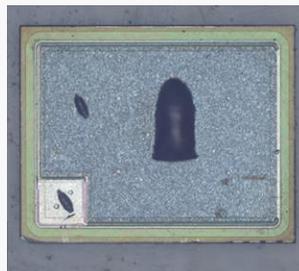


SiC MOSFET (2000V) : Infineon IMYH200R100M1HXKSA1 構造解析、プロセス解析レポート



パッケージ外観



SiC MOSFET

レポート概要

2023年1月、Infineonから2000V SiC MOSFETが発売されました。
本製品は需要が高まっている1500VDCのアプリケーション向けとなっており、出力密度向上とシステムコスト低減を実現して、次世代の太陽光発電、電気自動車 (EV) チャージャー、エネルギー貯蔵システムをターゲットとしています。

今回、同製品について2つのレポートをリリースします。

- ① パッケージ断面構造、チップ平面、断面解析を行う構造解析レポート
- ② 製造プロセスフローの推定、電気特性と構造の関係をまとめたプロセスフロー解析レポート
レポートには断面構造、エピ層の膜厚、電気特性など1700V品との比較を行い、本製品の特徴を明らかにしています。

製品仕様・特徴

型番: IMYH200R100M1HXKSA1 2000V 26A 100mΩ 製品リリース日: 2023年1月

- ・TO-247-PLUS-4 パッケージ搭載
- ・同社の1700V SiC MOSFETと比べ低いドレイン-ソース間オン抵抗値を実現

解析内容・レポート価格 (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、Pシールド/Pwellを再設計。
- ・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RonAAは450mΩ・mm²。耐圧の向上にも関わらず、同社製の1700V品と比較すると、約50%低い。なお、セルピッチは同社製1700V品と同一。
- ・同じ基本セルを用いて、RonAAを低減する方策を考慮し、解析を実施。

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. 搭載チップ観察	... 12
2-3. パッケージ断面構造解析	... 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)	... 42-49
3-3. セル部 断面構造解析(SEM)	... 50-55
3-4. チップ外周部 断面構造解析(SEM)	... 56-63
3-5. Gate電極パッド部 断面構造解析(SEM)	... 64-66
4 TEM構造解析	... 68-69
5 Infineon製1700V SiC MOSFET (IMBF170R450M1X)との比較	... 71-73

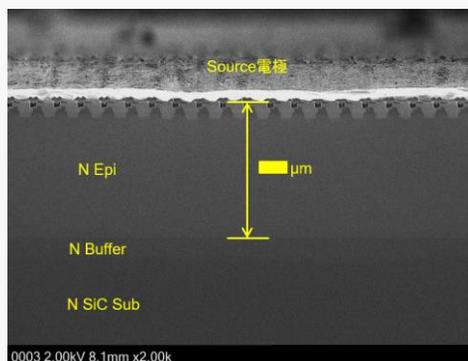
① 構造解析レポートからの抜粋(2)

Table1-1: デバイスサマリー

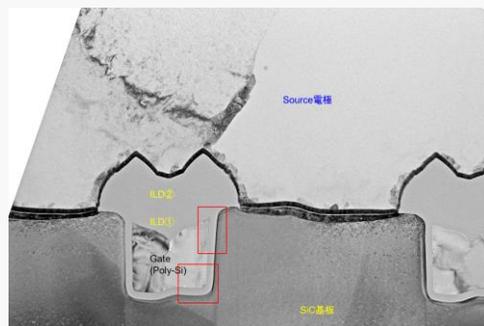
品種	SiC MOSFET (VDSS=2000V, $R_{DS(ON)}$ (Typ.)=100m Ω , I_D =26A)
メーカー	Infineon Technologies AG
型番	IMYH200R100M1H
パッケージ	TO-247-4
パッケージマーキング	20M1H100 i HAA2229
チップ構成	トランジスタ: SiC MOSFET x1
SiC-MOSFET チップサイズ	2.99mm x 2.32mm = 6.94mm ²
SiC-MOSFET チップ製造プロセス	
SiC-MOSFET メタル配線	
特徴	
応用	<ul style="list-style-type: none"> •String inverter •Solar power optimizer •EV-Charging



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 断面TEM像

② プロセス解析レポートからの抜粋(1)

【目次】		Page
1	Infineon 2000V CoolSiC IMYH200R100M1H エグゼクティブサマリー	… 3
1-1.	INFINEON製品と他社の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 2000V CoolSiC IMYH200R100M1H 解析結果まとめ 表1 デバイス構造: SiC MOSFET 表2: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚	… 15 … 16
3	製造プロセスフロー解析	…
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	電気特性評価	… 23
4-1.	INFINEON 1200V SiC MOSFET IMYH200R100M1Hの I_d - V_{ds} 特性	… 24-25
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(V_{ds})	… 26
4-3.	オフ状態破壊電圧 BV_{dss} 特性	… 27
4-4.	メーカー間のリーク電流・耐圧特性の比較	… 28
4-5.	ゲートリーク電流 I_{gss} 特性	… 29
4-6.	ボディダイオード特性	… 30
4-7.	容量(C_{iss} , C_{oss} , C_{rss})- V_{ds} 特性	… 31
4-8.	デバイス構造と電気特性解析:ON抵抗成分解析	… 32-34
4-9.	N-エピ層不純物濃度解析	… 35
4-10.	ブレイクダウン電圧	… 36
5	関連文献目録	… 37
6	関連特許目録	… 38-40

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

IMYH200R100M1HXKS1

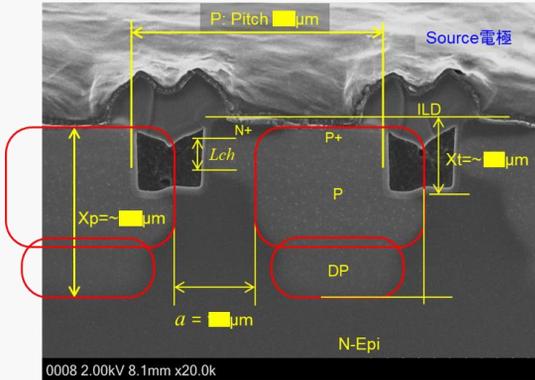


Fig. 1-6-1 トランジスタセル

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ている。トレンチの深さは、トレンチの深さとトレンチの幅の比によって決定される。

SEM電位コンタクトは、低いように見えます。

DP領域は、JTE領域と重なっているように見えます。トレンチの深さとトレンチの幅の比に注意。これはトレンチ工程で決定されます。

トレンチ工程

a: P+-P-

※ トランジスタMOSFETのWOLFSPEER InfineonのトレンチゲートMOSFETは、チャンネル長(Lch)とトレンチの深さの差によって決定される。

3-2. SiC MOSFETのプロセス・シーケンス断面図

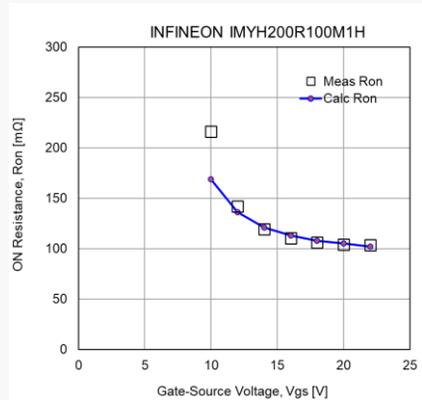
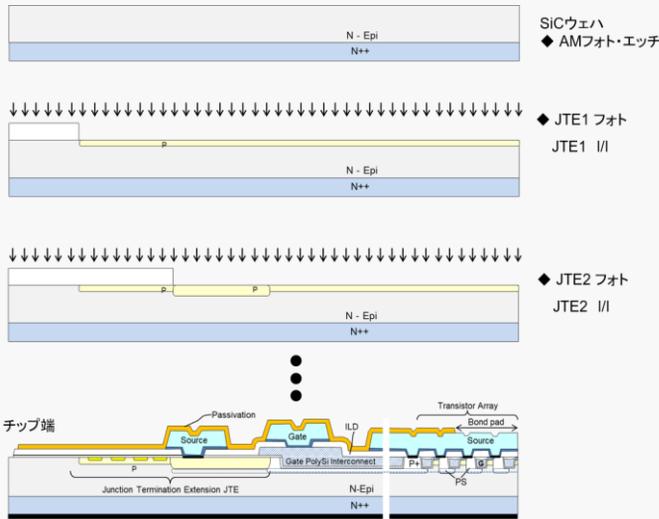


Fig. 5-8-3 実測RON(丸印)とモデル計算RON(青線)の比較

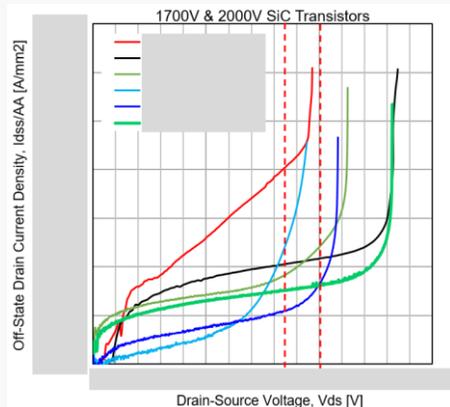


Fig. 5-4-1. 室温 (Tj ~25° C) での 1700Vと2000V 定格の SiC MOSFETsのオフ状態ドレインリーク電流密度の比較。