

パワーデバイス

熱電対でパッケージ裏面を測定するときの注意点

このアプリケーションノートは実動作時に半導体チップのジャンクション温度を求めるために熱電対を使ってパッケージ裏面の温度を測定するときの注意点を記載しています。

測定器の定格

パッケージ裏面を熱電対で測定する場合、精度良く測定するには熱電対をパッケージに密着させる必要があります。Figure 1 に SiC MOSFET に使われている TO-247 パッケージを示します。裏面には放熱のための金属 (Thermal Pad) が露出しており、パッケージの構造上この Thermal Pad は Drain と接続されています。例えば Figure 2 のような回路で実動作しながら温度測定するときは Drain に高電圧が印加されているため、Thermal Pad にも同じ電圧が発生します。ここに熱電対を密着し、データロガーを接続すると測定器にも高電圧が印加されます。そのため測定器の定格が印加電圧以上でない測定できません。

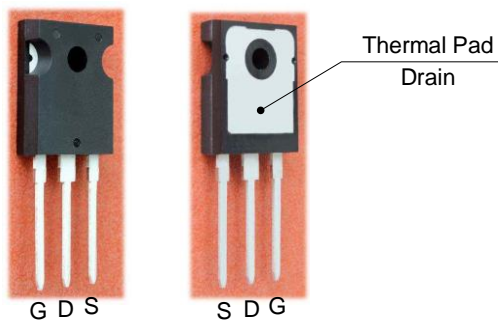


Figure 1. TO-247 パッケージ
裏面は Thermal Pad が露出している

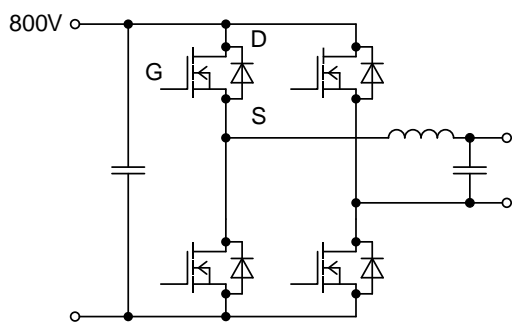


Figure 2. インバータ回路

ノイズの影響

測定するデバイスの回路がスイッチングしている場合、スイッチングノイズの影響で正しく温度測定できない可能性があります。ノイズの影響を軽減するためマイラなどの絶縁シートを Thermal Pad と熱電対の間に入れることがあります。絶縁シート部分に温度差が発生したり、密着性が悪化したりします。その結果、測定温度が低くなり、誤った見積もりをしてしまいますので注意が必要です。

熱抵抗を悪化

Figure 3 の様にパッケージ裏面とヒートシンクの間熱電対を挿入して温度測定を実施すると、熱電対の厚みによって TIM が浮き空気層ができるため熱抵抗を悪化します。熱電対の有無で熱抵抗が $8^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以上差が出る事例もあります。差の程度はモジュールの構造、熱電対や TIM の種類に依存します。

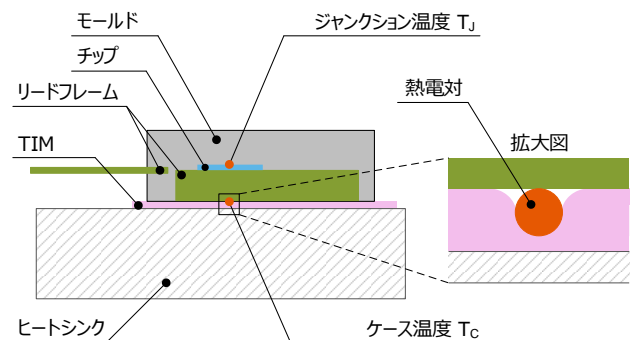


Figure 3. パッケージ裏面に熱電対を挿入すると
TIM が浮き熱抵抗を悪化する

熱電対の埋め込み方法

TIM の浮き問題を解消するために、Thermal Pad に溝を作り、そこへ熱電対を埋め込む方法があります。Figure 4 は溝へ熱電対を入れ、ヒートシンクとの接触性を良くするために、はんだで埋め込んだ状態です。この例では、はんだで熱電対がショートしてしまいました。熱電対はプラスとマイナスの電極が最初に接触したポイントの温度を測定するため、この場合はパッケージの端を測定していることになり、本来の位置(チップの直下)とは大きく異なっています。その結果、測定温度が低くなり、誤った見積もりをさせていただきますので注意が必要です。

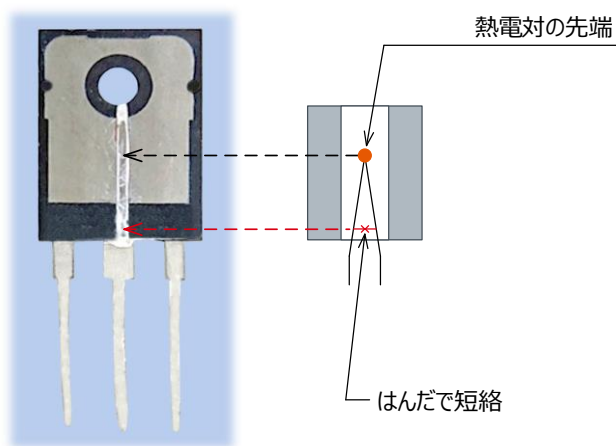


Figure 4. 溝へ熱電対を入れはんだで埋めた状態
熱電対が短絡しパッケージの端を測定している

Figure 5 は溝へ熱電対を入れ、先端がチップ直下のパッケージと接触するように接着剤で固定し、溝はグリースで埋める方法です。先端以外は被覆で電氣的に絶縁しているため、前の例のようにパッケージの端を温度測定するようなことにはなりません。しかし、Thermal Pad に溝を作り、熱伝導率の低い被覆や接着剤、グリースで埋めることになると、パッケージの放熱性能事態に影響を与えます。なお、この測定結果は熱電対やグリースの種類、溝の深さに依存します。

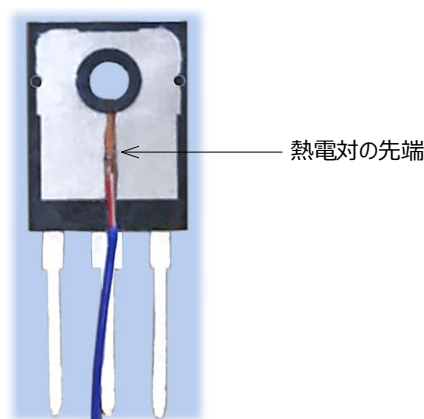


Figure 5. 溝へ熱電対を入れ、先端がチップ直下のパッケージと接触するように接着剤で固定し、溝はグリースで埋める方法

RthJC 値の違い

熱電対でパッケージ裏面温度を測定し算出した、ジャンクションからケースまでの熱抵抗 (RthJC) 値と、データシートに記載されている RthJC 値は算出方法が異なるため、混同しないようにしてください。データシートの値は JESD51-14 TDI 法に基づいたもので、熱電対は使用していません(アプリケーションノート: "熱抵抗 RthJC の測定方法と使い方"を参照)。そのため熱電対でパッケージ裏面温度を測定し、データシートの RthJC を使用してジャンクション温度 (T_J) を見積もると、実際よりも低い値になることもあるため注意が必要です。もしパッケージ裏面を熱電対で測定し、その値から T_J を見積もる場合は、必ず最終製品の状態で熱特性パラメータ(T_J とパッケージ裏面間温度を示すパラメータ)を求め、その値を使用する必要があります。また、測定品質を担保するため、熱電対の位置や種類、グリースの種類など、測定条件を詳細に文書化しておく必要があります。

参考資料

- [1] JESD51-14:2010, *Transient Dual Interface Test Method for the Measurement of the Thermal Resistance Junction to Case of Semiconductor Devices with Heat Flow Through a Single Path*

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>