

## SiC MOSFET(1200V):Infineon AIMBG120R010M1 構造、プロセス解析レポート



パッケージ外観



SiC MOSFET

### レポート概要

2023年5月、Infineonは車載アプリケーション向けの新世代1200V CoolSiC MOSFETを発表しました。この車載用グレードのSiC MOSFETにより、高い電力密度と効率の提供、双方向充電機能、システムコストの削減が可能で、オンボードチャージャー (OBC) やDC-DCアプリケーション向けの製品となります。

今回その解析レポートとして下記の2つをリリースします。

- (1) 構造解析レポート: パッケージ断面、SiCチップの平面、断面解析
  - (2) プロセスフロー解析レポート: 製造プロセスフローの推定、電気特性と構造の関係
- これらのレポートから、本製品の特徴を明らかにしています。

さらに、Infineon CoolSiC 1200Vトランジスタの最初の製品(2017年)から最新製品(2023年)までの進化を評価しています。

### 製品仕様・特徴

型番: AIMBG120R010M1 車載用1200V SiC MOSFET 205A、8.7mΩ 製品リリース日: 2023年5月

- ・動作  $V_{gs}=20V$  (前世代の 18V よりもはるかに高い)
- ・低いRon (8.7mΩ)、現在市場にあるTO263-7パッケージの中で唯一のサブ10 mΩ タイプ
- ・XTテクノロジー

### レポート内容・結果概要 (各レポートの目次はP.2とP.4を参照)

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

- ・パッケージ・実装技術: .XT テクノロジーを使用した超薄型ダイアタッチ
- ・JFETを最適化するためにPシールド/Pwellを再設計
- ・チャンネル長(Lch)を短くしてトランスコンダクタンスを向上
- ・TEMによるゲート絶縁膜の観察

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

- ・単位面積当たりのオン抵抗  $RON_{AA}=196m\Omega \cdot mm^2$
- 他社第3世代より 20 ~ 40%低く、この性能は、構造的特徴のサイズを縮小することなく達成された。
- ・チャンネルキャリア移動度が競合他社の SiC トランジスタよりも 3 ~ 4倍高いことが明らかになった。

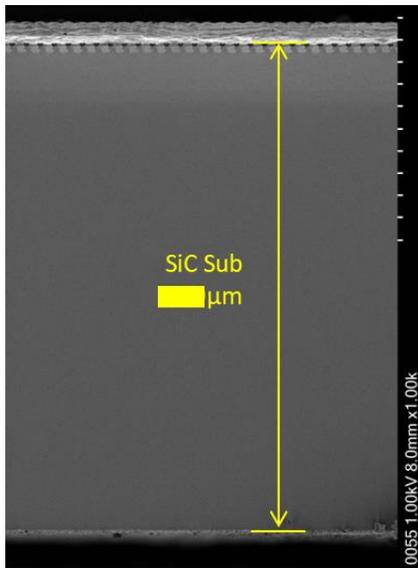
# ① 構造解析レポートからの抜粋(1)

【目次】	Page
1	デバイスサマリー
	Table1-1: デバイスサマリー ... 3
1-1.	解析結果まとめ ... 4
	Table1-2: デバイス構造: SiC MOSFET ... 5
	Table1-3: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚 ... 6
	Table1-4: デバイス構造: 実装パッケージ構造概要 ... 7
2	パッケージ解析
2-1.	外観観察 ... 9-11
2-2.	チップ観察 ... 12
2-3.	パッケージ解析断面解析 ... 13-24
3	SiC MOSFETチップ構造解析
3-1.	平面構造解析(OM) ... 26-41
3-2.	平面構造解析(SEM) ... 42-47
3-3.	セル部 断面構造解析 ... 48-54
3-4.	外周部 断面構造解析 ... 55-62
3-5.	Gateパッド部 断面構造解析 ... 63-66
4	TEM解析 ... 68-69

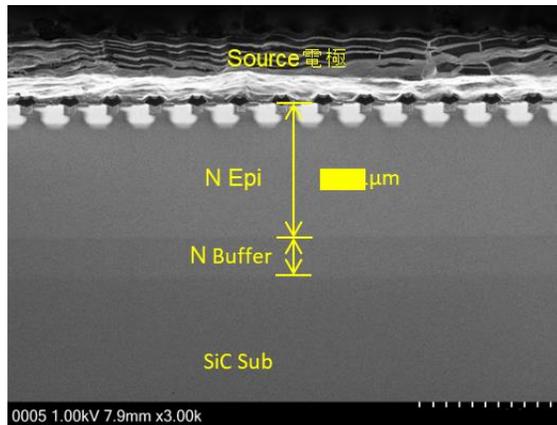
# ① 構造解析レポートからの抜粋(2)

**Table1-1: デバイスサマリー**

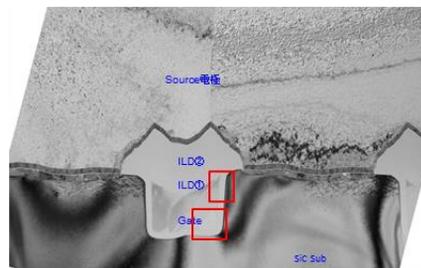
品種	SiC MOSFET (VDSS=1200V, R <sub>DS(ON)</sub> (Typ.)=8.7mΩ, I <sub>DDC</sub> =205 A)
メーカー	INFINEON Technologies AG
型番	AIMBG120R010M1
パッケージ	PG-TO263-7-HV-ND5.8
パッケージマーキング	AS10MM1 HAC2312
チップ構成	トランジスタ: SiC MOSFET x1
SiC-MOSFET チップサイズ	7.67mm × 3.71mm = 28.5mm <sup>2</sup>
SiC-MOSFET チップ製造プロセス	
SiC-MOSFET メタル配線	
特徴	
応用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ On-board charger</li> <li>・ DC/DC converter</li> <li>・ Auxiliary drivers</li> </ul>



チップ厚 断面SEM像



N Epi層膜厚 断面SEM像



トランジスタセルTEM観察

## ② プロセス解析レポートからの抜粋(1)

【目次】	Page
1 Infineon 1200V CoolSiC (AIMBG120R010M1) エグゼクティブサマリー	... 3
1-1. Infineon, ROHM, Wolfspeedなどの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. デバイス構造: SiC MOSFET SiC MOSFETセルアレイと断面SEM SiC MOSFETアレイ構造の全体模式図	... 7
1-5. デバイス構造: SiC MOSFETチャネルの面方位について	... 8
1-6. SiC MOSFETセル観察	... 9-11
1-7. 平面構造解析(SEM): チップコーナー部	... 12
1-8. SiC MOSFET構成とレイアウト	... 13-14
2 Infineon 1200V CoolSiC (AIMBG120R010M1) 解析結果まとめ	
表1 デバイス構造: SiC MOSFET	... 15
表2: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚	... 16
3 製造プロセスフロー解析	... 17
3-1. SiCMOSFETのフロントエンドウェーハプロセスフロー(推定)	... 18
3-2. SiC MOSFETのプロセス・シーケンス断面図	... 19-22
4 デバイス構造と電気特性解析	... 23
4-1. Infineon 1200V SiC MOSFET AIMBG120R010M1のId-Vds特性	... 24
4-2. デバイス温度をパラメータとしたオフ状態のドレイン電流対ドレイン電圧(Vds)	... 25
4-3. OFF状態ドレインリーク電流特性の比較	... 26
4-4. オフ状態破壊電圧BVdss特性	... 27
4-5. ゲートリーク電流I <sub>gss</sub> 特性	... 28
4-6. ボディダイオード特性	... 29
4-7. 容量(C <sub>iss</sub> , C <sub>oss</sub> , C <sub>rss</sub> )-Vds特性	... 30
4-8. デバイス構造と電気特性解析:ON抵抗成分解析	... 31-33
4-9. N-エピ層不純物濃度解析	... 34
4-10. ブレークダウン電圧	... 35
5 Infineonの1200V CoolSiC MOSFETの詳細な比較: 進化と特性の比較	... 36-38
6 関連文献目録	... 39
7 関連特許目録	... 40-42

## ② プロセス解析レポートからの抜粋(2)

### 1-6. SiC MOSFETセル観察

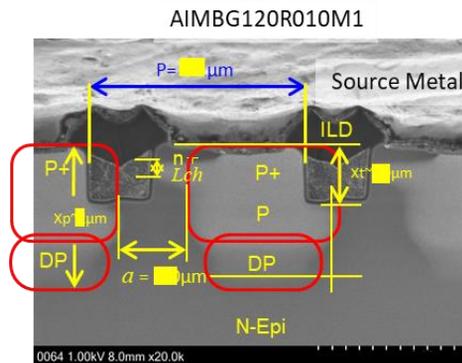


Fig. 1-6-1 トランジスタセル

非対称トレンチゲートMOSFET。P+拡散領域はより深く、トレンチ底部と重なった底部層

SEM画像は低い倍率で撮影されているように注意

トレンチの深さはチャネルの深さによって決定される。

※ トレンチゲートMOSFETはWOLFスピードで測定できない

表5-1: CoolSiC MOSFETの進化と特性の比較

#	Units	INFINEON			WOLFSPED
		IMW120R045M1	AIMW120R060M1H	AIMBG120R010M1	C3M0075120K
1	Technology production start	2017	2021	2023	2017
2	Max Drain Voltage, Vdss	1200	1200	1200	1200
3	Gate-Source transient voltage range, Vgs				
4	Recommended Vgs (for spec Ron)				
5	ON Resistance (Typ) @ Tc=25°C				
6	Intrinsic specific ON resistance RONxAA				
7	Triode β/W				
8	MOSFET Channel Length, Lch (x)				(x) : SEM
9	Gate Dielectric (Oxide) Thickness, Tox				
10	MOSFET Channel Effective Mobility, μch				
11	Transconductance gm/W (Vds=10V)				
12	JFET Pinch-off Voltage, Vp	6.2	6.2	19	10

### 3-2. SiC MOSFETのプロセス・シーケンス断面図

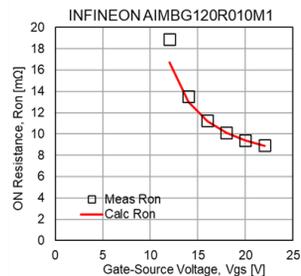
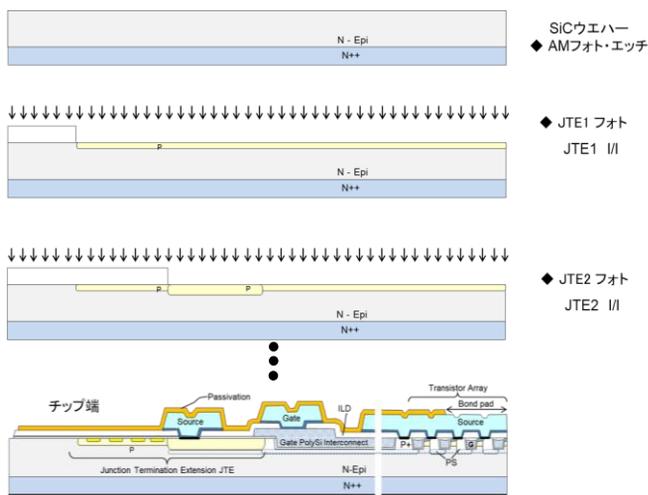


Fig. 4-8-3 実測RON(丸印)とモデル計算RON(青線)の比較

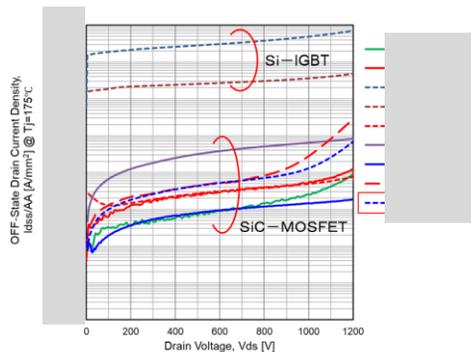


Fig.4-3-1: SiC-MOSFETとSi-IGBTのオフ状態ドレインリーク電流特性の比較