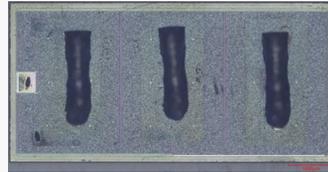


SiC MOSFET(1200V):Infineon AIMBG120R010M1 構造、プロセス解析レポート



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 R_{on} (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。

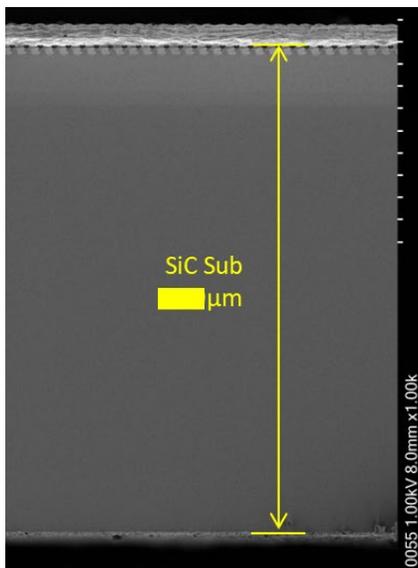
① 構造解析レポートからの抜粋(1)

| 【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 |

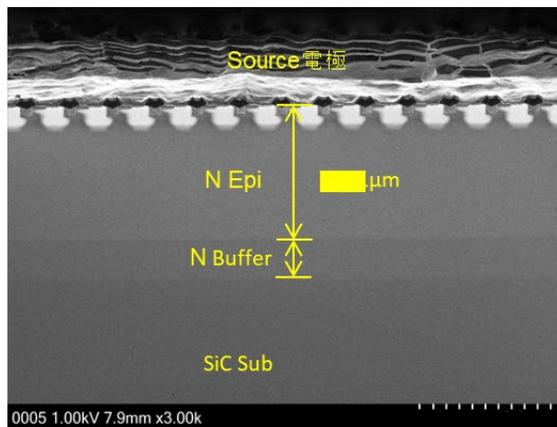
① 構造解析レポートからの抜粋(2)

Table1-1: デバイスサマリー

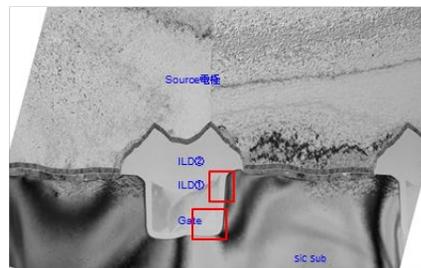
| | |
|----------------------|--|
| 品種 | SiC MOSFET (VDSS=1200V, R _{DS(ON)} (Typ.)=8.7mΩ, I _{DDC} =205 A) |
| メーカー | INFINEON Technologies AG |
| 型番 | AIMBG120R010M1 |
| パッケージ | PG-TO263-7-HV-ND5.8 |
| パッケージマーキング | AS10MM1 HAC2312 |
| チップ構成 | トランジスタ: SiC MOSFET x1 |
| SiC-MOSFET チップサイズ | 7.67mm × 3.71mm = 28.5mm ² |
| SiC-MOSFET チップ製造プロセス | |
| SiC-MOSFET メタル配線 | |
| 特徴 | |
| 応用 | |



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 _{gss} 特性 | ... 28 |
| 4-6. ボディダイオード特性 | ... 29 |
| 4-7. 容量(C _{iss} , C _{oss} , C _{rss})-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

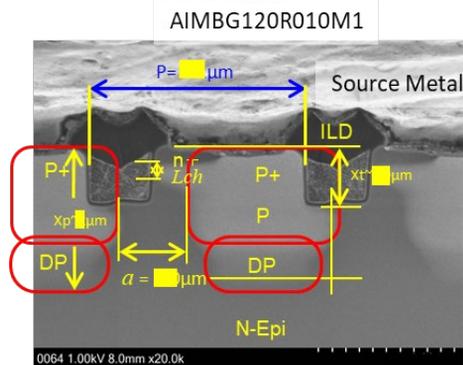


Fig. 1-6-1 トランジスタセル

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像は低いよ
DP領域のように注意
トレンチの深さによって決定される。

表5-1: CoolSiC MOSFETの進化と特性の比較

| # | Units | INFINEON | | | WOLFSPEED |
|----|--|--------------|----------------|----------------|-------------|
| | | 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

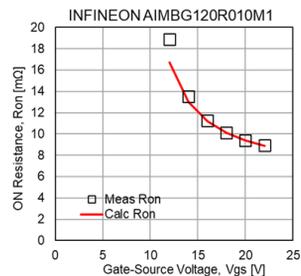
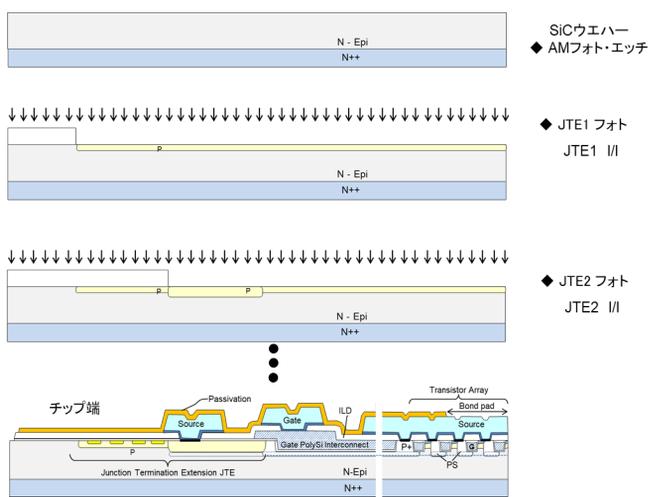


Fig. 4-8-3 実測RON(丸印)とモデル計算RON(青線)の比較

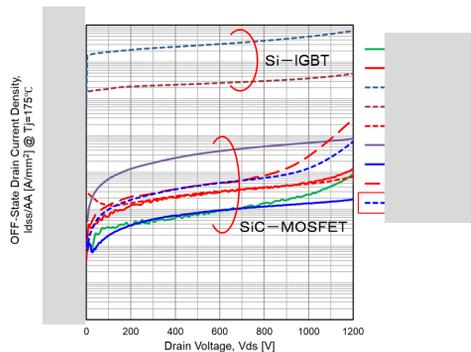


Fig.4-3-1: SiC-MOSFETとSi-IGBTのオフ状態ドレインリーク電流特性の比較