

# ポジスタ®による複数箇所の過熱検知

ポジスタ®は、1959年に村田製作所が世界にさきがけ商品化したセラミックPTC（正温度特性）サーミスタです。抵抗値が所定温度で1000倍以上に急増する特性を有します。このユニークな特性を用いたシンプルな回路により、分散型電源など機器中の各所に分散された複数のパワーデバイスの異常発熱を検知し、機器筐体の溶融や発煙・発火など最悪の事態を回避する方法を紹介します。

## 1. 分散型電源の普及で異常発熱リスク箇所が増加

LSIの大規模化・多機能化にともない、LSIに電力を供給する電源回路に対する要求も高度になってきています。低電圧・大電流への対応や、急激な負荷変動に対する高い応答性、低消費電力化のための高い変換効率などが求められています。これに対応するため、個々の負荷に可能な限り近い場所で、その負荷に必要な電力だけを供給する分散型電源（POL：Point of Load 当誌12号参照）が採用されるようになってきました。POLは高効率のDC-DCコンバータで、ハイエンドのノートPCでは10個以上搭載する機種も登場しています。

使用される個々のPOLの変換効率は非常に高いのですが、それでも発熱は避けられません。パワーFETに大きな電流が流れるため、そのオン抵抗による熱損失が発生するからです。はからずも、発熱量が大きいパワーFETがボードのいろいろな場所に分散して配置されるようになってしまったのです。

一般に、POLなどのDC-DCコンバータは、図1のようにパワーFETを2個ペアにして使います。一方がオンのときはもう一方がオフと交互に切り替わります。しかし、何らかの原因で同時にオン状態になると短絡してしまい、ふたつのパワーFETに大きな電流が流れてしまいます。このような場合、パワーFETは保証温度を超えて過熱し、表面温度が160℃～200℃以上に達することもあります。

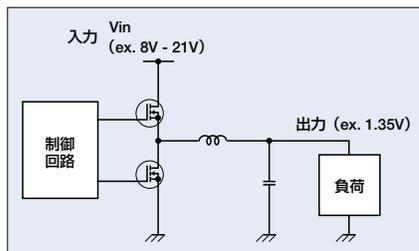


図1 POLの例

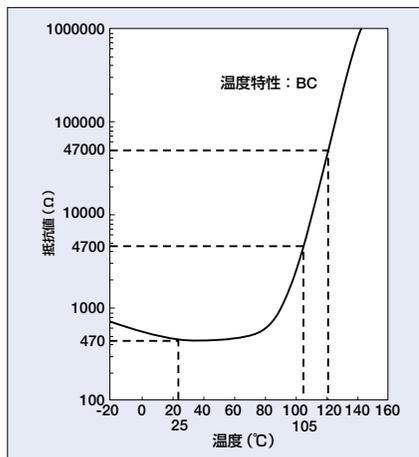


図2 ポジスタ®の抵抗温度特性

電子機器にはこうした異常発熱を回避する対策が施されていますが、予測できないノイズによる制御回路の誤動作や部品の欠陥には対処できません。また、個々の異常発熱の発生確率が低くても、使用数が多くなれば異常発熱が起こる確率は高くなります。万一異常発熱が起これば、最悪の場合、機器筐体の溶融や発煙・発火などにいたるおそれもあります。

こうした事態を防ぐ手法として、LSIメーカーなどからNTC（負温度特性）サーミスタなどの温度センサを用いた異常発熱の検知回路が紹介されています。

しかし、この回路にはいくつか課題があります。パワーデバイスごとに検知回路が必要になるため、10個のパワーデバイスの異常発熱を監視したい場合、検知回路も10個用意しなければなりません。マルチフェーズ方式のDC-DCコンバータが使われていれば、さらに増えることになります。また、設計の柔軟性に乏しいことも課題です。検知回路は、一定の回路規模があるだけに、ボードを試作した後でこれを取り外したり、追加したりすることが困難です。

## 2. ポジスタ®で異常発熱を検知

NTCサーミスタなどの代わりにPTCサーミスタ「ポジスタ®」を使用することで前述の問題を解決することができます。

ポジスタ®は、図2に示すように所定の温度に達すると抵抗値が室温時の1000倍を超える値に急増します。図3の回路Aは、このポジスタ®を使って構成した温度検知回路です。ポジスタ®をPRF18BC471Q□とし、分圧抵抗Rを10kΩ、印加電圧を3.3Vとしたとき、ポジスタ®の温度と出力電圧Voutの関係は同図右のようになります。室温時のVoutは0.15Vですが、最初の検知温度（抵抗値が室温の10倍になる温度）105℃では1.06V、次の検知温度（同じく100倍になる温度）では2.72Vになります。適切な値の分圧抵抗を選択すれば、電源供給を遮断するためのトランジスタやFETを直接駆動することができます。A-Dコンバータなどのハードウェアはもちろん、制御ソ

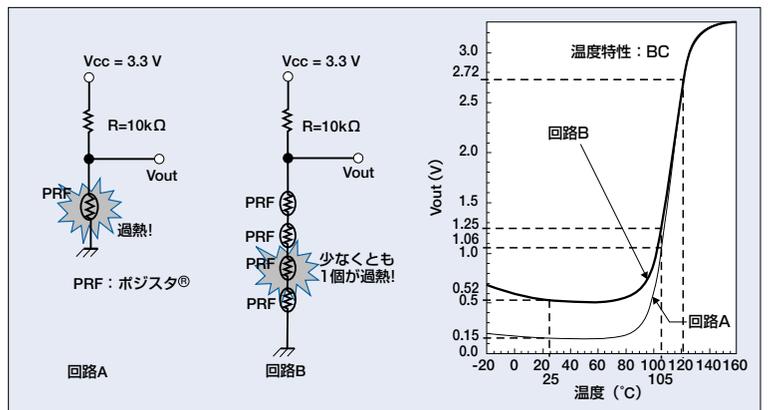


図3 ポジスタ®による過熱検知回路とその出力電圧

ポジスタ®1個を使用した検知回路（回路A）と4個使用の検知回路（回路B）、右は温度上昇時の出力電圧の変化

フトも必要ありません。

抵抗値変化が大きい同図回路Bのように複数のポジスタ<sup>®</sup>を直列に接続すれば、異なる場所の温度検知が可能になります。ポジスタ<sup>®</sup>4個の場合、少なくとも1個のポジスタ<sup>®</sup>が120℃になると、Voutは室温時の0.52V程度から2.72Vへと増加します。コンパレータのしきい値電圧をたとえば2.7V付近に設定しておけば、ポジスタ<sup>®</sup>は10数個程度まで接続することができます。

ノートPCのマザーボードに適用した場合の模式図を図4に示します。ポジスタ<sup>®</sup>5個で5カ所の異常発熱を、高度な信号系・制御系から完全に独立した構成で検知できるようになっています。

### 3. 低コストで柔軟性が高い温度検知回路

NTCサーミスタなどを用いた一般的な温度検知方法では、検知対象が増えるごとにセンサと温度検知回路が必要になります。また、動作検証なども煩雑になります。

一方、今回紹介した手法を使えば、検知対象数のポジスタ<sup>®</sup>があれば、検知回路は1個で済み、図5に示すように回路コストのほか設計・検証の時間も削減できます。

この手法には、設計の柔軟性が極めて高いというメリットもあります。たとえば、設計当初は発熱リスクが高いと予測していた箇所が、試作結果や市場実績などから異常発熱のおそれはないと判断された場合、当該ポジスタ<sup>®</sup>を短絡させるだけで良く、検知回路を変更する必要はありません。ポジスタ<sup>®</sup>の抵抗変化がきわめて大きいので、ポジスタ<sup>®</sup>の接続数でしきい値が変わることはほとんどないからです。逆に、発熱リスクの低い場所にもあらかじめランドだけを設けておき、ポジスタ<sup>®</sup>実装の要否判断を試作評価の後に行うこともできます。場

合によっては、ボード上の配線も変更しなくて良いかもしれません。こうした柔軟性の高さは、設計期間短縮に絶大な効果を発揮します。

また、検知温度をポジスタ<sup>®</sup>の品種の選択により自由に設定できます。ムラタのポジスタ<sup>®</sup>は、表1および図6に示すように最初の検知温度を、65℃から145℃まで10℃刻みで用意しています。したがって、ポジスタ<sup>®</sup>の品種を変えるだけで、検知回路の設計を変更することなく各箇所の検知温度を変更することができます。検知対象のパワーデバイスとポジスタ<sup>®</sup>の温度差は、配線や搭載部品の熱容量などの影響で変化するので、実際のボードを評価した後で検知温度を決定できるということは大きなメリットです。

分散型電源システムは、高度な機器に対応したシステムですが、反面、異常発熱のリスクをはらむ箇所の多いシステムでもあります。

今回紹介したポジスタ<sup>®</sup>による複数箇所の過熱検知は、低いコストと高い柔軟性をもって万が一の異常発熱による機器筐体の溶融や発煙・発火など最悪の事態にいたるリスクに備えることができる手法です。

すでに、いくつかのノートPCに数個～10数個のポジスタ<sup>®</sup>が搭載されています。また、分散型電源システム以外にも、プラズマテレビやオーディオアンプなど多数のパワーデバイスを使う用途に採用が広がっています。

多数のパワーデバイスを使うすべての機器に高い安全性を付与できる、現実的かつ安価なソリューションとして、ポジスタ<sup>®</sup>による複数箇所の過熱検知をお勧めします。

<デバイス事業本部センサ事業部サーミスタ商品部>

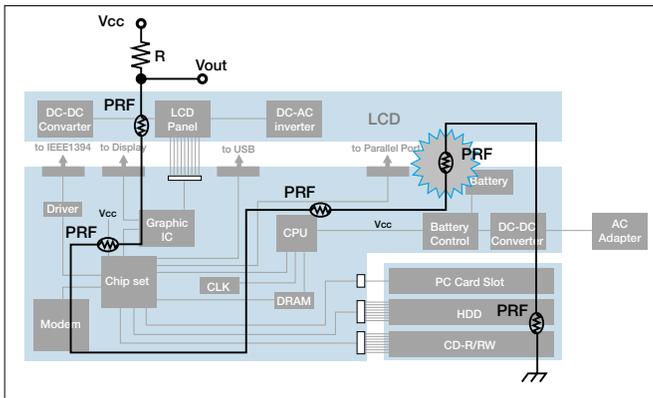


図4 ポジスタ<sup>®</sup>による複数箇所の過熱検知回路をノートPCに適用したイメージ

表1 過熱検知用チップポジスタ<sup>®</sup>の温度特性例

| 温度特性 | 品番<br>□は個別仕様・包装仕様 | 検知温度<br>4.7kΩ点<br>(℃) | 検知温度<br>47kΩ点<br>(℃) |
|------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| AS   | PRF18AS471Q□      | 145±5                 | —                    |
| AR   | PRF18AR471Q□      | 135±5                 | 150±7                |
| BA   | PRF18BA471Q□      | 125±5                 | 140±7                |
| BB   | PRF18BB471Q□      | 115±5                 | 130±7                |
| BC   | PRF18BC471Q□      | 105±5                 | 120±7                |
| BD   | PRF18BD471Q□      | 95±5                  | 110±7                |
| BE   | PRF18BE471Q□      | 85±5                  | 100±7                |
| BF   | PRF18BF471Q□      | 75±5                  | 90±7                 |
| BG   | PRF18BG471Q□      | 65±5                  | 80±7                 |

共通仕様：抵抗値470Ω±50%  
最大電圧32V

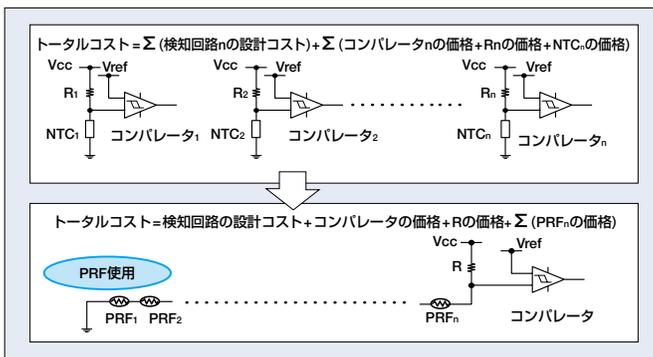


図5 検知箇所が多い場合のコスト比較

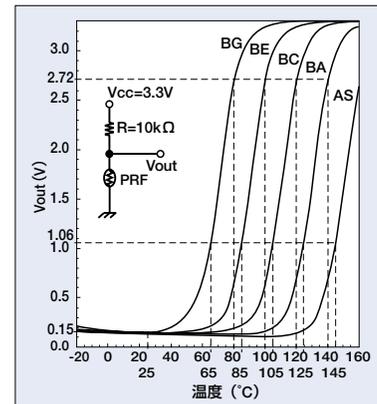


図6 ポジスタ<sup>®</sup>の検知温度バリエーション