

LSI 製品 パッケージ の 熱抵抗、熱特性パラメータについて

No.AEA-0003 J

目次

| | |
|---------------|-----|
| 1. 目的 | 1 |
| 2. 準拠規格 | 1 |
| 3. 用語とその定義 | 1,2 |
| 4. 測定環境 | 2 |
| 5. 測定用基板仕様 | 3 |
| 6. チップ温度の測定方法 | 4 |

1. 目的

このアプリケーションノートでは、ロームが製造したLSIチップを封入しているパッケージ群の熱抵抗と熱特性パラメータの定義及びその活用方法を示します。

2. 準拠規格

このアプリケーションノートに記載している内容は、JEDEC規格（JESD51-2A,3,5,7,9,10）に準拠しています。

3. 用語とその定義

3.1 TA (Ambient air temperature)

周囲環境温度。

3.2 TJ (Junction temperature)

ジャンクション温度。

3.3 T_T (The temperature at the top center of the outside surface of the component package)

パッケージ上面中心温度。

3.4 θ_{JA} (Theta from Junction to Ambient)

ジャンクションから周囲環境までの熱抵抗。複数の経路から放熱しています。

3.5 Ψ_{JT} (The thermal characterization parameter to report the difference between junction temperature and the temperature at the top center of the outside surface of the component package)

ジャンクションからパッケージ上面中心までの熱特性パラメータ。パッケージ上面以外にも熱伝導するため、その放熱量によって値が変化します。

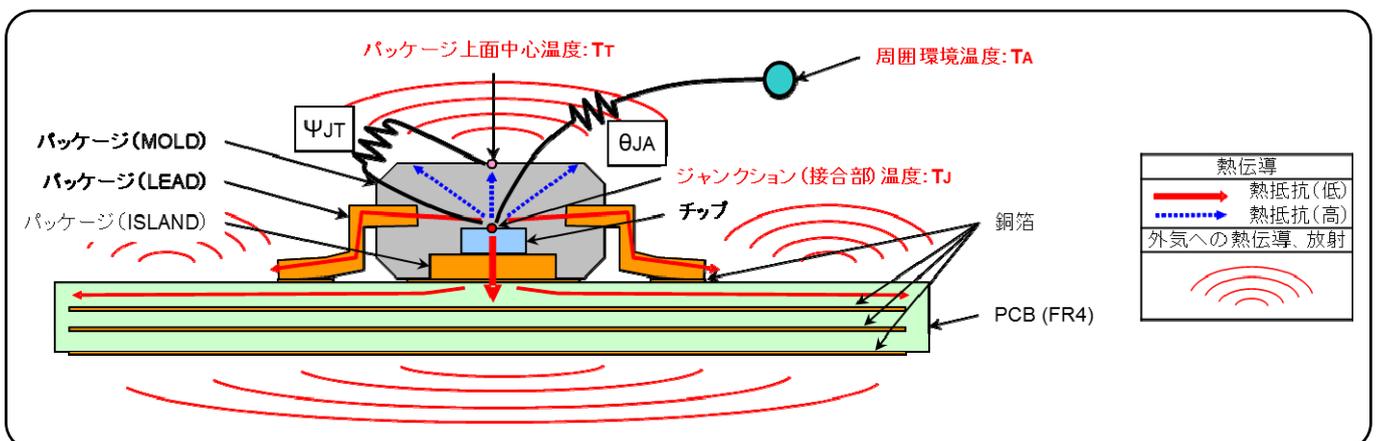


図1. 熱抵抗 θ_{JA} と熱特性パラメータ Ψ_{JT} の定義 (例: HTSOP-J8)

絶対最大定格(Ta=25°C)

| 項目 | 記号 | 定格 | 単位 |
|--------|------------------|-------------|----|
| 電源電圧 | V _{IN} | 7 | V |
| 接合温度範囲 | T _J | -40 to +150 | °C |
| 保存温度範囲 | T _{stg} | -55 to +150 | °C |

注意：印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施して頂けるようご検討をお願いします。

熱抵抗^(NOTE 1)

| 項目 | 記号 | 熱抵抗(Typ) | | 単位 |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------------|------|
| | | 1層基板 ^(NOTE 3) | 4層基板 ^(NOTE 4) | |
| HTSOP-J8 | | | | |
| ジャンクションー周囲温度間熱抵抗 | θ _{JA} | 206.4 | 45.2 | °C/W |
| ジャンクションーパッケージ上面中心間熱特性パラメータ ^(NOTE 2) | Ψ _{JT} | 21 | 13 | °C/W |

(NOTE 1) JESD51-2A(Still-Air) に準拠。

(NOTE 2) ジャンクションからパッケージ（モールド部分）上面中心までの熱特性パラメータ。

(NOTE 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

| 測定基板 | 基板材 | 基板寸法 |
|------------------------|------|----------------------------|
| 1層 | FR-4 | 114.3mm x 76.2mm x 1.57mmt |
| 1層目（表面）銅箔 | | |
| 銅箔パターン | 銅箔厚 | |
| 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70µm | |

(NOTE 4) JESD51-5.7 に準拠した基板を使用。

| 測定基板 | 基板材 | 基板寸法 | サーマルビア ^(NOTE 5) | | |
|------------------------|------|---------------------------|----------------------------|--------------|------|
| | | | ピッチ | 直径 | |
| 4層 | FR-4 | 114.3mm x 76.2mm x 1.6mmt | 1.20mm | Φ0.30mm | |
| 1層目（表面）銅箔 | | 2層目、3層目（内層）銅箔 | | 4層目（裏面）銅箔 | |
| 銅箔パターン | 銅箔厚 | 銅箔パターン | 銅箔厚 | 銅箔パターン | 銅箔厚 |
| 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70µm | 74.2mm□（正方形） | 35µm | 74.2mm□（正方形） | 70µm |

(NOTE 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

図2. データシート記載例（例：HTSOP-J8）

4. 測定環境（JESD51-2A）

熱抵抗測定は図3のようにJESD51-2A（Still-Air）に準拠した環境下で実施しています。

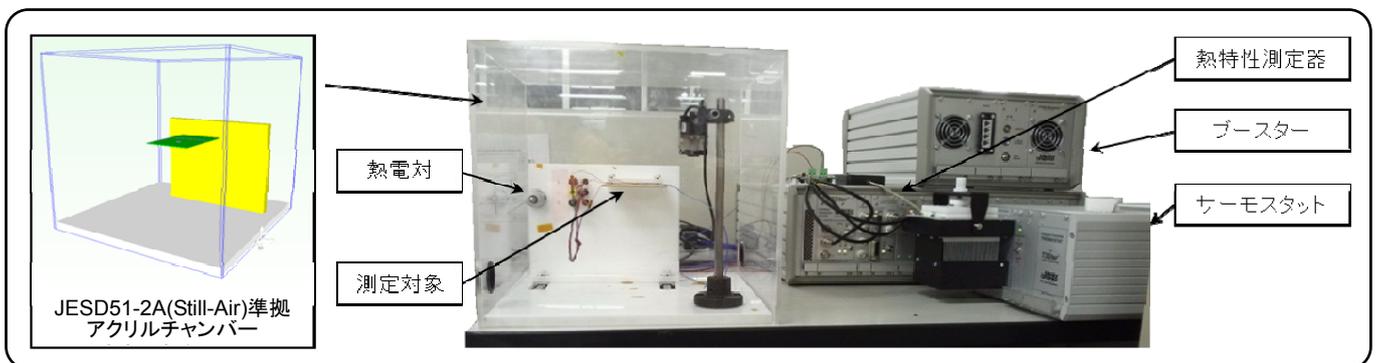


図3. 熱抵抗測定環境

表1. 熱抵抗測定機器

| 測定器 | メーカー | 型番 | 備考 |
|--------------------------|-----------------|--------|-----------------|
| 熱特性測定器 | Mentor Graphics | T3Ster | - |
| サーモスタット | Mentor Graphics | T3Ster | - |
| K型熱電対 ^(NOTE1) | 坂口電熱 | K6010 | Class1 / Φ0.1mm |

(NOTE1) K型熱電対をパッケージ上面中心に固定し、パッケージ上面中心温度T_Tを測定しています。

5. 測定用基板仕様

熱抵抗測定は表2、図4、図5のようにJESD51-3,5,7,9,10 に準拠した測定用基板で実施しています。

表2. 熱抵抗測定用基板寸法 (PKG最長辺の長さをPKGサイズとして適用しています。)

| | 測定基板 | 基板材 | 基板寸法 | サーマルビア ^(NOTE1) | | スルーホールビア ^(NOTE2) |
|--------------------------|------|-----|----------------------------|---------------------------|---------|-----------------------------|
| | | | | ピッチ | 直径 | 直径 |
| SMD (PKGサイズ<27mm) | 1層基板 | FR4 | 114.3mm x 76.2mm x 1.57mmt | - | - | - |
| | 4層基板 | | 114.3mm x 76.2mm x 1.6mmt | 1.20mm | Φ0.30mm | - |
| BGA,THD (PKGサイズ≤40mm) | 1層基板 | FR4 | 114.5mm x 101.5mm x 1.6mmt | - | - | Φ0.85mm |
| | 4層基板 | | 114.5mm x 101.5mm x 1.6mmt | 1.20mm | Φ0.30mm | Φ0.85mm |

| | 測定基板 | 1層目(表面)銅箔 | | 2層、3層目(内層)銅箔 | | 4層目(裏面)銅箔 | |
|--------------------------|------|------------------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | 銅箔パターン | 銅箔厚さ | 銅箔パターン | 銅箔厚さ | 銅箔パターン | 銅箔厚さ |
| SMD (PKGサイズ<27mm) | 1層基板 | 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70μm | - | - | - | - |
| | 4層基板 | | | 74.2mm□(正方形) | 35μm | 74.2mm□(正方形) | 70μm |
| BGA,THD (PKGサイズ≤40mm) | 1層基板 | 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70μm | - | - | - | - |
| | 4層基板 | | | 99.5mm□(正方形) | 35μm | 99.5mm□(正方形) | 70μm |

(NOTE1) サーマルビア：貫通ビアで、全層の銅箔と接続しています。配置はランドパターンに従います。

(ヒートシンク付パッケージに対応しています)

(NOTE2) スルーホールビア：THD実装用の貫通ビアで、1層目銅箔と接続しています。

配置、寸法はランドパターンに従います。

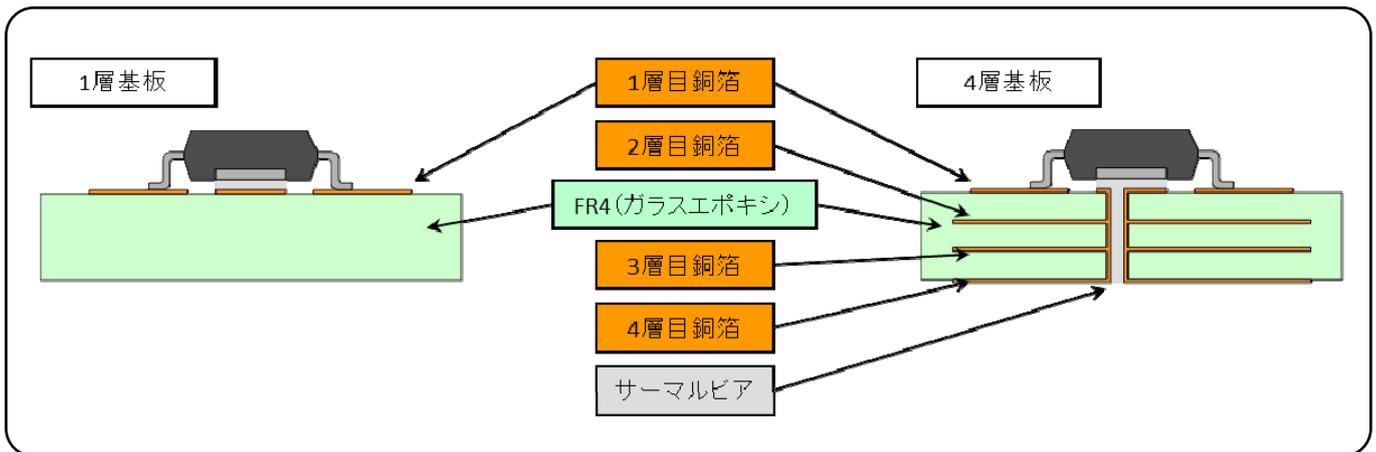


図4. 熱抵抗測定用基板断面構造 (SMD : ヒートシンク付タイプ)

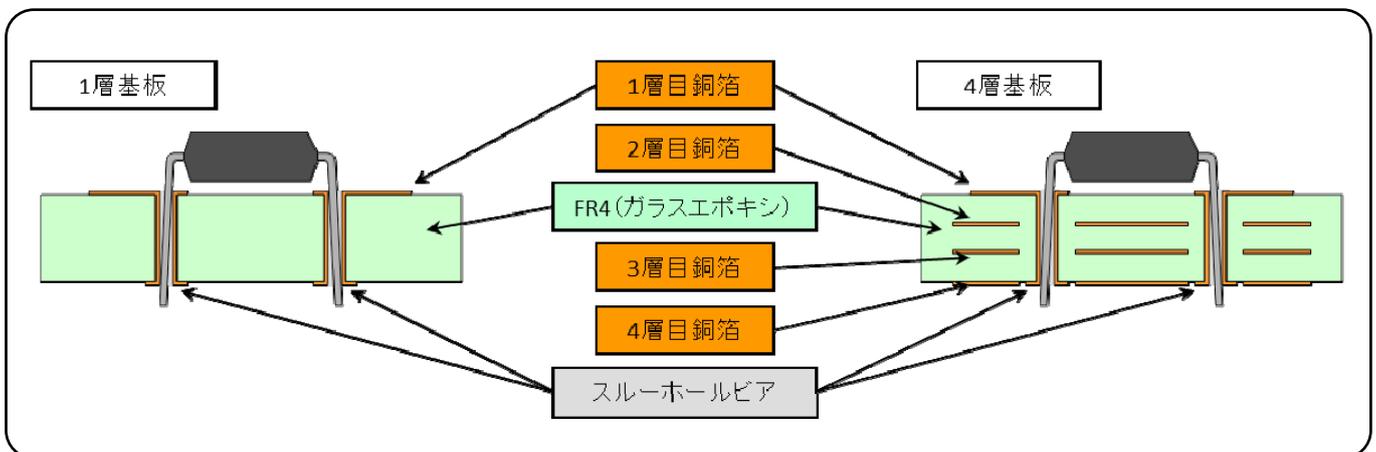


図5. 熱抵抗測定用基板断面構造 (THD : DIPタイプ)

6. チップ温度の測定方法

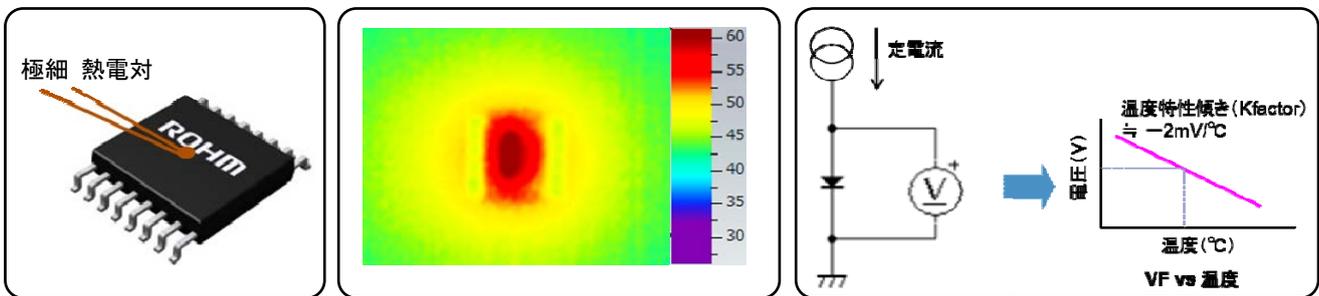
半導体の温度測定方法には次の2通りがあります。

- ・表面温度測定（接触測定／非接触測定）
- ・ジャンクション温度測定（チップ上のPNジャンクションの温度を測定）

それぞれのメリット／デメリットは表3の通りです。

表3. 測定方法の違いによるメリット／デメリット

| 測定方法 | メリット | デメリット |
|-------------|----------------------------|--|
| 表面温度測定 | 測定が容易。 | 直接ジャンクション温度をモニタするわけではない。 環境による誤差を含みやすい。 |
| ジャンクション温度測定 | 直接ジャンクションの温度をモニタするため精度が良い。 | 半導体に測定用の端子が必要。 |



表面温度測定
熱電対（接触）

表面温度測定
サーモビューワ（非接触）

ジャンクション温度測定

図6. 各測定方法のイメージ

表面温度測定によって半導体の温度測定を行う場合には熱特性パラメータ（ Ψ_{JT} ）を用いて計算します。

（※ Ψ_{JT} はジャンクション温度 T_J とパッケージ上面中心温度 T_T との温度差を表す熱特性パラメータで、ローム従来表記 θ_{JC} と同義です。）

熱電対をパッケージ上面中心にしっかり固定さえできればパッケージ上面中心温度 T_T を精度よく測定できるため、この熱特性パラメータを用いて精度よくジャンクション温度を算出することができます。

（但し、基板の放熱性能（レイヤ数、銅箔占有率、ビア数など）によって熱特性パラメータは変化するので、JEDEC環境との差分を考慮しておく必要があります。）

$$T_J = T_T + \Psi_{JT} * P \quad (T_J: \text{ジャンクション温度}, T_T: \text{パッケージ上面中心温度}, P: \text{消費電力})$$

また、熱抵抗（ θ_{JA} ）を用いて簡易的にジャンクション温度を算出することもできます。

（但し、熱特性パラメータよりもJEDEC環境との差分による影響を受けやすくなります。）

$$T_J = T_A + \theta_{JA} * P \quad (T_J: \text{ジャンクション温度}, T_A: \text{周囲環境温度}, P: \text{消費電力})$$

パッケージ表面温度で温度限界までの余裕度を確認するなら、パッケージ表面温度 $T_C \cong T_T$ と考えると、

$$T_{C_{MAX}} = T_{J_{MAX}} - \Psi_{JT} * P \quad (T_{C_{MAX}}: \text{パッケージ表面最高温度}, T_{J_{MAX}}: \text{ジャンクション最高温度}, P: \text{消費電力})$$

からパッケージ表面温度の上限 $T_{C_{MAX}}$ を算出できます。

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) 本製品は、一般的な電子機器（AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など）および本資料に明示した用途への使用を意図しています。
- 7) 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おられません。
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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。
- 11) 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ものです。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。
- 12) 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でご使用ください。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。
- 13) 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。
- 14) 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/>