



# 評価用ボード・ユーザー・ガイド

## UG-1016

### 装着型製品向け **AD8233** 50 $\mu$ A、2 mm $\times$ 1.7 mm WLCSP、 低ノイズ、心拍モニタの評価

#### 特長

- HRM フロントエンドをすぐに使用可能
- 2 電極または 3 電極構成で動作
- データ・アキュジションおよび A/D コンバータ (ADC) へ直接インターフェース
- スイッチによる容易なモード選択
- さまざまな回路構成が可能
- 3.5 mm 電極ジャック

#### 評価キットの内容

**AD8233CB-EBZ** 評価ボード

#### 必要な装置

- 電源
- 心電図 (ECG) 信号発生器
- センサー・ケーブル (オプション)

#### オンライン・リソース

- AD8233** データシート
- AD8233CB-EBZ** ユーザー・ガイド
- AN-617** アプリケーション・ノート

#### 概要

AD8233CB-EBZ 評価ボードは、**AD8233** 心拍モニタ (HRM) フロントエンド、およびフィットネス・アプリケーションの初期評価に必要な部品を搭載しています。入力、出力、電源、およびリード・オフ検出の各端子がテスト・ピンに配線されているため、接続が容易です。入力バイアス電圧、シャットダウン (SDN)、ライト・レグ駆動シャットダウン (RLD SDN)、高速回復 (FR)、および AC/DC リード・オフ検出モードの設定に、スイッチやジャンパを使用することができます。

AD8233CB-EBZ 評価ボードは 4 層基板であり、部品面にのみ部品が搭載されています。機械的安定のためにゴム足をハンダ面に取り付けることができます。視覚的配慮から、またリファレンス・デザインとしてレイアウト図が提供されます。プリント回路基板 (PCB) は、信号の完全性を保証し、また製造コストを低減するように標準手法に従ってデザインされています。最良の WLCSP レイアウト事例については AN-617 を参照してください。

AD8233 の詳細については、アナログ・デバイセズ提供の AD8233 データシートに記載されています。評価用ボードを使用する際は、このユーザー・ガイドとデータシートを併せて参照してください。

### AD8233CB-EBZ 評価用ボードの写真

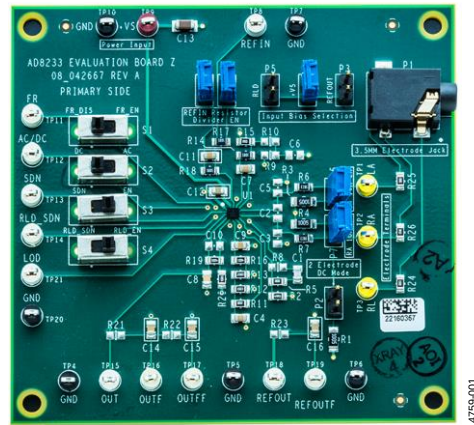


図 1.

重要な注意事項や法的諸条件については、最後のページをご覧ください。

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。※日本語版資料は 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。

Rev. 0

©2016 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話 03 (5402) 8200  
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

## 目次

|                              |   |                           |   |
|------------------------------|---|---------------------------|---|
| 特長 .....                     | 1 | 信号パス: 計装アンプとフィルタ .....    | 4 |
| 評価キットの内容 .....               | 1 | ライト・レッグ駆動 (RLD) アンプ ..... | 4 |
| 必要な装置 .....                  | 1 | フィルタ構成 .....              | 4 |
| オンライン・リソース .....             | 1 | リード・オン／オフ検出機能 .....       | 5 |
| 概要 .....                     | 1 | 高速回復 .....                | 7 |
| AD8233CB-EBZ 評価用ボードの写真 ..... | 1 | スタンバイ動作 .....             | 7 |
| 改訂履歴 .....                   | 2 | 評価ボードの部品選択 .....          | 8 |
| 評価用ボードのハードウェア .....          | 3 | 評価用ボードの回路図とアートワーク .....   | 9 |
| クイック・スタート・ガイド .....          | 3 |                           |   |

## 改訂履歴

8/2016—Revision 0: Initial Version

## 評価用ボードのハードウェア

簡略化した回路図を図 2「AD8233CB-EBZ 評価ボードのデフォルト構成」に示します。全回路図については、「評価ボードの部品選択」セクションを参照してください。予想される出力信号は OUT 端子で測定され、図 3 に示されています。

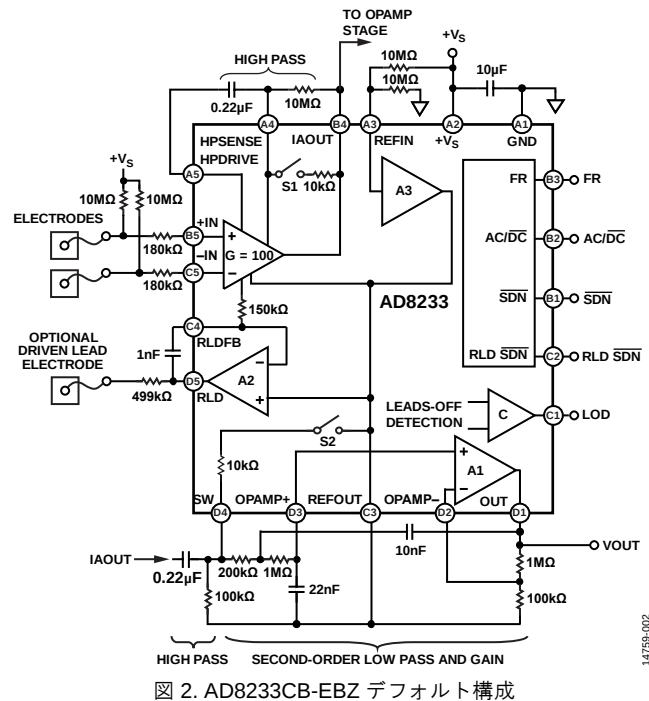


図 2. AD8233CB-EBZ デフォルト構成

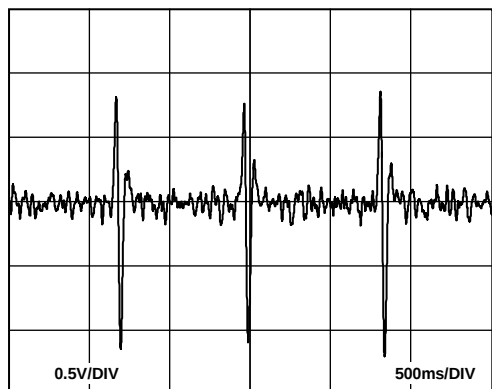


図 3. OUT 端子で測定した予想される AD8233CB-EBZ 出力信号

## クイック・スタート・ガイド

AD8233CB-EBZ 評価ボードの出荷時のデフォルト設定は、3 本の電極が被検者の手に接続されるシステムの構成となっています。3 電極構成の場合は、スイッチとジャンパが表 1 に示すデフォルト値に設定されていることを確認してください。その他の各種構成を表 2 に示します。

表 1. スイッチとジャンパのデフォルト設定

| Label                     | Position   | Setting                  |
|---------------------------|------------|--------------------------|
| S1                        | FR_DIS     | Fast restore disabled    |
| S2                        | DC         | DC leads off detection   |
| S3                        | EN         | Operation enabled        |
| S4                        | RLD_EN     | RLD enabled              |
| Input Bias Selection      | P4, P6, P7 | Three-electrode dc       |
| REFIN Resistor Divider EN | P8, P9     | REFIN is set to $+V_S/2$ |

## セットアップ手順

AD8233CB-EBZ 評価ボードをセットアップするには、次の手順を実行します。

1. 評価ボードの GND 端子に電源コモンを接続します。+VS 端子に +3 V 電源電圧を接続します。
2. レフト・アーム (LA) 端子とライト・アーム (RA) 端子を ECG 信号発生器などの信号源に接続します。
3. ライト・レッグ (RL) 端子を ECG 信号発生器などの信号源に接続します。RLD は RL 端子を介して得られます。
4. あるいは別の方法として、センサー・ケーブル（同梱されません）を 3.5 mm 電極ジャックに接続し、電極を ECG 信号発生器などの信号源に接続します。
5. 出力信号は OUT 端子から得られます。予想される出力信号を図 3 に示します。

## AD8233CB-EBZ を使用する際の注意事項

安全上の理由から、生体対象の代わりに ECG 信号源を使って AD8233 を評価することを推奨します。LA、RA、および RL の各電極端子には電流制限抵抗 (R6 および R7) が備わっていますが、これらの抵抗は患者を十分に保護するわけではありません。これらの抵抗は、電源やアキュイジション・システムからの電源ライン過渡や漏れ電流に対して保護の役目を果たさないことがあります。使用者は、医療機器に適用されるすべての安全ガイドラインおよび規則を完全に理解し適用する責任があります。

## 信号パス: 計装アンプとフィルタ

AD8233CB-EBZ 評価ボードの出荷時のデフォルト設定は、3本の電極が被検者の手に接続されるアプリケーションの構成となっています。LA、RA、および RL の各端子は、それぞれ信号入力およびライト・レッグ駆動の電極接続として機能します。

計装アンプのゲインは 100 に固定されており、オペアンプのゲインは 11 に設定されています。総合ゲインは 1100 となり、最大差動入力信号は約 2.7 mV p-p に制限されます。この振幅を超えても AD8233 に損傷を与えることはありませんが、出力信号が歪みます。フィルタの Q が高いため、追加ピーキングにより、観察される最大ゲインがおおよそ 15 Hz で 1100 を超えます。全体のゲインは R19 と R20 の抵抗を調整して変えることができますが、そうすれば、ローパス・フィルタの Q に直接影響を与えます。計装アンプのゲインは 100 に固定されています。

単電源構成で信号チェーン全体を実現できます。この目的のために、2本の 10 MΩ 抵抗 (R17 と R18) および REFIN 抵抗分圧器の EN ジャンパ (P8 と P9) を使って、リファレンス・バッファを電源中点のレシオメトリックなレベルに設定します。内蔵リファレンス・バッファの出力は、システムに対して電源中点の DC レベルを提供します。出力の信号はこの電源中点レベルの上に重ねられます。この電圧は REFOUT ピン (TP18) で得られ、後続の信号収集ステージのリファレンス・レベルとして機能します。異なるリファレンス電圧が必要な場合は、外部電圧を REFIN ピンに印加できます。この場合は、REFIN 抵抗分圧器の EN ジャンパ (P8 と P9) を取り外す必要があります。

この回路は、モーション・アーチファクトおよび電極ハーフセル電位を除去するための 2 極ハイパス・フィルタを形成します。さらに、内蔵オペアンプは 2 極ローパス・フィルタを形成し、ライン・ノイズやその他の干渉信号を除去します。すべてのフィルタのカットオフ周波数は、部品の値を変えることによって調整できます。

ゲインおよびフィルタは、電極の位置やアプリケーションに応じて調整を必要とする場合があります。狭帯域幅のためモーション・アーチファクトやその他の外部干渉が高いレベルで除去されますが、図 3 に示すように、こうした帯域幅によって ECG 信号に歪みをもたらされることがあります。詳細については、AD8233 のデータシートを参照してください。

AD8233CB-EBZ 評価ボードの部品選択は、評価ボードの部品選択のセクションおよび評価ボードの回路図とアートワークのセクションに示されています。

## ライト・レッグ駆動 (RLD) アンプ

内蔵 RLD アンプは、信号入力に現れる同相モード電圧を検出し、患者に対して反対の信号を駆動できます。この駆動電極の機能により、患者と AD8233 の間に一定電圧が維持されるため、同相モード除去比 (CMRR) が大幅に改善されます。

このボードは、RLD アンプを、内蔵の 150kΩ 抵抗および外付けの 1 nF コンデンサ (C1) によって形成される積分器として構成します。この構成により、ライン周波数でループ・ゲインがおおよそ 20 となり、クロスオーバー周波数は約 1 kHz となります。

AC モード 2 電極構成では、RLD ピンが入力のバイアス電流抵抗を駆動できます。このように接続するには、P5 にジャンパを取り付けます。DC モードの 2 電極構成では、S4 スイッチを RLD\_SDN に設定することにより、RLD アンプをシャットダウンして電力を節約できます。このモードでは、C1 を取り外し、RLD ピンと RLDFB ピンをフロートにします。

## フィルタ構成

AD8233CB-EBZ 評価ボード上のフィルタ用の抵抗とコンデンサの値を調整することにより、測定対象が動いた際のパルス検出を伴うアプリケーションで効果的なノイズ除去が行えます。他のさまざまなアプリケーションに適するようにフィルタ・パラメータを調整することができます。

## ハイパス・フィルタ

AD8233 内の計装アンプはゲインとハイパス・フィルタを同時に実現します。この機能により、計装アンプは小さい ECG 信号を 100 倍に増幅すると同時に、最大 ±300 mV の電極オフセットを除去します。このフィルタのカットオフ周波数は次式で与えられます。

$$f_c = \frac{100}{2\pi \times R14 \times C7}$$

ここでは、R14 = 10 MΩ および C7 = 0.22 μF として、ハイパス・フィルタの最初の極を 7 Hz に配置します。フィルタのカットオフは、計装アンプが帰還アーキテクチャなので、一般に予想されるよりも 100 倍高いことに注意してください (図 4 を参照)。

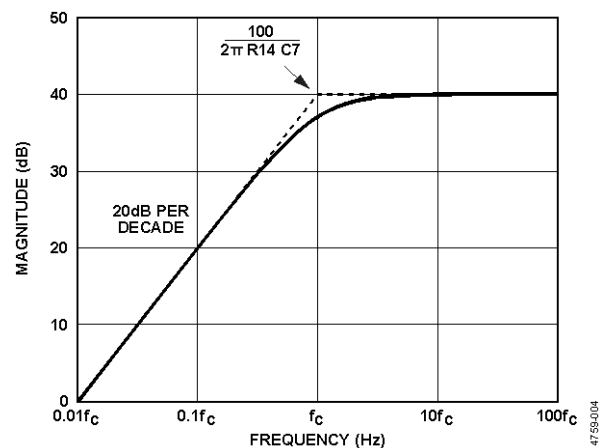


図 4. 計装アンプ・フィルタの周波数応答

計装アンプの出力にある AC 結合ネットワーク (C4 および R12) により第 2 の極が生じます。カットオフ周波数 (fc) は通常のパッシブ 1 次ハイパス・フィルタのものであり、次式で表されます。

$$f_c = \frac{100}{2\pi \times R12 \times C4}$$

0.22  $\mu$ F および 100 k $\Omega$  では 7 Hz のカットオフ周波数になります。両方のハイパス・フィルタにより、合計 40 dB/ディケードのローloffが得られます。極の位置を両方のハイパス・フィルタで同じにすると、コーナー周波数で 6 dB の減衰となるので注意してください。このフィルタの出力はバッファされないの、計装アンプは後続のローパス・フィルタの入力で高い出力インピーダンスを示します。AD8233CB-EBZ 評価ボードで選択した部品の値では、バッファなしで良好な結果が得られます。部品の値を変更する際は、このことに留意してください。

## ローパス・フィルタ

内蔵の汎用オペアンプは Sallen-Key 回路を使用して、ゲイン付きの 2 極ローパス・フィルタを形成します。ローパス・カットオフ周波数、ゲイン、Q は以下のデザイン式で与えられます。

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R13 \times C8 \times R16 \times C9}}$$

$$Gain = 1 + \frac{R19}{R20}$$

$$Q = \sqrt{\frac{R13 \times C8 \times R16 \times C9}{R13 \times C9 + R16 \times C9 + R16 \times C8(1 - Gain)}}$$

ゲインまたはカットオフ周波数を変更すると Q に影響し、その逆もまた成立します。

AD8233CB-EBZ 評価ボードの部品構成では、ローパス・フィルタのカットオフ周波数を約 25 Hz に、ゲインを 11 に設定しています。R19 と R20 の合計が 50 k $\Omega$  を超えるようにして、電力を節約し、出力の過剰負荷を防ぎます。

デフォルトのフィルタ構成での、計装アンプの差動入力から OUT への信号の伝達関数を図 5 に示します。

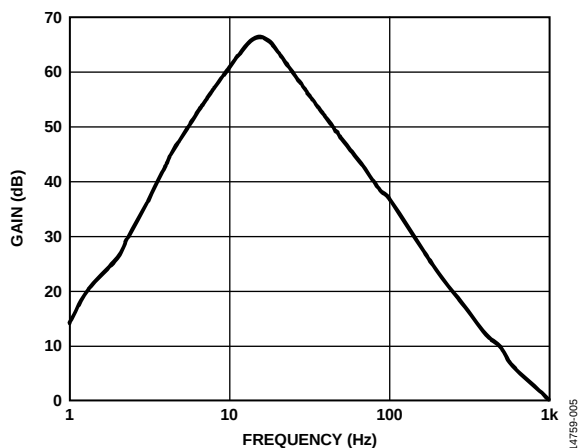


図 5. ゲインの周波数特性

## 追加ローパス・フィルタ

R21、C14、R22、および C15 の各部品は、追加のフィルタ・オプションを提供します。OUTF 端子 (TP16) は、第 1 フィルタ (R21 と C14) の後に配置されています。OUTFF 端子 (TP17) は両方のフィルタの後に配置されています。

## リード・オン/オフ検出機能

AD8233 にはシャットダウン時でも機能し続けるリード・オン/オフ検出機能があります。これは、2 電極または 3 電極の構成に最適化されたモードを提供します。リード・オン/オフ検出の各種構成を表 2 に示します。

表 2. リード・オン/オフ検出の各種構成

| Configuration                             | Setting              | Position          |
|-------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| DC two-electrode leads on/off detection   | Input Bias Selection | P4                |
|                                           | S2                   | DC                |
|                                           | S4                   | RLD_SDN           |
| DC three-electrode leads on/off detection | Electrode Terminals  | P2, P6            |
|                                           | Input Bias Selection | P4                |
|                                           | S2                   | DC                |
| AC two-electrode leads on/off detection   | S4                   | RLD_EN            |
|                                           | Electrode Terminals  | P6, P7            |
|                                           | Input Bias Selection | P3 or P5          |
| AC three-electrode leads on/off detection | S2                   | AC                |
|                                           | S4                   | RLD_SDN or RLD_EN |
|                                           | Electrode Terminals  | P6, P7            |
| AC three-electrode leads on/off detection | Input Bias Selection | OPEN              |
|                                           | S2                   | AC                |
|                                           | S4                   | RLD_EN            |
| AC three-electrode leads on/off detection | Electrode Terminals  | OPEN              |
|                                           | Input Bias Selection | OPEN              |
|                                           | S2                   | AC                |
|                                           | S4                   | RLD_EN            |
|                                           | Electrode Terminals  | OPEN              |

## DC リード・オン/オフ検出機能

DC リード・オン/オフ検出モードは 2 電極または 3 電極の構成で使用できます。このモードを使用するには、S2 スイッチを DC の位置にします。この機能は、何れかの計装アンプ入力電圧が正電源の 0.27 V 以内になるタイミングを検出します。AD8233 の電力消費が最小になるのは 2 電極の DC モードの場合です。+IN ピンのプルアップ抵抗と -IN ピンのプルダウン抵抗は電極が接続されたときに分圧器を形成し、入力同相モードを電源電圧の中央に設定します。AD8233CB-EBZ 評価ボードでこれらの抵抗を利用するには、P6 と P2 にジャンパを取り付けます。電極が切り離され、入力が +V<sub>S</sub> ピンにプルアップされると、+IN ピンを監視しているコンパレータが LOD ピンをハイ・レベルにセットします。このように接続するには、P4 にジャンパを取り付けます (図 6 を参照)。

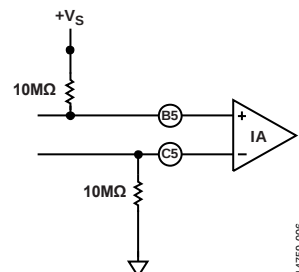


図 6. 2 電極 DC リード・オフ検出機能の回路構成

3 電極 DC モードの場合は、各入力に正電源へ接続されたブルアップ抵抗が必要です。通常動作時、測定対象の電位は計装アンプの同相モード範囲内にある必要があります。これは、3 つ目の電極がライト・レグ駆動アンプの出力に接続されている場合にのみ可能です。このように接続するには、P4、P6、および P7 にジャンパを取り付けます。また、S4 スwitch を RLD\_EN の位置にして、RLD を有効にする必要もあります。

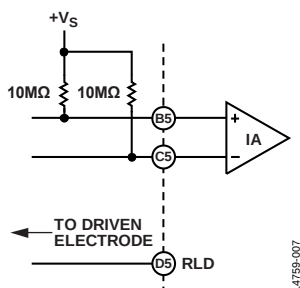


図 7.3 電極 DC リード・オフ検出機能の回路構成

電極がどれか切り離されると、AD8233 は、LOD ピンをハイ・レベルにセットしてこのことを表示します。

## AC リード・オン/オフ検出機能

AC リード・オン/オフ検出モードは、2 電極を使用するときには有用です。AC リード・オン/オフ・モードを使用するには、S2 スwitch を AC の位置に切り替えます。この場合、2 つの電極の間に導通パスが存在する必要があります。このパスは通常 2 本の抵抗で構成されます（図 8 を参照）。

これらの抵抗は、各入力でバイアス・リターン用のパスも提供します。各抵抗を（P6 と P7 にジャンパを取り付けて）

REFOUT ピンへ（P3 にジャンパを取り付けて）接続するか、または RLD ピンへ（P5 にジャンパを取り付けて）接続して、各入力を計装アンプの同相モード範囲内に維持してください。これらの抵抗を RLD ピンに接続する場合は、S4 のスswitch を RLD\_EN 位置にしなければなりません。

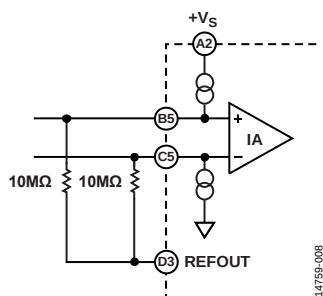


図 8.2 電極 AC リード・オフ検出機能の回路構成

AD8233 は、100 kHz の小さい電流を入力端子に流して電極が切り離されたタイミングを検出します。この電流が外付け抵抗を +IN ピンから -IN ピンへ流れて、入力間に差動電圧が発生し、これを同期検出して、内部スレッシュホールドと比較します。これらの外付け抵抗の推奨値は 10 MΩ です。抵抗値が小さいと、差動電圧降下が小さくて検出できず、さらにアンプの入力インピーダンスも小さくなります。

電極を測定対象に接触させたとき、電圧降下をコンパレータのスレッシュホールドより下に保つため、このパスのインピーダンスを 3 MΩ 以下にする必要があります。

REFOUT ピンの電圧値は一定ですが、RLD 出力を入力バイアスとして使うと、消費電力は増えますが同相モード干渉を阻止するのに効果的です。

3 電極 AC リード・オフ検出モードでは、図 9 に示すようにブルアップ抵抗は不要で、回路の入力インピーダンスが改善されます。このモードはドライ電極のアプリケーションに有益です。AC モード電流はシステムの 1/f ノイズの一因となります。したがって、アプリケーションによっては、AC リード・オフ検出機能をスポット・チェックに使い、DC モードへ切り替えると ECG 信号の収集が改善され、有利になることがあります。このように接続するには、「入力バイアス選択」ジャンパおよび「電極端子」ジャンパを取り外します。

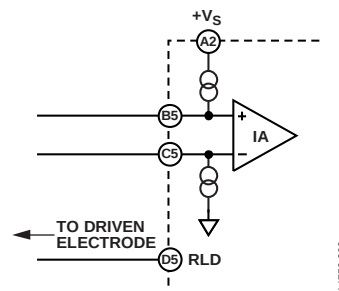


図 9.3 電極 AC リード・オフ検出機能の回路構成

AC リード・オフ検出モードはシャットダウン・モードでも機能し続けます。電力を 1μA 未満に維持するために、クロックがディスエーブルされ、AC 電流は DC 電流になります。+IN ピンの電流ソースは 250 nA であり、-IN ピンの電流シンクは -300 nA です。-IN にもっと大きなプルダウン電流を流すとウェイクアップ機能として動作し、電極が再接続されたときに LOD ピンをロー・レベルにします。

## 高速回復

高速回復機能（FR）は、ハイパス・フィルタの長いセトリング・テールを持続時間を短縮します。急激な変化（例えばリード・オフ状態）がアンプに加わった後、AD8233 は自動的にフィルタ・カットオフ周波数を高く調整します。この機能を使うと、AD8233 は迅速に回復できるため、電極を測定対象に再接続すると直ちに有効な測定値を得ることができます。この機能を有効にするには、S1 スイッチを FR\_EN の位置に設定します。

## スタンバイ動作

AD8233 には、低消費電力が重要な携帯型アプリケーションでの柔軟性と使いやすさをさらに向上させるシャットダウン・ピン（SDN）があります。スタンバイ動作にするには、S3 スイッチを SDN の位置にします。この状態では、AD8233 には電源電流が 1 $\mu$ A 未満しか流れないため、かなりの電力節約となります。通常動作にするには、S3 スイッチを EN の位置にします。

シャットダウン中、AD8233 は REFOUT 電圧を維持できませんが、REFIN 電圧から電流が流れないため、電源からグラウンドへのこの追加導通パスが維持されます。

シャットダウン状態から戻るとき、ハイパス・フィルタのコンデンサに蓄えられた電荷が計装アンプと後続ステージを飽和させることがあります。高速回復機能を使うと、回復時間の短縮に役立つため、消費電力に厳しいアプリケーションでオン時間を最小に抑えます。

## 評価ボードの部品選択

表 3. AD8233CB-EBZ のタイプ別部品選択

| Reference Designator            | Type                                              | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1, R24, R25, R26               | 3.5 mm electrode jack                             | センサー・ケーブル（同梱されません）を 3.5 mm 電極ジャックに接続し、電極を ECG 信号発生器などの信号源に接続します。3.5 mm の電極ジャックを使用しない場合は、R24、R25、および R26 を取り外します。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| P3, P4, P5, R3, R4, R5          | Input bias selection                              | 詳細については、リード・オン／オフ検出機能のセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| P2, P6, P7                      | Electrode terminals                               | 詳細については、リード・オン／オフ検出機能のセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| C7, R14                         | High-pass filter of the instrumentation amplifier | カットオフ周波数は 7.2 Hz に設定されます。詳細については、ハイパス・フィルタのセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C4, R12                         | AC-coupled filter                                 | このハイパス・フィルタのカットオフ周波数は 7.2 Hz に設定されます。これは DC 阻止回路なので、負の信号+振幅を許容するためには R9 を REFOUT 電圧に接続する必要があります。詳細については、ハイパス・フィルタのセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| R19, R20, R13, R16, C8, C9, C10 | Low-pass filter (Sallen-Key)                      | この回路は、2 極ローパス・フィルタとゲインの 2 つの機能を提供します。AD8233CB-EBZ 評価ボードでは、このフィルタのカットオフは 25 Hz に、ゲインは 11 に設定されています。このため、AD8233 の総ゲインは $11 \times 100 = 1100$ となります。詳細については、ローパス・フィルタのセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| R21, R22, R23, C14, C15, C16    | Additional low-pass filters                       | 装着されていません。これらのフィルタは、出力とリファレンス電圧にフィルタリングを追加するためのパッドを提供します。詳細については、追加ローパス・フィルタのセクションを参照してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| R17, R18, C11, P8, P9           | REFIN resistor divider EN                         | R17 と R18 は、システムのためのレシオメトリックなリファレンス電圧を発生させます。レシオメトリック・リファレンス電圧を利用するには、P8 と P9 にジャンパを取り付けます。AD8233 はこの電圧をバッファして、REFOUT 端子に出力します。R17 と R18 に高い抵抗値を選択して消費電力を減らします。AD8233CB-EBZ 評価ボードでは、両方に 10 M $\Omega$ を使用しています。C11 はフィルタリングおよび安定性のために必要です。C11 がないと、電源ノイズが大幅に悪化することがあります。AD8233CB-EBZ 評価ボードでは抵抗とコンデンサに大きな値を使っているため、この電圧の時定数は 5 秒で、電源投入後 REFOUT 出力の電圧が安定するまで約 30 秒かかります。S3 により AD8233 をシャットダウンすると、C11 は放電されないため、この電圧に関連したセトリング時間は存在しません。                                                               |
| C1, R2, R5, R8                  | Right leg drive                                   | C1 は 1 nF であり、これが内部の 150k $\Omega$ 抵抗と組み合わせられるので、ループ・ゲインは標準的なライン周波数付近で 20 となり、クロスオーバー周波数は 1kHz となります。R2 の値は、安定性の問題が生じないように 499 k $\Omega$ に設定されています。詳細については、ライト・レッグ駆動 (RLD) アンプのセクションを参照してください。<br>R8 は装着されていません。これは低周波数でループ・ゲインを制限し、アンプの支配的極をずらすことができます。                                                                                                                                                                                                                                            |
| R6, R7, C2, C3, C5              | Optional RFI filter                               | 追加の無線周波数干渉 (RFI) フィルタを実装するためのコンデンサ用にパッドが設けられています。C3 と C5 は同じ値とし、十分に整合している必要があります。C2 は C3 および C5 よりも大きな値でなければなりません。こうすることにより、C3 と C5 の許容誤差の不整合による高周波数での CMRR 劣化を最小限に抑えます。<br>$C3 = C5 = C$ かつ $R6 = R7 = R$ の場合は、同相モード信号のカットオフ周波数は $1/(2\pi RC)$ となり、差動信号のカットオフ周波数は $1/(2\pi R (2 \times C2 + C))$ となります。<br>同相モード信号のカットオフ周波数が低いほど RFI 除去が改善されますが、ライト・レッグ駆動の帰還ループが不安定になるリスクが増すことがあります。<br>リワーク後は AD8233CB-EBZ 評価ボードを十分洗浄してください。はんだ付けの残留フラックスなどの汚染物質を残しておくと、AD8233CB-EBZ 評価ボードの入力インピーダンスや動作に悪影響を及ぼします。 |

## 評価用ボードの回路図とアートワーク

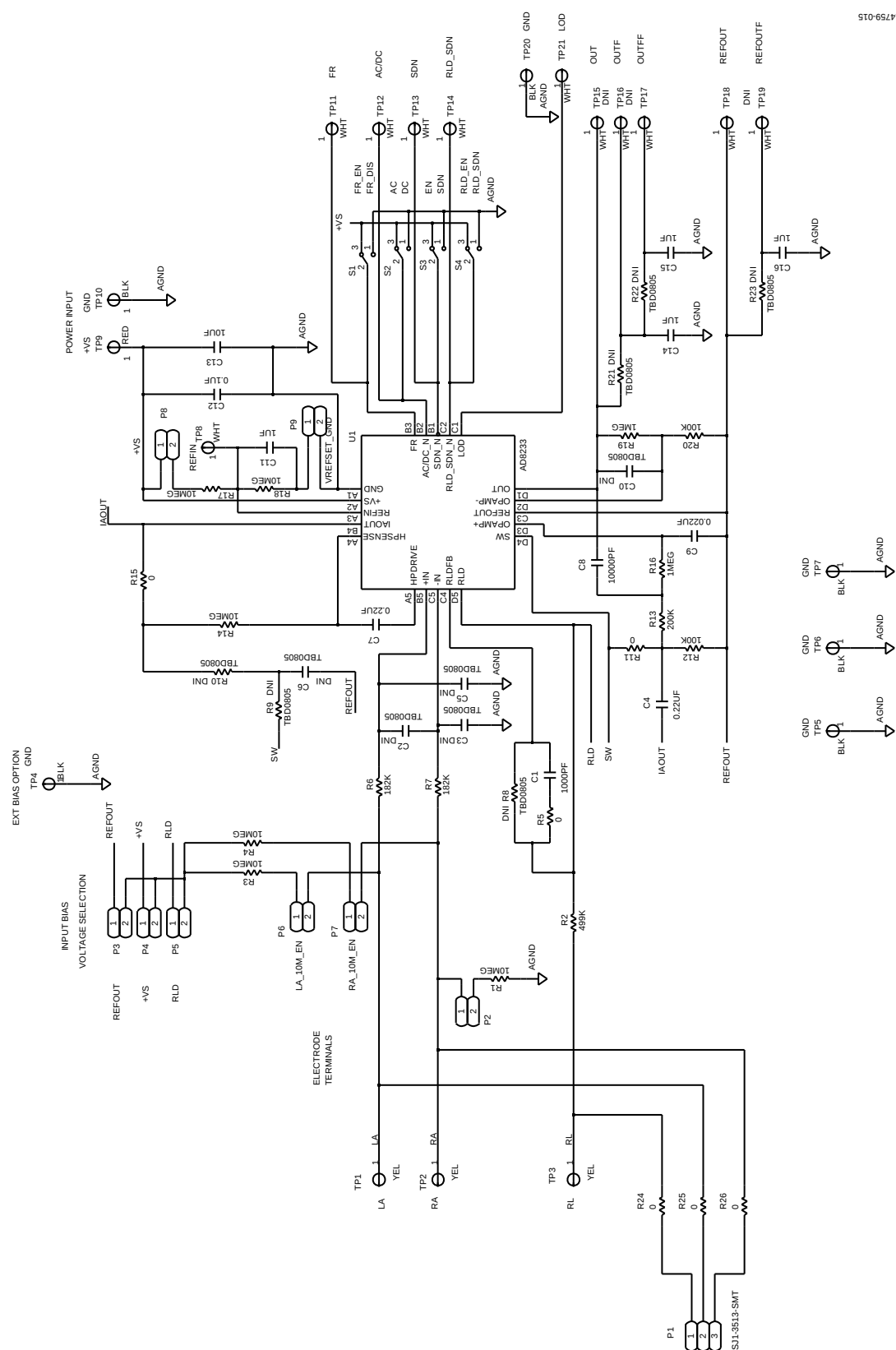


图 10. AD8233CB-EBZ 回路图

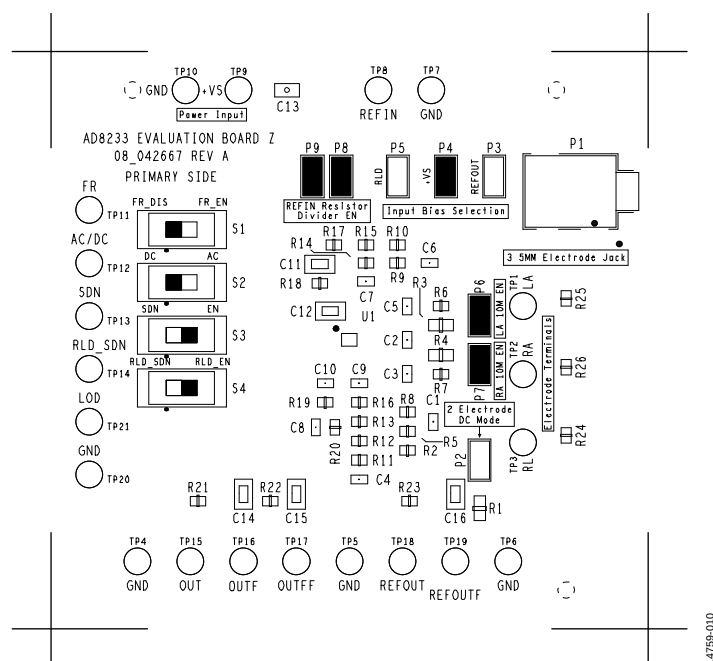


図 11. AD8233CB-EBZ 評価ボードのトップ・アセンブリ

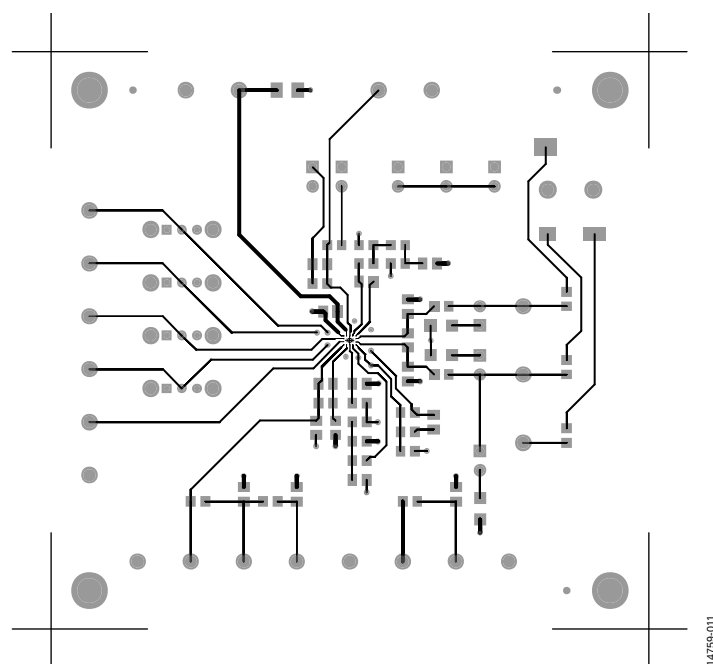


図 12. AD8233CB-EBZ 評価ボードの 部品側、銅

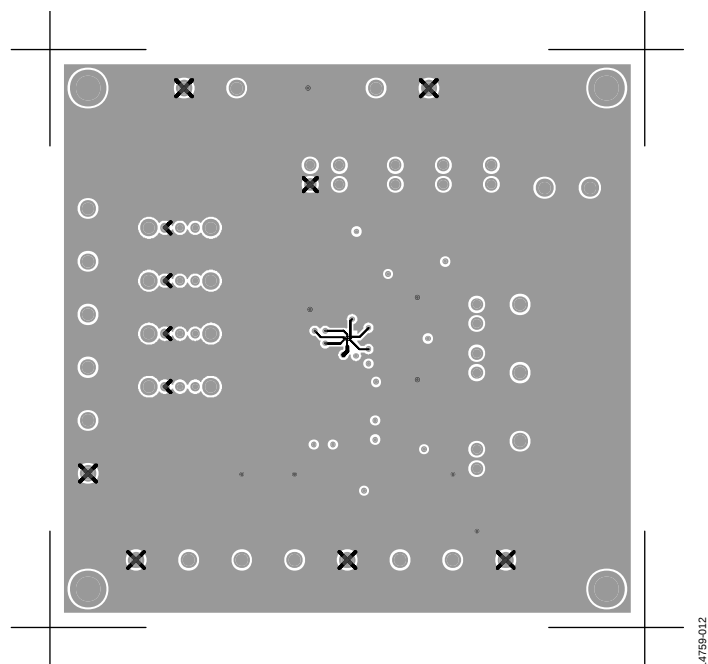


図 13. AD8233CB-EBZ 評価ボードの第 2 層、銅

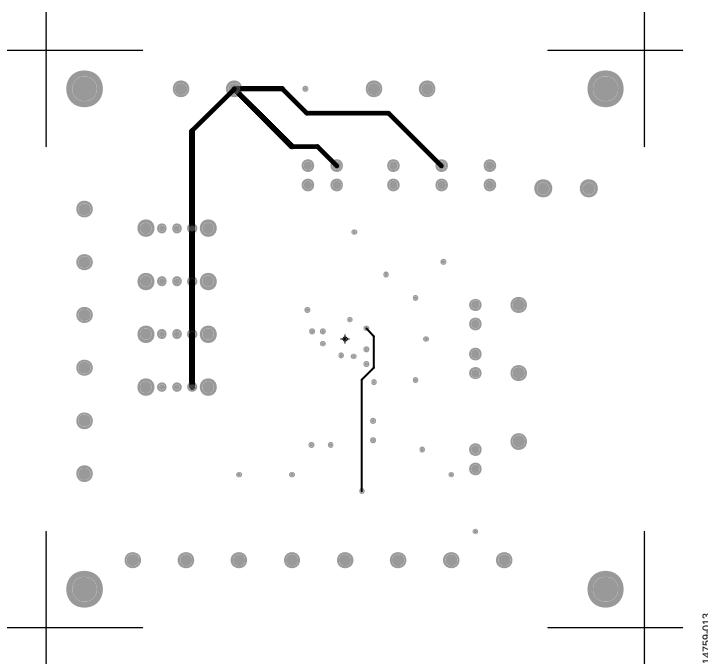


図 14. AD8233CB-EBZ 評価ボードの第 3 層、銅

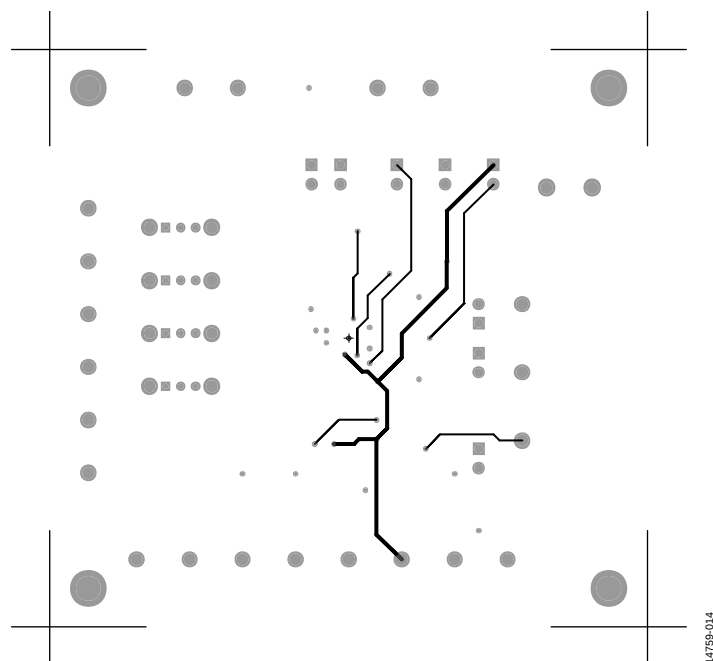


図 15. AD8233CB-EBZ 評価ボードの二次側、銅

## ESD に関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## 法的条項

アナログ・デバイセズの標準販売条項が適用される評価用ボードの購入の場合を除き、ここで説明する評価用ボード（すべてのツール、部品ドキュメント、サポート資料、また評価用ボードも含む）を使用することにより、以下に定める条項（本契約）にお客様は同意するものとします。本契約に同意した方のみ、評価用ボードを使用することができます。お客様が評価用ボードを使用した場合は、本契約に同意したと見なします。本契約は、“お客様”と One Technology Way, Norwood, MA 02062, USA に本社を置く Analog Devices, Inc.（以降 ADI と記載）との間で締結されるものです。本契約条項に従い、ADI は、無償、限定的、一身専属、一時的、非独占的、サブライセンス不能、譲渡不能な評価用ボードを、評価目的でのみ使用するライセンスをお客様に許諾します。お客様は、評価用ボードが上記目的に限定して提供されたこと、さらに他の目的に評価用ボードを使用しないことを理解し、同意するものです。さらに、許諾されるライセンスには次の追加制限事項が適用されるものとします。（i）評価用ボードを賃借、賃貸、展示、販売、移転、譲渡、サブライセンス、または頒布しないものとします。（ii）評価用ボードへのアクセスを第三者に許可しないものとします。ここで言う“第三者”には、ADI、お客様、その従業員、関連会社、および社内コンサルタント以外のあらゆる組織が含まれます。この評価用ボードはお客様に販売するものではありません。評価用ボードの所有権などの、本契約にて明示的に許諾されていないすべての権利は、ADI に帰属します。本契約と評価用ボードはすべて、ADI の機密および専有情報と見なされるものとします。お客様は、この評価用ボードの如何なる部分も、如何なる理由でも他者に開示または譲渡しないものとします。評価用ボード使用の中止または本契約の終了の際、お客様は評価用ボードを速やかに ADI へ返却することに同意するものです。＜追加制限事項＞お客様は、評価用ボード上のチップの逆アセンブル、逆コンパイル、またはリバース・エンジニアリングを行わないものとします。お客様は、ハンダ処理または評価用ボードの構成材料に影響を与えるその他の行為に限らず、評価用ボードに発生したすべての損傷や修正または改変を ADI へ通知するものとします。評価用ボードに対する修正は、RoHS 規制に限らずすべての該当する法律に従うものとします。＜契約の終了＞ADI は、お客様に書面通知を行うことで、何時でも本契約を終了することができるものとします。お客様は、評価用ボードを速やかに ADI に返却することに同意するものです。＜責任の制限＞ここに提供する評価用ボードは現状有姿のまま提供されるものであり、ADI はそれに関する如何なる種類の保証または表明も行いません。特に ADI は、明示か黙示かを問わず、評価用ボードにおけるあらゆる表明、推奨または保証（商品性、権原、特定目的適合性または知的財産権非侵害の黙示の保証を含みますがこれらに限定されません）を行いません。如何なる場合でも、ADI およびそのライセンサーは、利益の喪失、遅延コスト、労賃、またはのれん価値の喪失など（これらには限定されません）、評価用ボードのお客様による所有または使用から発生する、偶発的損害、特別損害、間接損害、または派生的損害については、責任を負うものではありません。すべての原因から発生する ADI の損害賠償責任の負担額は、総額で 100 米国ドル（\$100.00）に限定されるものとします。＜輸出＞お客様は、この評価用ボードを他国に直接的または間接的に輸出しないことに同意し、輸出に関する該当するすべての米国連邦法と規制に従うことに同意するものとします。準拠法。本契約は、マサチューセッツ州の実体法に従って審理されるものとし、お客様は当該法廷の人的管轄権と裁判地に従うものとします。本契約には、国際物品売買契約に関する国連条約は適用しないものとし、同条約はここに明確に排除されるものです。