



Circuits from the Lab™ 実用回路は今日のアナログ・ミックスド・シグナル、RF回路の設計上の課題の解決に役立つ迅速で容易なシステム統合を行うために作製、テストされました。詳しい情報と/又は支援については www.analog.com/jp/CN0194 をご覧ください。

接続/参考にしたデバイス

AD7685	16ビット、250 kSPS PulSAR® ADC
ADuM1402	4チャンネル・デジタル・アイソレータ
ADR391	シャットダウン機能付、2.5 V、マイクロパワー、低ノイズ、高精度電圧リファレンス
AD8615	高精度、20 MHz、CMOS レール to レール入力/出力オペアンプ

電流絶縁型、2チャンネル、16ビット、同期サンプリング、デジチェーン接続のデータ・アキュイジション・システム

評価と設計支援

回路評価基板

[CN-0194 回路評価基板\(EVAL-CN0194-EDPZ\)](#)

[システム・デモ用プラットフォーム\(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

設計と統合ファイル

[回路図、レイアウト・ファイル、BOM](#)

回路の機能とその利点

図1に示す回路により高速、高精度、同時サンプリング A/D コンバータ・アプリケーションの直流絶縁が可能になります。16ビット PulSAR ADC の AD7685 は汎用で、デジチェーンを通して多チャンネルのモニタリングが可能です。

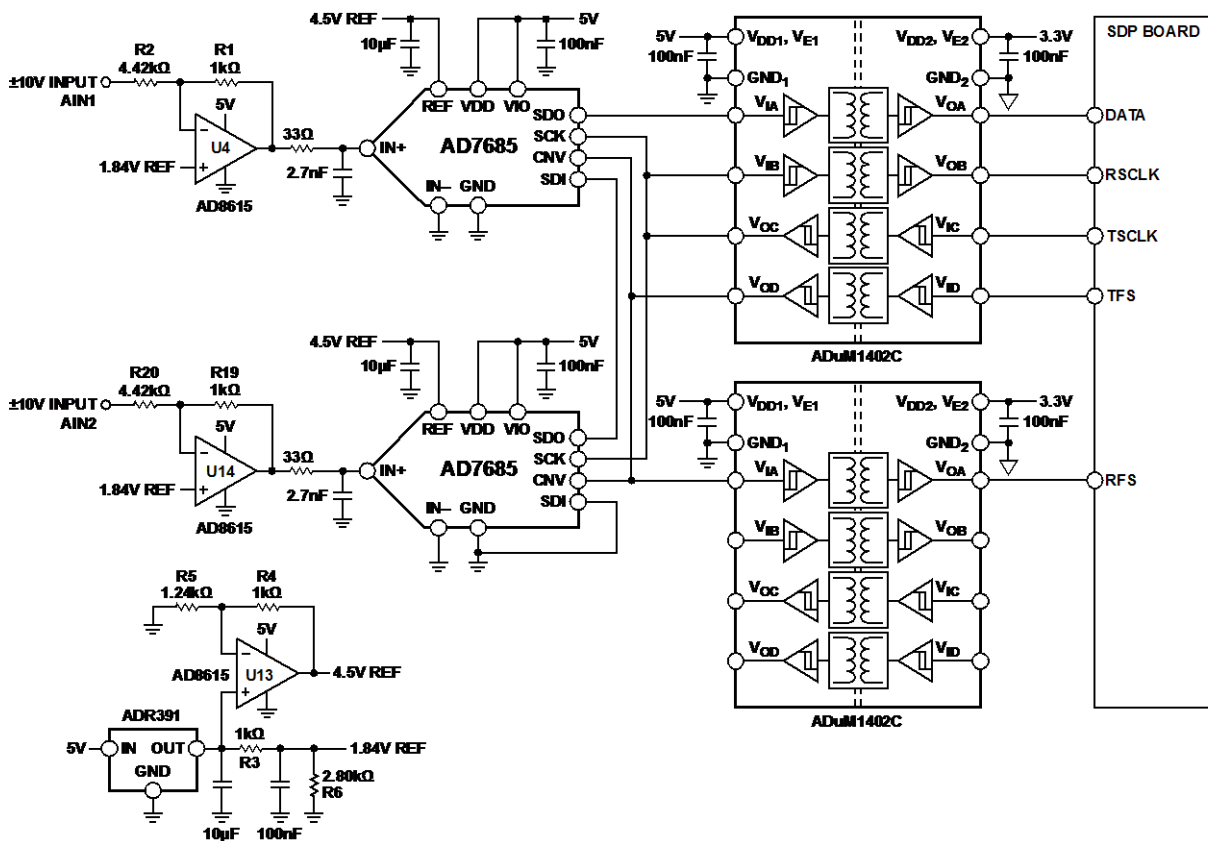


図1. デジチェーン接続の直流絶縁型、2チャンネル、同時サンプリング、16ビット A/D コンバータシステム (簡略化した回路：全ての接続およびデカップリングは示されていません)

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。

※日本語資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。
©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. 0

AD8615 オペアンプを使用した入力回路では $\pm 10\text{ V}$ の工業用信号をADCの入力範囲に一致させるためにレベルシフトし、減衰し、バッファします。高精度リファレンス **ADR391** と 2 個の 4 チャンネル・デジタル・アイソレータ **ADuM1402** を含むこの柔軟性ある回路は、良く使われる工業用データ・アクイジション・アプリケーションに対して小型でコストパフォーマンスの良いソリューションを提供します。

回路説明

AD7685 は 2.3~5.5V の単一 VDD 電源で動作する 16 ビット、電荷再分配式の逐次比較型 A/D コンバータ (SAR ADC) です。ノー・ミスコード、パイプライン遅延なしの低消費電力、高速 16 ビット・サンプリング ADC と内部変換クロック、汎用シリアル・インターフェース・ポートを内蔵しています。ADC は低ノイズ、広帯域幅でアパーチャ遅延の少ないトラック&ホールド回路も内蔵しています。ADC は CNV 信号の立ち上がりエッジで、グラウンド・センス(IN-)を基準とする 0V~VREF のアナログ入力(IN+)をサンプリングします。リファレンス電圧 (VREF) は外部から供給し、0.5 V ~ VDD に設定します。図 1 に示す回路は、リファレンス電圧 4.5 V を使用しています。

AD7685 の消費電力は、サンプリング・レートに直線的に比例して変化します。消費電力は VDD = 5 V で、サンプリング・レート 250 kSPS の場合、最大 15 mW です。**AD7685** は 10 ピン MSOP または 10 ピン QFN (LFCSP) のパッケージに収納されており、温度範囲 -40~+85°C で動作が規定されています。SPI 互換のシリアル・インターフェースは、SDI 入力を使用して 1 つの 3 線バス上に複数の ADC をデジタイズチェーン接続したり、オプションでビジー・インジケータを出力したりする事ができます。**AD7685** は分離した電源ピン VIO を使って、1.8 V、2.5 V、3 V、又は 5 V のロジックとインターフェースが可能です。

アナログ信号チェーン全体は単電源 5 V で動作します。低ドロップアウト 2.5V リファレンス **ADR391** と レール to レール CMOS オペアンプ **AD8615(U13)** は ADC 用 4.5 V リファレンス電圧を発生します。5 V 電源でオペアンプがリニアな領域内で規定の変化をするように、リファレンスを 4.5 V にして、U13 出力で 0.5 V のヘッドルームをもたせます。**ADR391** の 2.5 V 出力は U13 のノイズゲイン (1+R4/R5) で増幅されます。R4 と R5 の値を選んで、ノイズゲインは 1.8 とすれば、リファレンス電圧は $1.8 \times 2.5\text{ V} = 4.5\text{ V}$ にできます。

U4 と U14 のオペアンプ **AD8615** の信号ゲインは 0.225 (R1 対 R2 と、R19 対 R20 の比で設定されます) となり、20 V p-p の入力信号振幅が ADC の入力では 4.5 V p-p に減衰します。0 V 入力に対しては、U4 と U14 の出力でオフセット 2.25 V が必要となります。これには U4 と U14 の非反転入力に 1.84 V の同相電圧が必要となります。この電圧は抵抗分割 R3-R6 で生成します。

U4 と U14 の出力の R-C 回路 (33 Ω , 2.7 nF) で帯域幅 1.8 MHz のシングル・ポールのノイズフィルタを形成します。

AD8615 は CMOS レール to レール入力/出力の単電源オペアンプで、超低オフセット電圧、広い信号帯域幅および低い電圧性、電流性入力ノイズを特長としています。このデバイスはレーザ・トリミングを使わずに超高精度を実現できる特許取得済みのトリミング技術を採用しております。**AD8615** は 2.7 V ~ 5 V の単電源での動作が完全に規定されています。

このオペアンプは、20 MHz 以上の帯域幅、低オフセット、低ノイズ、低入力バイアス電流が組み合わせられていることにより、各種のアプリケーションで使用可能です。これらの性能/特長の組み合わせはフィルタ、積分器、フォトダイオード用アンプ、高インピーダンス・センサーの用途全てに有効です。AC アプリケーションには、広帯域幅と低歪みな特長が有効です。**AD8615** は、DigiTrim ファミリーで最高の出力駆動能力があるので、オーディオのライン・ドライバや、その他の低インピーダンス・アプリケーションに最適です。

このデバイスのアプリケーションには低消費電力な携帯用計測機器、携帯機器用オーディオアンプ、携帯電話ヘッドセット、バーコード・スキャナ、多極フィルタなどがあります。入力と出力の両方がレール to レールに振れるので、単電源システムで CMOS の ADC、DAC、ASIC、またその他の広出力振幅なデバイスのバッファとして使う事ができます。

マイクロパワー、低ドロップアウト電圧リファレンスの

ADR391 は最小出力から 300 mV 高い電源で、安定した出力電圧を出力できます。この最新デザインにより、外付けコンデンサが不要になるため、さらに基板面積とコストが削減されます。高精度電圧リファレンス **ADR391** は、低消費電力動作、小型サイズ、使い易さの組み合わせにより、バッテリー駆動のアプリケーションに最適です。リファレンス **ADR391** はアナログ・デバイスの特許取得済み、温度ドリフト曲線補正技術を用いているため、TSOT パッケージで、9ppm/C の低温度ドリフトを達成しています。

ADuM1402 は、アナログ・デバイスズの iCoupler 技術に基づく、4 チャンネルのデジタル・アイソレータです。このアイソレーション・デバイスは高速 CMOS 技術とモノリシック空芯トランス技術の組み合わせにより、フォトカプラ・デバイスなどの代替品として優れた性能特性を提供します。

iCoupler デバイスは LED とフォトダイオードを使用しないので、一般にフォトカプラに起因する設計上の困難さが回避できます。不確かな電流伝達比、非直線な伝達関数、温度や寿命の影響などの一般的なフォトカプラの問題は、シンプルな iCoupler のデジタル・インターフェースや安定した性能特性によって解消できます。

これらの iCoupler 製品は外付けのドライバやその他のディスクリット部品は不要です。さらに iCoupler デバイスは、フォトカプラの消費電力の 1/10~1/6 で動作します (信号データ・レートが同程度の場合)。

アイソレータ **ADuM1402** には 2/2 の方向性をもつ 4 つの独立したアイソレーション・チャンネルがあり、C グレードで 90 Mbps まで複数のデータ・レートの製品が用意されています (データシートのオーダー・ガイドを参照してください)。全てのモデルは、両側とも電源電圧は 2.7 V ~ 5.5 V の範囲で動作するため、低電圧システムと互換性があると共に絶縁バリアをまたぐ電圧変換機能 (レベル・ダウン/レベル・アップ) も可能です。さらに **ADuM1402** はパルス幅歪みが小さく (<2ns)、かつチャンネル間マッチングが優れています (<2ns)。**ADuM1402** は、他のフォトカプラとは異なり、入力ロジックに遷移がない場合およびいずれか 1 つの電源に電源が供給されていない場合に DC レベルを正確に維持する特許取得済みのリフレッシュ機能を持っています。

図 1 はアイソレーションを必要とする信号の数を削減するために **AD7685** をデジタイズチェーンに接続する方法を示しています。**RSCLK** と **RFS** はそれぞれ **AD7685** のシリアル・クロック (**SCK**) とシリアル・フレーム同期 (**CNV**) の読み出し信号である事に注目してください。これらの読み出し信号のスキューは **DATA** 信号に対して非常に短くなければいけません。このスキューはデジタル・アイソレータのチャンネル間でのマッチング伝搬遅延 (t_{pskcd}) で、**ADuM1402C** は 2 ns 以下です。これによりデジタル・アイソレータの最大速度 (**ADuM1402C** は 90 Mbps) でシリアル・インターフェースの動作 (最大シリアル・クロック周波数 90 MHz に相当) が可能になります。これらは遅延があまり長いデジタル・アイソレータでの伝搬遅延の累積によって制限できたことです。この回路の **TSCCLK** 周波数はサンプリング・レート 250 kSPS で 30 MHz になります。

位相が 90° 違う 2 つの $\pm 10\text{ V}$ 信号を基板 (**EVAL-CN0194-SDPZ**) の 2 チャンネル (**AIN1** と **AIN2**) に供給しています。(供給される評価ソフトを使用して得られた) これらの変換結果を

図2に示します。供給される評価用ソフトウェアはFFTデータ(図3)としてや固定DCレベルに対するコード・ヒストグラムも表示する事ができます。

この回路あるいは任意の高速回路の性能は、適正なPCBレイアウトに大きく依存します。PCBレイアウトには電源バイパス、(必要に応じて)特性インピーダンス・ライン、部品配置、信号配線、電源とグラウンド・プレーンが含まれます(しかし限定はされません)。(PCBレイアウトに関する詳細はMT-031 Tutorial「Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND" (英語)」、MT-101 Tutorial「WHAT IS PROPER DECOUPLING AND WHY IS IT NECESSARY? (英語)」とAnalog Dialogue vol.39「高速プリント回路 基板レイアウトの実務ガイド」を参照してください。)

この回路ノートの完全な設計支援パッケージは<http://www.analog.com/CN0194-DesignSupport>に載っております。

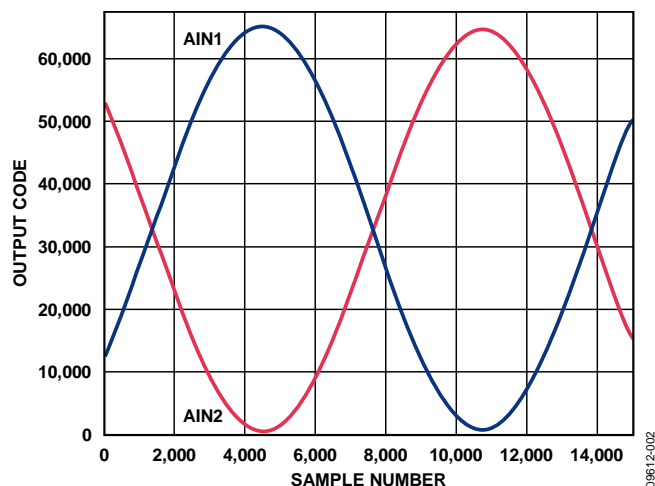


図2. 2つの異なる $\pm 10V$ 入力信号(AIN1,AIN2)の15,000サンプル、位相差 90° 、AIN1とAIN2に供給され、デジタイゼーション・モードの基板(EVAL-CN0194-SDPZ)で250 kSPSでサンプリング

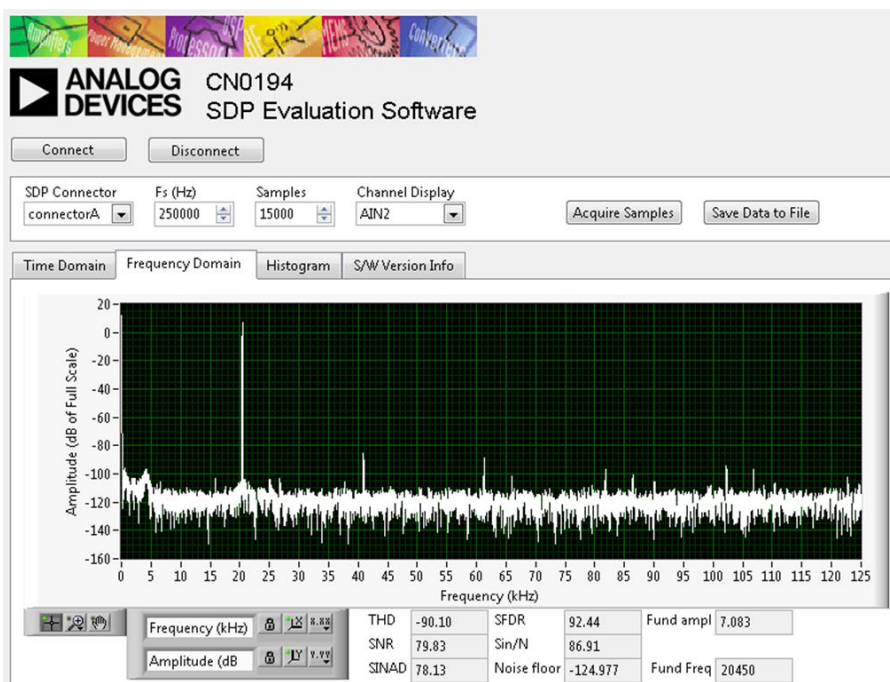


図3. カイザー窓をかけたFFT(パラメータ = 20)、20 kHz入力、250 kSPS サンプリング・レート

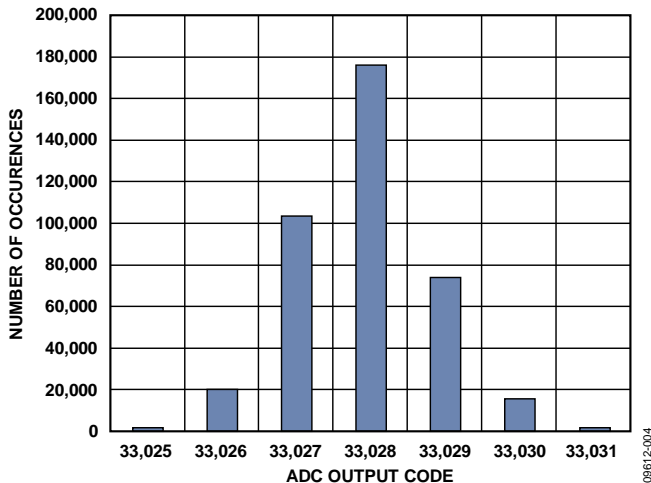


図 4.コード中央値での DC 入力でのヒストグラム
(サンプル数 390,000)

バリエーション回路

PuLSAR ファミリーには、さらにサンプリング・レートの高いピンコンパチな 16 ビット ADC が他にもあります：[AD7686](#) (500 kSPS)、[AD7980](#) (1 MSPS)、[AD7983](#) (1.33 MSPS)。

18 ビット分解能が必要な場合は、次のデバイスも PuLSAR ファミリーのピンコンパチな製品です。[AD7691](#) (250 kSPS)、[AD7690](#) (500 kSPS)、[AD7982](#) (1 MSPS)、[AD7984](#) (1.33 MSPS)。

オペアンプ [AD8615](#) もデュアル([AD8616](#))とクワッド([AD8618](#))パッケージのバージョンがあります。他の使用可能な駆動用オペアンプとして [ADA4841-1](#) (シングル)、[ADA4841-2](#) (デュアル)、[ADA4941-1](#) (デュアル差動) があります。

回路評価とテスト

この回路は回路基板 (EVAL-CN0194-SDPZ) とシステム・デモ用プラットフォーム (SDP) 評価基板 (EVAL-SDP-CB1Z) を使用します。2 つの基板には、迅速な回路性能の設定と評価を可能とする 120 ピン接続用コネクタがあります。EVAL-CN0194-SDPZ 基板は (この回路ノートに記述されているように) 評価対象の回路を含んでいます。そして SDP 評価基板は回路基板 (EVAL-CN0194-SDPZ) からのデータを取り込む CN0194 評価ソフトウェアと共に使用します。

必要な装置

- USB ポートがあり Windows® XP 又は Windows Vista®(32-bit) 又は Windows 7 (32-bit) 対応の PC
- 回路評価基板 (EVAL-CN0194-SDPZ)
- 評価基板 (EVAL-SDP-CB1Z SDP)
- CN0194 評価ソフトウェア

- 電源電圧: +6 V 又は +6 V "AC アダプタ"
- Audio Precision の system two 2322 のような低歪み信号源

初めてみよう

CN0194 評価ソフトウェア・ディスクを PC の CD ドライブに挿入して評価ソフトウェアをロードしてください。"マイ コンピュータ"を使用して、評価ソフトウェア・ディスクのドライブを見つけ、Readme ファイルを開いてください。Readme ファイルに含まれているインストラクションに従って、評価ソフトウェアをインストールし、使用してください。

機能ブロック図

回路ブロック図についてはこの回路ノートの図 1 を、そして回路図については PDF ファイル "EVAL-CN0194-SDPZ-SCH" を参照してください。このファイルは、[CN0194 Design Support Package](#) に含まれています。

セットアップ

回路基板 (EVAL-CN0194-SDPZ) の 120 ピン・コネクタを、評価 (SDP) 基板 (EVAL-SDP-CB1Z) の "CON A" と表示されたコネクタに接続してください。120 ピン・コネクタの末端にある穴を利用して 2 つの基板をしっかりと固定するためにナイロン製ハードウェアを使用する必要があります。電源をオフにして、+6 V 電源を基板の "+6V CFTL" と "+6V SDP" と表示されているピンに接続してください。もし "+6 V AC アダプタ" があれば、基板上のジャック・コネクタに接続して +6 V 電源電圧の代わりに使用することができます。SDP 基板と共に供給する USB ケーブルを、PC の USB ポートに接続してください。注: この時にはまだ USB ケーブルを SDP 基板上のミニ USB コネクタには接続しないでください。

テスト

回路基板 (EVAL-CN0194-SDPZ) に接続した +6 V 電源 (又は AC アダプタ) に電源を供給してください。評価ソフトウェアを立ち上げ、PC からの USB ケーブルを SDP 基板上の USB ミニ・コネクタに接続してください。アナログ・デバイゼズのシステム開発プラットフォーム・ドライバがデバイス・マネージャに表示されていれば、ソフトウェアは SDP 基板と通信する事ができるようになります。

1 度 USB 通信が確立されれば、回路基板 (EVAL-CN0194-SDPZ) からのシリアル・データの送信、受信、取り込みを行うために SDP 基板を使用する事ができます。

この回路ノートのデータは Audio Precision の System Two 2322 信号源と GlobTek の電源を使用して計測しました。信号源はグラフに示した周波数に設定しています。

SDP 基板に関する情報は www.analog.com/jp/SDP に記載されています。

さらに詳しくは

CN-0194 Design Support Package:
www.analog.com/CN0194-DesignSupport

SDP について

Analog Dialogue vol.39 高速プリント回路基板 レイアウトの実務ガイド

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”*, Analog Devices.

MT-073 Tutorial, *High Speed Variable Gain Amplifiers (VGAs)*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

データシートと評価ボード

CN-0194 回路評価用ボード (EVAL-CN0194-SDPZ)

システム・デモンストレーション・プラットフォーム (EVAL-SDP-CB1Z)

AD7685 データシート / 評価用ボード

ADuM1402 データシート

AD8615 データシート

ADR391 データシート

改訂履歴

9/11—Revision 0: 初版

「Circuits from the Lab/実用回路集」はアナログ・デバイセズ社製品専用で作られており、アナログ・デバイセズ社またはそのライセンスの供与者の知的所有物です。お客さまは製品設計で「Circuits from the Lab/実用回路集」を使用することはできますが、その回路例を利用もしくは適用したことにより、特許権またはその他の知的所有権のもとでの暗示的許可、またはその他の方法でのライセンスを許諾するものではありません。アナログ・デバイセズ社の提供する情報は正確でかつ信頼できるものであることを期しています。しかし、「Circuits from the Lab/実用回路集」は現状のまま、かつ商品性、非侵害性、特定目的との適合性の暗示的保証を含むがこれに限定されないいかなる種類の明示的、暗示的、法的な保証なしで供給されるものであり、アナログ・デバイセズ社はその利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許権もしくはその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。アナログ・デバイセズ社はいつでも予告なく「Circuits from the Lab/実用回路集」を変更する権利を留保しますが、それを行う義務はありません。商標および登録商標は各社の所有に属します。

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は各社の所有に属します。