MOSFET シリーズ

MOSFET における許容損失と熱抵抗について

MOSFET の仕様書に記載している許容損失と熱抵抗についての説明をします。

裏面放熱が可能であるパッケージの熱抵抗に関する用語と定義

TO-252 や TO-263 などの裏面端子を基板に実装可能であるパッケージや TO-220FM や TO-247 などヒートシンクを付けることが可能なパッケージのように、裏面から放熱が可能であるパッケージの熱抵抗に関する用語と定義について、図 1 に示します。

T_A：周囲環境温度。

T_J：素子のジャンクション温度。

T_C：素子パッケージの裏面温度。

T_T：素子パッケージの標印面温度。

R_{thJA}：素子のジャンクションと周囲環境間の熱抵抗。

R_{thJC}：素子のジャンクションとパッケージ裏面間の熱抵抗。

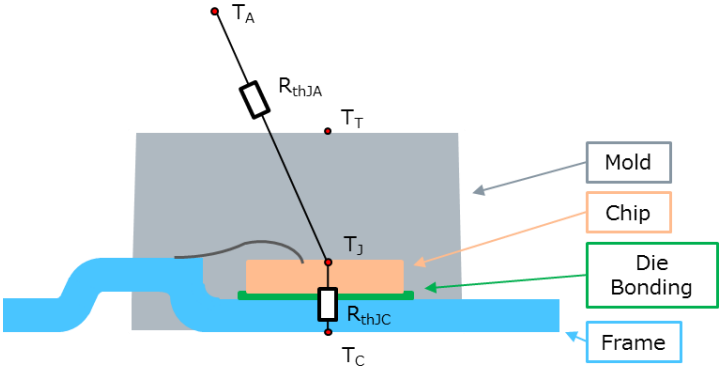

図 1.裏面放熱可能であるパッケージと熱抵抗の概略図

また、図 2 と図 3 は TO-247 パッケージである R6547KNZ4 の仕様書に記載している絶対最大定格、熱抵抗をそれぞれ示しています。図 2 に記載している許容損失はパッケージ裏面温度 T_C が常に 25℃における条件を想定した数値を表しています。この許容損失値は R_{thJC} を用いて計算されます。

●絶対最大定格(T_a = 25°C、特に指定のない限り)

Parameter		Symbol	Value	Unit
ドレイン・ソース間電圧		V_{DSS}	650	V
ドレイン電流（直流） (T_C = 25°C)		I_D*1	±47	A
ドレイン電流（パルス）		I_{DP}*2	±141	A
ゲート・ソース間電圧	static	V_{GSS}	±20	V
	AC(f>1Hz)		±30	V
アバランシェ電流（単発）		I_{AS}	9.3	A
アバランシェエネルギー（単発）		E_{AS}*3	1222	mJ
許容損失 (T_C = 25°C)		P_D	480	W
ジャンクション温度		T_j	150	°C
保存温度		T_{stg}	-55～+150	°C

図 2. R6547KNZ4 の絶対最大定格

●熱抵抗

Parameter	Symbol	Values			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
熱抵抗（ジャンクション・ケース間）	R_{thJC}*4	-	-	0.26	°C/W
熱抵抗（ジャンクション・外気間）	R_{thJA}	-	-	30	°C/W
実装温度（ウエーブソルダリング 10秒）	T_{sold}	-	-	265	°C

*4 T_C=25°C

図 3. R6547KNZ4 の熱抵抗

図 2 に記載されている許容損失 P_D および図 3 に記載されている熱抵抗 R_{thJC} の関係性は以下の式(1)のように表すことができます。

$$P_D = \frac{T_J - T_C}{R_{thJC}} = \frac{150 - 25}{0.26} \fallingdotseq 480\text{W} \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

(1)式からわかるように許容損失 P_D は熱抵抗 R_{thJC} から導出されます。

© 2019 ROHM Co., Ltd.

No. 61AN116J Rev.001
2019.3

仕様書に記載されている熱抵抗 R_{thJC} を得るためには常に Tc=25℃に保たれる測定環境が必要となります。しかし実基板上で素子を動作させた場合、常に T_C=25℃に保たれる環境を構築することが難しく、仕様書に記載されている熱抵抗 R_{thJC} の値が適応できない条件がほとんどです。そのため回路設計者は想定している基板上で MOSFET などの素子を動作させた際の熱抵抗を把握しておく必要があります。

一般的に実基板における素子の許容損失は R_{thJA} から求めることが多いです。T_A=T_C においては R_{thJC} から許容損失を求めることが可能ですが、実基板動作においては T_A≠T_C となるため、 R_{thJC} から許容損失を求めることは困難です。R_{thJA} を用いた際の素子のジャンクション温度 T_J は電力損失 P が発生した際、以下の(2)式のように表されます。

$$T_J = (R_{thJA} \times P) + T_A \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

(2)式から、実基板動作において素子のジャンクション温度を把握するためには、実基板に素子を実装した際の熱抵抗、素子に生じる電力損失、周囲環境温度を把握しておく必要があります。

裏面放熱端子が無いパッケージの熱抵抗に関する用語と定義

SOP8 や TSMT8 のように裏面放熱端子が無いパッケージの熱抵抗に関する用語と定義について図 4 に示します。

T_A：周囲環境温度。

T_J：素子のジャンクション温度。

T_C：素子パッケージの裏面温度。

T_T：素子パッケージの標印面温度。

R_{thJA}：素子のジャンクションと周囲環境間の熱抵抗。

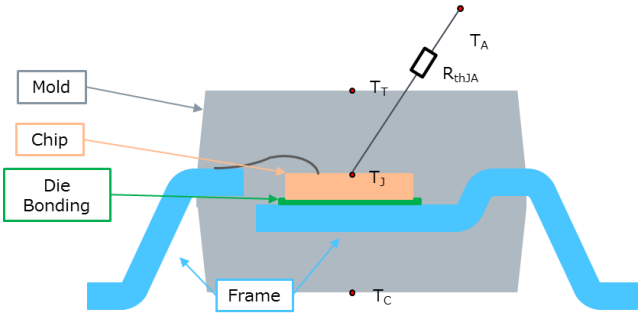

図 4.裏面放熱端子が無いパッケージと熱抵抗の概略図

また、図 5 と図 6 は SOP8 パッケージである RS3L045GN の仕様書に記載している絶対最大定格、熱抵抗をそれぞれ示しています。

●絶対最大定格 (T_a = 25°C、特に指定のない限り)

Parameter	Symbol	Value	Unit
ドレイン・ソース間電圧	V_{DSS}	60	V
ドレイン電流 （直流）	I_D	±4.5	A
ドレイン電流 （パルス）	I_{DP}*1	±18	A
ゲート・ソース間電圧	V_{GSS}	±20	V
アバランシェ電流 （単発）	I_{AS}*2	4.5	A
アバランシェエネルギー （単発）	E_{AS}*2	7.7	mJ
許容損失	P_D*3	2.0	W
	P_D*4	1.4	W
ジャンクション温度	T_j	150	℃
保存温度	T_{stg}	-55～+150	℃

図 5.RS3L045GN の絶対最大定格

●熱抵抗

Parameter	Symbol	Values			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
熱抵抗 （ジャンクション・外気間）	R_{thJA}*3	-	-	62.5	℃/W
	R_{thJA}*4	-	-	89.2	℃/W

*3 セラミック基板実装時 (30×30×0.8mm)

*4 銅箔基板実装時 (40×40×0.8mm)

図 6.RS3L045GN の熱抵抗

SOP8 のような裏面放熱端子の無いパッケージの熱抵抗に関しては、R_{thJA} のみ提供しています。例として図 6 の R_{thJA}=62.5℃/W を用いると、この値から(3)式を用いて許容損失を導出しています。

$$P_D = \frac{T_J - T_A}{R_{thJA}} = \frac{150 - 25}{62.5} = 2.0\text{W} \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

図 5 と図 6 を見ると許容損失、R_{thJA} がそれぞれ 2 種類表記されています。これは基板の条件が異なる場合の値を表しています。

図 6 の上側の熱抵抗値については、30mm×30mm×0.8mm のセラミック基板実装時の熱抵抗値を表しています。そして、図 6 の下側の熱抵抗値については 40mm×40mm×0.8mm の銅箔基板実装時の熱抵抗値を表しています。このように実装する基板によって、R_{thJA} が変わり、それに伴った許容損失が導出されます。

以上から、仕様書に記載されている許容損失、熱抵抗値はある指定条件下における測定値を示しており、そのまま値を使用できるとは限りません。そのためお客様の想定している動作環境で用いる事ができる値とは限りませんので、想定環境下での熱設計をしていただく必要があります。

© 2019 ROHM Co., Ltd.

まとめ

・MOSFET の仕様書の絶対最大定格項目に記載されている許容損失 P_D は熱抵抗値から導出しています。
・裏面放熱が可能であるパッケージは R_{thJC}、裏面放熱端子が無いパッケージは R_{thJA} からそれぞれ許容損失を導出しています。
・仕様書に記載されている許容損失はある指定条件下における値を記載しており、お客様の想定している動作環境で用いる事ができる値とは限りませんので、想定環境下での熱設計をしていただく必要があります。

© 2019 ROHM Co., Ltd.

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。
したがいまして、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おりません。

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ものですが、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/

© 2016 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.