

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で表されます。

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

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、以下の式に代入します。

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

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

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

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

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.

サーミスタ

THERMISTOR

●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間の抵抗値を求めます。

●手順

①抵抗-温度特性表から、定数 C, D, E を求めます。

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

② $B_T=CT^2+DT+E+50$ に代入し B_T を求めます。

③ $R=5\exp\{B_T(1/T-1/298.15)\}$ に数値を代入し R を求めます。

※ $T: 10+273.15\sim 30+273.15$

●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.

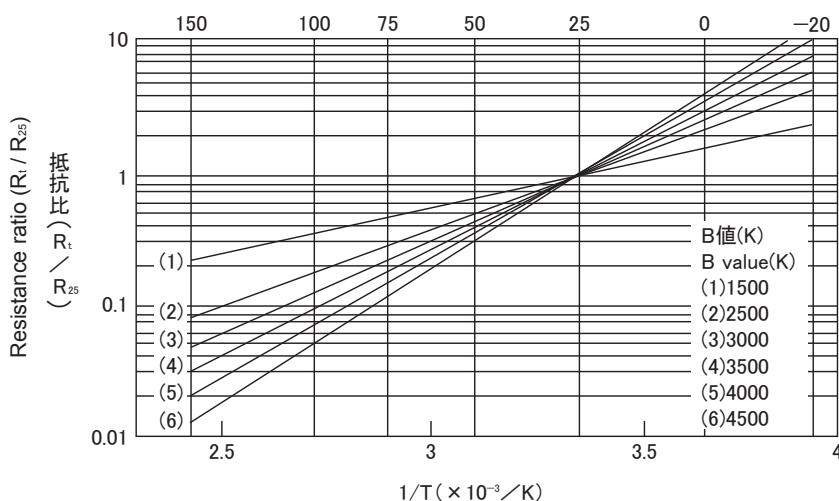
② $B_T=CT^2+TD+E+50$; substitute the value into equation and solve for B_T

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

※ $T: 10+273.15\sim 30+273.15$

●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。

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

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。

■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

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。

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。

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

※ ($P = I^2 \cdot R = I \cdot V$)

■Heat dissipation constant

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_1 , ambient temperature T_2 , and consumed power P .

カタログ記載値は、下記測定条件による代表値です。

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。

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.

サーミスタ

THERMISTOR

■最大電力

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。

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

■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。

$$(式) \text{ 許容動作電力} = t \times \text{熱放散定数}$$

■周囲温度変化による熱時定数

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

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.

$$(formula) \text{ Rated power} = \text{heat dissipation constant} \times (\text{maximum operating temperature} - 25^\circ\text{C})$$

■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.

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

■Thermal time constant

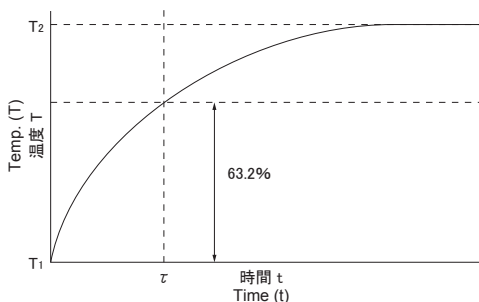
A constant expressed as the time for the temperature at the element of a thermistor, with no load applied, to change to 63.2% of the difference between their initial and final temperatures, during a sudden change in the surrounding temperature.

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

サーミスタ

THERMISTOR

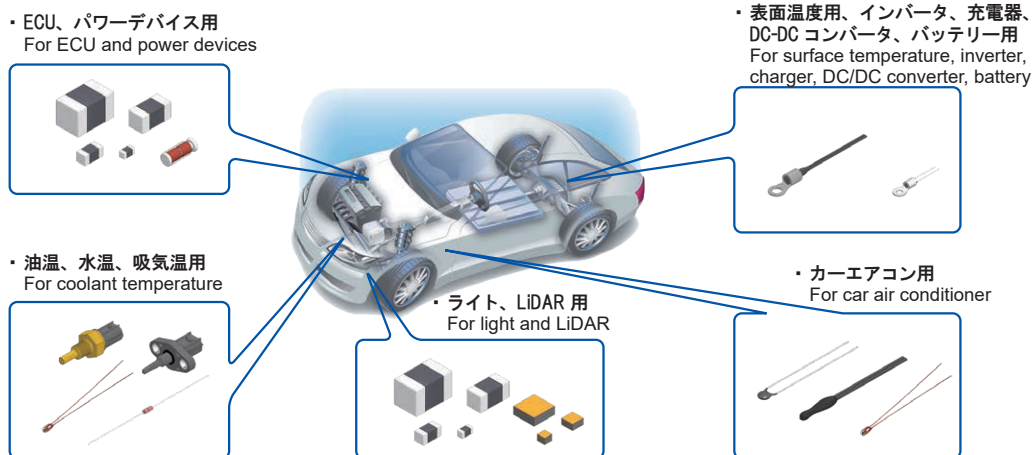
■用途

- HDD の書込電流の制御
- 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

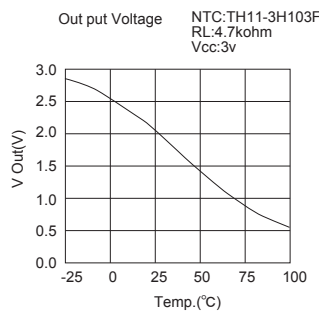
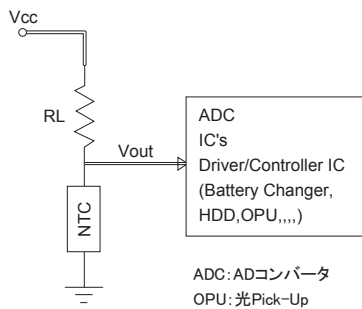
■Applications

- 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

■車載用途例 Applications for automotive



■温度検出回路 Temperature detection circuit



■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.

