

温度センサ:長所と短所

理想的な温度センサ：

- ・ 測定するサンプルに影響を与えない
- ・ 高精度
- ・ 速い応答速度
- ・ 変換処理が簡単

センサタイプに関わらず、上の項目はすべての温度センサに当てはまります。

最も重要な点は、センサ自体が誤差の原因にならないことです。接触式温度測定の場合は、特に重要です。「ステム効果」や他の測定誤差を抑えるためには、適切なセンサ寸法の選択、封入、配線構成が設計上の鍵となります。

測定サンプルへの影響が最小化できたら、次は、正確な測定が重要になります。精度はセンサの基本的特性、測定分解能など、すべての要因の影響を受けます。

例えば、ステム効果を処理する設計ができていないと、精度が高いセンサも役に立ちません。

応答スピードは、配線の影響も少しありますが、センサ素子の質量で決まります。センサが小さければ小さいほど、応答速度は、より速くなります。微小ビード技術で、YSI Temperature 事業部は高速で応答するサーミスタを製造しています。

非線形式の計算がマイクロプロセッサでできるようになったので、センサ出力の信号処理はますます簡単になってきました。YSI4800 の線形化回路はサーミスタ出力の単一要素の線形化を行えます。

購買担当者は可能な限り最も安価な部品を探す傾向がありますが、エンジニアは性能が価格に見合っているか判断することができます。YSI Temperature はセンサシステムを適切な価格で提供します。

センサの特性

	NTCサーミスタ	白金RTD	熱電対	半導体
センサ	セラミック (金属酸化物スピネル)	白金巻線または 金属フィルム	熱電気	半導体 接合点
温度範囲 (代表値)	-100～+325℃	-200～+650℃	200～+1750℃	-70～150℃
精度(代表値)	0.05～1.5℃	0.1～1.0℃に	0.5～5.0℃	0.5～5.0℃
長期安定性 100℃での	0.2℃/年(エポキシ) 0.02℃/年(ガラス)	0.05℃/年(フィルム) 0.002℃/年(巻線)	タイプにより多彩 経年変化に非常に影響 を受けやすいタイプあり	>1℃/年
出力	NTC抵抗 -4.4%/℃ (典型値)	PTC抵抗 0.00385 Ω/Ω/℃	熱起電力 10 μV～40 μV/℃	多様な デジタル出力
線形性	指数関数的	極めて線形	大部分が非線形	線形
必要な電力	定電圧または定電流	定電圧または定電流	自己出力形	4～30VDC
応答速度	速い 0.12～10秒	一般に遅い 1～50秒	速い 0.10～10秒	遅い 5～50秒
電氣的ノイズ に対する敏感さ	ほとんど影響されない 高抵抗のみ	ほとんど影響されない	影響されやすい 冷点補償	基盤設計による
配線抵抗の影響	低抵抗のサーミスタ のみ影響を受ける	非常に影響されやすい 3か4線式の 構成が必要	短期的にはない 熱電対/補償導線 が必要	N/A
価格	低価格から中程度	巻線: 高値 フィルム: 低価格	低価格	中程度

上記の主なセンサは、基本的な動作原理がそれぞれ異なります。

温度範囲はセンサのタイプにより異なりますが、熱電対は最も広い温度範囲を持っています。

精度は、センサの基本的な特性に依存します。白金素子とサーミスタが最も高い精度を示します。しかし、センサには豊富な種類があるので、あらゆる精度レベルが利用可能です。一般に、精度が良ければ良いほど、価格が高くなっています。

長期の安定性とは、長期間センサが安定して許容精度を維持する性能です。安定性はセンサの基本的な物理特性により決まります。安定性は、一般的には、高温への露出で悪化します。白金の巻線タイプとガラス封入サーミスタが最も安定したセンサタイプです。熱電対と半導体タイプが最も安定していません。

センサ出力の形態はタイプで異なります。サーミスタは、温度に反比例して抵抗値が変わるので、負の温度係数 (NTC) を持っています。白金などの貴金属は、正の温度係数 (PTC) を持っています。熱電対は、低電圧出力 (mV) を温度に変換します。半導体は、通常、信号処理されており、さまざまなデジタル出力ができます。線形性とは、一定の温度範囲内で、センサが一定した変化を出力する特性を表します。サーミスタは指数関数的な特性を持ち非線形です。高温より低温で、はるかに高い感度を示します。センサの非線形性は、マイクロプロセッサがセンサ信号処理で広く使用されるようになり、大きな問題にならなくなってきました。

電源には、サーミスタと白金素子の両方とも、定電圧か定電流を必要とします。自己加熱を制限する必要があるので、電源制御はサーミスタと白金 RTD の両方にとって重要です。半導体タイプは、電流制御は重要ではありません。熱電対は電圧出力を発生させます。

応答速度 (変化に対してセンサが温度出力を出す速さ) は、センサ素子のサイズと質量に依存しています (予測モデル的手法を使用しないと仮定)。半導体は応答が最も遅いタイプです。白金巻線素子が、次に遅いタイプです。白金薄膜、サーミスタ、熱電対は、小型化が可能なので、高速タイプがあります。ガラス封入マイクロビードは、最速のサーミスタセンサです。

電氣的ノイズは、温度表示に誤差を引き起こしますが、ほとんど熱電対におこる問題です。超高抵抗タイプのサーミスタでも、問題が起きる場合があります。

配線抵抗はサーミスタや RTD などの抵抗値を利用するデバイスで、オフセット誤差を引きおこす可能性があります。この影響は 100 Ω 白金素子や低抵抗サーミスタなどの低抵抗デバイスで、より大きくなります。白金素子では、問題を除去するのに、3 線か 4 線のリード構成を使用します。サーミスタでは、高い抵抗値を選ぶだけで、小さい配線抵抗の影響が除去されます。熱電対は補償導線とコネクタに、熱電対素線と同じ材料を使用しないと、誤差が出る可能性があります。

熱電対は最も安価で最も広く使用されているセンサですが、一般に、NTC サーミスタは価格に見合った高性能を提供します。

それぞれのセンサタイプには、長所と短所があります。

センサ長所と短所

	NTC サーミスタ	白金 RTD	熱電対	半導体
センサ	セラミック (金属 - 酸化物スピネル)	・白金巻線または ・金属フィルム	・熱電気	半導体接合点
長所	・感度 ・精度 ・費用 ・頑丈・センサ外形が多样 ・溶接密閉 ・表面実装	・精度 ・安定性 ・線形性	・温度範囲 ・自己出力形 ・自己発熱なし ・頑丈	・使いやすい ・ボード取付タイプ ・頑丈 ・総費用が適切
短所	・非線形性 ・自己発熱 ・湿気による故障あり (非ガラスの場合)	・配線抵抗誤差 ・応答速度 ・耐振性 ・サイズ ・パッケージ制限	・冷接点補償 ・精度 ・安定性 ・TC 延長線	・精度 ・アプリケーションが限定的 ・安定性 ・応答速度

サーミスタの大きな長所は以下の通りです。

高感度: 非常に小さい変化を測定できます。

精度: 高い絶対精度と互換性の両方を提供。

価格: 高性能アプリケーションにサーミスタがコスト効果的にも最適です。

耐久性: 非常に頑丈な構造です。

柔軟性: 超小型パッケージをはじめ、さまざまな形式で製作できます。

溶接密閉: ガラスカプセル式の密封パッケージは、湿気によるセンサ故障を除去します。

表面実装: 豊富な種類からサイズと抵抗許容誤差が選べます。

サーミスタの唯一の短所では、自己加熱に対する対策が必要な点です。電流を十分に低く制限して、自己加熱誤差の発生を許容値以内に抑えます。

非線形性はソフトウェアかハードウェア回路上で処理します。湿気によ

る故障は、センサの外装をガラスカプセル化により防止しています。

すべてのセンサには、特定の長所と短所があります。プロジェクトを成功させる鍵は、センサ能力をうまくアプリケーションに合わせる事です。

サーミスタ選択に関するお問い合わせは、オメガエンジニアリングまでご連絡ください。