

## 各種センサを容易にデジタル化する1チャンネルおよび2チャンネル No Latency $\Delta\Sigma^{\text{TM}}$ 、24ビットADC、パート1 - デザインノート 236

Michael K. Mayes

LTC®2400は発売以来、アナログ・デジタル・コンバータの設計手法をさまざまなシステムに変容させてきました。LTC2400が従来の高分解能ADCと異なる重要な特長は以下のとおりです。

1. ユーザによる較正なしで、非常に低いオフセット (1ppm)、オフセット・ドリフト (0.01ppm/ )、フルスケール誤差 (4ppm)、およびフルスケール・ドリフト (0.02ppm/ )を達成
2. 全動作温度範囲において、トータル10ppm(直線性 + オフセット + フルスケール + ノイズ)以下の絶対精度を達成
3. 使いやすい (8本のピン、コンフィギュレーション・レジスタなし、発振器内蔵、待ち時間なし)
4. 低ノイズおよび広いダイナミック・レンジ ( $V_{\text{REF}} = V_{\text{CC}} = 5\text{V}$ でRMS 0.3ppm)

この2部構成のデザインノートでは、LTC2400で用いられた技術を活用した2つの新製品を紹介します。どちらのデバイスも、小型10ピンMSOPパッケージで供給されます。これらは体系的なオフセット/フルスケール誤差を除去するためのフルスケールおよびゼロスケール設定入力を内蔵しています。1つ (LTC2401) は、シングルエンドの1チャンネル・デバイスです。もう1つは、自動ピンポン方式チャンネル選択を備えた2チャンネル・デバイス (LTC2402) です。

これらのデバイスが有する絶対精度とほぼゼロのドリフトにより、斬新なアプリケーションをいくつか実現でき、それらをパート1およびパート2で、それぞれ2つずつ説明します。1つ目のアプリケーションは、1チャンネル・デバイス (LTC2401) のフルスケール設定 ( $FS_{\text{SET}}$ ) 入力およびゼロスケール設定 ( $ZS_{\text{SET}}$ ) 入力を使用して、ハーフブリッジ・センサをデジタル化します。2つ目は、LTC2402のピンポン方式チャンネル選択、絶対精度、および卓越した除去をすべて実現した擬似差動ブリッジ・デジタイザです。3つ目 (パート2に記載) は、光アイソレーションを簡素化するためにLTC2402の自動ピンポン方式チャンネル選択を使用するデジタル冷接点補償機能を備えた熱電対デジタイザです。最後のアプリケーション (パート2に記載) は、LTC2402を使用してRTD温度センサをデジタル化し、第2チャンネルおよびLTC2402のアンダーレンジ能力を用いて、長いリード長によって発生する電圧降下誤差を除去します。

リファレンスおよびグランド・センス内蔵シングル  
エンド・ハーフブリッジ・デジタイザ

さまざまなタイプのセンサにより現実世界の現象 (温度、圧力、ガス・レベルなど) が電圧に変換されます。この電圧は通常、センサを流れる励起電流により発生します。励起電流は寄生抵抗  $R_{P1}$  および  $R_{P2}$  にも流れます (図1を参照)。これらの寄生抵抗両端の電圧降下により、オフセットおよびフルスケール誤差が必然的に発生します。

LTC2401/LTC2402は寄生抵抗に伴う誤差を除去するため、フルスケール設定入力 ( $FS_{\text{SET}}$ ) およびゼロスケール設定入力 ( $ZS_{\text{SET}}$ ) を備えています。図1に示すとおり、 $FS_{\text{SET}}$  ピンはハイ・インピーダンスのフルスケール・センス入力として機能します。ハーフブリッジ・センサと直列の寄生抵抗  $R_{P1}$  による誤差は、ADCの  $FS_{\text{SET}}$  入力によって除去されます。

ADCの絶対フルスケール出力 (データ出力 = FFFFFFFF<sub>HEX</sub>) は  $V_{\text{IN}} = V_B = FS_{\text{SET}}$  のとき発生します。同様に、 $R_{P2}$  によるオフセット誤差はグランド・センス入力  $ZS_{\text{SET}}$  によって除去されます。ADCの絶対ゼロ出力 (データ出力 = 000000<sub>HEX</sub>) は、 $V_{\text{IN}} = V_A = ZS_{\text{SET}}$  のとき発生します。 $R_{P3} \sim R_{P5}$  の寄生抵抗には、 $FS_{\text{SET}}$  ピン、 $ZS_{\text{SET}}$  ピン、および  $V_{\text{IN}}$  ピンでの

LT, LTC, LT はリニアテクノロジー社の登録商標です。  
No Latency  $\Delta\Sigma$  はリニアテクノロジー社の商標です。

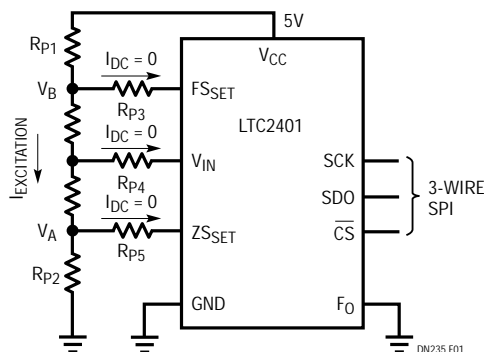


図1. ゼロスケールおよびフルスケール・センス付きハーフブリッジ・デジタイザ

1nA(標準)のリーク電流による無視できるほどのわずかな誤差が生じます。ダイナミック入力範囲が広く( - 300mV ~ 5.3V )、ノイズが低い( 0.6ppm RMS )ので、LTC2401はブリッジ・センサの出力を直接デジタル化できます。

#### 擬似差動アプリケーション

一般に、設計者はいくつかの理由により完全な差動トポロジを選択します。1. 4線式または6線式ブリッジへのインタフェースが容易です(これは差動出力です)。2. 設計者はライン周波数ノイズの良好な除去を求めています。3. 観測するのは一般に大きな同相電圧に乗った小さな差動信号であり、同相入力電圧とは無関係に差動信号を正確に測定する必要があります。上記のいずれかの理由から、現在多くのアプリケーションで完全な差動アナログ-デジタル・コンバータが使用されていますが、これらのアプリケーションはLTC2402を使用する擬似差動変換に移行できます。

LTC2402は、4線式または6線式ブリッジに直接インタフェースします(図2を参照)。LTC2401と同様、LTC2402にはブリッジ両端の励起電圧を直接センスするためのFSSETおよびZSETがあります。これにより寄生抵抗を流れる励起電流による誤差が排除されます。LTC2402はブリッジの差動出力に直接接続できる2つのシングルエンド入力チャンネルも備えています。2つの変換結果はデジタル的に減算して差分の結果を得ることができます。

さらに、個々のチャンネルから得られる測定値はセンサの同相出力を表しています。この情報を使用して、センサの温度ドリフトの特性を判断し、デジタル的に補償することができます。

#### ノイズ除去

LTC2402のライン周波数( 50Hz/60Hz  $\pm$  2% )および高調波のシングルエンド除去は110dB以上です。このデバイスは2つの独立したシングルエンド変換を110dB以上の除去で実行するので、全同相除去および全差動除去は他の差動デルタ-シグマ・コンバータでの80dBの除去よりはるかに優れているといえます。

LTC2402はライン周波数ノイズの卓越した除去に加え、4次sincフィルタによる広範な周波数での卓越したシングルエンド・ノイズ除去を実現します(図3を参照)。各シングルエンド変換では、独立して高周波ノイズ( > 60Hz )を除去します。15Hz以下の周波数でのノイズおよびADCサンプル・レート( 15,600Hz )の倍数の周波数でのノイズが存在しないようにする配慮が必要です。このアプリケーションでは、LTC2402をブリッジ・センサの近くに配置し、ADC入力に混入するノイズを低減することを推奨します。変換を3連続で( CH0-CH1-CH0 )行えば、ドリフトおよび低周波ノイズを測定してデジタル的に補償することができます。

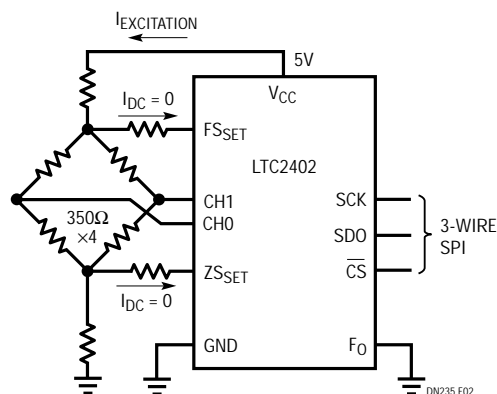


図2. 擬似差動歪みゲージ・アプリケーション

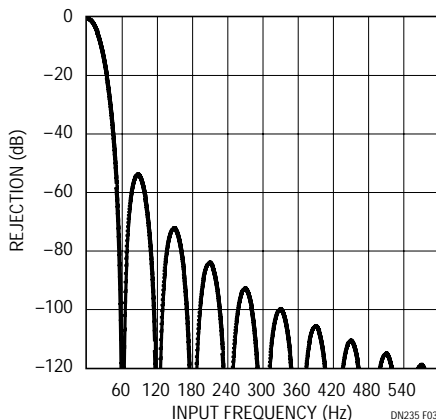


図3. シングルエンドLTC2401/LTC2402入力除去

#### データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j24012i.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)474-5624

株式会社トーマ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

株式会社マクニカ  
〒 226-8505 横浜市緑区白山 1-22-2  
TEL(045)939-6104 FAX(045)939-6105

#### リニアテクノロジー株式会社

162-0814 東京都新宿区新小川町 1-14 NAO ビル 5F  
TEL(03)3267-7891 FAX(03)3267-8510  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn236f 0700 31K • PRINTED IN JAPAN

**LINEAR**  
TECHNOLOGY  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2000