

熱設計（基礎編）

熱設計とは

電子機器の設計では小型化、高効率化、電磁両立性(EMC)対応、熱対策が課題になっています。熱は部品や機器の性能や信頼性、そして安全性に関わるので以前から重要検討事項の1つです。このアプリケーションノートでは、電子機器で使われるICやトランジスタなどの半導体部品を前提にした熱設計の基本について記載しています。

熱設計とは

半導体部品には、パッケージ内のチップの温度であるジャンクション（接合部）温度の絶対最大定格 T_{JMAX} が規定されています。設計の際には部品が T_{JMAX} を超えないように、発熱や周囲温度の検討を行う必要があります。そのために使用するすべての半導体部品に関する熱計算を行って、 T_{JMAX} を超えるか超えないか、超えるようなら損失を低減するか放熱を見直すなどの対策を行い、 T_J を最大定格内に納めるようにします。

もちろん電子機器には半導体部品だけではなくコンデンサや抵抗、モータなど様々な部品が使われ、それぞれに温度や電力損失に関わる絶対最大定格がありますので、実際には機器を構成するすべての部品の温度に関する最大定格を超えないように設計する必要があります。

初期設計段階で熱設計を行うことの必要性

初期設計段階で熱設計を行って熱に関する対処をしていないと、熱に起因する問題が製品の試作段階や、場合によっては量産の手前で発覚することがあります。熱に限ったことではありませんが、対策は工程が量産に近くなればなるほど時間とコストがかかり、製品出荷が遅れば機会損失にもつながる大きな問題になります。最悪の場合、市場において問題が起こり、リコールや信用問題に発展しかねません。

熱による問題は、製品の故障、発煙や発火、火災に至るなど人命に関わる可能性が十分あるので、熱設計は根本的に非常に重要なものです。そのため、初期段階から確実な熱設計が必須になります。

熱設計の重要性が高まっている

近年の電子機器は小型・高性能化の要求が当たり前になっており、そのために高集積化が進んでいます。具体的には部品数が増え、基板上への実装密度も上がり、筐体サイズも小さくなっています。このため、発熱密度は大幅に上昇しています。

最初に認識してほしいのは、技術トレンドの変化によって熱設計は従

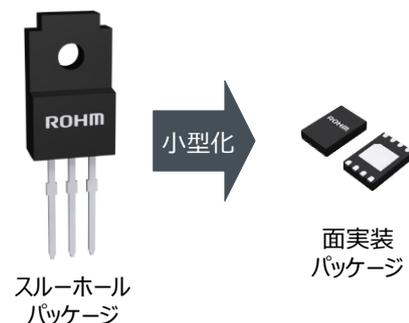
来よりもシビアになっているということです。先ほど述べたように機器はもちろん部品にも「小型化」と「高性能化」、加えて「デザイン性」が求められる、熱対策は大きな課題になっています。熱設計は機器の信頼性と安全性、そしてトータルコスト削減につながることから、その重要性が高まっています。

技術トレンドの変化と熱設計

近年の技術トレンドとして、「小型化」、「高性能化」、「デザイン性」がクローズアップされています。これらが、熱と熱設計にどのような影響を及ぼすか考えて行きます。

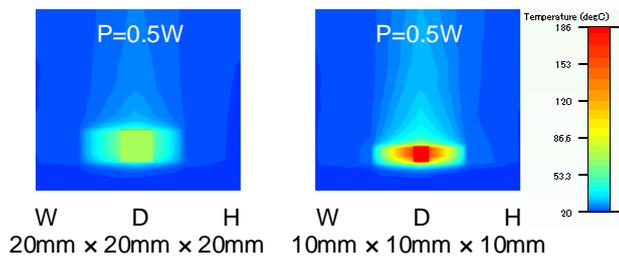
「小型化」

製品の小型化要求によって、IC、実装基板、その他コンデンサなどの部品も同様に小型化が進んでいます。半導体部品の小型化では、例えば従来 TO220 のようなスルーホールで比較的大きなパッケージに入っていた IC チップを、小さい表面実装パッケージに封入するケースは今ではめずらしくありません。

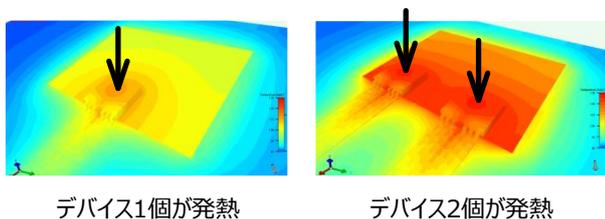


また、集積度を上げるアプローチも取られています。例えば、複数のデバイスを1個のモジュールに搭載する、もしくは複数の機能を1チップに高集積化して、機能対面積比を高めることが行われています。このような部品の小型化と高集積化は、発熱を増加させることとなります。

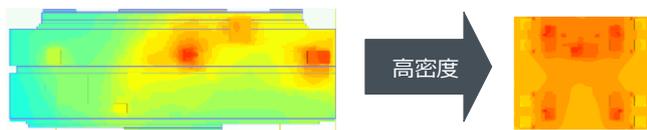
以下にパッケージを小型化したときの例を示します。この熱画像は同じ電力を消費しているときで、左は20×20×20mmサイズのパッケージで右は10×10×10mmサイズのパッケージです。明らかに小さいパッケージのほうが高温を示す赤色が集中している、つまり、発熱が大きくなっています。



次は高集積化の例で、同じサイズの基板に、左はデバイスが1個、右は2個搭載したものを比較した場合で、温度の違いは明らかです。



さらに、小型化、高集積化した部品を、小型の基板に高密度かつ両面に実装することも行われます。



高密度実装では、基板に放熱する表面実装部品の有効放熱範囲が減少し発熱が増えます。筐体内の雰囲気温度が高い場合も、放熱できる熱は減ります。結果として、従来は発熱部品周辺だけが高温になっていたのが、基板全体が高温になります。これによって、発熱が少ない部品の温度までが上昇します。

「高機能化」

機器の機能を向上させるためには、デバイスを増やしたり、より集積規模が大きく能力の高いICが使われたり、さらにデータの高速処理、信号の高周波化などが必要になります。これらは、消費電力をより多く必要とする傾向にあり、結果的に発熱が増加します。また、高周波を扱う場合ノイズの放射を抑えるためにシールドが必要になる場合が少なくありません。シールド内は熱がこもるので、シールド内のデバイスにとって温度条件は悪化します。さらには、機能向上を理由に機器のサイズを大きくすることはむずかしいので、前述の高密度状態になり筐体内温度は上昇することになります。

「デザイン性」

製品の差別化や美的アピールのために、デザイン重視、さらにはデザイン優先の製品が多くなっています。この弊害として、過度な高密度実装や適切な排熱ができないなどで、筐体が高温になり問題になる例があります。部品はデザイン性、つまり外形の自由度を高めるために、小型や低背といった対応をしているのは前述の通りですが、さらにデザインが優先するケースは少なくありません。

ここまで説明してきたように、「小型化」、「高機能化」、「デザイン性」という技術トレンドの変化によって、発熱が増えているのに対して逆に放熱はしにくくなっています。したがって、熱設計には厳しい条件と要求が課せられています。確かにこれは大きな問題ですが、もう1つ検討すべきことがあります。

多くの場合、会社としての機器設計における熱設計の評価基準が設けられていると思います。もし、その評価基準が古くからあり、昨今の技術トレンドを加味した見直しなどがされていない場合、その評価基準自体が問題です。こういった検討もなく、現状が考慮されていない評価基準に従った場合には、大きな問題が発生する可能性があると考えする必要があります。

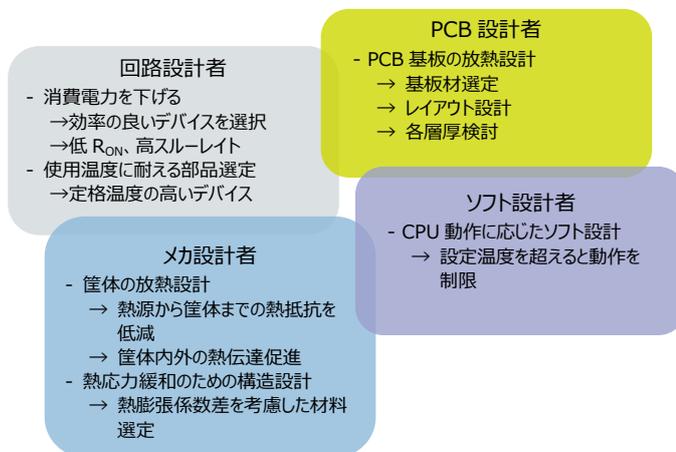
技術トレンドの変化に対応するには、熱設計の評価基準の見直しも必要になります。

熱設計の相互理解

製品の開発には電子回路設計者、実装基板（PCB）設計者、メカ設計者、ソフトウェア設計者などが関わります。従来、これらは各々の専任設計者や担当部署が行い、例えば、電子回路設計者は製品仕様を満たす部品を選定して回路を設計する。ソフトウェア設計者はハードウェアを動かすためのソフトウェアを開発する。実装基板設計者は適切な部品配置やレイアウト、基板サイズなどを考慮して基板を設計する。そして、メカ設計者は筐体や構造の設計をする、というように分担されてきました。

このような状況にあるとすれば、今求められている熱設計を考えた場合、各設計者が熱設計を自分の担当設計に盛り込み、それを他の設計と共有し 1 つのものにして行く仕組みを持たないと、熱設計が最適化された製品を生むのは困難な状況にあると言えます。

例えば、機器のトレンドである小型化、静音化、そしてコストダウンに対応するためファンレス仕様を検討するとします。ファンがある分には通常筐体内の冷却に関する担当はメカ設計者だと思いますが、ファンレスになると、どの設計者が冷却の対処をするのでしょうか？ この図は、それぞれの設計者が熱設計として行う可能性があることを例示しています。



内容を見てすぐに気付くと思いますが、それぞれが自分の範ちゅうで発熱を減らす、もしくは放熱を増やす手立てを行い、それぞれの対策が関係しあってファンレス化を達成することになるのがわかります。これらは相互にコミュニケーションを取らなければ進められないことが多く、相互理解がなければ思惑が結果に結びつかないことになりかねない事柄です。また、逆に自分の範ちゅうだけでは気付かなかったことに気付き、より効果的な解決策が見つかる可能性を広げてくれます。

相互理解により熱設計を最適化することで可能になること

設計品質という言葉があります。端的に言えば、設計通りに試作を行い、問題の発生はなく短期間で量産になり、市場でも問題が起こらないような設計を品質の高い設計と言います。熱設計に限ったことではありませんが、これは誰もが望むことです。それだけに、設計品質を向上させることは重要で、それには今まで述べてきた現代の要求を満たす熱設計と評価基準の確立と熱設計の相互理解に加えて、熱設計に「真剣に取り組む」ということが必須です。

現実的にはマンパワー不足やコスト優先といった問題があるのですが、設計品質を上げることが最終的にはこれらの問題の解決にもつながってきます。設計品質を上げると、以下の図のイメージのように試作回数を減らすことができます。これは大きなコストダウンであり、再作業が減ることによってコストだけではなくマンパワーも節約可能です。



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/>