

SiC MOSFETs(1200V):中国製SiC MOSFET 調査・ベンチマークレポート (2025年版)

背景

中国でのSiCウェハ生産歩留まりの向上により、世界の大手SiC MOSFETメーカーも中国企業のウェハの採用を始め、ウェハの品質、歩留まりの向上、コストの低下などが報告されています。

ウェハだけでなく、SiCパワーデバイスの製造分野でも中国の参入企業が拡大(推定100社程度)しており、中国製パワーデバイスは様々な製品への採用が今後急速に拡大すると予測されています。

当社は、2021年から主要中国メーカーの製品の解析、評価を行っておりますが、近年中国のSiC MOSFETは大手メーカーと同等の性能を持つデバイスも見られる様になり、大手メーカーと同様に、定期的に中国SiC MOSFETの技術レベルの確認が必要と考えています。

レポート概要

エルテックは、約60製品のSiCパワーデバイス(2014年~2025年)と、2021年以降、9製品の中国製SiCパワーデバイスの構造/材料および電気特性解析を実施しており、本レポートは、中国メーカーの動向、世界の大手メーカーとの技術比較をまとめたレポートになります(P.3参照)。

対象製品

| メーカー | 世代 | 型番 | 電圧[V] | 電流[A] | オン抵抗[mΩ] |
|------------|------|-----------------|-------|-------|----------|
| BASIC | Gen2 | B2M065120Z | 1200 | 47 | 65 |
| INVENTCHIP | Gen2 | IV2Q12040T4Z ※1 | 1200 | 65 | 40 |
| INVENTCHIP | Gen3 | IV3Q12013T4Z | 1200 | 147 | 13.5 |
| Hestia | Gen2 | H2M120F080 | 1200 | 33 | 80 |
| 三安 | Gen2 | SMS1200075M2 | 1200 | 35 | 72 |

※1 比較のための簡易構造解析のみ実施

※企画の時点で対象としていましたBYDは正規品ではない可能性が高く、対象外となっています。(簡易レポートあり)

レポート内容・結果概要

- ・中国メーカーのFOM RONxAAIは、主要メーカーの第3世代以上に匹敵するメーカーが出てきている。
- ・評価したすべてのSiC MOSFETのエピ /バッファ層の膜厚が非常に類似しており、SiC基板とエピ層、バッファ層に共通性があることを示している可能性がある。
- ・信頼性への影響は不明であるが、いくつかの製品でSource電極、コンタクト周辺に形状的な異常が確認されている。
- ・コスト分析の結果、中国メーカーの原価は、米国メーカーを大幅に下回ると予想される。

レポート価格

価格: ¥900,000 (税別)

発注後1weekで納品

| 【目次】 | | Page |
|------|------------------------------------|-------|
| 1 | 1-1. エグゼクティブサマリー | 4 |
| | 1-2. 背景、解析の目的 | 5 |
| | 1-3. 中国の代表的なSiCパワー半導体メーカー | 6 |
| | 1-4. SiCパワー半導体メーカーの会社概要 | 7-8 |
| | 1-5. 中国製SiC MOSFETの比較(概要) | 9 |
| | 1-6. SiC MOSFET技術/性能動向と中国メーカーの位置付け | 10-12 |
| 2 | SiC MOSFET 構造概要 | 13 |
| | 2-1 SiC MOSFETの代表的な模式図 | 14-15 |
| | 2-2 トランジスタの主な構造的特徴の概要 | 16-19 |
| | 2-3 中国製SiC MOSFETの各製品の特徴 | 20 |
| | (1)特徴的な構造 (Hestia) | 21-22 |
| | 2-4 中国製SiC-MOSFET 製造上の懸念点 | 23 |
| | 製造上の懸念点(1) | 24 |
| | 製造上の懸念点(2) | 25-26 |
| | 製造上の懸念点(3) | 27-28 |
| 3 | 電気的特性のベンチマーク | 29 |
| | 3-1 電気特性データの比較 | 30-31 |
| | 3-2 構造パラメータの比較 | 32 |
| | 3-3 スイッチングエネルギー損失 | 33-37 |
| | 3-4 オフ状態ドレインリーク電流特性の比較 | 38-39 |
| | 3-5 オフ状態ゲートリーク電流特性の比較 | 40-41 |
| | 3-6 Bvdss特性の比較 | 42-43 |
| 4 | 中国製SiC MOSFETの製造コストについて | 44 |
| | 4-1. 1200V SiC MOSFETの製造プロセスの概要 | 45 |
| | 4-2. SiCプロセスのウェハコスト(PWC)見積もり概要 | 46 |
| 5 | Appendix | 47-61 |

3. 電気的特性のベンチマーク

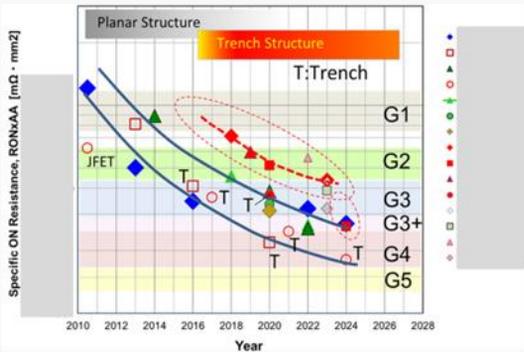


Fig. 1-6-1 対面積当たりRON抵抗 (RONxA)の指標トレンド
★このグラフは 当社の2015年-2024年で実施した解析データである

- 1) 下の線は、大手 SiC デバイスメーカー (Rohm, Toshiba, Fuji, Hitachi, STMicroelectronics) を表している → RONxA が最も低い
- 2) 中央の線は、マイナーメーカー (Infineon, Cree, LSI) を含む傾向である。
- 3) 赤い破線は、中国メーカーの傾向です → 2023年以前では技術の遅れが明らかとなっていたが、2023年度以降、Infineon や Cree など一部のメーカーは主要メーカーに追いつつつある。

| Part number | Unit | Chinese Manufacturers | | | | | | | |
|-------------|---|-----------------------|------------|-------------|--------------|--------------|------------|--------------|-------------|
| | | BASIC | | Invenchip | | SASTC | Hestia | Sanan | WOLFSPED |
| 1 | Parameter | B1M080120HC | B2M065120Z | IV1Q12080T3 | IV3Q12013T4Z | SA1M120065SD | H2M120F080 | SMS1200075M2 | E4M0013120K |
| 2 | Technology Generation | 1st | 2nd | 1st | 3rd | 1st | 2nd | 2nd | 4th |
| 3 | Model Year | 2018 | 4 | 2023 | 2020 | 4 | 2024 | 2023 | 2024 |
| 4 | Package | TO-247-3L | TO-247-4 | TO-247-3 | TO-247-4 | TO-247-3 | TO-247-3L | TO-247-4L | TO-247-4L |
| 5 | Vds | V | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 6 | DC Drain Current, Id @ Tc=100°C | A | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 7 | DC Drain Current, Id @ Tc=100°C | A | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| 8 | Pulsed Drain Current, Id(pulse) | A | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 9 | Max Junction Temperature, Tjmax | °C | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 10 | Max Power Dissipation, Pd | W | 295 | 295 | 295 | 295 | 295 | 295 | 295 |
| 11 | Thermal Impedance, Zth(jc) | °C/W | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 12 | Thermal Resistance, Rth(jc) | °C/W | 0.425 | 0.425 | 0.425 | 0.425 | 0.425 | 0.425 | 0.425 |
| 13 | Recommended Operating Vgs | V | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 14 | ON Resistance, RDS(on) @ Tc=100°C | mΩ | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 15 | ON Resistance, RDS(on)Max @ Tc=100°C | mΩ | — | — | — | — | — | — | — |
| 16 | ON Resistance, RDS(on)Typ @ Tc=100°C | mΩ | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| 17 | ON Resistance, RDS(on)Typ @ Tc=175°C | mΩ | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | Gate Input Resistance, Rg | Ω | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 |
| 19 | Thermal Capacitance, Cth | J | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| 20 | Cosφ Vgs=0V, Vds=800V | μF | 2224 | 2224 | 2224 | 2224 | 2224 | 2224 | 2224 |
| 21 | CosφVA | μF/mmo | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 22 | Cosφ | μF | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 23 | CosφVA | μF/mmo | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 |
| 24 | Cosφ | μF | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 25 | CosφVA | μF/mmo | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| 26 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 27 | Turn-off delay time, td(off) | ns | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 |
| 28 | Qrr | nC | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 29 | Qrr | nC | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| 30 | Turn-on delay time, td(on) | ns | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 31 | Resonant fr | ns | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 32 | Turn-off delay time, td(off) | ns | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 33 | Fall time, tf | ns | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 34 | Turn-on switching loss, Eon | μJ | 294 | 294 | 294 | 294 | 294 | 294 | 294 |
| 35 | Turnoff switching loss, Eoff | μJ | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 36 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 37 | Body Diode Forward Voltage, Vsd | V | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| 38 | Reverse Recovery Time, trr @ Vd=800V, Pd=1A | ns | — | — | — | — | — | — | — |
| 39 | Reverse Recovery charge, Qrr | nC | 202 | 202 | 202 | 202 | 202 | 202 | 202 |
| 40 | Peak Reverse Recovery Current, Itrr | A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 41 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 42 | Thermal Impedance, Zth(jc)Lead Single Pulse | °C/W | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 |
| 43 | Thermal Impedance, Zth(jc)Lead Single Pulse | °C/W | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 44 | Thermal Impedance, Zth(jc)Lead Single Pulse | °C/W | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

| Device Structure | Part number | Unit | Chinese Manufacturers | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----|-----------|-----|-------|--------|-------|----------|
| | | | BASIC | | Invenchip | | SASTC | Hestia | Sanan | WOLFSPED |
| | Technology Generation | | 1st | 2nd | 1st | 3rd | 1st | 2nd | 2nd | 4th |
| 47 | Chip Size, X x Y | mm x mm | 3 | | | | | | | |
| 48 | Chip Size, A = X x Y | mm ² | | | | | | | | |
| 49 | Transistor Active Area, AA | mm ² | | | | | | | | |
| 50 | Chip Edge (Uneffective) width, We | mm | | | | | | | | |
| 51 | FOM 1 : 単位面積当たりRON抵抗, RONxA | mΩ · mm ² | | | | | | | | |
| 52 | FOM 2: RONxQg | Ω · nC | | | | | | | | |
| 53 | MOSFET Total Channel width, W | mm | | | | | | | | |
| 54 | Transistor cell structure | | | | | | | | | |
| 55 | Transistor cell array configuration | | | | | | | | | |
| 56 | Transistor cell Pitch, P | μm | | | | | | | | |
| 57 | Tox | nm | | | | | | | | |
| 58 | N-Epi thickness | μm | | | | | | | | |
| 59 | Chip Thickness, dsc | μm | | | | | | | | |

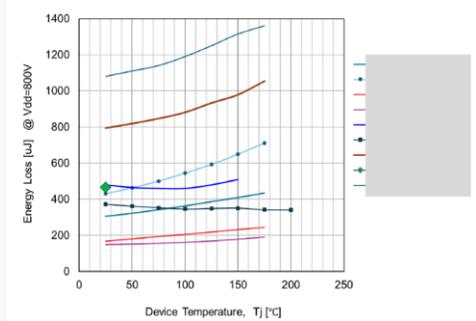
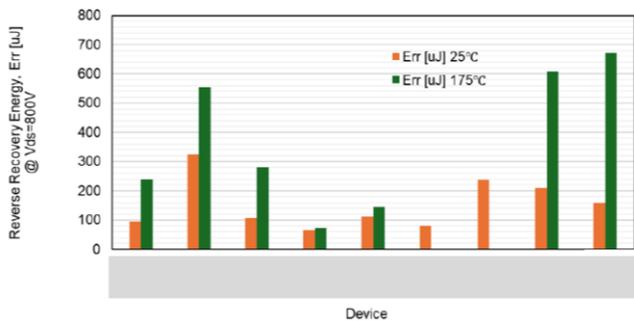


Fig.X-1 1200V, Ron~32-40mΩ SiC MOSFETでの(a) ボディダイオードの逆回復エネルギー損失 (Err @ 25°C, 800V)と(b) 総スイッチングエネルギー損失。



表2. トランジスタの主な構造的特徴の概要

| | BASIC社 | Inventchip社 | Inventchip社 |
|----------------------|------------|--------------|--------------|
| 製品 | B2M065120Z | IV2Q12040T4Z | IV3Q12013T4Z |
| チップ写真 | | | |
| トランジスタセル平面SEM: アレー構成 | | | |
| トランジスタセル断面SEM: Epi層 | | | |

製造上の懸念点(3) ()

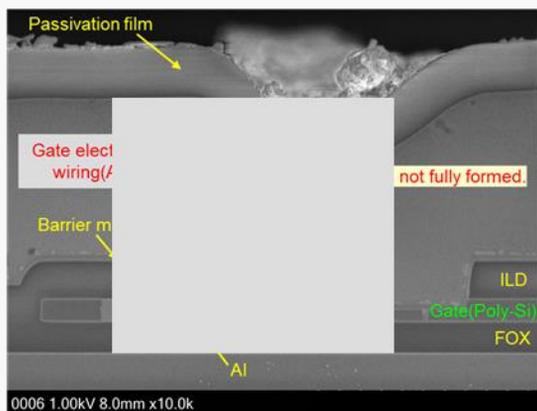
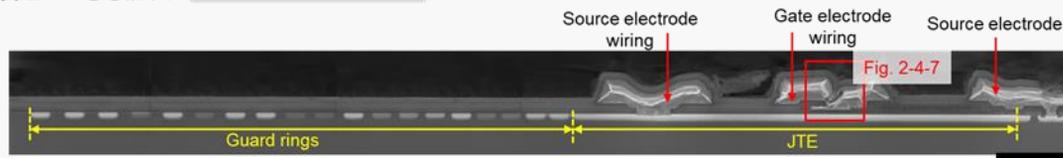


Fig. 2-4-7 外周部 断面SEM像

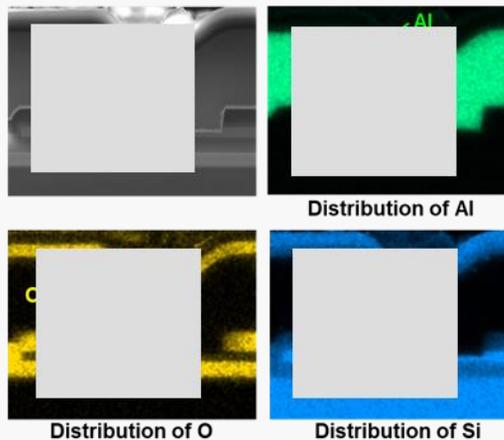


Fig. 2-4-8 SEM-EDXマッピング結果