熱設計

熱抵抗、熱特性パラメータについて

目次

1. 目的 1
2. 準拠規格 1
3. 用語とその定義 1
4. 測定環境（JESD51-2A） 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 IC 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およ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 standard JESD51 に準拠しています。

3. 用語とその定義

3.1 T_A：周囲温度

3.2 T_J：ジャンクション温度

3.3 T_T：デバイスパッケージ表面の上面中央温度

3.4 θ_{JA}：ジャンクションから周囲までの熱抵抗。複数の経路から放熱しています。

3.5 Ψ_{JT}：ジャンクションから上面中央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。

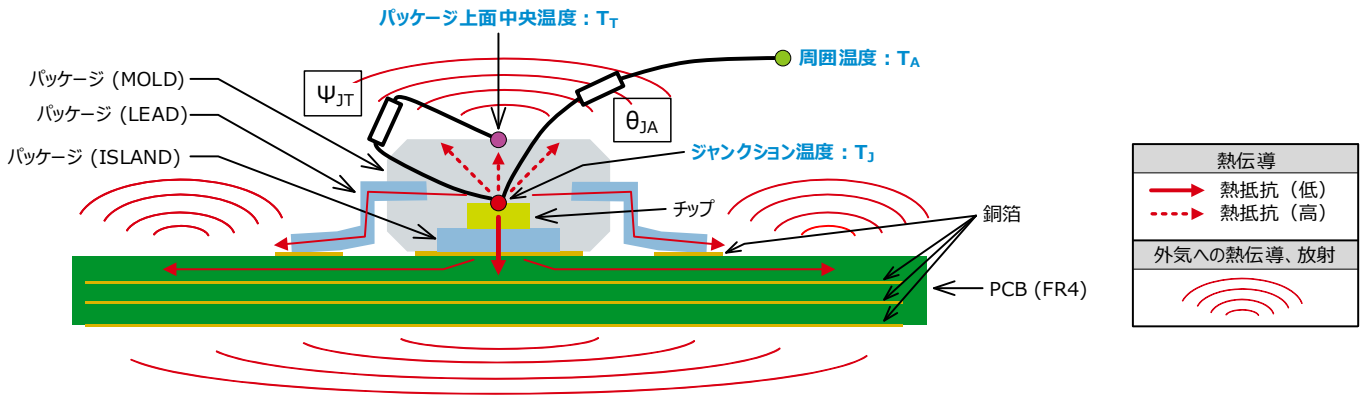


Figure 1. 熱抵抗θ_{JA}と熱特性パラメータΨ_{JT} の定義（例：HTSOP-J8）

© 2015 ROHM Co., Ltd.

●熱抵抗(*1)

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1 層基板(*3)	4 層基板(*4)	
HTSOP-J8				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	130	34	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ(*2)	Ψ_{JT}	15	7	°C/W
TO252-3				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	136	23	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ(*2)	Ψ_{JT}	17	3	°C/W
SOT223-4(F)				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	164	71	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ(*2)	Ψ_{JT}	20	14	°C/W

(*1)JESD51-2A(Still-Air) に準拠。
(*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。
(*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

(*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(*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 x 74.2mm	35μm	74.2mm x 74.2mm	70μm

Figure 2. データシート記載例

4. 測定環境（JESD51-2A）

熱抵抗測定は Figure 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。

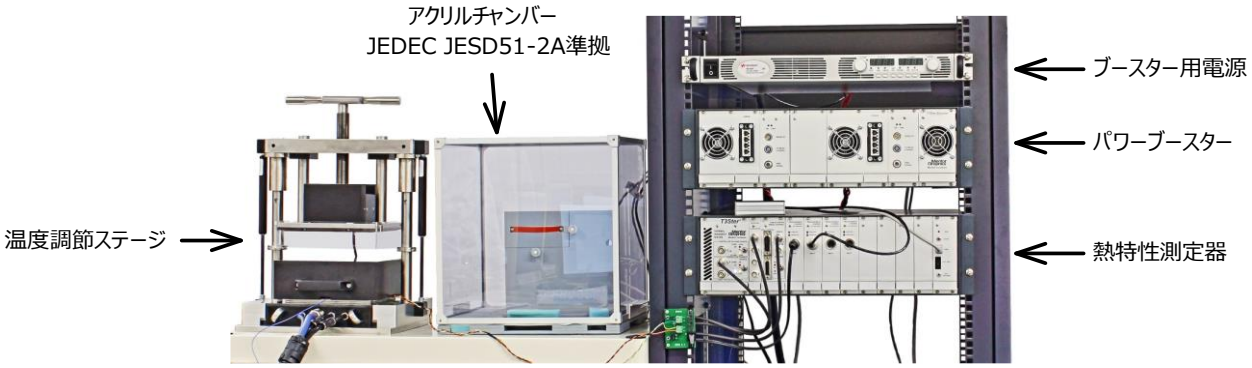


Figure 3. 熱抵抗測定環境

Table 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	-
温度調節ステージ	Keenus Design	PELNUS	-
K型熱電対(NOTE1)	二宮電線工業	0.1×1P K-1-G-J1	Class1 / Φ 0.1mm

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

© 2015 ROHM Co., Ltd.

5. 測定用基板仕様

熱抵抗測定はTable 2、Figure 4、Figure 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。

Table 2. 熱抵抗測定用基板寸法（パッケージ最長辺の長さをパッケージサイズとして適用しています。）

パッケージ型式	PCB	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 (パッケージサイズ＜27mm)	1s	FR4	114.3mm x 76.2mm x 1.57mmt	-	-	-
	2s2p		114.3mm x 76.2mm x 1.6mmt	1.20mm	Φ 0.30mm	-
BGA, THD (パッケージサイズ≦40mm)	1s	FR4	114.5mm x 101.5mm x 1.6mmt	-	-	Φ 0.85mm
	2s2p			1.20mm	Φ 0.30mm	Φ 0.85mm

パッケージ型式	PCB	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 (パッケージサイズ＜27mm)	1s	実装ランドパターン +電極引出し用配線	70μm	-	-	-	-
	2s2p			74.2×74.2mm	35μm	74.2×74.2mm	70μm
BGA, THD (パッケージサイズ≦40mm)	1s	実装ランドパターン +電極引出し用配線	70μm	-	-	-	-
	2s2p			99.5×99.5mm	35μm	99.5×99.5mm	70μm

(NOTE1) サーマルビア：貫通ビアで、1, 2, 4層の銅箔と接続しています。配置はランドパターンに準拠します。

(NOTE2) スルーホールビア：THD実装用の貫通ビアで、1 層目の銅箔と接続しています。配置、寸法はランドパターンに準拠します。

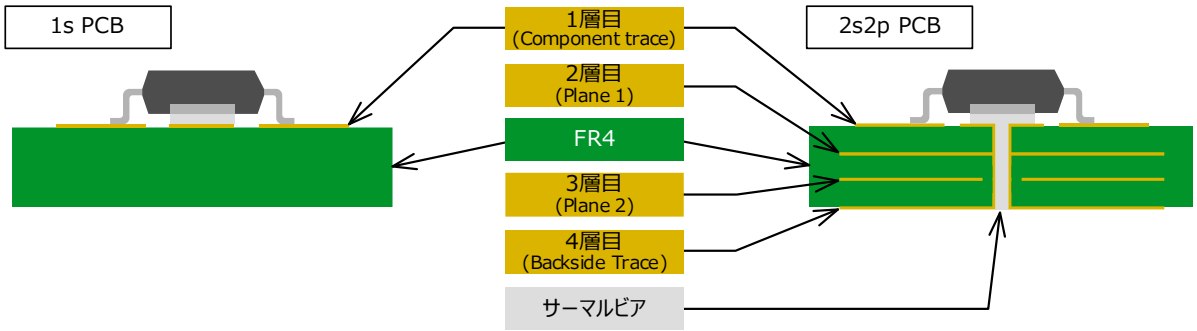


Figure 4. 熱抵抗測定用基板断面構造（SMD：ヒートシンク付タイプ）

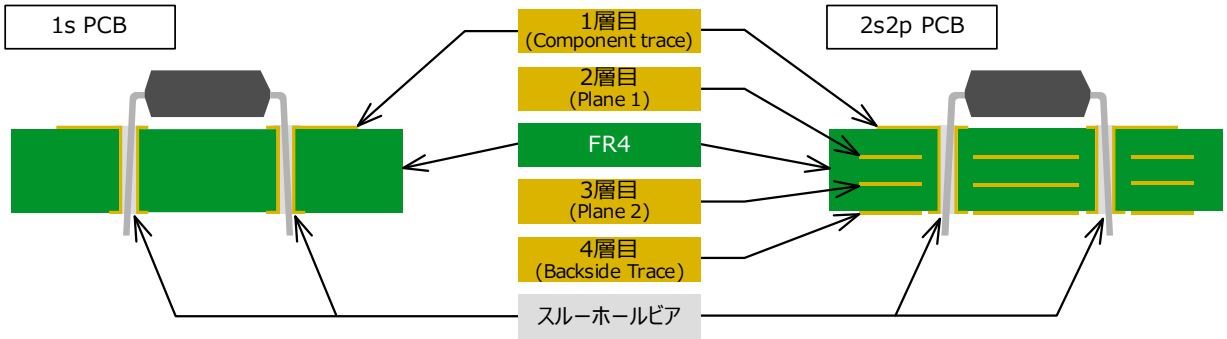


Figure 5. 熱抵抗測定用基板断面構造（THD：DIPタイプ）

© 2015 ROHM Co., Ltd.

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）

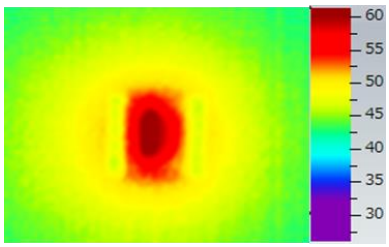
・ジャンクション温度測定（チップ上のpnジャンクションの温度を測定）

それぞれのメリット、デメリットはTable 3の通りです。

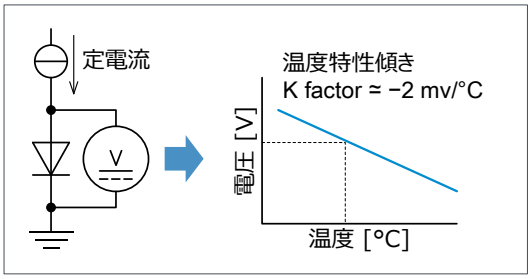
Table 3. 測定方法の違いによるメリットとデメリット

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）



pnジャンクション温度測定

Figure 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。

熱電対をパッケージ上面中央にしっかり固定さえできればパッケージ上面中央温度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。

$T_J = T_T + \Psi_{JT} \times P$ （T_J：ジャンクション温度、T_T：パッケージ上面中央温度、P：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。

$T_J = T_A + \theta_{JA} \times P$ （T_J：ジャンクション温度、T_A：周囲温度、P：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$T_C \approx T_T$と考えると、次式でパッケージ表面温度の上限T_{CMAX}を算出できます。

$T_{CMAX} = T_{JMAX} - \Psi_{JT} \times P$ （T_{CMAX}：パッケージ表面最高温度、T_{JMAX}：ジャンクション最高温度、P：消費電力）

© 2015 ROHM Co., Ltd.

ご　注　意

1) 本資料に記載されている内容は、ロームグループ（以下「ローム」という）製品のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。

2) ローム製品は、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等）もしくはデータシートに明示した用途への使用を意図して設計・製造されています。したがいまして、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、またはその他の重大な損害の発生に関わるような機器または装置（医療機器、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリーを含む車載機器、各種安全装置等）（以下「特定用途」という）にローム製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願いいたします。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特 定用途にローム製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

3) 半導体を含む電子部品は、一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、人の生命、身体、財産への危険または損害が生じないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計など安全対策をお願いいたします。

4) 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、ローム製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を明示的にも黙示的にも保証するものではありません。したがいまして、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関 し、ロームは一切その責任を負いません。

5) ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出また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きを行ってください。

6) 本資料に記載された応用回路例などの技術情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。また、ロームは、本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。

7) 本資料の全部または一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。

8) 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。ローム製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。

9) ロームは本資料に記載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様または第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。

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、お問い合わせください。

ROHM Customer Support System

https://www.rohm.co.jp/contactus

© 2023 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.