

上昇し続ける機器内部の熱対策には協調設計が必須

回路，メカ，基板設計者，みんなの共通課題をクリアするヒント

澤井由美子

小型化が進む機器においては、放熱対策が重要な設計課題の一つである。製品の性能を出すことに夢中になっている技術者は、試作初期から放熱を意識して取り組むことが少ない。ところが、試作初期から放熱を考慮して設計を始めないと、大幅な工程の後戻りが生じるだけではなく、場合によっては製品化そのものが困難になる。
(編集部)

1 機器の温度上昇に潜むワナ

電子機器メーカー勤務2年目の都さんは、試作段階で悩んでいることがあります。担当したモバイル機器の内部温度が高く、プリント基板上に搭載されている画像処理LSIが動作保証温度範囲を超えてしまうことが分かったからです。



都さんは製品の機能仕様を満たすことを最優先して回路を設計していたため、放熱設計についてはほとんど検討していませんでした。そこで都さんは早速、放熱設計のセミ



図1 自然空冷を行うためきょう体に穴を開けた電子機器

ナに行って講師の進さんに話を聞いてみることにしました。

電子機器における放熱設計の必要性が言われ始めてから既に数十年が経ちます。近年の電子機器は、急速な小型化および高性能化に伴って、機器の発熱密度がますます増大しており、放熱設計を必要とする電子機器の数は増え、対象となる機種も以前より多様化してきています。



私が放熱設計に携わるようになった初期(1990年代半ば)の放熱設計の対象は、まだワークステーションや携帯電話などの局側装置のような、やや大きな中央処理装置側の機器が多く、一般ユーザが使う端末側は発熱量もそれほど大きくありませんでした。そのため、きょう体内部の熱を逃がすために通気孔を開ける程度(図1)で温度仕様を十分満たしていました。

しかし、現在ではモバイル化が進んだことなどもあり、さまざまな電子機器(端末側)においても高性能化要求によるCPUの高速化などが進み、機器の発熱量は増大するばかりです(図2)。一方で、

- 小型パッケージの開発や、信号遅延を防ぐために配線長が短くなったことによる実装の高密度化
- 商品価値を高めるためのきょう体の小型化や樹脂化
- デザインやEMI(electro magnetic interference)重視による密閉化
- 静音要求の高まりやメンテナンス・フリーに伴うファンレス化

なども重要視されるようになってきています。その結果、機器

Keyword

通気孔，ファン，ダクト，ヒートシンク，ヒートパイプ，グラファイト・シート，サーマル・ピア，液冷，熱伝導シート，シリコン・グリース，セラミック塗料，銅板+塗装，サンド・ブラスト加工

図2 電子機器の発熱密度の推移
(自然空冷を利用した機器)

10年ほど前までは自然空冷が可能となる発熱密度は10W/ℓ以下と言われていた。現在では10W/ℓ以上であっても自然空冷を要求されることが少なくない。

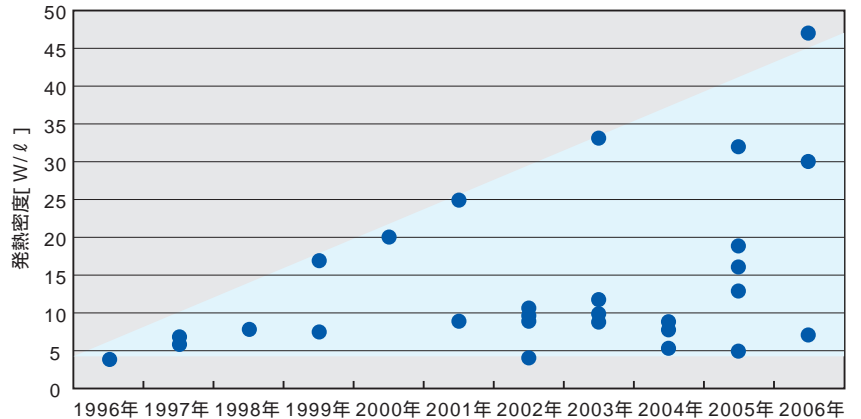


図3 熱暴走

プリント基板上の半導体温度が動作保証温度を超えると熱暴走(温度上昇による回路の誤動作)を引き起こし、安定した動作が保証されなくなる。

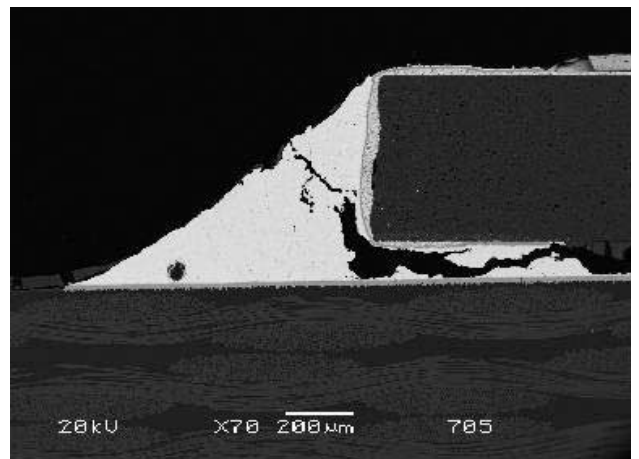


写真1⁽⁴⁾ 基板に搭載されていたチップ部品が温度サイクル試験後にはく離れた様子

の発熱密度は増大する一方となり、あらゆる電子機器において放熱設計が重要な設計要素の一つとなっています。

Q: なるほど、設計者が配慮しなければならない項目が増えたということですね。実際、電子機器内部の発熱密度が高くなり、きょう体表面や内部に実装されている半導体パッケージの温度が高くなると、どのような問題が発生するのでしょうか。

A: 電子機器の温度上昇は深刻な問題です。機能の信頼性が損なわれたり、製品の寿命が短くなったり、人体への安全性が損なわれたりします。

Q: もう少し詳しく知りたいので、代表的な例を挙げて教えていただけますか。

A: まず、機能の信頼性保証についてお話しします。一般的に半導体は、温度が上昇すると電気抵抗が下がり、より多くの電流が流れるようになります。これにより、

「さらに温度上昇 電気抵抗の低下 温度上昇」の繰り返しとなり、熱暴走(温度上昇による回路の誤動作)を引き起こし、安定した動作が保証されなくなってしまいます(図3)。

次に、製品の長寿命保証についてですが、電子部品は熱膨張係数の異なるさまざまな物質で構成されているため、温度が上昇すると熱応力が発生します。例えば、はんだクラックが発生するなどして、故障率が高まって寿命が短くなったりします(写真1)。

Q: 熱暴走、恐いですね。そういえば、コンデンサも周囲温度が高いと寿命が短くなります。

A: それだけではありません。電子機器から熱風が吐き出されると、使う人に不快感を与えたり、きょう体表面が高温過ぎた場合にはやけどなど人体への危険を及ぼすこともあります。

Q: 放熱設計(温度コントロール)を適切に行わないと、機能の信頼性、製品の寿命、人体への安全性な