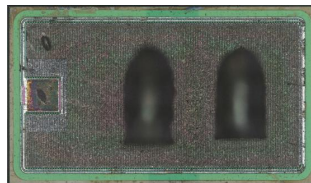


SiC MOSFET (1400V): Infineon IMZC140R038M2H 概要、構造、電気特性、SCM解析レポート



TO-247-4 IMZC140R038M2H



チップ写真

レポート背景と概要

Infineonにて、1400V SiC MOSFETの生産が2025年6月から開始されました。

本製品は、第2世代1200V CoolSiC™テクノロジーをベースに開発されており、初めて商用化された1400VクラスのSiC MOSFETとなります。新採用の高耐圧構造により、従来の1200V製品と比較して十分な電圧マージンを確保しています。この特性により、ゲート抵抗 (R_g) とスイッチング損失の最適なバランス設計が可能となり、システム全体の効率向上および設計自由度の拡大に寄与しています。対象アプリケーションとしては、商用車、建設機械、xEV向け充電インフラ、バッテリーエネルギー貯蔵システム (BESS) など、高電圧・高信頼性が求められる幅広い用途への適用を目的としています。

今回の解析では、RON_{xAA} (FOM) が最先端の第4世代 1200V SiC MOSFET よりも低いことが示されています。また、既存の1200Vデバイスと比較してその斬新な特徴を明らかにしています。

製品特徴

型番：IMZC140R038M2H V_{dss}=1400V, RON=38mΩ, I_d=37A (100°C) 製品リリース日：2025年6月(データシート)

データシート：[IMZC140R038M2H](#)

解析内容 & レポート価格

① SiCチップ概要解析レポート 価格 ¥300,000 (税別) 発注後1weekで納品

- ・チップ写真、サイズ、セル基本構造の確認と既存の1200V品との簡易構造比較
- ・データシートの電気特性評価比較を実施しています。

② SiCチップ構造解析レポート 価格 ¥750,000 (税別) 発注後1weekで納品

- ・1400V化に伴う断面構造上の変更点を明らかにしています。(エピ層、JTE、Pwellなど)
- ・本1400V品のRON・AA指数は、主力の第4世代に比べて約10%低くなっている。

③ 基本的な電気特性解析レポート 価格 ¥350,000 (税別) 発注後1weekで納品

- ・電気特性評価 (R_{G,int}※, BV_{dss}, C-V_{ds}, I_{dss}-V_{ds}-T, I_{gss}-V_{gs})
- ・特性と構造の相関関係についての考察
- ・従来の1200V G2プロセスとの具体的な変更点の特定

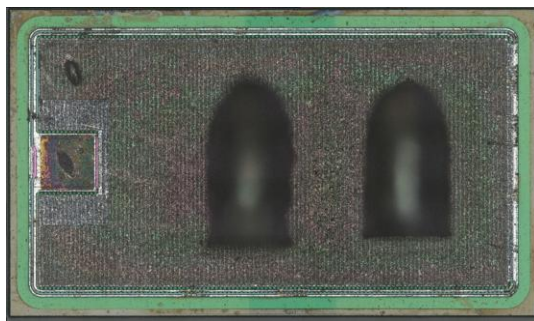
※トランジスタの内部抵抗 (R_{G,int}) の評価とモデリングは、トレンチゲートポリシリコンの抵抗率などの情報を抽出するために使用されます。

④ SCM 解析レポート 価格 ¥550,000 (税別) 発注後1weekで納品

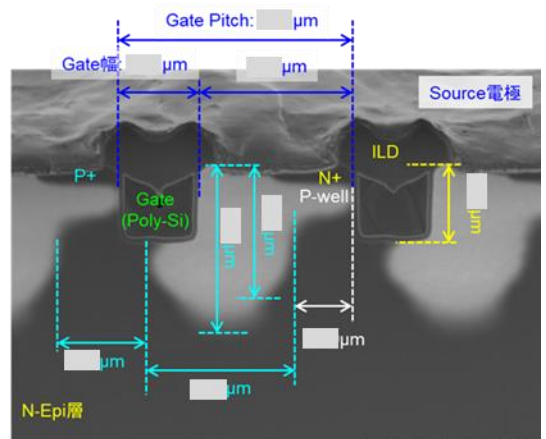
1. 概要解析レポート 目次

| 【目次】 | | Page |
|------|---|-------|
| | 背景と解析結果 | ... |
| 1 | デバイスサマリー | 3 |
| | 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チップ概要解析 | ... |
| 2-1. | パッケージ外観観察 | ... |
| 2-2. | チップ外観観察 | ... |
| 2-3. | セル部断面観察 | ... |
| 3 | 比較 SiC MOSFET(1200V) Infineon IMBG120R078M2H | ... |
| | | 11-13 |

概要解析レポートからの抜粋



SiC MOSFET (Top metal layer)



セル部 断面SEM像

| | | IMZC120R040M2H | IMZC140R038M2H |
|------------------------------------|------|----------------|----------------|
| Package | | TO-247-4 | TO-247-4 |
| Vdss | V | 1200 | 1400 |
| DC Id @ Tc=25°C | A | | |
| 100°C | A | | |
| Transient Max Vgs | V | | |
| Avalanche Energy (Single) | mJ | | |
| Max Tj | °C | | |
| Thermal Resistance, Rthjc(max) | °C/W | | |
| Power Dissipation, Pd @ Tc=25°C | W | | |
| 100°C | W | | |
| ON Resistance, Ron @ Id | A | | |
| @ Vgs | V | | |
| Ron (typ) 25°C | mΩ | | |
| Ron (typ) 150°C | mΩ | | |
| Ron (max) 150°C | mΩ | | |
| Ron (typ) 175°C | mΩ | | |
| Threshold Voltage, Vth | V | | |
| Transconductance, gm | S | | |
| Internal gate resistance, Rgi | Ω | | |
| Input gate capacitance, Ciss | pF | | |
| Output Capacitance, Coss | pF | | |
| Reverse transfer Capacitance, Crss | pF | | |
| Coss stored energy, Eoss | μJ | | |
| Total gate charge, Qg | nC | | |
| Plateau gate charge, Qgs(pl) | nC | | |
| Gate-drain charge, Qgd | nC | | |
| Energy losses at Vds=800V | | | |
| Turn-on Energy, Eon @ 175°C | μJ | | |
| Turn-off Energy, Eoff @ 175°C | μJ | | |
| Reverse Recovery, Efr @ 175°C | μJ | | |
| Total Esw = Eon+Eoff+Efr @175°C | μJ | | |

主な電気特性の比較 (データシートより)

2. SiCチップ構造解析レポート 目次

| 【目次】 | | Page |
|---------|---|-------|
| 背景と解析結果 | | |
| 1 | デバイスサマリー | |
| | Table1-1: デバイスサマリー | ... |
| | Table1-1: デバイスサマリー | 4 |
| 1-1. | 解析結果まとめ | ... |
| | Table1-2: デバイス構造: SiC MOSFET | ... |
| | 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 | ... |
| | Table1-3: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚 | 6 |
| | Table1-3: デバイス構造: レイヤー材料・膜厚 | 7 |
| 2 | パッケージ解析 | |
| 2-1. | 外観観察 | ... |
| 2-1. | 外観観察 | 9-10 |
| 2-2. | 内部レイアウト観察 | ... |
| 2-2. | 内部レイアウト観察 | 11 |
| 3 | SiC MOSFETチップ構造解析 | |
| 3-1. | 平面構造解析(OM) | ... |
| 3-1. | 平面構造解析(OM) | 13-25 |
| 3-2. | 平面構造解析(SEM) | ... |
| 3-2. | 平面構造解析(SEM) | 26-31 |
| 3-3. | セル部 断面構造解析 | ... |
| 3-3. | セル部 断面構造解析 | 32-38 |
| 3-4. | 外周部 断面構造解析 | ... |
| 3-4. | 外周部 断面構造解析 | 39-44 |
| 3-5. | Gateパッド部 断面構造解析 | ... |
| 3-5. | Gateパッド部 断面構造解析 | 45-47 |
| 4 | 比較 SiC MOSFET(1200V) Infineon IMBG120R078M2H | ... |
| 4 | 比較 SiC MOSFET(1200V) Infineon IMBG120R078M2H | 49-52 |

構造解析レポートからの抜粋

3-1. 平面構造解析 (OM)

【Top Metal】

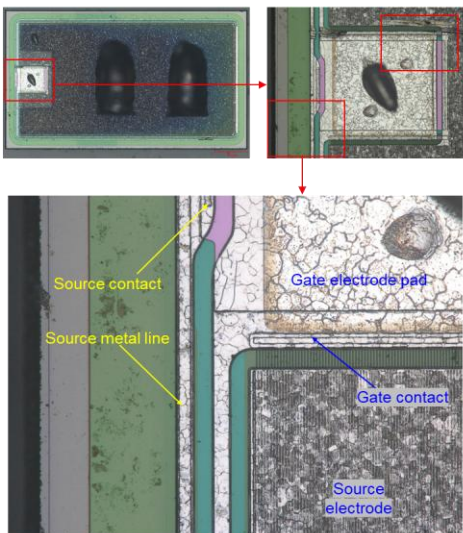


Fig. 3-1-10 Gate pad corner (Top Metal layer)

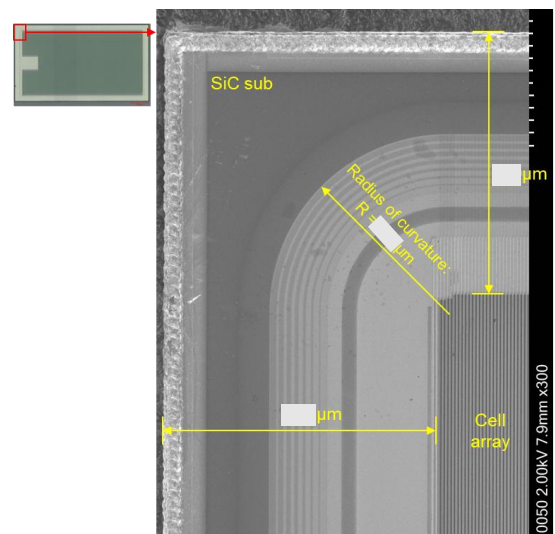


Fig. 3-2-2 Plane SEM image of die corner (SiC sub layer)

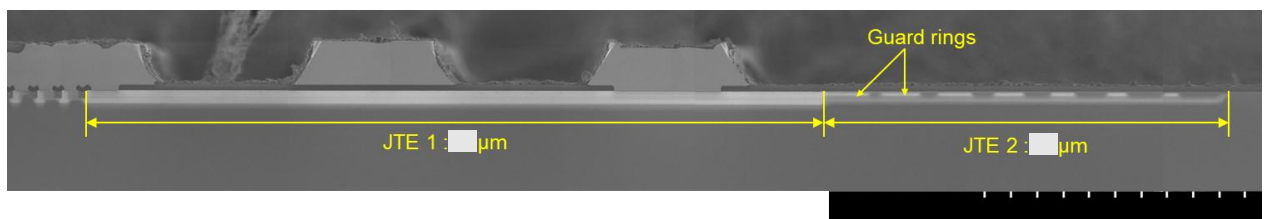


Fig. 3-4-2 Cross-sectional SEM image of die outer periphery

3. 基本的な電気特性解析レポートの抜粋

| Content | | Page |
|---------|--|-------|
| 1 | INFINEON 1400V CoolSiC SiC-MOSFET IMZC140R038M2H: エグゼクティブサマリー | 3 |
| 1-1. | INFINEON製品と他社SiC MOSFETの特性性能比較 | 4 |
| 1-2 | INFINEON 1200Vおよび1400V SiC MOSFETの特性比較 | 5 |
| 1-3. | SiC-MOSFET チップ | 6 |
| 2 | 電気特性評価 | 7 |
| 2-1. | SiC-MOSFETの I_d - V_{ds} 特性 | 8 |
| 2-2. | オフ状態のドレイン電流(I_{dss})とドレイン電圧(V_{ds})の 関係(デバイス温度をパラメータとし、活性化エネルギー(E_a)) | 9 |
| 2-3 | メーカー間のリーク電流の比較 | 10 |
| 2-4. | オフ状態破壊電圧 BV_{dss} 特性 | 11 |
| 2-5. | ゲートリーク電流 I_{gss} 特性 | 12 |
| 2-6 | ボディダイオードの特性 | 13 |
| 2-7. | 静電容量(C_{iss} 、 C_{oss} 、 C_{rss})- V_{ds} 特性 | 14 |
| 2-8. | デバイス構造と電気特性解析: オン抵抗 | 15-17 |
| 2-9. | トランジスタ内部ゲート抵抗($R_{G,int}$)解析 | 18-21 |
| 2-10. | N-エピ層不純物濃度プロファイル抽出分析 | 22 |
| 2-11. | デバイス構造と電気特性解析: 破壊電圧 | 23 |
| 3 | INFINEON 1200Vと1400V第2世代CoolSiC MOSFETの比較 | 24-25 |
| 4 | 関連文献 | 26 |
| 5 | 関連特許 | 27-29 |

2-8 デバイス構造と電気特性解析: オン抵抗

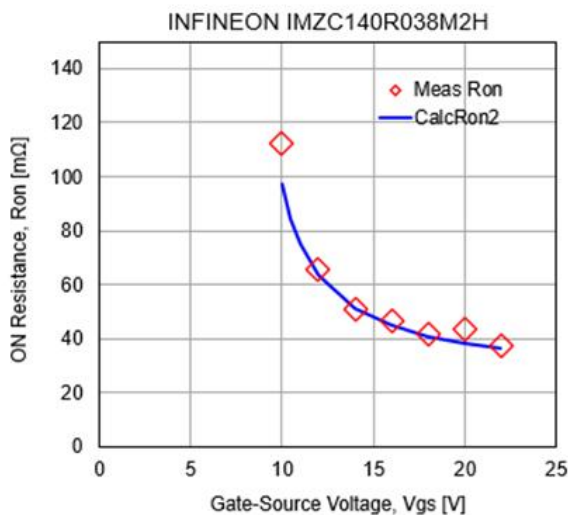


Fig. 2-8-2 Comparison of measured RON (circle) and model calculated RON (blue line)

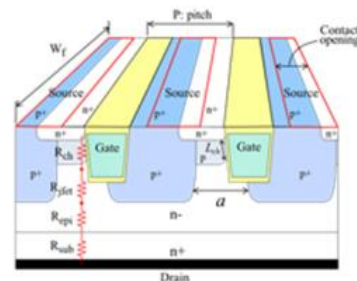


Fig. 2-8-3 Asymmetric trench SiC MOSFET Schematic

・数値解析と測定されたRON特性へのフィッティングにより、MOSFETチャンネルの有効キャリア移動度は $\mu\text{ch} = \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ であることが示された。

3. 基本的な電気特性解析レポートの抜粋 (2)

2-4. オフ状態破壊電圧BVdss特性

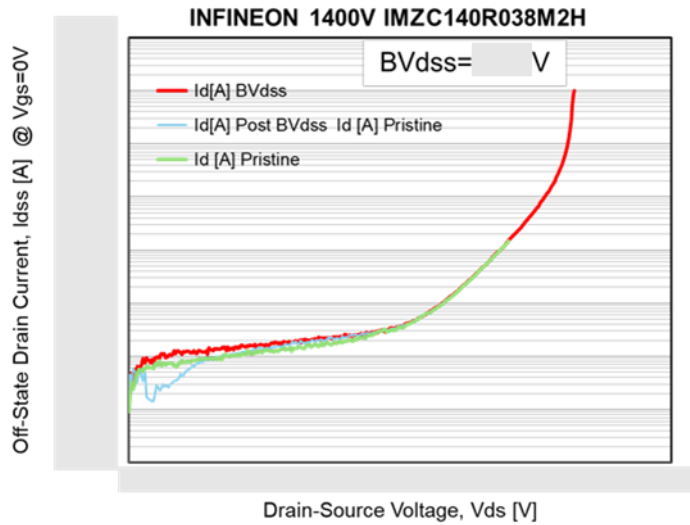
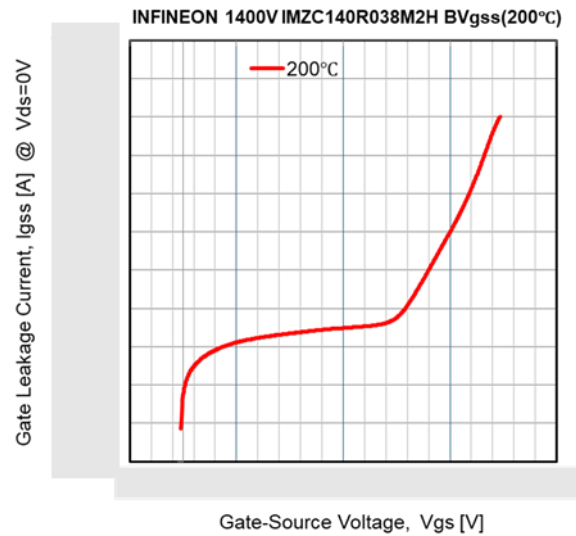
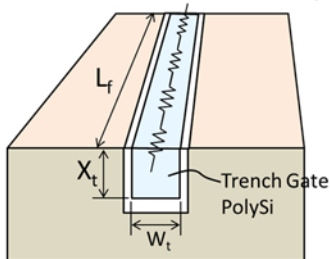


Fig. 2-4-1 Off-state breakdown voltage BVdss

2-5. ゲートリーク電流I_{gss}特性



2-9. トランジスタ内部ゲート抵抗(R_{G,int})解析(1)



New evaluated item

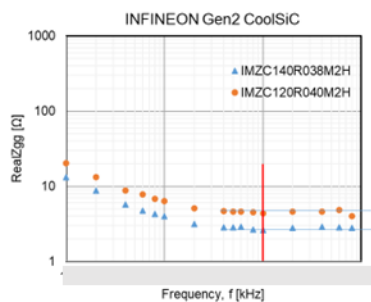


Fig. 2-9-X Measured frequency dependency of gate internal resistance R_{gint} (=Re(Z_{gg})) for the 1200V and the 1400V CoolSiC MOSFETs.

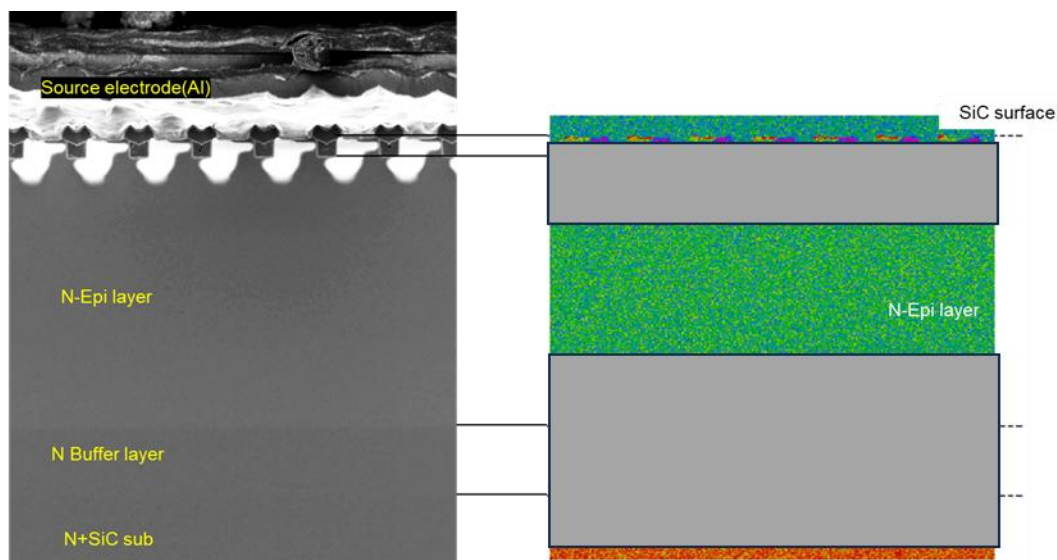
| | Datasheet R _{gint} [Ω] | Measured R _{gint} [Ω] | Model R _{gint} [Ω] |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| IMZC140R038M2H | 2.75 | 2.62 | 2.5 |
| IMZC120R040M2H | 6.5 | 4.34 | 6.2 |

トランジスタの内部抵抗 (R_{G,int}) の評価とモデリングは、トレンチゲートポリシリコンの抵抗率などの情報を抽出するために使用されます。

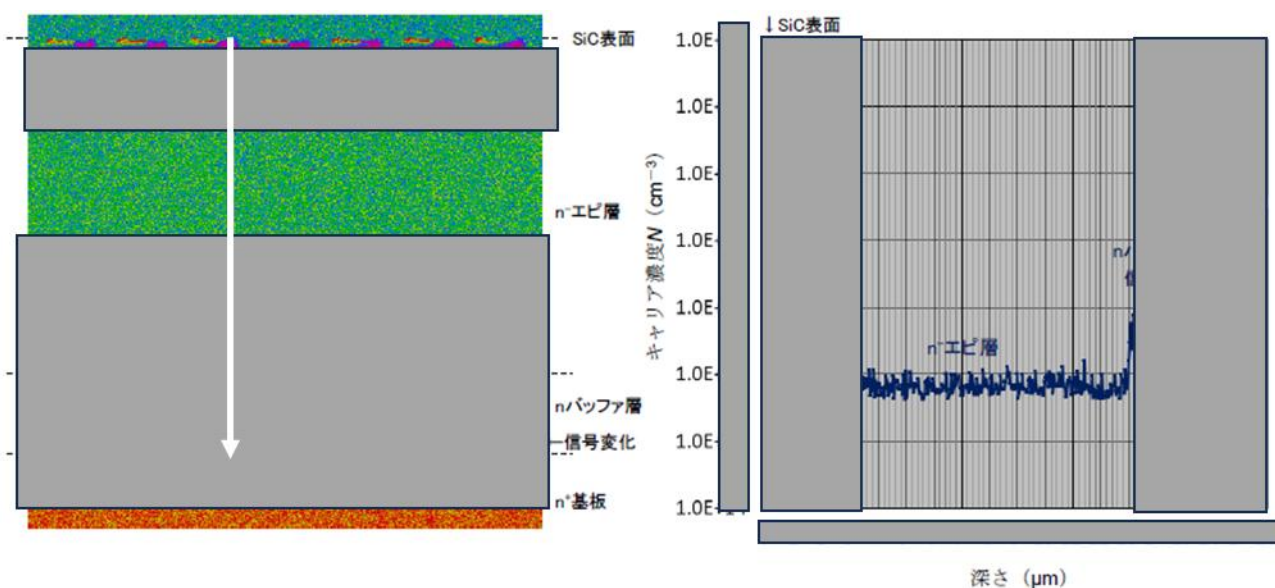
4. SCM解析レポート 目次

| 【目次】 | Page |
|-------------------|---------|
| 1 デバイスサマリー | |
| Table1-1:デバイスサマリー | ... 3 |
| 2 SCM分析 | ... 4-7 |
| 3 SCM ライン分析 | ... 8-9 |

SCM解析レポートからの抜粋



セル部 SCM像



SCMラインプロファイル