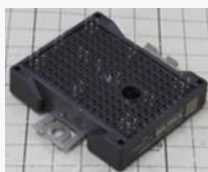
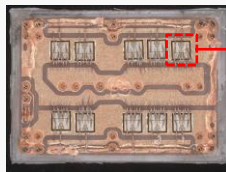


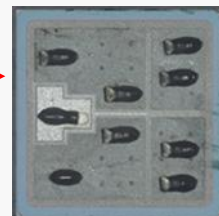
SiCパワーモジュール(2300V): Wolfspeed CAB6R0A23GM4T モジュール構造、SiC MOSFET概要、構造解析レポート



モジュール俯瞰像 正面



モジュール内部レイアウト



SiC MOSFETチップ

レポート概要

現在、再生可能エネルギー業界において太陽光発電やエネルギー貯蔵などの市場は急速に成長しており、1500V DCアプリケーションの需要が高まっています。2024年9月、大手SiCメーカーのWolfspeed社は、そのアプリケーション向けに2300V SiCパワーモジュールを発売しました。現状、2000V帯の高耐圧SiCデバイスは、各社のラインナップが少なく、Wolfspeedでは初の製品です。今回、本製品の構造とその特徴を明らかにした、下記3つのレポートをリリースしました。

製品特徴

型番: CAB6R0A23GM4T $V_{DS}=2300V$ 、 $I_D=150A$ 、 $R_{DS(ON)}=6.0m\Omega$ 製品リリース日: 2024年9月

データシート: https://assets.wolfspeed.com/uploads/2024/09/Wolfspeed_CAB6R0A23GM4_data_sheet.pdf

・アプリケーション: ソーラーインバータ、エネルギー貯蔵システム、高効率コンバータ、インバータ

解析結果概要(解析内容の詳細につきましては、P.2, 4, 6を参照)

- ① モジュール構造解析レポート 価格 ¥450,000 (税別) 発注後1weekで納品
- ② SiC MOSFET概要解析レポート 価格 ¥300,000 (税別) 発注後1weekで納品
- ③ SiC MOSFET構造解析レポート 価格 ¥750,000 (税別) 発注後1weekで納品

- ・第4世代SiC MOSFETチップ(Honeycomb型セル構造)を搭載 $R_{onAA} = 516 m\Omega \cdot mm^2$ 。
- ・破壊電圧 BV_{dss} の測定の結果、十分なマージンがあることを確認しました。
- ・同社製第4世代1200V品と比較してエピ膜厚やチップ外周部のJTE、GR構造(注入幅等)が異なります。
- ・断面構造解析の結果、コンタクト部に懸念点が確認されています。

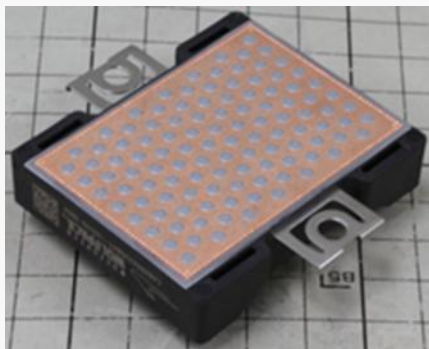
①モジュール構造解析レポート 目次・解析内容

【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: モジュール構造概要	... 5
2	モジュール解析	
2-1.	モジュール外観観察	... 7-9
2-2.	モジュール内部レイアウト観察	... 10-11
2-3.	搭載チップ観察	... 12
2-4.	モジュール断面観察	... 13-25

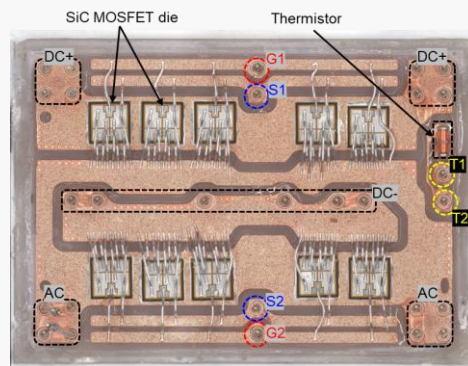
解析内容

- ・モジュール平面解析: モジュール外観観察、内部レイアウト確認
- ・モジュール断面解析: モジュール断面観察(OM・SEM)、材料分析(SEM-EDX)

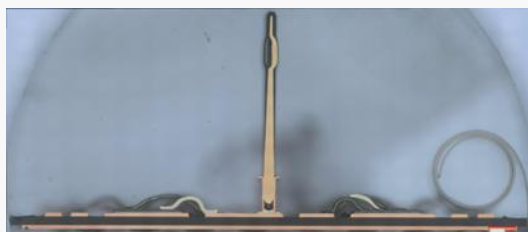
①モジュール構造解析レポートからの抜粋



モジュール俯瞰像 裏面



モジュール内部レイアウト



モジュール断面

Number	Measurement points	Length measurement	Materials
1	Mold resin		
2	Al wire		
2-1	Gate		
2-2	Source		
3	MOSFET		
3-1	Organic protective film		
3-2	Top metal		
3-3	Substrate		
3-4	Backside metal-1		
3-5	Backside metal-2		
3-6	Backside metal-3		
4	Die attach		
5	Die pad		
5-1	Die pad		
5-2	Plating layer		

モジュール断面構造概要

②SiC MOSFET概要解析レポート 目次・解析内容

【目次】	Page
1 デバイスサマリー	
Table1-1: デバイスサマリー	...
1-1. 解析結果まとめ	...
Table1-2: デバイス構造: SiC MOSFET	...
Table1-3: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚	...
2 SiC MOSFETチップ構造解析	
2-1. 平面構造解析(OM)	...
2-2. セル部 断面構造解析	...
2-3. 外周部 断面構造解析	...
3 第4世代1200V SiC MOSFETとの比較	...

解析内容

Wolfspeed製 第4世代 2300V SiC MOSFETチップの概要、構造解析ではどちらも共通して下記を行なっています。

- 1) SiC MOSFETチップ平面解析
- 2) SiC MOSFETチップ断面解析
- 3) 第4世代1200V SiC MOSFETとの構造比較

1)~3)について概要解析レポートと構造解析レポートは下記のように内容が異なります(下記表を参照。)

	概要解析レポート内容 (24R-0861-2)	構造解析レポート内容 (24R-0861-3)
1)	・チップ観察(OM)、チップサイズとトランジスタ領域面積測長	・左の内容に加えて 各層セル平面レイアウト、配線接続の確認(OM・SEM)
2)	・エピ層、セル部、チップ外周部の断面SEM観察・解析 (エピ膜厚とセル断面構造、セルピッチの確認)	・セル部、チップ外周部のさらに詳細な観察・解析と Gateパッド・Gate配線の断面解析(SEM)
3)	・チップサイズ A、トランジスタ面積AA、RonAA エピ膜厚、セルピッチの比較。	・左の内容に加えて セル断面構造、チップ外周部の構造(JTEとGR)の比較 (GR: Guard ring)

また、構造解析レポートでのみ上記1), 2)に加え、

- ・セルのTEM断面解析
- ・チップ裏面のアニール痕の解析
- ・電圧耐圧(破壊電圧BV_{dss}、動作電圧マージン)測定

を行なっています。

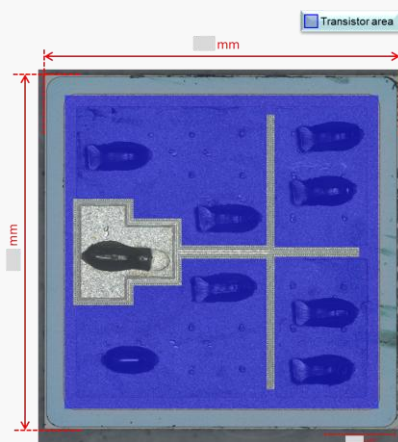


②SiC MOSFET概要解析レポートからの抜粋

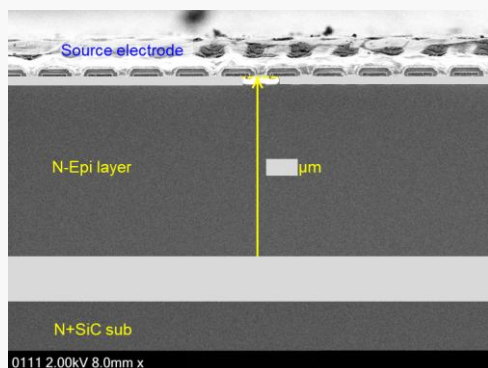
Table1-1: Device summary

Device	2-in-1 SiC power module(VDS = 2300V, R _{DS(ON)} (Typ.) = 6.0mΩ (V _{GS} = 15 V), I _D = 150A, T _{vj(op)} (Max.)=150°C)
Manufacturer	Wolfspeed, Inc. (America)
Product name	CAB6R0A23GM4T (T: With Pre-Applied Phase Change Thermal Interface Material)
Module marking	WOLFSPEED WOLFPACK™ CAB6R0A23GM4T-IA2440-0094
Module configuration	2-in-1 Half-Bridge ・Transistor: SiC MOSFET x10 (5 dies per switch) ・Thermistor x1
Module size	56 mm(W) × 62 mm(D) × 16 mm(H)
SiC MOSFET die size	mm × mm = mm ²
SiC MOSFET Die manufacturing process	SiC wafer, planer gate, top metal source
Feature	・ ・
Application	- DC Fast Chargers - Energy Storage Systems - High-Efficiency Converters / Inverters - Renewable Energy - Smart-Grid / Grid-Tied Distributed Generation - Solar Inverters

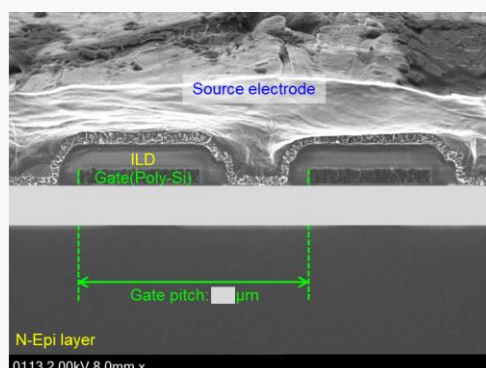
デバイスサマリー



SiC MOSFETチップ全体写真



Epi層 断面SEM像



セル部 断面SEM像

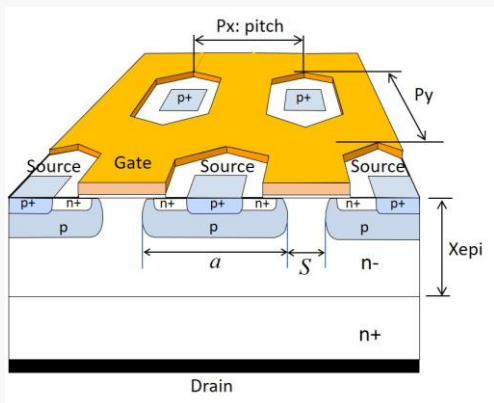
③SiC MOSFET構造解析レポート 目次・解析内容

【目次】		Page
1	デバイスサマリー	
	Table1-1:デバイスサマリー	...
1-1.	解析結果まとめ	...
	Table1-2: デバイス構造: SiC MOSFET	...
	Table1-3: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚	...
2	SiC MOSFETチップ構造解析	
2-1.	平面構造解析(OM)	...
2-2.	平面構造解析(SEM)	...
2-3.	セル部 断面構造解析	...
2-4.	外周部 断面構造解析	...
2-5.	Gateパッド部 断面構造解析	...
3	TEM構造解析	...
4	SiC MOSFETチップ裏面構造解析 (アニール痕の解析)	...
5	第4世代1200V SiC MOSFETとの比較	...
6	電気特性評価 (オフ状態破壊電圧BVdss測定)	...

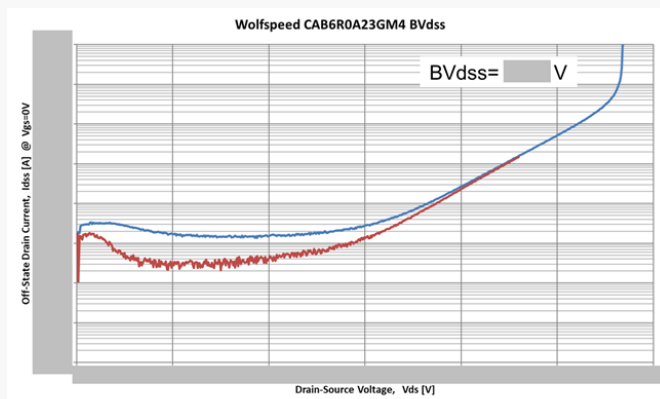
解析内容

P.4を参照

③SiC MOSFET構造解析レポートからの抜粋



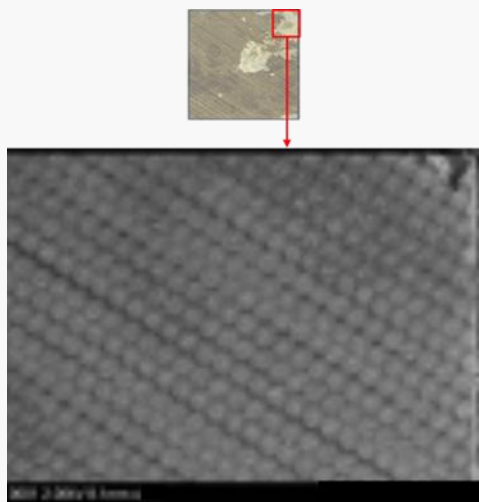
Honeycomb型トランジスタセル構造



オフ状態破壊電圧BVdss測定結果

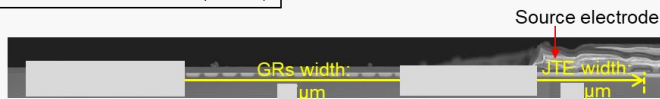


セル部 断面TEM像

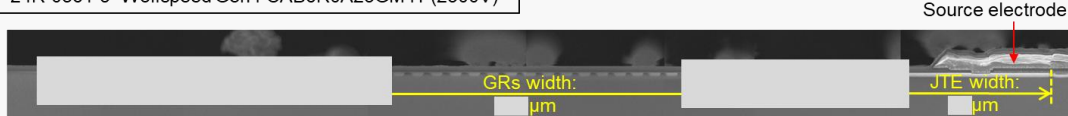


チップ裏面拡大 断面SEM像

24R-0327-2 Wolfspeed Gen4 E4M0013120K (1200V)



24R-0861-3 Wolfspeed Gen4 CAB6R0A23GM4T (2300V)



第4世代1200V SiC MOSFETとの比較(チップ外周部 JTE+GR周辺)