

# PTC サーミスタ

(1959年～現在)

Key-words : PTC,  
PTC サーミスタ, 正特  
性サーミスタ, 正の抵抗  
温度特性

**注1** 急激に抵抗が増加する温度を指し、この点をキュリー点、C.P.と呼び、25℃における抵抗値の2倍の抵抗値になる温度である。

**注2** カラーTVは、地磁気や外部磁界などの影響によりブラウン管が帯磁し色ムラ定着をするため、交番電流を流して消磁するもの。

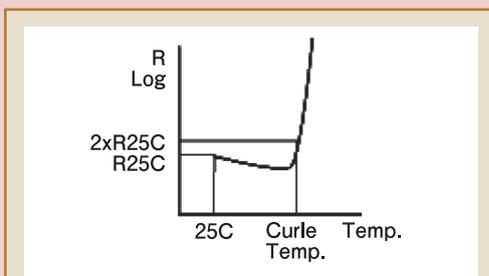
PTC サーミスタは、Positive Temperature Coefficient の頭文字をとったもので、コンデンサ材料として知られる BaTiO<sub>3</sub> に微量の希土類などを添加することで得られる正の温度係数を有するサーミスタである。この素子の特徴は、**図1** に示すように、常温では抵抗が低く、ある温度 (C.P.) に達すると急激に抵抗が増大する極めて特殊な抵抗温度特性にあり、これまで、この素子特性を活かした家電機器が数多く商品化されてきた。古くは電子あなか、電子足温器から、ふとん乾燥機、電子炊飯器、セラミックヒータ、ヘアードライヤーなどに用いられた定温発熱体、その他カラーTVの消磁用、冷蔵庫のモーター起動用、そして過電流保護や過熱保護としての電子回路保護用などと多岐に広がっており、今後も電気・電子機器の発展に寄与していくものと考えられる。

## 1. 製品適用分野

ヒータなどの定温発熱体、過電流保護、過熱検知などの回路保護、TVの消磁用、モーター起動用。

## 2. 適用分野の背景

PTC サーミスタは、Positive Temperature Coefficient の頭文字をとったもので、コンデンサ材料として知られる BaTiO<sub>3</sub> に微量の希土類などを添加することで得られる正の温度係数を有するサーミスタである。この素子の特徴は、ある温度 (キュリー温度<sup>注1)</sup>) で急激に抵抗が増加する PTC (Positive Temperature Coefficient) 特性にあり、1952年 Haayman により発見された後、1959年に Saburi により PTC サーミスタとしての基本的な事象がまとめられた<sup>1), 2)</sup>。PTC の代表的な特性を**図1** に示す。



**図1** 抵抗温度特性

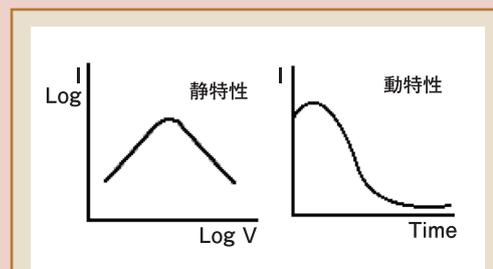
PTC サーミスタの代表的特性図である。ここで、縦軸 R は抵抗値を示し、R25C は 25℃における抵抗、2xR25C は 25℃の抵抗の2倍値を指す。さらに Sr、Pb などを添加することで、Curie Temp. を変化させ動作温度を制御することができる。

その後、1961年に世界で初めて日本で量産化された。以来、PTC 特性を利用した種々の用途開拓が行われ、初期には静特性を用いた定温発熱体としてのヒータ用途が実用化された。古くは電子あなか、電子こたつ、電子炊飯器、近年ではセラミックファンヒータ、

浴室乾燥機などの温風器がこれにあたる。その後カラーTV、冷蔵庫の普及にともない動特性を利用した消磁用<sup>注2)</sup>、モーター起動用などに、そして今日ではLSI搭載電源回路におけるMOS-FETの過熱検知用、あるいはUSB回路などの過電流保護用として、基板実装タイプのチップPTCが搭載されるに至っている。

## 3. 製品の特徴

正の温度特性を有する PTC サーミスタの特性は、基本的に**図1** に示される抵抗温度特性、および**図2** に示す静特性 (電圧電流特性) 動特性 (電流時間特性) の三特性で示され、これに構造や寸法によって決まる熱容量、周囲の媒体との関係によって決まる熱放散係数、および熱時定数、許容電力などからなりたっている。以下に、この基本特性を用いた製品の特徴をまとめる。



**図2** 静特性と動特性

静特性は電圧電流特性を指し、極大点より左では抵抗が一定、左では電力が一定になることを示す。動特性は電流時間特性を指し、電圧印加後の自己発熱で抵抗値が増大し電流を減衰させることを示す。

### 3.1 抵抗温度特性の利用

まず、抵抗温度特性を利用したのが、温度検知機能で、周囲温度の変化にともなう抵抗変化を電気信号として取り出し、温度検知や温度補償、過熱検知用として用いられる。この用途の素子は従来リードタイプであったが、近年の小型化、薄層・低背化の流れに沿っ

て基板実装可能なチップタイプ素子へと変わりつつあり、現在 1005 サイズまで小型化されている。参考までに、図3に過熱検知用途における回路例を示す。

### 3.2 静特性の利用

次に静特性は、電圧を印加して内部発熱と外部への熱放散が平衡状態になった時の印加電圧と安定時の電流との関係を示し、この時、電流極大点を越えた状態に動作点をもっていくと電力が一定になり、PTCが自動温度調節作用を行うため、定温度発熱体、ヒータとして利用される。この PTC ヒータの場合は、ニクロムヒータなど一般の発熱体のような ON-OFF 制御が必要なく、変動のない一定温度を保持することができる特長を有している。その他、定常状態では動作点は電流極大点以下にあり、電子回路に異常が発生し過電流が流れたとき、電流極大点を越えた状態に動作点を移行するようにすると、回路の電流を制限させることができ、過電流保護用として用いられる。この過電流保護用の場合は、異常が解除されると自己復帰する性能を有しており、これが PTC サーミスタとしての大きな特長である。

### 3.3 動特性の利用

動特性（電流時間特性）は、電圧印加の瞬間は抵抗値が低いために大電流が流れるが、時間の経過とともに素子の自己発熱によって抵抗値が増大し電流が減少する機能で、これを利用してカラー TV の消磁用、モータ起動用として用いられている。

## 4. 製法

PTC サーミスタの基本的製法は、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$  を主成分として、これに希土類などの半導体化剤、Mn などの特性改善剤を微量添加し、所望のキュリー温度を得るためのシフター（Sr or Pb）を加え、これを仮焼、バインダー添加、成型、焼成、電極付与によって得られる。ここで特徴的なのは、PTC サーミスタは、n 型半導体のためオーミック接触の得られる電極が必要になり、通常のセラミック電子部品で使われる Ag 電極ではなく、Ni めっき、あるいは下地 Ni めっきに Ag 電極、あるいは Zn などを添加したオーミック Ag 電極などが用いられる。

## 5. 将来展望

最近、PTC サーミスタの新しい製品として、図4に示すような従来のバルクタイプ素子の 1/100 の抵抗値

となる積層 PTC サーミスタが実用化された<sup>3)</sup>。

これまで PTC サーミスタ市場では、低抵抗化が要望されていたが、電極はオーミック接触<sup>注3)</sup>を得るために Ni のような卑金属とするする必要があり、一方で還元焼成すると PTC 特性が失われるという課題のために、卑金属内部電極を酸化させずに PTC セラミックスを焼成することは困難であった<sup>4)</sup>。この矛盾する課題に対し焼成技術、微粒化技術の研究が進められ、2003

注3 抵抗性の接触のことで、電流の方向と電圧の大きさによらず、抵抗値が一定の場合を言い、電圧  $V$  が係数  $R$  で電流  $I$  に比例する  $V=RI$  に従うことを意味する。

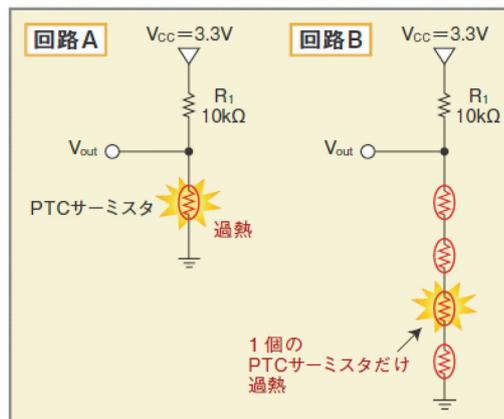


図3 過熱検知としての回路例

回路 A は一ヶ所、回路 B では複数ヶ所における過熱検知を示し、PTC を検知回路に直列に挿入するだけで複数ヶ所の異常過熱を検知できる。

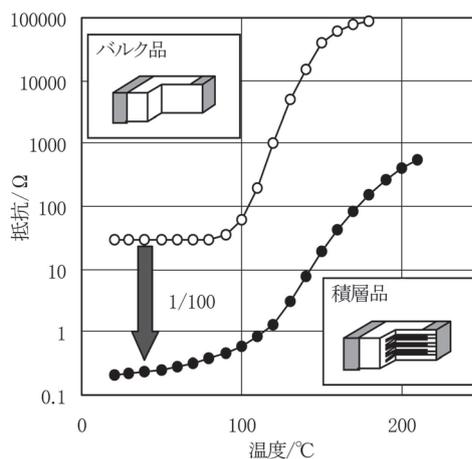


図4 積層化による低抵抗化

チップ PTC サーミスタ 2012 サイズにおける、従来バルクタイプと積層タイプとの抵抗温度特性の比較である。従来バルクタイプ最小抵抗値に対し、積層することで 1/100 の抵抗値を達成している。

年に PTC サーミスタ長年の課題であった Ni を内部電極とした積層 PTC サーミスタが実用化されたものである。その外観図を図5に示す。今後、微粒化、薄層化、高 PTC 化によって、さらに PTC サーミスタの低抵抗化は進められ、着実に市場を拡大していくものと期待される。

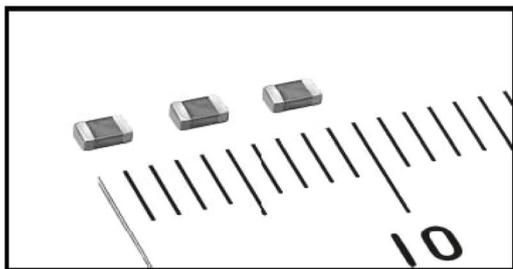


図5 世界初の積層 PTC サーミスタ

2012 (2.0 × 1.2 mm), R25 = 0.2 Ω の積層 PTC サーミスタの外観図である。内部電極に Ni を用い、還元雰囲気焼成、再酸化にて実用化された。

この他 PTC ヒータでは、キュリー温度を高温化するためにシフターとして Pb を添加しているが、近年の環境負荷軽減の動きから、これを無鉛化すべく研究も精力的になされている<sup>4)</sup>。近い将来、PTC サーミスタからの Pb 全廃も可能になることが期待される技術動向である。このように PTC サーミスタは、実用化されて既に半世紀を経てはいるが、現在も上述のような新製品や研究開発が活発に進められており、今後とも家電機器、電子機器などへ貢献する電子部品の一つとして期待される。

#### 文 献

- 1) O.Saburi, *J. Am. Ceram. Soc.*, **14**, No9, 1159-73 (1959).
- 2) O.Saburi, *J. Am. Ceram. Soc.*, **44**, No2, 54-63 (1961).
- 3) 新見秀明, “月間機能材料”, **25**, 5月号, 28-34 (2005).
- 4) A.Kand, S.Tashiro and H.Igarashi, *J. Appl. Phys.*, **33**, 5431-5434 (1994).
- 5) 青戸渉, 武田博明, 西田貴司, 岡村総一郎, 塩寄忠, 島田武司, 寺尾公一, 日本セラミックス協会年会予稿集 (1994) p.220.

[連絡先] 三原賢二良  
(株)村田製作所  
〒617-0833 長岡京市神足1-10-1