8	デバイス構造と電気特性解析: ON抵抗 36-38
5-9	N-エピ層不純物濃度解析 39
5-10	デバイス構造と電気特性解析:ブレークダウン電圧 40
6	関連文献目録 41
7	関連特許目録 41
8	Appendix: チップの識別 42

② プロセス解析レポートからの抜粋

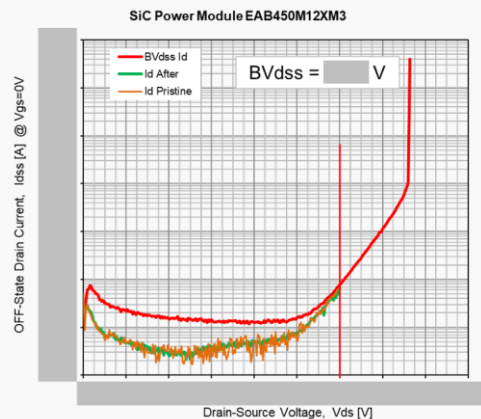
WOLFSPEED社製品と他社のSiC MOSFETの特性比較

Maker	Part no.	プロセス世代	生産	チップサイズ mmxmm	mm ²	Vdss [V]	RON [mΩ]	Intrinsic RONxA [mΩ・mm ²]
ROHM	SCT3080KL	第3	2016			1200	80	
ROHM	SCT4062KR	第4	2022			1200	62	
WOLFSPEED (GREE)	C3M0075120K	第3	2017			1200	75	
	EAB450M12XM3	第3	2023			1200	13	
INFINEON	AIMW120R060M1H	第1+	2021			1200	60	
GeneSiC	G3R75MT12K	第3	2020			1200	75	
onsemi	NVHL080N120SC1	第1	2019			1200	80	
onsemi	NTH4L022N120M3S		2022			1200	22	

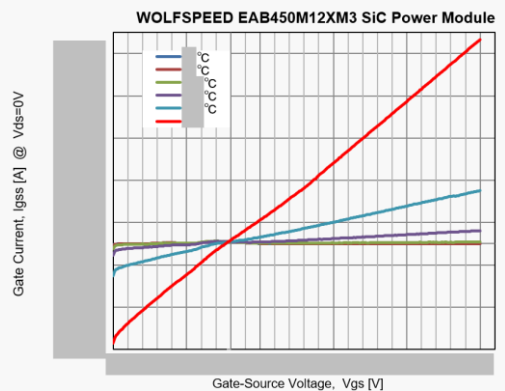
プロセスフロー(推定)



プロセス・シーケンス(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