

## MCP9604 熱電対コンディショニング IC で実現する、極限環境での高精度な温度計測

極限温度環境向け電子機器の設計者にとって、高精度な熱システム制御の構築は長年悩みの種でした。今、4 チャンネル熱電対コンディショニング IC(集積回路)MCP9604 の登場により、複数の熱電対を素早くシステムに組み込む事が可能になりました。

著: Mitch Polonsky (Senior Product Marketing Manager)

熱電対は 1821 年に発明され、きわめて高い温度の計測を可能にしました。しかし、200 年が経過した今でも、業界全体で温度を 1°C 以内の精度で計測可能なシステムの迅速な設計に苦労しているのは不思議な事です。工業炉や窯、発電所、化学および石油化学産業、食品加工産業、半導体製造等、多くの産業が、よりインテリジェントな高温域制御を組み込む事でメリットを得られるはずです。さらに、既存のソリューションの大半が 1 つの熱電対にしか対応していないというのも、また興味深い点です。4 チャンネル熱電対コンディショニング IC(集積回路)である Microchip 社の MCP9604 を使用すれば、信号チェーン、温度計測、数値演算エンジンを迅速に統合し、最大許容差  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  でデジタル温度値を直接出力できます。本製品の大きな特長は、多チャンネルかつ高精度である事です。J 型、K 型を含む、最も一般的な 8 種類の熱電対に対応しているため、コストのかかるインラインでのシステム構築を簡素化できます。また、一般的なディスクリート部品が内蔵されているため、検証と校正にかかる時間が即座に短縮されます。

このブログ記事では、MCP9604 4 チャンネル熱電対コンディショニング IC の以下のような利点と差別化要因について解説します。

- 初の最大許容誤差  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  の 4 チャンネル熱電対コンディショニング IC
- 外付け部品が不要で、シンプルな統合と高精度化を実現
- インライン システム校正の必要性を軽減または不要に
- NIST ITS-90 (1990 年国際温度目盛)に準拠した正確な温度を維持

この 15 年ほど、IC 業界は熱電対の計測回路を熱電対の外部に統合する取り組みを進めてきました。ディスクリート構成の場合、この回路の信号チェーンは 15 個の部品で構成されます。これには、高精度 ADC、高精度温度センサ、そして ITS-90 で規定された温度と電圧のカーブに厳密に線形一致させるような手法などが含まれています。

2015 年、Microchip 社はシングルチャンネルのオールインワン型熱電対コンディショニング IC を初めて市場に投入しました。その技術をさらに発展させたのが、この MCP9604 クワッドチャンネルコンディショニング IC です。この新しい 4 チャンネル デバイスは、ディスクリート部品または複数のチップを使ったソリューションで、熱電対による温度計測機器を構築する際に常に付きまとう課題を解決します。

温度計測について考える際、最初に課題となるのは温度の精度です。熱電対の中には数百°C を計測するものもあり、求められる精度はエンドアプリケーションによって様々です。例えば、1100°C にもなる窯を、1°C 以内の精度で厳密に管理する必要はあるでしょうか。これには議論の余地があるかもしれませんが、高温での食品加工の場合はどうでしょうか。食品の安全性や調理の一貫性を保つために厳密な温度管理が必要であるのは間違いありません。

また、精度に関するもう 1 つの課題は、ITS-90 規格に従って摂氏温度へ変換するために、熱電対に生じる微小な電圧をいかに忠実に計測するかという事です。この課題の興味深い点は、電圧と温度の関係は完全な線形ではないため、計測精度を高めるためには、微妙なずれを補正する必要があります。多くのアナログアンプ系による設計は、ITS-90 (NIST 定義) の温度に対して 1 次線形近似の精度しか規定していませんが、MCP9604 は高次の多項式である ITS-90 方程式に近似させる事で、最大許容誤差  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  という高い精度を維持します。

多くのシステム設計者が精度を最大限に高めるために工程内個体単位校正方式に頼らざるを得ないのは、システムが複数の部品で構成されている事に加え、この複雑な多項式の電圧方程式に精密に近似させる必要があるためです。一方で、適切に設計された完全一体型のソリューションであれば、製造ラインで部品ごとに補正を行う必要はなくなります。これにより、市場投入までの期間を短縮し、製造上のばらつきを抑え、不良率も最小限にする事ができます。

以下に、MCP9604 が設計者にもたらす利点をまとめます。

### 他に類を見ない 4 チャンネル熱電対コンディショニング回路

産業分野では複数の熱電対を使うアプリケーションが多く、計測回路の設計は一筋縄ではいきません。MCP9604 は、このような回路を大幅に簡素化します。産業用として初の 4 チャンネルデバイスというだけでも素晴らしい事ですが、MCP9604 はさらに、過酷な環境で数百°C を計測しながら最大許容誤差  $1.5^{\circ}\text{C}$  という高い精度を維持します。シングルチャンネルの製品であふれるこの業界で、MCP9604 は最大許容誤差  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  のデジタル出力を提供し、マイクロコントローラやプロセッサと簡単に接続できます。

## ITS-90 準拠の高精度な温度を維持

熱電対システムで計測を行うには、電圧計測値を ITS-90 で定められたテーブルと照らし合わせて温度値へ変換する必要があります。MCP9604 は、単純に一次線形での近似変換はしません。より厳密な計測精度を達成するために、(場合によっては)最大で 9 次の多項式近似に従って計測の変換を行います。

## 高精度部品が内蔵されており、追加部品が不要

MCP9604 には、高精度 ADC、高精度温度センサ、アンプ、演算エンジンが組み込まれているため、これらの個別部品が不要になります。従来は、これらの個々のディスクリット部品が電圧の計測、増幅、そして周囲温度との関連付けにおいて重要な役割を果たしていました。今では、たった 1 個の MCP9604 で、それらの部品の役割を 4 チャンネル分もこなすため、部品点数を大幅に削減できます。

## 調整が不要

MCP9604 がもたらす副次的なメリットとして、個体毎の校正が不要になる事が挙げられます。さらに簡単に言うと、MCP9604 はきわめて高精度で安定しているため、製造ラインにおいて熱電対コンディショニング回路のばらつきを補正するための温度点の調整が不要になるのです。この一貫性により、製造施設は製品をいち早く市場に投入できるようになります。

## まとめ

まとめると、MCP9604 は、今日の熱電対コンディショニング IC 市場で他に類のない価値を提供します。工業炉や窯、発電所、化学および石油化学産業、食品加工産業、半導体製造といった分野で熱電対をお使いなら、MCP9604 は BOM の削減、インライン校正不要の高精度化を実現するだけでなく、8 種類の熱電対に対応した NIST ITS-90 電圧温度テーブルへの準拠といったメリットをもたらします。

MCP9604 の詳細は Microchip 社 [ウェブページ](#) をご覧頂くか、[正規代理店](#) にお問い合わせください。評価を始めた場合は、[MCP9604 評価用ボード](#) の購入をお勧めします。計測値のプロットや設定変更可能なアラート コンフィグレーション オプションの表示により、分析をすぐに開始できます。

## MCP960X/L0X/RL0X Block Diagram

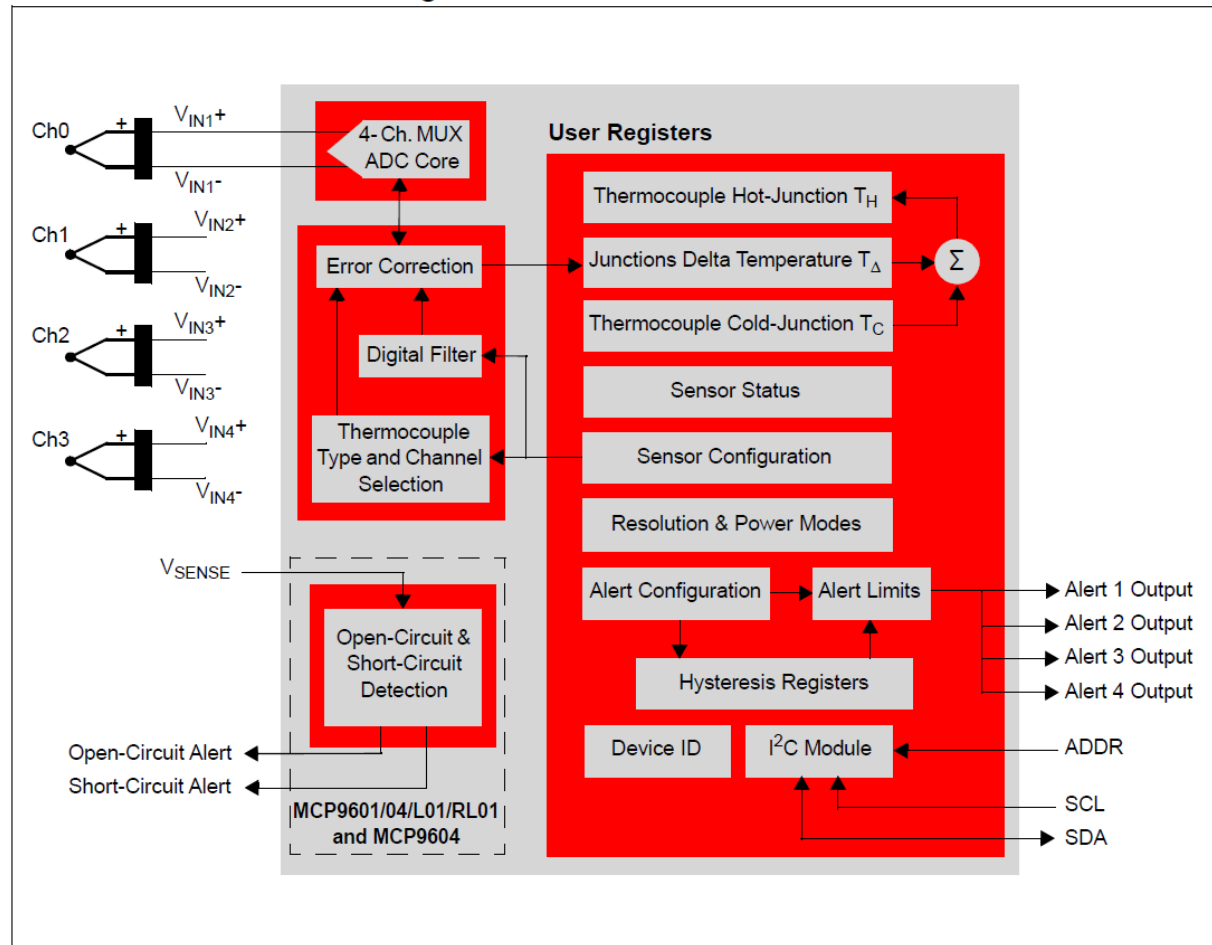


図 1 – MCP9600/MCP96L00 ブロック図