



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。詳しい情報と支援については [www.analog.com/jp/CN0189](http://www.analog.com/jp/CN0189) をご覧ください。

接続/参考にしたデバイス

ADXL203	高精度、±1.7 g、低消費電力、2軸加速度センサー
AD7887	2.7 V ~ 5.25 V、マイクロパワー、2チャンネル、125 kSPS、12ビット SAR AD コンバータ
AD8605	高精度、低ノイズ、CMOS、レール to レール入力/出力、シングル・オペアンプ
AD8608	高精度、低ノイズ、CMOS、レール to レール入力/出力、クワッド・オペアンプ

**2軸加速度センサーを使った傾き測定**

**評価と設計支援**

**回路評価基板**

- CN-0189 回路評価用ボード (EVAL-CN0189-SDPZ)
- 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、部品表

**回路の機能とその利点**

図1に示す回路は2軸加速度センサーADXL203と12ビット逐次比較型(SAR)ADコンバータのAD7887を使用した、2軸傾き測定システムです。

ADXL203はポリシリコン表面マイクロマシニング・センサーとシグナル・コンディショニング回路を内蔵しています。

X軸又はY軸での加速度に対応する出力電圧をデバイスのX<sub>OUT</sub>又はY<sub>OUT</sub>の出力端子に発生させます。X軸とY軸は互いに垂直です。クワッド・オペアンプAD8608はADXL203の出力がAD7887の入力を駆動するのに適切なレベルになるようADXL203の出力をバッファ、減衰、レベル・シフトします。レール to レール入力/出力のAD8608を選択した理由は低オフセット電圧(65 μV max)、低バイアス電流(1 pA max)、低ノイズ(8 nV/√Hz)、小フットプリント(14ピンSOIC又はTSSOP)だからです。

AD7887は内蔵コントロール・レジスタ経由で2チャンネル動作又は1チャンネル動作のどちらかに設定できます。このアプリケーションではユーザーがADXL203の両方の出力をモニター(従ってより高精度で完全なソリューションを提供します)できるように2チャンネル・モードに設定されています。

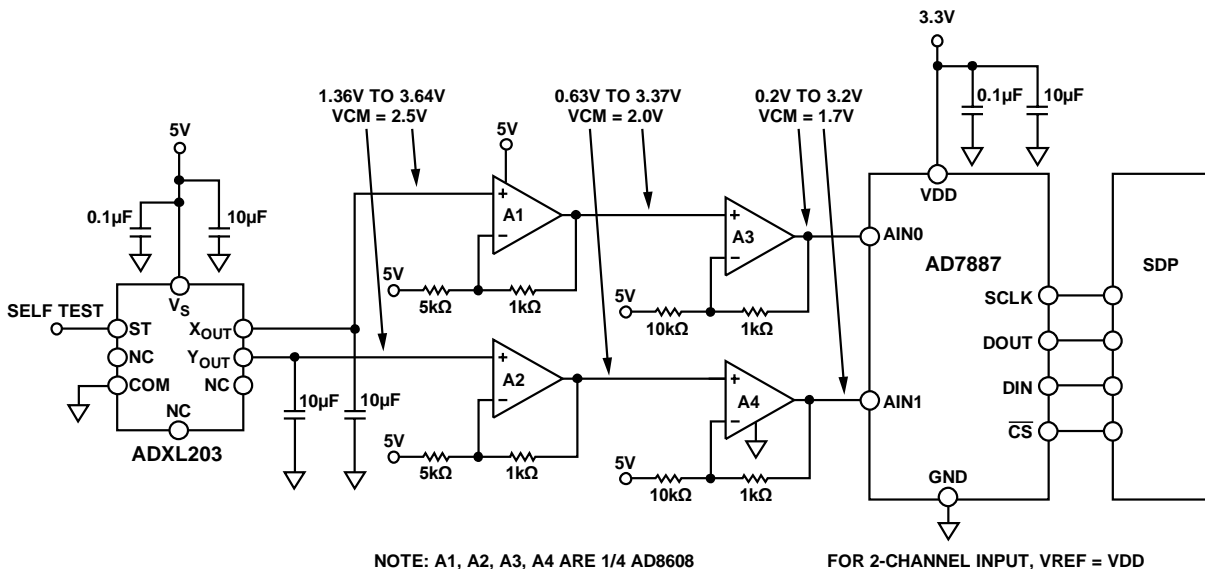


図1. 2軸傾き測定システム (簡略化した回路: デカップリングと接続のすべては示されていません)

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、それぞれの所有者の財産です。※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。

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

システムは全温度範囲で、90°全体にわたり 1°の精度を保ちます。回路はこうした精度、性能、角度範囲を低価格、低消費電力、小フットプリント、調整依存型ソリューションで提供します。ADXL203 は -40°C ~ +105°C の温度範囲で仕様規定され、8 ピン・セラミック・リードレス・チップキャリアパッケージ (LCC) に収納されています。

## 回路説明

### 電源電圧とデカップリング

ADXL203 に必要なデカップリング・コンデンサは 140 kHz 内部クロック周波数でノイズが存在しなければ、0.1 μF 1 個のみです。必要であれば、大きなバルク・コンデンサ (1 μF ~ 10 μF) 又はフェライト・ビーズが使用できます。

出力ロジック・レベルを SDP ボードとコンパチブルにするために AD7887 を +3.3 V で動作させる必要があります。残りの回路には図 1 に示すように +5 V を使います。ADXL203 は公称電源電圧 +5 V で仕様規定され、テストされます。ADXL203 は 3 V ~ 6 V の任意の電源電圧で動作しますが、最適な全体の性能は 5 V で得られます。他の電源電圧での性能に関する詳細は ADXL203 のデータシートをご覧ください。

ADXL203 の出力はレシオメトリックです；電源電圧を高くすると出力電圧も高くなるように働きます。出力感度は電源電圧に比例して変化します。V<sub>S</sub> = 3 V での出力感度の標準値は 560 mV/G です。V<sub>S</sub> = 5 V でのデバイスの公称感度は 1000 mV/G です。

ゼロ G 出力レベルもレシオメトリックであるため、ゼロ G 出力の公称値はすべての電源電圧で V<sub>S</sub>/2 に等しくなります。

ADXL203 の出力ノイズはレシオメトリックではなく、V 単位の絶対値です。これはノイズ密度が電源電圧の増加に従って減少する事を意味します。なぜならノイズ電圧が一定であるのに対して、スケール・ファクタ (mV/G) が増加するからです。

V<sub>S</sub> = 3V では、ノイズ密度の標準値は 190 μG/√Hz で、V<sub>S</sub> = 5 V では 110 μG/√Hz になります。

### ノイズ、帯域幅、出力コンデンサの選択

ADXL203 のノイズは、すべての周波数に等しく影響するホワイト・ガウス・ノイズの特性になっています。これは μG/√Hz の単位で表すことができます (すなわち、ノイズは加速度センサーの帯域幅の 2 乗平方根に比例します)。加速度センサーの分解能とダイナミック・レンジを可能な限り高くするには、帯域幅をアプリケーションで必要な最低限の周波数に制限する必要があります。

帯域幅はデバイスの X<sub>OUT</sub> ピンと Y<sub>OUT</sub> ピンに接続するコンデンサ (C<sub>X,Y</sub>) によって設定します。これらのコンデンサは ADXL203 の内部出力抵抗 32 kΩ との組み合わせでローパス・フィルタを形成します。これらのフィルタは主にノイズ低減とアンチエイリアシングが目的です。3dB 帯域幅は次の式で求める事ができます：

$$BW = 1/(2\pi R \times C_{(X,Y)}), \text{ ここで } R = 32 \text{ k}\Omega$$

単極ロールオフ特性における 5V 電源での ADXL203 のノイズ (typ) は、次の式から求めることができます：

$$RMS \text{ ノイズ} = (110 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}) \times \sqrt{(BW \times 1.57)}$$

ピーク to ピーク・ノイズは 1 回の計測における不確実性について最適な推定値が得られ、時々ピーク to ピーク・ノイズが必要になります；ピーク to ピーク・ノイズは RMS 値に 6 を掛けて推定します。

表 1 は与えられたフィルタ・コンデンサの帯域幅、RMS ノイズ、ピーク to ピーク・ノイズです。この回路では 2 つの 10 μF コンデンサによって帯域幅は 0.5 Hz になっています。どのような場合でも最小 2000pF のコンデンサは必要です。

表 1. フィルタ・コンデンサの選択 (C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub>)

帯域幅(Hz)	C <sub>X</sub> , C <sub>Y</sub> (μF)	RMS ノイズ (mg)	ピーク to ピーク・ ノイズ 推定値(mg)
10	0.47	0.4	2.6
50	0.1	1.0	6
100	0.047	1.4	8.4
500	0.01	3.1	18.7

## センサーの物理動作

センサーは、シリコン・ウェーハの上面に構成される表面マイクロマシニング・ポリシリコン構造となっています。この構造部をポリシリコン・スプリングがウェーハ表面上に支え、加速力に対する抵抗を与えます。構造部の偏位は、独立した固定プレートと可動マスに取り付けられたプレートで構成される差動コンデンサによって測定されます。

固定プレートは、180°位相のずれた矩形波によって駆動します。加速度がビームを偏向し、差動コンデンサを不平衡にするため、加速度に比例する振幅をもった矩形波が出力されます。次いで、位相敏感検出技法により信号を整流し、加速度の方向を求めます。

## 入力ベクトルとデバイスの方向

ADXL203 に対する入力信号は一般的な電流あるいは電圧ではありません。代わりに、加速度センサーは空間での対象物の方向を測定するために重力を入力ベクトルとして使用します。図 2 に地球表面を基準にした 5 つの異なる方向の ADXL203 と、センサーの方向に対応した出力電圧を示します。

測定対象の軸 (この例では X 軸) が地球の表面に平行に向いている時、センサーは 0 G フィールドになりますが、それはゼロ G バイアス・レベルである 2.5 V に相当します。出力電圧はデバイスの感度によって変わります (1000 mV/G)。従って、時計回り (反時計回り) に 90°回転すると +1 G フィールド (-1 G フィールド) になり、対応する出力電圧は 3.5 V (1.5 V) になります。各種の IC の方向とそれらの対応する出力電圧については図 2 をご覧ください。

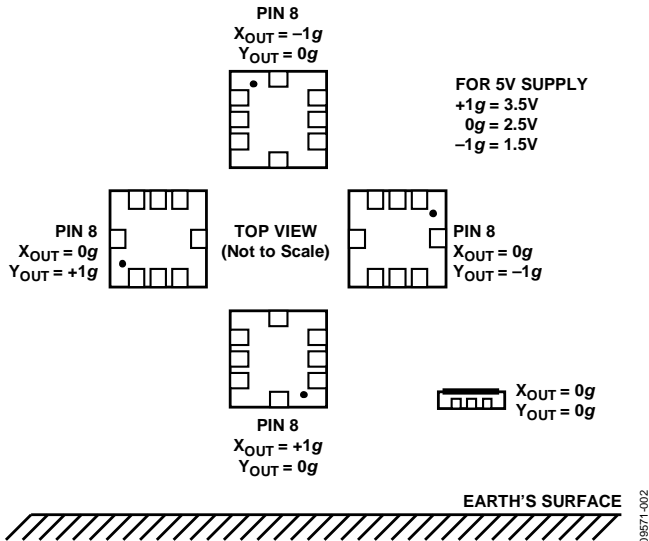


図 2. 出力応答 対 デバイスの方向

### ADXL203 の電圧出力の信号処理

加速度センサーのデータを処理して角度を求めるにはデータを AD7887 でデジタル化する必要があります。ADXL203 のワーストケース出力電圧範囲を確認して、それを AD コンバータの入力電圧範囲と比較する必要があります。AD7887 の入力電圧範囲は (0 V ~ VDD = 3.3 V) です。ADXL203 の理想的な出力電圧範囲は (1.5 V ~ 3.5 V) です。しかし、この範囲を決めるに当たってはいくつかの理想的ではない部分を無視しています。

最初の理想的ではない特性はゼロ G バイアス・レベルです。この電圧は 2.4 V ~ 2.6 V と規定されており、ワーストケースで上下に 100 mV 変化します。2 番目の理想的ではない特性は各出力の感度で、ワーストケースの仕様は 960 mV/G ~ 1040 mV/G です。これら 2 つの誤差を結合する事により ADXL203 のワーストケース出力範囲を計算する事ができます：

$$V_{MAX} (+1 g) = (2.6 V) + (1040 mV/g) \times (+1 g) = 3.64 V$$

$$V_{MIN} (-1 g) = (2.4 V) + (1040 mV/g) \times (-1 g) = 1.36 V$$

ここで加速度センサーの出力範囲が求められましたが、目的はこの範囲 (VCM = 2.5 V で 1.36 V ~ 3.64 V) を AD コンバータの入力範囲に一致するようにうまく合わせる事です。2 チャンネル動作の場合、AD7887 の入力範囲は 0 V ~ VDD (VCM = 1.7 V で 0 V ~ 3.3 V) です。図 1 に示すように 2 段の信号処理回路を形成するためにクワッドの AD8608 を使用します。

初段は 1.2 倍の信号ゲインを提供し、同相電圧を 2V にレベル・シフトします。2 段目は (合計 1.32 倍の信号ゲインにするため) 1.1 倍の信号ゲインを提供し、同相出力電圧を 1.7V に設定します。このオペアンプ段の出力電圧範囲は、負側末端に約 200 mV、正側末端に 100 mV のヘッドルームを残して AD コンバータの入力電圧範囲にうまく適合します。

### 1 軸による傾きの計算

たとえば、図 3 に示したように 1 軸ソリューションについて考えます。三角法により、重力ベクトルの X 軸上の投影が、水平線と加速度センサーの X 軸がなす角度のサイン (正弦) に等しい出力加速度を生じます。水平線は、一般的に重力ベクトルと直交する平面と見なされます。重力が 1 g の理想値であった場合、出力加速度は次式で表すことができます：

$$A_{X,OUT} [g] = 1 g \times \sin\theta$$

加速度から傾斜角への変換は、次の逆サイン関数を使用して行われます。

$$\theta = \sin^{-1} (A_{X,OUT} [g] / g)$$

ここで、傾斜角 ( $\theta$ ) の単位はラジアンです。

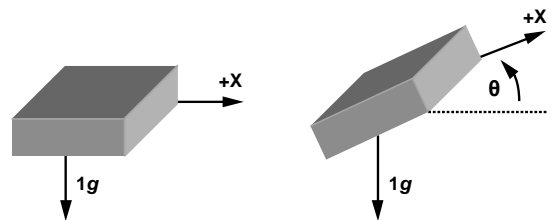


図 3. 1 軸を使った傾き検出

1 軸ソリューションを使用する場合に重要な事は、水平線と X 軸がなす角度が大きくなるにつれて感度が悪くなる事です。角度が  $\pm 90^\circ$  に近づくと感度はゼロに近づきます。これを図 4 に示します。図 4 は傾斜角に対する出力加速度 (単位: g) をグラフにしています。  $\pm 90^\circ$  の近辺では、傾斜角が大きく変化しても出力加速度の変化は小さくなります。

範囲外の信号に注意する事が重要です。加速度センサーが振動、ショックあるいは他の突然の加速度により  $\pm 1 g$  以上の信号を出力する可能性があります。

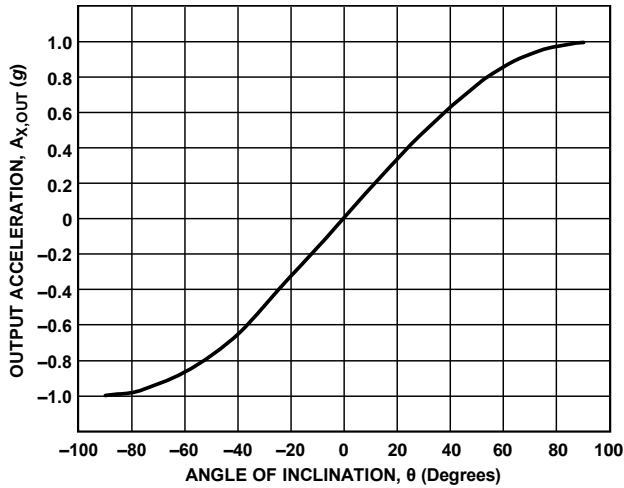


図 4. 1 軸による傾き検出の出力加速度 対 傾斜角

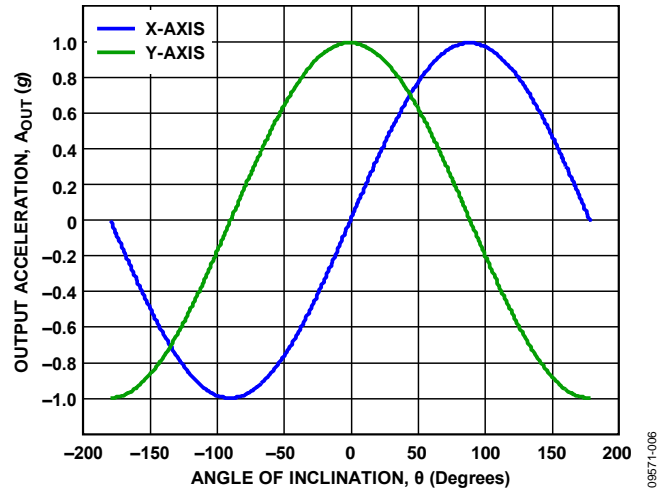


図 6. 2 軸を使った傾き検出の出力加速度 対 傾斜角

### 1 軸 対 2 軸についての考察

1 軸ソリューションの場合、90°まで回転した時感度が悪くなりますが、その問題に対する簡単な解決方法は 1 番目の軸に垂直な 2 番目の軸を組み込む事です。第 2 の軸を組み込んで傾斜角を求める事には、3 つの主な利点があります。

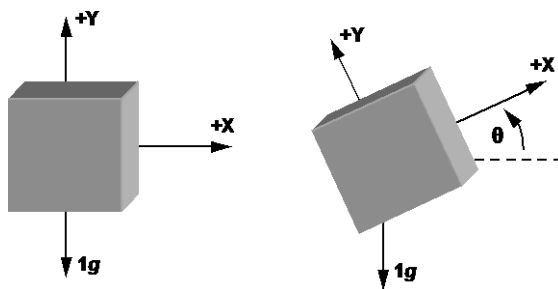


図 5. 2 軸を使った傾き検出

第 2 の軸を使う最初の大きな利点は、軸の直交性によるものです。1 軸ソリューションでは、X 軸によって検出された加速度は、傾斜角のサインに比例します。Y 軸の加速度は、直交性のために、傾斜角のコサインに比例します (図 6 を参照)。1 つの軸の感度が減少すると、もう 1 つの軸の感度が増大します。

2 軸以上を使用する事によって得られる 2 番目の大きな利点は、(その他の軸での傾きが大きな誤差を引き起こす) 1 軸ソリューションとは異なり、第 2 の軸を使用することで、たとえ第 3 の軸に傾きが存在しても正確な値を測定できることです。これは感度が対象となる軸における重力の 2 乗和の平方根 (RSS) 値に比例するためです。

第 2 の軸の使用による 3 番目の大きな利点は、各象限間を識別できることと、360°の全範囲で角度の測定ができる事です。各象限で X 軸と Y 軸の加速度の符号の組み合わせが異なります。

オペランド (Ax,OUT/Ay,OUT) が正の値の場合、逆タンジェント関数が象限 I の値を示します; オペランドが負の値の場合、逆タンジェント関数は象限 IV の値を示します。象限 II のオペランドは負の値であるため、角度がその象限にある場合は計算結果に 180°を足す必要があります。象限 III のオペランドは正の値であるため、角度がその象限にある場合は計算結果から 180°を引かなければなりません。各軸で測定した加速度の符号を調べる事により計算した角度の正しい象限を判定する事ができます。

### 2 軸による傾きの計算

システムに 2 軸を含むので、傾斜角の計算も見直す必要があります。簡単な方法は前述したように X 軸を計算する事と、同様な方法 (角度のコサインを使う事を思い出して) で Y 軸を計算する事です。

$$A_{X,OUT} [g] = 1 g \times \sin \theta$$

$$A_{Y,OUT} [g] = 1 g \times \cos \theta$$

逆サイン関数と逆コサイン関数を使って加速度から角度へ変換します。

$$\theta = \sin^{-1} (A_{X,OUT} [g] / 1 g)$$

$$\theta = \cos^{-1} (A_{Y,OUT} [g] / 1 g)$$

ここで、傾斜角 (θ) の単位はラジアンです。

しかしもっと簡単な方法は、その結果を次に示すように、値の比を使って三角関数の恒等式を適用する事です。

$$\frac{C_{Z,QWV}}{C_{I,QWV}} = \frac{3i \times \text{ulp}^* +}{3i \times \text{equ}^* +} = \text{vcp}^* )$$

$$= \text{vcp}^{-3} \left( \frac{C_{Z,QWV}}{C_{I,QWV}} \right)$$

ここで、傾斜角 (θ) の単位はラジアンです。

### キャリブレーション

図1に示す加速度センサー回路のもっとも重要な設計上の側面はシステムをキャリブレーションする機能です。システムは、正確なキャリブレーション、適切なテスト手順と設定が無いと、必要以上の大きな誤差を生じます。CN0189 Labview ソフトウェアには所定のシステム・キャリブレーション手順が含まれています。次に、このシステムのキャリブレーション方法だけでなく、誤差を招く原因とキャリブレーションが必要な理由について述べます。

### オフセット誤差の影響

まず、感度は全く問題なく完璧で、X軸に50mgのオフセットがある2軸ソリューションを考えてみましょう。0°では、X軸の測定値は50mg、Y軸の測定値は1gです。この時計算の結果角度は2.9°となり、誤差は2.9°になります。±180°では、X軸が50mg、Y軸が-1gになります。この場合、計算の結果角度と誤差は-2.9°になります。

図7に、この例で計算した角度と実際の角度との間の誤差を示します。オフセットによる誤差はシステムの要求精度に対して大きいだけでなく、変動する可能性があるため、誤差角を簡単にキャリブレーションで小さくするのは難しいと思われます。複数軸のオフセットが関係する場合は、さらに複雑になります。

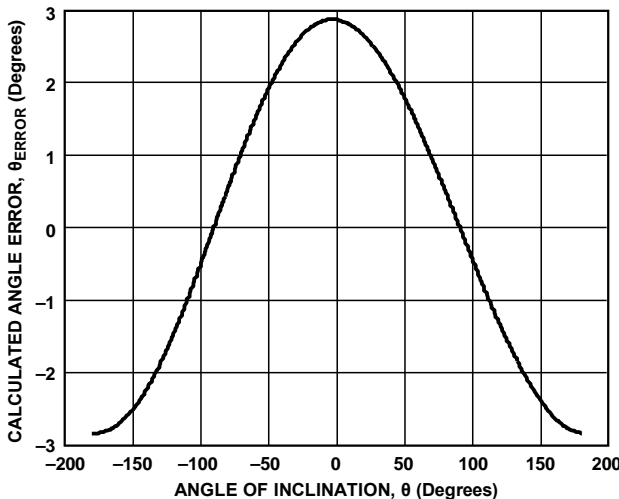


図7. 加速度センサーのオフセットに起因する角度の計算誤差感度のミスマッチ誤差の影響

2軸傾き検出のアプリケーションにおける主な誤差成分は、対象となる軸間の感度の違いです(1軸ソリューションの場合は、実際の感度とその期待値の偏差が誤差になります)。X軸とY軸の比を使用すれば、感度が同じ場合、大部分の誤差が打ち消されます。

加速度センサーの感度のミスマッチの一例として、完璧にオフセット調整され、Y軸での感度の誤差がなく、X軸に+5%の感度をもった2軸ソリューションを考えてみましょう。Y軸は1gフィールドで、1gを表示し、X軸は1.05gを表示します。図8は、この感度のミスマッチに起因する計算角度の誤差です。加速度センサーの感度のミスマッチに起因する誤差は、オフセット誤差と同じように、回転の全範囲にわたって変動するため、傾斜角の計算した後に誤差を補償する事は困難です。

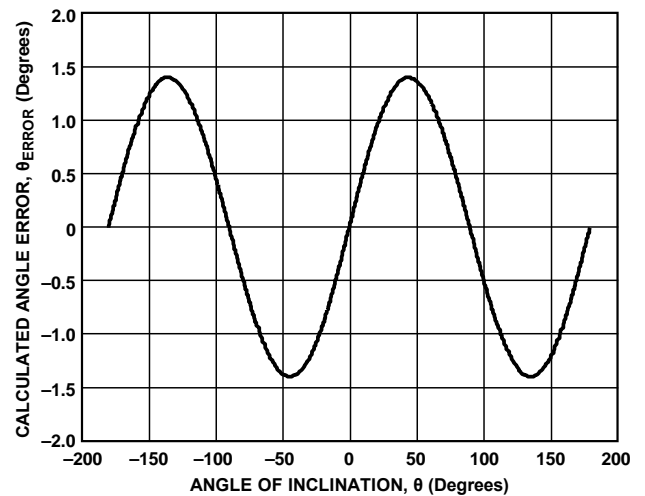


図8. 加速度センサーの感度のミスマッチに起因する角度の計算誤差

### ノーリターン・キャリブレーション技術

オフセットと感度のミスマッチに起因する誤差が組み合わさると、総合誤差は非常に大きくなって、傾きの検出アプリケーションの許容できる誤差を大幅に上回る可能性があります。この誤差を小さくするには、オフセットと感度のキャリブレーションを行い、キャリブレーションされた出力加速度を使って傾斜角を計算する必要があります。オフセットと感度の影響を含めると、加速度センサーの出力は次のようになります：

$$A_{OUT}[g] = A_{OFF} + (\text{Gain} \times A_{ACTUAL})$$

ここで：

$A_{OFF}$  はオフセット誤差で、単位は g です。

Gain は加速度センサーのゲインで、理想的な値は 1 です。

$A_{ACTUAL}$  は加速度センサーと希望値に作用する実際の加速度で、単位は g です。

簡単なキャリブレーション方法はゲインを1として、オフセットを測定する事です。このキャリブレーションによって、システムの精度をキャリブレーションなしの感度の誤差のみになるように制限できます。この簡単なキャリブレーション方法は、対象となる軸を1gフィールドに配置して出力を測定する事により行う事ができます（この出力がオフセットになります）。次に、加速度センサーの出力値からその値を引き、その後角度の計算を行います。この方法では、X軸とY軸を0gフィールドに置くのがデバイスの標準的な方向なので、しばしばノーターンまたはシングルポイント・キャリブレーションと呼ばれます。3軸デバイスを使用する場合は、Z軸を少なくとも1回は方向転換をするか、2番目のポイントを使用する必要があります。

### マルチ・ターン・キャリブレーション技術

もっと正確にキャリブレーションを行う場合は、対象となる軸ごとに2つのポイントを使用します。+1gと-1gの入力がある軸に加わっているとすると、測定される出力は次のようになります：

$$A_{+1g}[g] = A_{OFF} + (1g \times Gain)$$

$$A_{-1g}[g] = A_{OFF} + (-1g \times Gain)$$

ここで、オフセット  $A_{OFF}$  の単位は g です。

この2つのポイントを用いて、オフセットとゲインを次のように求めることができます。

$$A_{OFF}[g] = 0.5 \times (A_{+1g}[g] + A_{-1g}[g])$$

$$Gain = [0.5 \times (A_{+1g}[g] - A_{-1g}[g])] / 1g$$

ここで、+1gと-1gの測定値である  $A_{+1g}[g]$  と  $A_{-1g}[g]$  の単位は g です。

このキャリブレーション方法は、対象となる軸の測定時には直交軸が0gフィールドであるので、直交軸の感度の影響を最小限に抑えることができます。これらの値はまず加速度センサーの測定値からオフセットを引き、その結果をゲインで割る事により使用されます。

$$A_{ACTUAL}[g] = (A_{OUT} - A_{OFF}) / Gain$$

上の式の  $A_{OFF}$  とゲインの計算では、加速度の値  $A_{+1g}$  と  $A_{-1g}$  の単位を g と仮定しています。

mg 単位の加速度を使用する場合は、 $A_{OFF}$  の計算は同じですが、ゲインの計算では、単位が変わるため1000で割る必要があります。

### テスト結果

PCBは360°自由に回転できるボードに搭載され、データセットは上記したキャリブレーション技術（各軸のオフセットと感度を求めるためにX軸とY軸両方の+1gと-1gの値を求めます）を使って取り出されました。Y軸が+1g電圧レベル（3.5V）を出力し、X軸が0g電圧レベル（2.5V）を出力するようにPCBの方向を設定しました。この方向を、キャリブレーション後、0°と判断します。

次にPCBを1°単位で±90°回転させました。図9と図10はそれぞれX軸とY軸の誤差を示します。

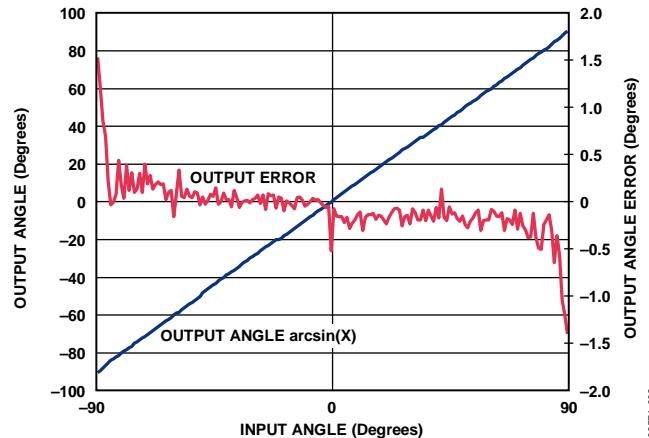


図9. 入力角対 arcsin(X) として計算した出力角

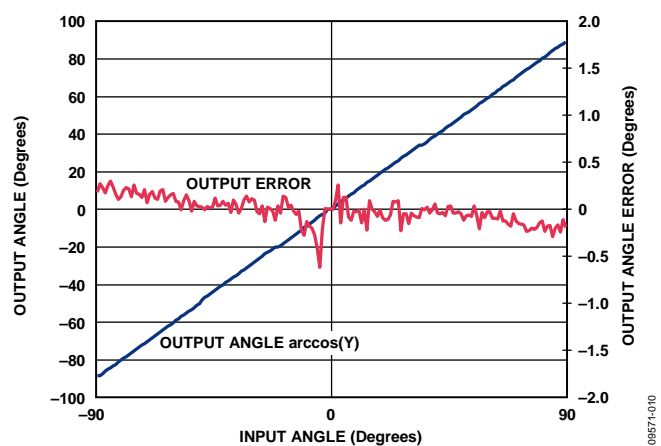


図10. 入力角対 arccos(Y) として計算した出力角

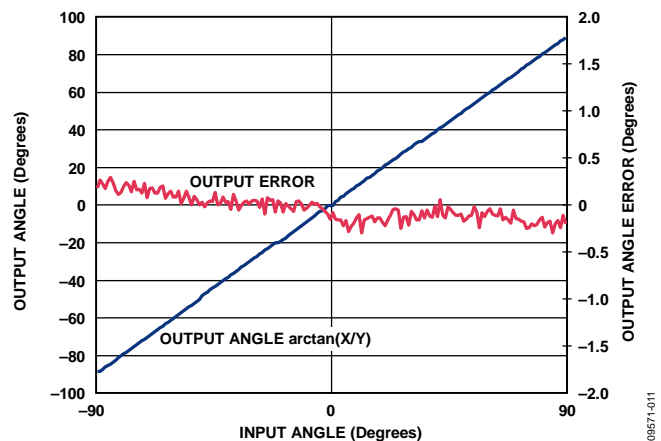


図11. 入力角対 arctan(X/Y) として計算した出力角

両方の軸がそれぞれ±1gの測定値に近づくと両方とも誤差が増え始めます。これはX軸が±90°で、Y軸が0°のボードの方向に一致します。

図11はX軸とY軸のアーク・タンジェントに基づいた誤差を示します。



お気づきのように2つの軸の比の誤差には図9と図10で見られるような境界線的な制約がありません。

## PCB レイアウト上の考察

高精度が要求される回路では、ボード上の電源とグラウンド・リターンのレイアウトを注意深く行う事が重要です。PCB はアナログ部とデジタル部をできる限り分離してください。このシステムの PCB は面積の広いグラウンド・プレーン層、電源プレーンとともに4層に積み重ねて構成されています。レイアウトとグラウンディングに関するさらに詳しい内容は [MT-031](#) チュートリアルを、そしてデカップリング技術に関する情報については [MT-101](#) チュートリアルをご覧ください。

AD7887 に対する電源は、適切にノイズを抑制しリップルを削減するために、 $10\ \mu\text{F}$  と  $0.1\ \mu\text{F}$  のコンデンサでデカップリングする必要があります。低 ESR 値で  $0.1\ \mu\text{F}$  のコンデンサを、可能な限り素子の近くに配置してください。すべての高周波数デカップリングにはセラミック・コンデンサを推奨します。

電源ラインはできるだけ太いパターンにして低インピーダンス経路とし、電源ライン上のグリッチによる影響を軽減させる必要があります。クロックやその他の高速スイッチング・デジタル信号は、デジタル・グラウンドで基板上の他の部分からシールドする必要があります。

この回路ノートのための完全な設計支援パッケージは [www.analog.com/CN0189-DesignSupport](http://www.analog.com/CN0189-DesignSupport) に載っております。

## バリエーション回路

ADXL203 の感度と AD7887 のゲインは両方とも回路のそれぞれの電源電圧に比例します。図 12 に示すように抵抗分割とその後接続するバッファ AD8605 を使って 5 V 電源から 3.3 V  $V_{\text{DD}}$  電源を引き出す事により全体の回路をレシオメトリックにする事ができます。

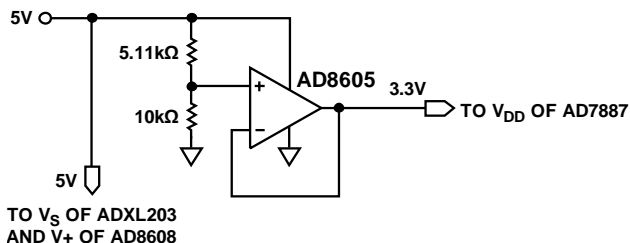


図 12. レシオメトリック動作のための AD7887 用 VDD 電源

この回路構成は回路の電源電圧変動に対する感度を最小にします。

[AD8505](#) と [AD8606](#) は AD8608 のシングルとデュアル・タイプですが、必要に応じ回路で使用できます。

## 回路評価とテスト

この回路は回路ボード (EVAL-CN0189-SDPZ) とシステム・デモ用プラットフォーム (SDP) 評価用ボード (EVAL-SDP-CB1Z) を使用します。2つのボードには、迅速な回路性能の設定と評価を可能とする 120ピン接合用コネクタがあります。

(EVAL-CN0189-SDPZ) ボードは (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。そして回路ボード (EVAL-CN0189-SDPZ) からのデータを取り込むために SDP 評価用ボードは CN0189 評価ソフトウェアと共に使用します。

### 必要な装置

- USB ポート付きで Windows® XP 又は Windows Vista® (32-bit) 又は Windows® 7 (32-bit) 対応の PC
- 回路評価用ボード (EVAL-CN0189-SDPZ)
- SDP 評価用ボード (EVAL-SDP-CB1Z)
- CN-0189 評価ソフトウェア
- 電源: +6 V、又は +6 V “AC アダプタ”

### 始めてみよう

CN0189 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ファイル「EVAL-CN0189-SDPZ-SCH-Rev0.pdf」をご覧ください。このファイルは [CN0189 設計支援パッケージ](#) に含まれています。

### セットアップ

回路ボード EVAL-CN0189-SDPZ の 120 ピン・コネクタを評価用 (SDP) ボード 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留め具を使用する必要があります。適切な RF ケーブルを使用して、SMA RF 入力コネクタ経由で RF 信号源を EVAL-CN0189-SDPZ ボードに接続してください。

電源をオフにして、+6 V 電源をボードの「+6 V」と

「GND」と表示されている端子に接続してください。もし +6 V “AC アダプタ”があれば、ボード上のジャック・コネクタに接続して +6 V 電源電圧の代わりに使用する事ができます。SDP ボードと共に提供する USB ケーブルを PC の USB ポートに接続してください。注意: 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

回路ボード EVAL-CN0189-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ボード上のUSBミニ・コネクタに接続してください。

1度USB通信が確立されれば、EVAL-CN0189-SDPZボードからのシリアル・データの送信、受信、取り込みを行うためにSDPボードを使用する事ができます。

データ取り込みのための評価ソフトウェアの使用方法に関する情報と詳細はCN0189評価ソフトウェアのReadmeファイルに載っています。

SDPボードに関する情報は [SDPユーザー・ガイド](#) (英語) に記載されています。

## さらに詳しくは

CN-0189 Design Support Package:

[www.analog.com/CN0189-DesignSupport](http://www.analog.com/CN0189-DesignSupport)

MT-031 Tutorial : [Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”](#)

MT-101 Tutorial : [Decoupling Techniques](#)

AN-1057 アプリケーション・ノート :

[加速度センサーによる傾きの検出](#)

AN-688 Application Note: [Phase and Frequency Response of iMEMS Accelerometers and Gyros](#)

## データシートと評価用ボード

CN-0189 回路評価用ボード ([EVAL-CN0189-SDPZ](#))

システム・デモ用プラットフォーム ([EVAL-SDP-CB1Z](#))

ADXL203 [データシート](#)

AD7887 [データシート](#) / [評価用ボード](#)

AD8608 [データシート](#)

AD8605 [データシート](#)

## 改訂履歴

1/12—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。

©2010–2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。

CN09571-0-1/12(0)