

NTC サーミスタの基本特性

NTC サーミスタは、負の温度係数をもつサーミスタです。三菱マテリアルのサーミスタは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、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
 R₀ : 温度 T₀ (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(T₀, R₀) (T₁, R₁) (T₂, R₂) (T₃, R₃)から以下式3~6によって求められます。
 T₀と T₁, T₂, T₃ の抵抗値から式 3にて B₁, B₂, B₃ 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)
 R₀ : resistance at absolute temperature T₀(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 (T₀, R₀). (T₁, R₁). (T₂, R₂) and (T₃, R₃).
 With equation 3, B₁, B₂ and B₃, can be determined from the resistance values for T₀ and T₁, T₂, T₃ and then substituted into the equations below.

●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。

●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.

●手順

①抵抗-温度特性表から、定数 C, D, E を求める。

●Process

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

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

② $B_T=CT^2+DT+E+50$ に代入し B_T を求める。

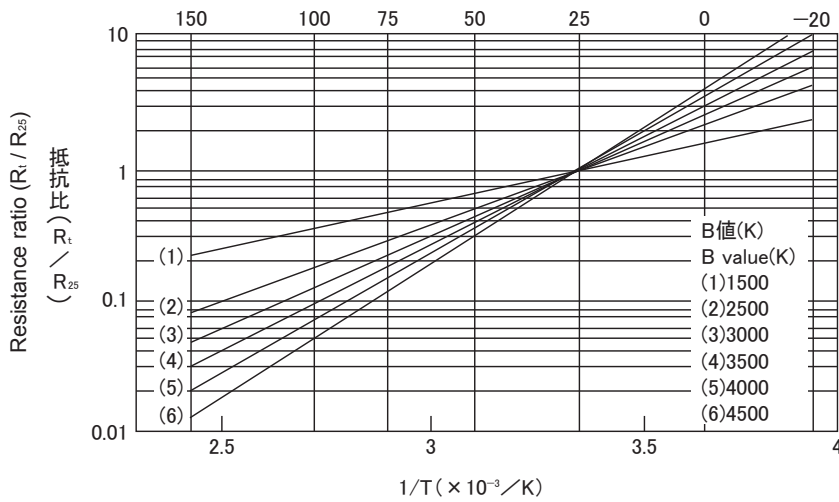
② $B_T=CT^2+TD+E+50$; substitute the value into equation and solve for B_T

③ $R=5\exp\{B_T(1/T-1/298.15)\}$ に数値を代入し R を求める。
※ $T: 10+273.15\sim 30+273.15$

③ $R=5\exp\{B_T(1/T-1/298.15)\}$; substitute the values into equation and solve for R
※ $T: 10+273.15\sim 30+273.15$

●抵抗-温度特性を图示すると図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)

■抵抗温度特性

任意の温度での1°C(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(α)といいます。この抵抗温度係数(α)とB値との関係は、式1を微分して得られます。

■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.

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

ここでα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。

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

■熱放散定数 (JIS - C2570 - 1)

熱放散定数(δ)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°C上げるために必要な電力を表す定数です。

■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 T₁, ambient temperature T₂, and consumed power P.

熱平衡状態でのサーミスタ温度T₁、周囲温度T₂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 = I² · R = I · V)

カタログ記載値は、下記測定条件による代表値です。

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

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

- 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°C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 では定義されていません。)
許容温度上昇を t°Cとした場合、許容動作電力は次式より算出できます。

(式) 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 T₁ から T₂ 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。

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

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

この定数 τ を熱時定数といいます。
ここで $t = \tau$ とすると: $(T - T_1) / (T_2 - T_1) \cong 0.632$ 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	$\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$
τ	63.2%
2 τ	86.5%
3 τ	95.0%
4 τ	98.2%
5 τ	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°Cから 25°Cの静止空气中に移動した時、サーミスタの温度が 34.2°C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 × (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.
(formula) Permissible operating power= t×heat dissipation constant

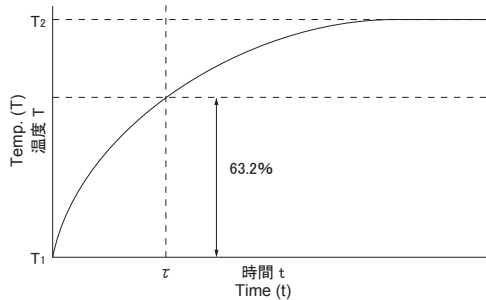
■Thermal time constant (JIS-C2570-1)

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 T₁ to T₂, 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 τ is called the heat dissipation constant.
If $t = \tau$, the equation becomes: $(T - T_1) / (T_2 - T_1) \cong 0.632$

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

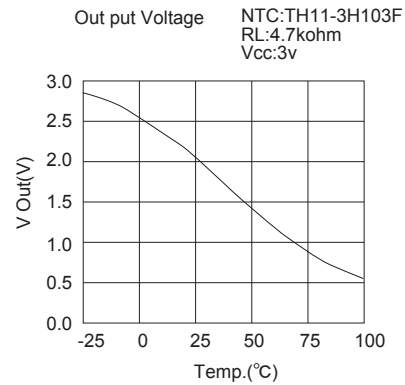
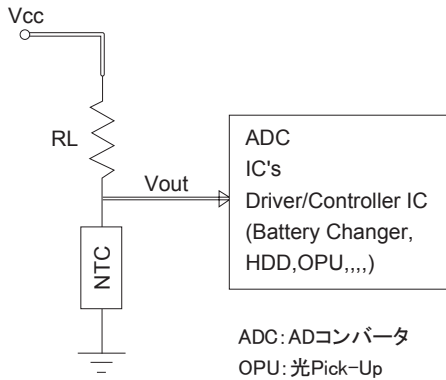
■用途

- 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用
- 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



NTC THERMISTOR
NTCサーミスタ

■代表的用途

- 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。

■ Typical Applications

- Battery pack
Chip thermistor with high precision is used for the protection circuit inside the battery pack for mobile electronic devices.

