

## NTCサーミスタの基本特性

サーミスタは、負の温度係数をもつNTCサーミスタです。均一で高純度の原料を使用して、理論的密度に近い構造をもった高性能セラミックスです。このため、小型化できるとともに、抵抗値・温度特性のばらつきも非常に小さく、あらゆる温度変化にもすばやく応答して、高感度で高精度の検出が可能です。小型・高信頼性のニーズに対応する各種の形状・特性のものがあり、皆様のご要望にお応えします。

### ■抵抗-温度特性

サーミスタの抵抗-温度特性は近似的に式1で表される。

$$\text{式1 (eq1)} \quad R = R_0 \exp \left\{ B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right\}$$

R : 温度T (K) における抵抗値  
 R<sub>0</sub> : 温度T<sub>0</sub> (K) における抵抗値  
 B : B定数  
 ※T (K) = t (°C) + 273.15

但し実際のサーミスタの特性はB定数が一定ではなく、その変化は材料組成によって異なりますが最大5K/°C程度になる場合があります。従って広い温度範囲に式1を適用すると、実測値と差が生じます。

ここで式1中のB定数を式2に示すように温度の関数とすることによって、実測値との差をより小さく近似することができます。

$$\text{式2 (eq2)} \quad B_T = CT^2 + DT + E$$

C, D, Eは定数  
 また製造条件等によるB定数のばらつきは定数Eの変化となりC, Dに変化はありません。このことはB定数のばらつき分を算入する場合は、定数Eに加えれば良い事になります。

●定数C, D, Eの算出  
 定数C, D, Eは4点の(温度、抵抗値)データ(T<sub>0</sub>, R<sub>0</sub>), (T<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>), (T<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>), (T<sub>3</sub>, R<sub>3</sub>)から以下式3~6によって求められます。  
 T<sub>0</sub>とT<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>の抵抗値から式3にてB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>を求め、以下の式に代入

$$\text{式3 (eq3)} \quad B_n = \frac{\ln(R_n/R_0)}{\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_0}}$$

$$\text{式4 (eq4)} \quad C = \frac{(B_1 - B_2)(T_2 - T_3) - (B_2 - B_3)(T_1 - T_2)}{(T_1 - T_2)(T_2 - T_3)(T_1 - T_3)}$$

$$\text{式5 (eq5)} \quad D = \frac{B_1 - B_2 - C(T_1 + T_2)(T_1 - T_2)}{(T_1 - T_2)}$$

$$\text{式6 (eq6)} \quad E = B_1 - DT_1 - CT_1 \cdot T_1$$

## NTC Thermistor basic properties

Negative temperature coefficient(NTC)thermistors are manufactured from high purity and uniform materials to achieve a construction of near-perfect theoretical density. This ensures small size, tight resistance and B-value tolerances, and fast response to temperature variations, making a highly sensitive and precision component. Thermistor is available in a wide range of types to meet your demands for small size and high reliability.

### ■Resistance - temperature characteristic

The resistance and temperature characteristics of a thermistor can be approximated by equation 1.

R : resistance at absolute temperature T(K)  
 R<sub>0</sub> : resistance at absolute temperature T<sub>0</sub>(K)  
 B : B value  
 ※T(K) = t(°C) + 273.15

The B value for the thermistor characteristics is not fixed, but can vary by as much as 5K/°C according to the material composition. Therefore equation 1 may yield different results from actual values if applied over a wide temperature range.

By taking the B value in equation 1 as a function of temperature, as shown in equation 2, the difference with the actual value can be minimized.

C, D, and E are constants.  
 The B value distribution caused by manufacturing conditions will change the constant E, but will have no effect on constants C or D. This means, when taking into account the distribution of B value, it is enough to do it with the constant E only.

●Calculation for constants C, D and E  
 Using equations 3~6, constants C, D and E can be determined through four temperature and resistance value data points (T<sub>0</sub>, R<sub>0</sub>), (T<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>), (T<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>) and (T<sub>3</sub>, R<sub>3</sub>).  
 With equation 3, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub>, can be determined from the resistance values for T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and then substituted into the equations below.

●抵抗値の算出例

抵抗-温度特性表から25℃の抵抗値:5(kΩ) B定数偏差:50(K)であるサーミスタの10℃~30℃間の抵抗値を求める。

●手順

①抵抗-温度特性表から、定数C, D, Eを求める。

$$T_0=25+273.15 \quad T_1=10+273.15 \quad T_2=20+273.15 \quad T_3=30+273.15$$

② $B_T=CT^2+DT+E+50$ に代入し $B_T$ を求める。

③ $R=5\exp\{B_T(1/T-1/298.15)\}$ に数値を代入しRを求める。  
※ $T:10+273.15\sim30+273.15$

●Example

Using a resistance-temperature characteristic chart, the resistance value over the range of 10°C~30°C is sought for a thermistor with a resistance of 5kΩ and a B value deflection of 50K at 25°C.

●Process

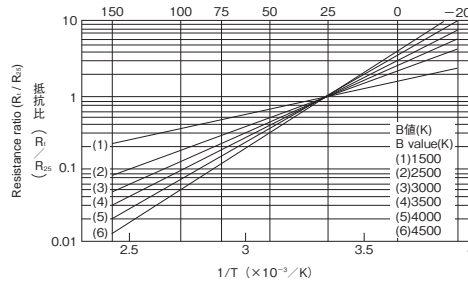
①Determine the constants C, D and E from the resistance-temperature chart.

② $B_T=CT^2+TD+E+50$ ; substitute the value into equation and solve for  $B_T$

③ $R=5\exp\{B_T(1/T-1/298.15)\}$ ; substitute the values into equation and solve for R  
※ $T:10+273.15\sim30+273.15$

●抵抗-温度特性を図示すると図1の通りとなります。

●Results of plotting the resistance-temperature characteristics are shown figure 1



抵抗-温度特性 (図-1)  
RESISTANCE-TEMPERATURE CHARACTERISTIC (Fig. 1)

## ■抵抗温度係数

任意の温度での1℃(K)当りのゼロ負荷抵抗変化率を表す係数を抵抗温度係数( $\alpha$ )といいます。この抵抗温度係数( $\alpha$ )とB値との関係は、式1を微分して得られます。

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} \times 100 = -\frac{B}{T^2} \times 100 \quad (\%/^{\circ}\text{C})$$

ここで $\alpha$ に負の符号がつくのは、ゼロ負荷抵抗値変化が温度上昇に対して減少することを示します。

## ■Resistance temperature coefficient

The resistance-temperature coefficient ( $\alpha$ ) is defined as the rate of change of the zero-power resistance associated with a temperature variation of 1°C at any given temperature. The relationship between the resistance-temperature coefficient ( $\alpha$ ) and the B value can be obtained by differentiating equation 1 above.

A negative value signifies that the rated zero-power resistance decreases

## ■熱放散定数 (JIS-C2570-1)

熱放散定数( $\delta$ )は熱平衡状態でサーミスタ素子の温度を、自己加熱によって、1℃上げるために必要な電力を表す定数です。

熱平衡状態でのサーミスタ温度 $T_1$ 、周囲温度 $T_2$ 消費電力Pとの間に次の関係が成立します。

$$\delta = \frac{P}{T_1 - T_2} \quad (\text{mW}/^{\circ}\text{C})$$

※ ( $P=I^2 \cdot R=I \cdot V$ )

カタログ記載値は、下記測定条件による代表値です。

- ①25℃静止空気中
- ②アキシアルリード、ラジアルリードタイプは出荷形状にて測定。

## ■Heat dissipation constant (JIS-C2570-1)

The dissipation constant ( $\delta$ ) indicates the power necessary for increasing the temperature of the thermistor element by 1°C through self-heating in a heat equilibrium.

Applying a voltage to a thermistor will cause an electric current to flow, leading to a temperature rise in the thermistor. This "intrinsic heating" process is subject to the following relationship among the thermistor temperature  $T_1$ , ambient temperature  $T_2$ , and consumed power P.

Measuring conditions for all parts in this catalog are as follows:

- ①Room temp is 25°C
- ②Axial and radial leaded parts were measured in their shipping condition.

## ■最大電力 (JIS—C2570—1)

定格周囲温度で、連続して負荷できる電力の最大値。  
個別製品仕様書上は、従来の名称である「定格電力」で表記している場合があります。

カタログ記載値は、定格周囲温度を25℃とし、次式より算出した値です。

$$(式) \text{ 定格電力} = \text{熱放散定数} \times (\text{最高使用温度} - 25)$$

## ■許容動作電力

サーミスタを温度センサまたは温度補償用として利用する場合、自己加熱による温度上昇が許容される値となる電力。(JISでは定義されておりません。)  
許容温度上昇を $t^{\circ}\text{C}$ とした場合、許容動作電力は次式より算出できます。  
許容動作電力 $=t \times$ 熱放散定数

## ■周囲温度変化による熱時定数(JIS—C2570—1)

ゼロ負荷の状態、サーミスタの周囲温度を急変させた時、サーミスタ素子の温度が最初の温度と、最終到達温度との温度差の63.2%変化するのに要する時間を表す定数。

サーミスタの周囲温度を $T_1$ から $T_2$ に変えた場合、経過時間 $t$ とサーミスタの温度 $T$ には次の関係が成立します。

$$T = (T_1 - T_2) \exp(-t/\tau) + T_2 \dots (3.1)$$

$$= (T_2 - T_1) \{1 - \exp(-t/\tau)\} + T_1 \dots (3.2)$$

この定数 $\tau$ を熱時定数といいます。  
ここで $t = \tau$ とすると： $(T - T_1) / (T_2 - T_1) = 0.632$ となります。

言い換えると上記定義のとおり、サーミスタの温度が初期温度差の63.2%変化するまでの時間が熱時定数となります。

経過時間 $t$ とサーミスタ温度の変化率は表1の通りです。

t	$\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$
$\tau$	63.2%
$2\tau$	86.5%
$3\tau$	95.0%
$4\tau$	98.2%
$5\tau$	99.4%

表-1 熱時定数 Table-1 Thermal Time Constant

カタログ記載値は下記測定条件による代表値です。

- ①周囲温度50℃から25℃の静止空気中に移動した時、サーミスタの温度が34.2℃になるまでの時間。
- ②アキシアルリード、ラジアルリードタイプは出荷形状にて測定。

尚、熱放散定数、熱時定数は、環境条件、実装条件によって変化しますので、ご注意ください。

## ■Maximum power dissipation (JIS-C2570-1)

The power rating is the maximum power for a continuous load at the rated temperature.  
In the detail specification, it is likely to write by "Power rating" that is a past name.

For parts in this catalog, the value is calculated from the following formula using 25°C as the ambient temperature.  
(formula) Rated power=heat dissipation constant  $\times$  (maximum operating temperature-25°C)

## ■Permissible operating power

Definition : The power to reach the maximum operating temperature through self heating when using a thermistor for temperature compensation or as a temperature sensor. (No JIS definition exists.) The Permissible operating power, when  $t^{\circ}\text{C}$  is the permissible temperature rise, can be calculated using the following formula.

$$\text{Permissible operating power} = t \times \text{heat dissipation constant}$$

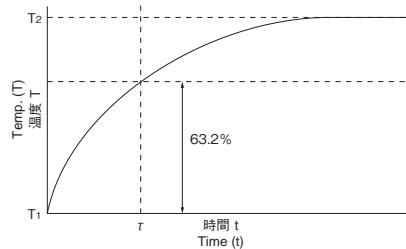
## ■Thermal time constant (JIS-C2570-1)

A constant expressed as the time for the temperature at the element of a thermistor, with no load applied, to change to 63.2% of the difference between their initial and final temperatures, during a sudden change in the surrounding temperature.

When the surrounding temperature of the thermistor changes from  $T_1$  to  $T_2$ , the relation between the elapsed time  $t$  and the thermistors temperature  $T$  can then be expressed by the following equation, by ambient temperature change.

The constant  $\tau$  is called the heat dissipation constant.  
If  $t = \tau$ , the equation becomes :  $(T - T_1) / (T_2 - T_1) = 0.632$

In other words, the above definition states that the thermal time constant is the time it takes for the temperature of the thermistor to change by 63.2% of its initial temperature difference.  
The rate of change of the thermistor temperature versus time is shown in table 1.



Measuring conditions for parts in this catalog are as follows:

- ①Part is moved from a 50°C environment to a still air 25°C environment until the temperature of the thermistor reaches 34.2°C.
- ②Axial and radial leaded parts are measured in their shipping form.

Please note, the thermal dissipation constant and thermal time constant will vary according to environment and mounting conditions

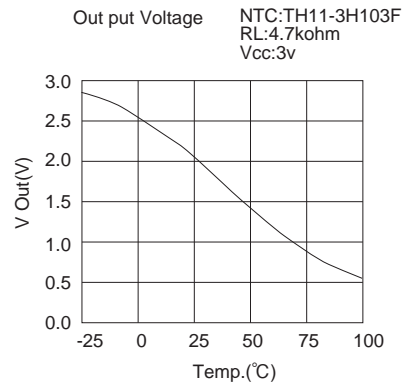
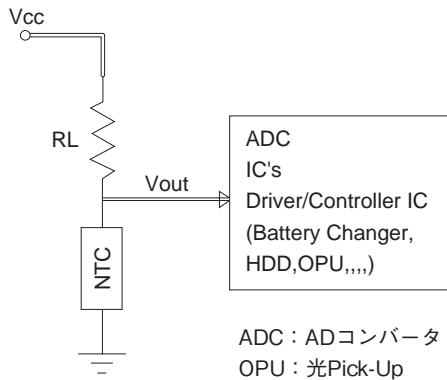
## ■用途

- HDD の書き電流の制御
- CD, DVD 用の光ピックアップの温度補償回路
- PC マザーボードの温度モニター
- DC 冷却ファンの回転数制御
- 携帯電話のパワーアンプ 利得の温度補償
- 液晶の駆動電圧の制御 (コントラスト補正)
- バッテリーパックの温度制御、温度保護
- 光通信用 LD モジュールの温度制御
- MOS-FET の過熱保護
- DVC/DSC の温度補償
- 温度補償型水晶発振器 (TCXO) の温度補償
- プリンタの温度検知 制御回路用
- カーオーディオの温度補償・過熱検知
- LED 部分の温度検知、制御回路用
- 車載 ECU 制御回路用

## ■Applications

- Temperature compensated circuit in HDD
- Optical pickup for CD/DVD writing,
- CPU periphery temperature monitoring circuits,
- Temperature detection for DC power supply
- Gain Stabilization for mobile phone
- Temperature compensation of display contrast in LCD
- Temperature detection of battery cells
- Optical communication related equipment Laser transmission circuit temperature compensation
- Temperature detection for MOS-FET
- DVC/DSC devices; Auto-focus circuits, plunger peripheral circuits, battery pack temperature control circuits
- Temperature Compensation of Crystal Oscillators (TCXO)
- Temperature compensation for ink-viscosity (Inkjet Printer)
- Temperature compensation and detection for Car-audio equipment
- Temperature compensation of LED parts (Ex. LED head light)
- Temperature compensation of car ECU unit

## ■温度検出回路 Temperature detection circuit



## ■代表的用途 Typical Applications

- バッテリーパック  
携帯電子機器等に用いられるバッテリーパック (二次電池) に、保護回路用素子として、高精度タイプのチップサーミスタが使用されています。
- Battery pack  
Chip thermistor with high precision is used for the protection circuit inside the battery pack for mobile electronic devices.

