

超高精度計装アンプによる堅牢な 熱電対用インタフェース - デザインノート302

Jon Munson

はじめに

多用途の高精度計装アンプLTC[®]2053は、バッテリー駆動の熱電対アンプ回路で例証されているように、堅牢で低電力の計装用製品に優れた土台を提供します。LTC2053は例外的に低い10μVの最大入力オフセットおよび標準116dBのCMRRとPSRRを実現していますが、これはスイッチト・キャパシタとゼロ・ドリフトOPアンプの両技法を組み合わせた結果です。低電圧電源の2.7V~11V単電源または最大±5.5Vの両電源用に最適化されています。LTC2053は標準で850μAしか消費しないのでバッテリー駆動の計装アプリケーションに最適です。図1に示されているように、利得は従来の非反転OPアンプと全く同様に2個の抵抗を使って簡単にプログラムされます。LTC2053には低1/fノイズでレール・トゥ・レールのI/Oが備わっており、ダイナミック・レンジを最大にします。

熱電対増幅回路の必要条件

堅牢な熱電対増幅回路はいくつかの固有の条件を満たす必要があります。まず、広く使われているK型の熱電対は40.6μV/°Cを発生し、標準の読み取りスケールは10mV/°Cなので、公称利得が246の高精度アンプが必要です。また、熱電対のリードは一般に産業用環境の電気的ノイズに曝されるので、計装アンプが完全に差動の入力を備えていると、同相ノイズのピックアップによる誤差を除去するのに役立ちます。最後に、熱電対が事故で過渡現象の発生源や高電圧に接触した場合のフォールト保護が必要ですが、保護機能によって精度が損なわれてはなりません。

LTC2053にはこれらの必要条件をすべて満たすのに役立つ機能が備わっています。どのピンも10mAのフォールト電流に耐えますので、10kΩの保護抵抗を使えば、ICに損傷を与えることなしに、熱電対の接合部に±100Vのハード・フォールトまたはレベル4のESD(8kVの接触/15kVのエアギャップ)を許容できます。LTC2053はスイッチト・キャパシタの入力トポロジを採用しており、約2.5kHzでサンプリングをおこないます。IC内部の入力サンプリング容量は約1000pFなので、10kΩの保護抵抗のRC過渡現象は約180μsのサンプリング・ウィンドウ内にセトリングします。したがって、標準的計装アンプの場合とは異なり、過渡現象はオフセット誤差に影響しません。

バッテリー駆動の熱電対アンプ

バッテリー駆動の熱電対アンプに使われたLTC2053を図2に示します。この回路は一般的なデジタル・マルチメータ用のプラグイン・アダプタとして使用され、完全に携帯可能です。この回路は広い範囲の周囲条件で精度を向上させるためにLT1025熱電対コンペンセイタを採用しており、最適な熱トラッキングのために熱電対の接続点の近くに実装されます。熱電対の「冷接点」の温度を安定化する必要がなく、静的な温度補正值によって精度が犠牲にされることがありません。

LT1025の出力は0°Cと周囲温度の差に対する10mV/°Cの補正電圧(室温で約250mV)を与えます。プローブの測定温度はこの補償電圧と増幅された熱電対電圧の和です。コンペンセイタの出力をLTC2053のREF入力に単に接続しさえすれば、これら2つの電圧を加え合わせることができます。この構成で考慮すべき点は、補正電圧が帰還抵抗に流れる電流をソースすることも、シンクすることもできることです。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

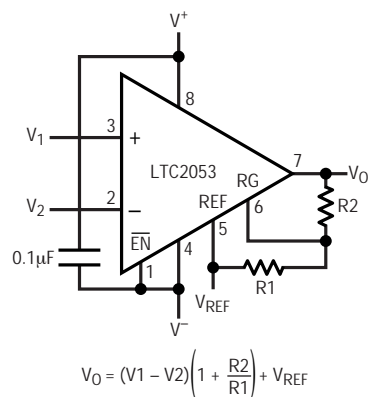


図1. LTC2053計装アンプの標準的接続方法

LT1025は電流をソースするだけなので、高精度バッファ（たとえばLTC2050ゼロ・ドリフトOPアンプ）を使ってREFノードをドライブすることができます。単電源の場合に課される制限として、出力が有効であるためにはプローブとアンプの両方の温度が0℃を超えている必要があります。マイナスの温度を扱う必要がある場合は、簡単なチャージ・ポンプ・インバータ（LTC1046など）を使って負電源電圧を発生することができます。LTC2053はPSRR特性が優れているので安定化電源が不要となり、設計コストとスペースを節約できます。4個のAAアルカリ電池がこの回路のICに（充電状態にしたがって）3.5V～5Vを供給するので、最少フルスケール出力は350μVになります。電池から流れる全電流は標準でわずか1.8mAです。従来のライン駆動のアプリケーションでは、1個のLT1025とバッファ・アンプを使って、いくつかのLTC2053熱電対アンプのチャンネルを補正することができます。ただし、すべての熱電対の接続部とLT1025が熱的に連動する必要があります。

フィルタ処理と保護

LTC2053は入力信号をサンプリングして動作するので、対象とする周波数は一般に数百Hz以下なので、帰還回路に0.1μFを追加してアンプの応答をロールオフさせると有効です。熱電対の入力ネットワークのコンデンサはRFピックアップ・ノイズを吸収し、サンプリングのアーチファクトが熱電対のリードに現われるのを抑えるのに役立ちます。熱電対に接続された抵抗は $V_S/2$ の高インピーダンス・バイアスを与えて、リードに電圧降下を生じることなしに同相ノイズに対する耐性を最大にします。熱電対のリードが短いと同相信号が最小に抑えられますが、この場合、プローブの接合部を接地することができます（両電源の場合は接地はオプションであることに注意してください）。5.1Vのツェナー・ダイオードは、フォールトによって生じる電源の過電圧とバッテリーの逆接続に対する保護のために、560Ωのバラストと組み合わせて使われています。

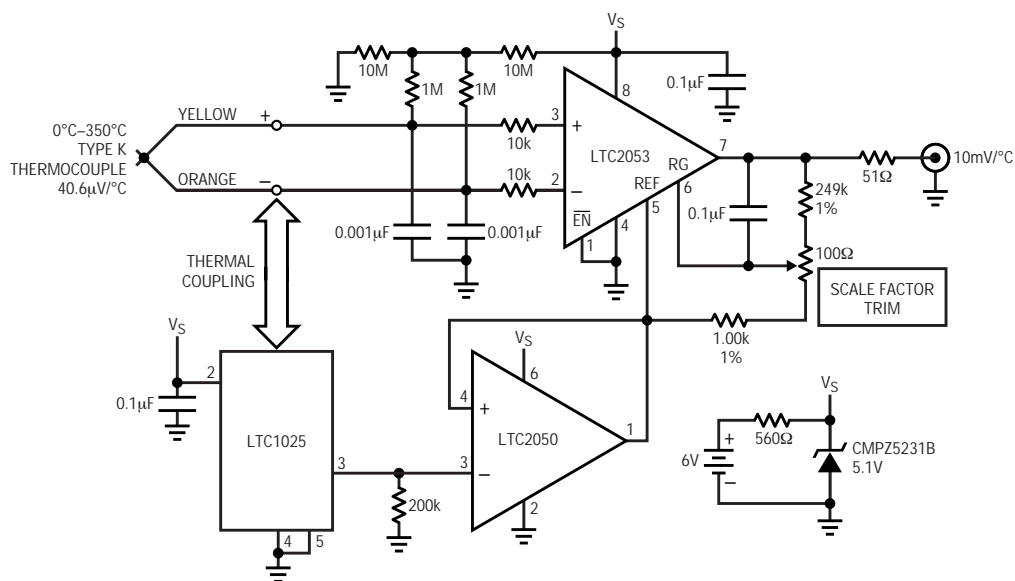


図2．熱電対アンプの完全な回路図

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j2053i.html>

お問い合わせは当社または下記代理店まで（50音順）

東京エレクトロデバイス株式会社
〒224-0045 横浜市都築区東方町1
TEL(045)474-5114 FAX(045)474-5617

株式会社トーメンエレクトロニクス
〒108-8510 東京都港区港南1-8-27
TEL(03)5462-9615 FAX(03)5462-9695

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6 秀和紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn302f 0103 6K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003