

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。

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

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( ) + 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に変化は有りません。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

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

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

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

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

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

手順  
 抵抗-温度特性表から、定数C, D, Eを求める。

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

B<sub>T</sub> = CT<sup>2</sup> + DT + E + 50に代入しB<sub>T</sub>を求める。

R = 5exp { B<sub>T</sub>(1/T - 1/298.15) }に数値を代入しRを求める。  
 T : 10 + 273.15 ~ 30 + 273.15

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.

●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.

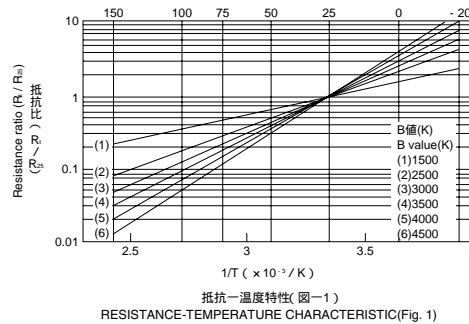
●Process  
 ①Determine the constants C, D and E from the resistance-temperature chart.

②B<sub>T</sub> = CT<sup>2</sup> + DT + E + 50 ; substitute the value into equation and solve for B<sub>T</sub>

③R = 5exp { B<sub>T</sub>(1/T - 1/298.15) } ; substitute the values into equation and solve for R  
 T : 10 + 273.15 ~ 30 + 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 ( )といひます。この抵抗温度係数( )とB値との関係は、式1を微分して得られます。

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

ここで 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 (α) 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 (α) 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( )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<sub>1</sub>、周囲温度T<sub>2</sub>消費電力Pとの間に次の関係が成立します。

$$= \frac{P}{T_1 - T_2} (\text{mW} / )$$

$$(P = I^2 \cdot R = I \cdot V)$$

カタログ記載値は、下記測定条件による代表値です。

- 25 静止空气中
- 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。

**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) 定格電力 = 熱放散定数 × (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 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 × 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<sub>1</sub>からT<sub>2</sub>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。

**Heat dissipation constant (JIS-C2570-1)**

The dissipation constant (δ) 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<sub>1</sub>, ambient temperature T<sub>2</sub>, 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.

**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 × (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 °C is the permissible temperature rise, can be calculated using the following formula. Permissible operating power = t × 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<sub>1</sub> to T<sub>2</sub>, the relation between the elapsed time t and the thermistors temperature T can then be expressed by the following equation. by ambient temperature change.

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

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

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

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。  
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。

## サーミスタセンサ使用上の注意

サーミスタセンサの破壊、並びに使用機器の損傷又は誤動作の恐れがありますので次の事項を厳守してください。

センサは個々の用途に合わせて設計されています。指定以外の用途に使用する場合は、使用環境条件について弊社にご相談下さい。

機器設計時にはセンサの実装評価試験を行い異常のない事を確認して下さい。

センサは過度の電力を超えて使用しないで下さい。

自己発熱による抵抗値の低下で検知温度の精度低下、機器の機能不良を起こす恐れがありますので、熱放散定数を参考にセンサへの印加電力、電圧には注意してご使用下さい。

使用温度範囲以外では使用しないで下さい。

使用温度範囲の上下限を超える過激な温度変化を与えないで下さい。

センサを装置の主制御として単独で使用する場合は、事故防止のため必ず「安全回路」を設け「同等機能を有するセンサを併用する」等、万全の安全対策を講じて下さい。

ノイズの影響を受ける環境下では、保護回路の設置やセンサのシールド(リード線含む)対策をして下さい。

保護管タイプのセンサを高湿度環境下で使用する場合、保護管先端部のみ環境(水中・湿中)雰囲気中に曝し、保護管開口部には極力水や蒸気が直接触れないような設計をして下さい。

結露が発生する場合は、この部分に滞留しないように開口部を下向きにする等、取り付け方に注意してください。

過度の振動・衝撃・圧力を加えないで下さい。

過度のリード線の引っ張り、折り曲げは避けて下さい。

絶縁部と電極間に過度の電圧を印加しないで下さい。絶縁不良が発生する場合があります。

接触不良の原因となるのでリード線の末端部(コネクタを含む)には「水」「蒸気」「電解質」等が侵入しないよう配線を考慮して下さい。

設計時の想定を超えた腐食性ガス雰囲気( $Cl_2$ ・ $NH_3$ ・ $SOx$ ・ $NOx$ )や、電解質・塩水・酸・アルカリ・有機溶剤に触れる場所では使用しないで下さい。

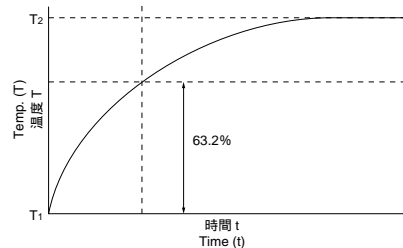
金属腐食により機器の機能不良となる恐れがありますので、金属製保護管タイプやネジ付きタイプのセンサは取り付ける相手金属との間で接触電位差を生じないよう材質を考慮して下さい。

その他ご使用の際、不明点がございましたら、弊社営業担当までお問い合わせ下さい。

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:

- ① Part is moved from a 50℃ environment to a still air 25℃ environment until the temperature of the thermistor reaches 34.2℃.
- ② Axial 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

## ■ Caution in Thermistor Sensor usage

Due to the possibilities of destruction of the sensor, damage or miss use of equipment, please strictly follow below matter.

- ① The sensor is designed for individual usage. When it is going to be used beyond the specified condition, please speak to your daily contact person for our products.
- ② Whenever designing the equipment, make sure to check sensor operation and if there is no lack of quality.
- ③ Do not use the sensor exceeding rated electric power.
- ④ Due to possibility of causing the decrease of the value of resistance with self heat and malfunction of the equipment or the precision decrease of the inspection temperature, carefully refer to the dissipation constant usage of electric power and voltage.
- ⑤ Do not use the sensor beyond operating temperature range.
- ⑥ Avoid from exceeding radical temperature change, which is beyond operating temperature range.
- ⑦ In case of independently use of the sensor as a main control of the device, make sure to design and devise through safety measures for [safe circuit] and [parallel use with same function sensor] etc, to prevent from accident.
- ⑧ Under the environment which receives the influence of electric noise, make sure to take countermeasure by installing a protection circuit and seal the sensor (including the lead wire).
- ⑨ When the case type sensor is used under high humidity environment, make sure to design so that the protected case tip must be exposed to environment (in water, moisture) condition, and to the [utmost] open part of the case must be prevented from not touching water and steam directly. Please note how such as making the opening downward to install it so as not to stay in this part when you generate the be dewy water.
- ⑩ Do not add excessive vibrating shocking pressure.
- ⑪ Avoid from excessive pulling and bending of the lead wire.
- ⑫ Do not impress excessive voltage in the insulated part and between the electrode. This might cause to occur the insulated malfunction.
- ⑬ Consider wiring, due to contact failure might occur if the terminal of the lead wire (including the connector) is immersed into [water] [steam] [electrolyte] etc.
- ⑭ Do not use in corrosiveness gas atmosphere ( $Cl_2$ ,  $NH_3$ ,  $SOx$ ,  $NOx$ ) beyond the designated condition.  
Do not use at the place where the sensor touches the electrolytic, brine, acid, alkaline and organic solvent beyond the designated condition.
- ⑮ Due to possibility of the equipment becoming malfunction depending upon metal corrosion, consider not to cause potential difference with the contact metal for the case and screw equipped type sensor.

If there is any others unclear point, please inquire to our company sales in-charge.