



# 超低ノイズ、低消費電力 電流アンプ

データシート

ADPD2210

## 特長

超低ノイズ、低消費電力電流アンプ  
 80 fA/√Hz (typ) ノイズ・フロア  
 アクティブ時の電源電流: 140 μA (typ) ( $E_E = 0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ )  
 スタンバイ時の電源電流: 100 nA (typ)

柔軟な出力構成

パルス・システム向けに最適化

公称リニア出力: 240 μA

省スペース設計の 2 mm × 2 mm LFCSP パッケージ

## アプリケーション

フォトプレチスモグラフィ

フォトダイオードの測定

小電流パルスの電流測定

小電流の超低ノイズ増幅が必要なアプリケーション

機能ブロック図

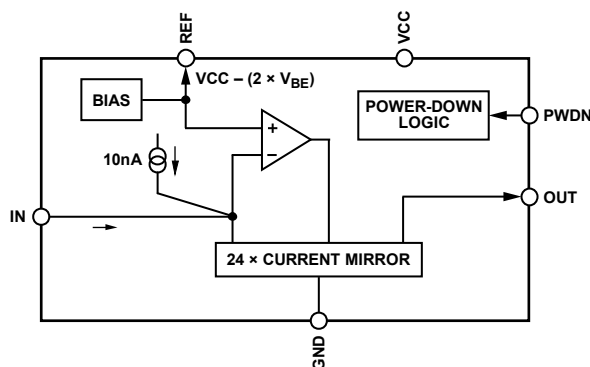


図 1.

## 概要

ADPD2210 は、ノイズを最小限に抑えてセンサー信号電流を 24 倍に増幅することで、小さいフォトダイオードを使用できるように設計された低ノイズ電流アンプです。この増幅は、大きなフォトダイオードの感度と小さいフォトダイオードのメリットを提供します。60 dB の最小直線性により、大きな DC オフセットまたは低周波オフセットに追加された非常に小さい時変信号を正確に抽出できます。

ADPD2210 は、低消費電力と周辺光の除去が重要なリスト・バンド・タイプの心拍計 (HRM) やフィンガー・タイプのパルス・オキシメーター酸素飽和度 (SpO2) などのパルス・モード・アプリケーション向けに最適化されています。フォトダイオード・アプリケーションにおいて、ADPD2210 はセンサー入力をリファレンス・ピンの  $\pm 5 \text{ mV}$  (typ) に保持し、ほぼゼロバイアスの電流を出力します。これにより、暗電流とショット・ノイズを最小限に制限した性能が実現されます。

ADPD2210 は消費電力が重要なアプリケーション向けに設計されています。ADPD2210 の消費電力は非常に小さく、140 μA (typ) (入力なし) ~ 954 μA (フル・スケール) です。検出が無効な場合、パワーダウン・ピンにより ADPD2210 がスタンバイになります。このモードにより、バッテリー駆動のモニタリング装置で重要な時間が延び、使い捨てアプリケーションでバッテリーのコストを低減することができます。

ADPD2210 を使用してセンサーのサイト増幅を提供することで、低レベルの配線インターフェースで電磁干渉 (EMI) の影響を低減できます。これにより、優れた S/N 比を実現して周囲の機器からの干渉信号を除去できます。低消費電力、高い S/N 比、および EMI 耐性により、フォトダイオードとトランスインピーダンス・アンプ (TIA) の組み合わせなどの従来の小型電流センサーでは不可能であった低消費電力システム・ソリューションが可能になります。

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. A

©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	感度と S/N 比.....	11
アプリケーション.....	1	パルス・モード動作.....	11
機能ブロック図.....	1	アプリケーション情報.....	12
概要.....	1	ADPD2210 の電源.....	12
改訂履歴.....	2	エクスポーズド・パッドの接続.....	12
仕様.....	3	パワーダウン.....	12
絶対最大定格.....	4	リファレンス出力.....	12
熱抵抗.....	4	レイアウト時の考慮事項.....	12
ESD に関する注意.....	4	出力構成.....	12
ピン配置およびピン機能の説明.....	5	臨床アプリケーションでの精度.....	12
代表的な性能特性.....	6	3 線式電圧構成.....	13
用語の定義.....	10	3 線式電流モード構成.....	13
動作原理.....	11	評価ボード.....	14
概要.....	11	外形寸法.....	15
推奨構成.....	11	オーダー・ガイド.....	15

## 改訂履歴

12/15—Rev. 0 から Rev. A

オーダー・ガイドを変更.....15

10/15—Revision 0:初版

## 仕様

特に指定のない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 。  $N_{\text{SHOT}}$  はショット・ノイズ。  $E_E$  は放射照度。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
<b>GAIN</b>						
Current Gain	$\beta_{\text{TLA}}$	$V_{\text{BIAS}} = 0\text{ V}$	23.7	24.2	24.8	
<b>DYNAMIC PERFORMANCE</b>						
Power-Down Recovery Time	$t_{\text{RECOVER}}$	1% full-scale (FS) output 100 nA to 1 $\mu\text{A}$ 1 $\mu\text{A}$ to 10 $\mu\text{A}$		50 20		$\mu\text{s}$ $\mu\text{s}$
Rise	$t_{\text{RISE}}$	10% to 90% FS (240 $\mu\text{A}$ )		5		$\mu\text{s}$
Fall	$t_{\text{FALL}}$	90% to 10% FS (240 $\mu\text{A}$ )		5		$\mu\text{s}$
Bandwidth		$I_{\text{IN}} = 100\text{ nA (dc), } 100\text{ nA (ac)}$ $I_{\text{IN}} = 1\text{ }\mu\text{A (dc), } 100\text{ nA (ac)}$		125 85		$\text{kHz}$ $\text{kHz}$
<b>INPUT</b>						
Input Capacitance	$C_{\text{IN\_MAX}}$			8		$\text{pF}$
Nominal Input Current	$I_{\text{IN\_MAX}}$		10			$\mu\text{A}$
Input Offset Voltage	$V_{\text{IN\_REF}}$			$\pm 5$		$\text{mV}$
Reference Voltage	REF			$V_{\text{CC}} - 1.2$		$\text{V}$
<b>STATIC BIAS</b>						
Input Referred	$I_{\text{SB}}$			10		$\text{nA}$
Output Referred	$O_{\text{SB}}$			240		$\text{nA}$
<b>NOISE PERFORMANCE</b>						
Current Noise Floor, Input Referred	$I_{\text{IN}}$	$I_{\text{IN}} < 10\text{ nA}$		80	150	$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise, Input Referred		$I_{\text{IN}} = 100\text{ nA, } 1.5 \times N_{\text{SHOT}}$ $I_{\text{IN}} = 1\text{ }\mu\text{A, } 1.15 \times N_{\text{SHOT}}$		260 740		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
<b>POWER AND SUPPLY</b>						
Supply Voltage	$V_{\text{CC}}$		1.8	3.3	5	$\text{V}$
Standby Current	$I_{\text{STANDBY}}$	$\text{PWDN} > V_{\text{IH}}$		100		$\text{nA}$
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{\text{CC}} = 1.8\text{ V to } 5.0\text{ V, } E_E = 10\text{ }\mu\text{A}$		25		$\text{nA/V}$
Supply Current Floor	$I_{\text{FLOOR}}$	$I_{\text{IN}} = 0\text{ pA}$		140		$\mu\text{A}$
Supply Current	$I_{\text{SUPPLY}}$	$I_{\text{OUT}} = 10\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUT}} = 240\text{ }\mu\text{A, } I_{\text{SUPPLY}} = I_{\text{FLOOR}} + (3.3 \times I_{\text{OUT}})$		167 954		$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>						
Maximum Output Voltage	$V_{\text{OUT\_MAX}}$	$V_{\text{CC}} = 3.3\text{ V, } I_{\text{OUT}} = 240\text{ }\mu\text{A}$		$V_{\text{CC}} - 0.75$		$\text{V}$
Nominal Linear Output	$I_{\text{OUT\_FS}}$	$V_{\text{CC}} = 3.3\text{ V}$ $V_{\text{CC}} = 1.8\text{ V}$		240 65		$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Linearity		TIA, $V_{\text{BIAS}} = 0\text{ V, } R_{\text{FEEDBACK}} = 25\text{ k}\Omega$ $I_{\text{IN}} = 200\text{ nA to } 4\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{IN}} = 200\text{ nA to } 10\text{ }\mu\text{A}$			0.1	% %
Resistor		$I_{\text{IN}} = 200\text{ nA to } 4\text{ }\mu\text{A, } R_{\text{LOAD}} = 5\text{ k}\Omega$		0.3		%
Peak Output Current	$I_{\text{OUT\_PEAK}}$	$V_{\text{CC}} = 3.3\text{ V}$ $V_{\text{CC}} = 1.8\text{ V}$		300 65		$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Output Capacitance	$C_{\text{OUT}}$	From OUT to GND		5		$\text{pF}$
Output Resistance	$R_{\text{OUT}}$	From OUT to GND		$> 5$		$\text{G}\Omega$
<b>POWER-DOWN LOGIC</b>						
Input Voltage						
High	$V_{\text{IH}}$		$V_{\text{CC}} - 0.2$			$\text{V}$
Low	$V_{\text{IL}}$				0.2	$\text{V}$
Leakage Current						
High	$I_{\text{IH}}$	$\text{PWDN} = 3.3\text{ V}$		0.2		$\text{nA}$
Low	$I_{\text{IL}}$	$\text{PWDN} = 0\text{ V}$		-8.5		$\mu\text{A}$

## 絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Supply Voltage, $V_{CC}$	6 V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Ambient Temperature Range	-40°C to +85°C
Maximum Junction Temperature	150°C
Solder Reflow Temperature (<10 sec)	260°C
Current into IN Pin	1 mA

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。製品を長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、製品の信頼性に影響を与えることがあります。

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  は最悪の条件、すなわち、回路基板に表面実装パッケージをハンダ付けした状態で仕様規定されています。

表 3. 熱抵抗

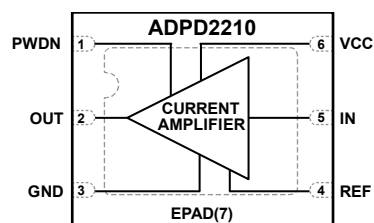
Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Unit
2 mm × 2 mm LFCSP	84.4	12.32	°C/W

## 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。

## ピン配置およびピン機能の説明



NOTE  
1. CONNECT THE EPAD TO GND.

12286-001

図 2. ピン配置

表 4. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	PWDN	パワーダウン入力。通常動作時は PWDN ピンをグラウンドに接続します。この入力をロジック・ハイに接続すると、スタンバイ・モードになります。この入力をフロート状態のままにしないでください。
2	OUT	電流出力。
3	GND	グラウンド。
4	REF	電圧リファレンス出力。REF の公称値は、 $V_{CC}$ よりも 1.2 V 低い値です。このピンは、電流入力を整合した電圧リファレンスで、通常はフォトダイオードのカソードに接続します。この端子への接続は不要です。
5	IN	電流入力（シンク）。IN ピンの電圧は、リファレンス入力の 5 mV 以内に強制されています。
6	VCC	電源。
7	EPAD	エクスポーズド・パッド。EPAD を GND に接続します。

代表的な性能特性

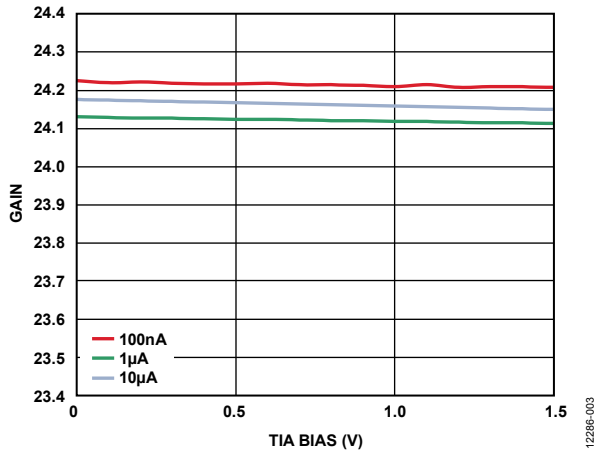


図 3. ゲインと TIA バイアスの関係

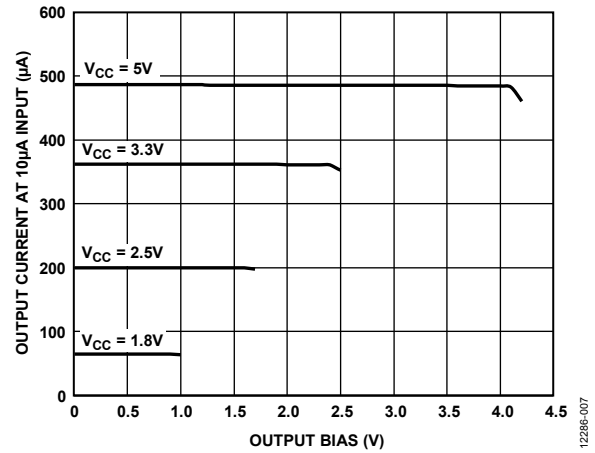


図 6. 最大出力電流と出力バイアスの関係

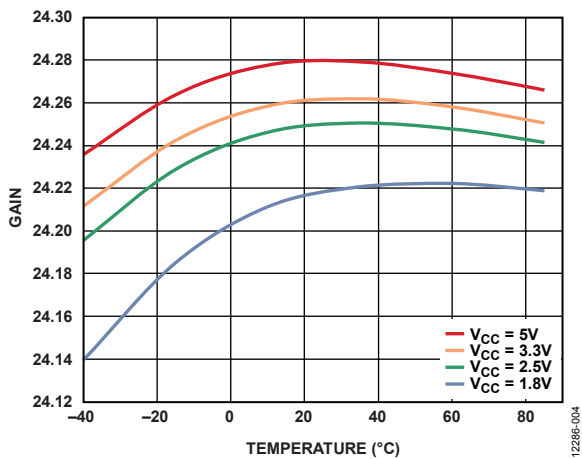


図 4. ゲインと温度の関係 (入力電流 1 μA)

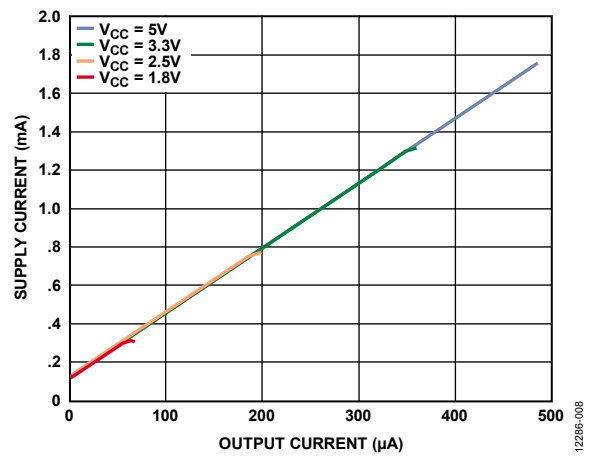


図 7. 供給電流と出力電流

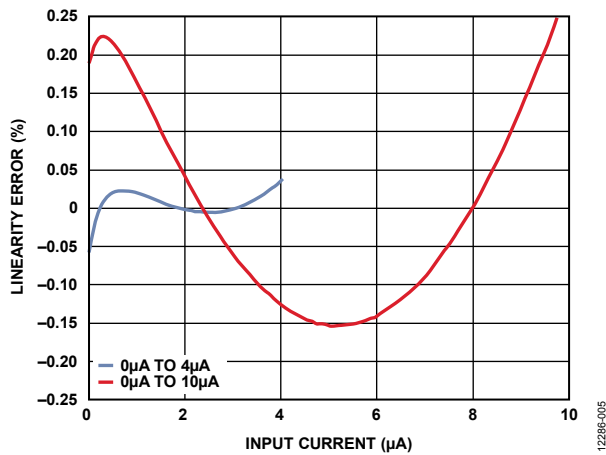


図 5. 直線性誤差と入力電流の関係 (範囲全体にわたる最適曲線)

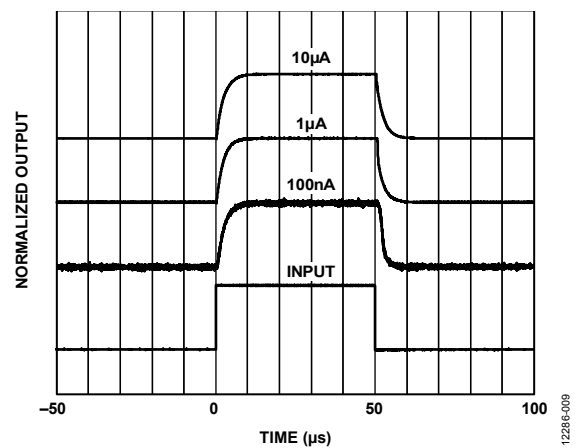


図 8. パルス応答、立上がり／立下がり

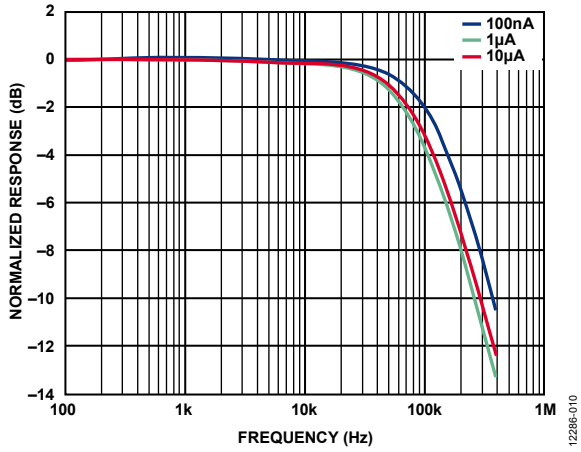


図 9. 帯域幅／ピーキング

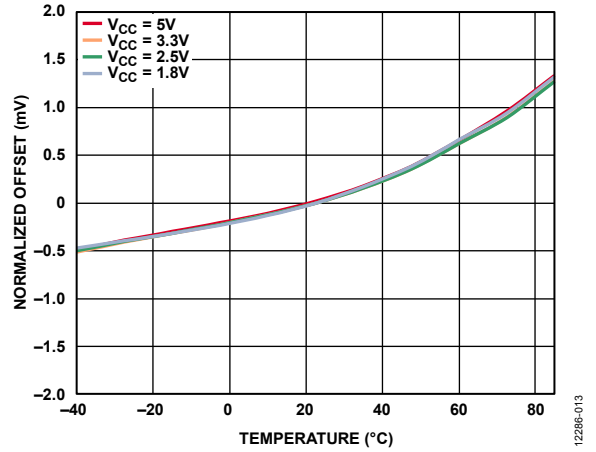


図 12. 正規化したオフセットと温度の関係

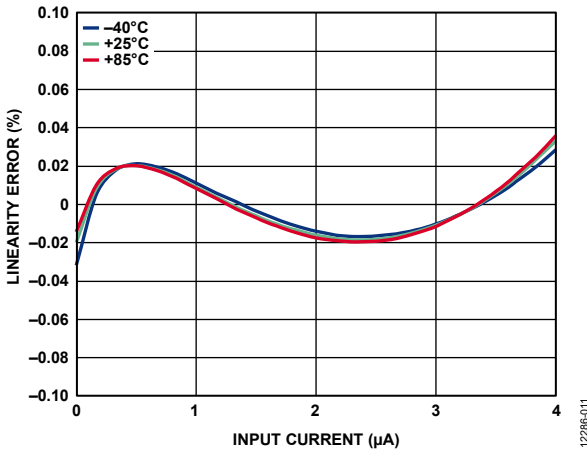


図 10. 各種温度での直線性誤差と入力電流の関係 (TIA)

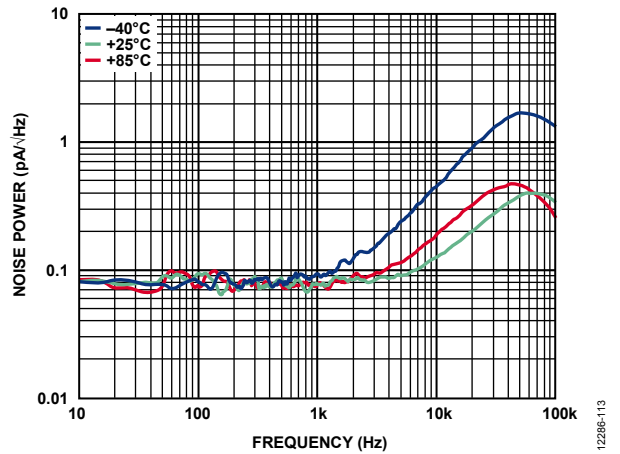


図 13. ノイズ帯域幅／ピーキング

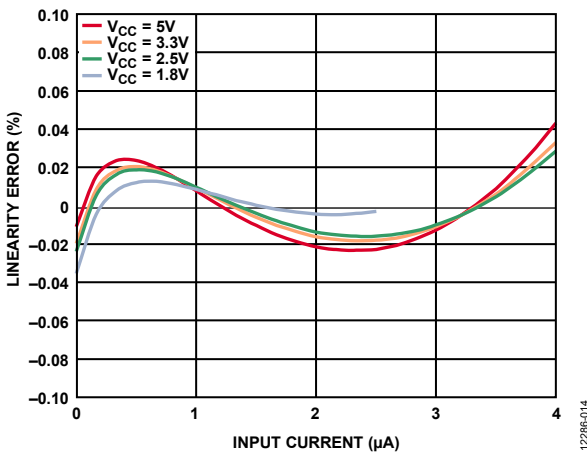


図 11. 各種電源での直線性誤差と入力電流の関係 (TIA)

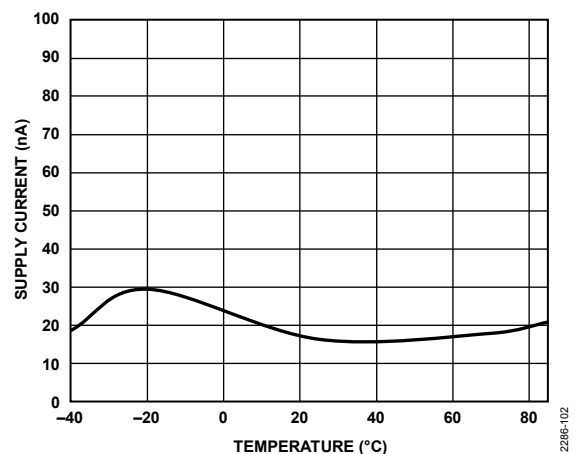


図 14. パワーダウンでの電源電流と温度の関係

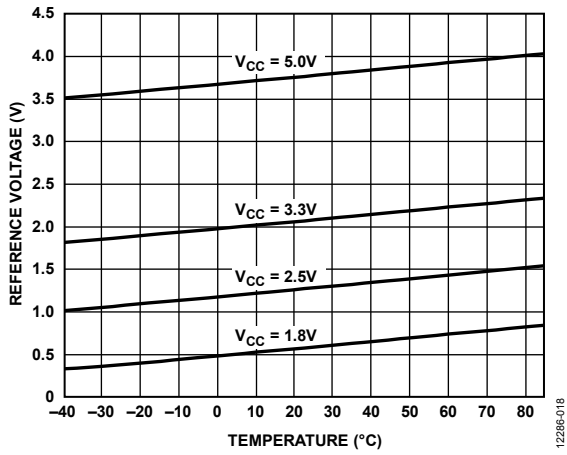


図 15. リファレンス電圧と温度の関係

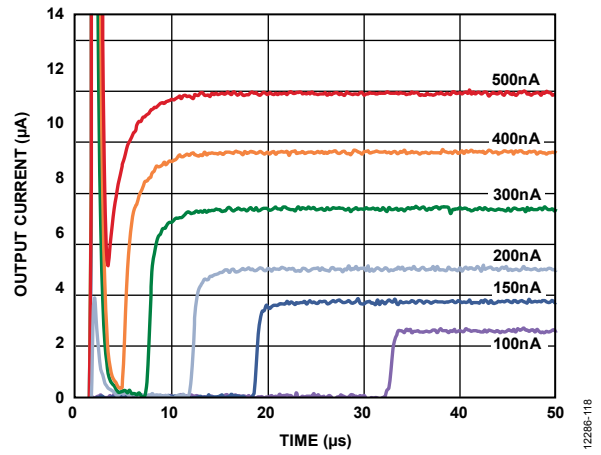


図 18. パワーダウン回復、100 nA ~ 500 nA

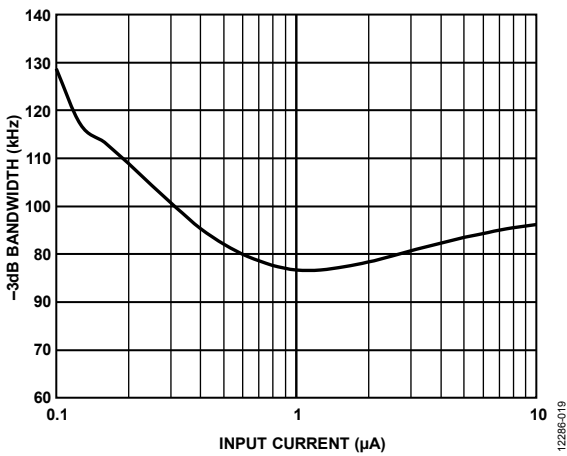


図 16. -3 dB 帯域幅と入力電流の関係

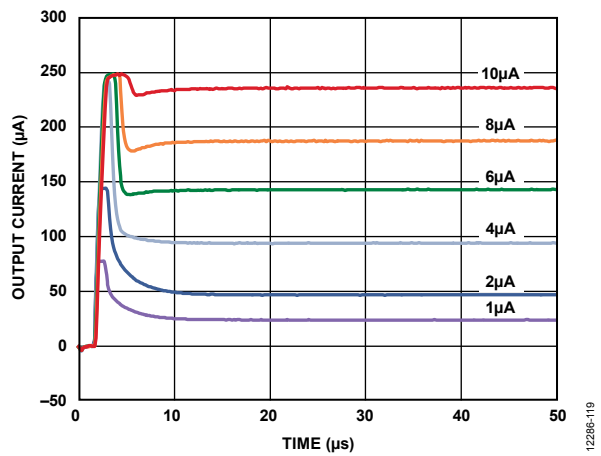


図 19. パワーダウン回復、1 μA ~ 10 μA

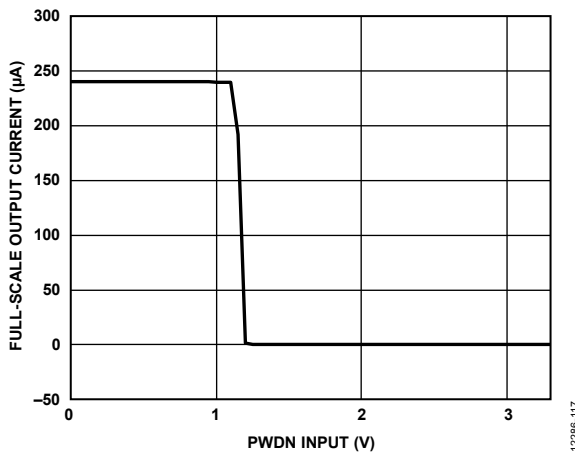


図 17. フルスケール出力電流と PWDN 入力の関係

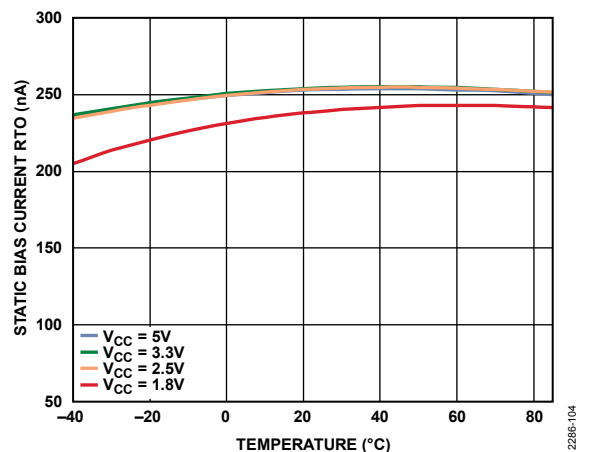


図 20. スタティック・バイアス電流の出力換算 (RTO) と温度の関係



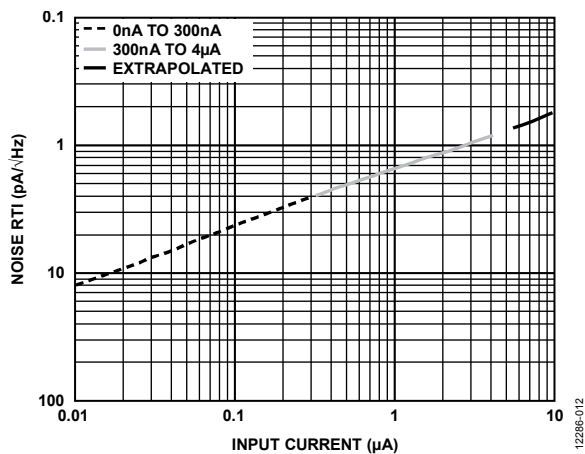


図 21. ノイズ入力換算 (RTI) と入力電流の関係

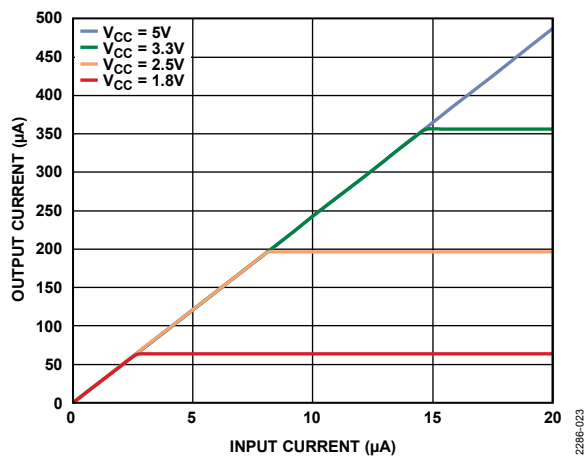


図 23. 出力電流と入力電流の関係

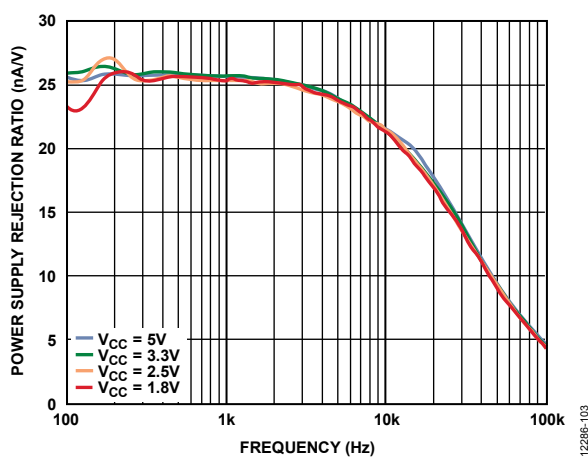


図 22. 電源電圧の変動除去比 (PSRR) と周波数の関係

## 用語の定義

### 電流滴定

電流滴定は、偏極された電極間の非常に小さい電流を測定して溶液中のイオンを検出する技法で、化学や生化学の分野で使用されます。電流滴定の方法には、直接滴定、パルス滴定、電流滴定があり、分析物（測定物質）と反応することがわかっている物質（滴定物質）を測定した量だけ追加し、分析物のイオン濃度の影響を測定します。

### 暗電流

暗電流は、ダイオード・ジャンクションに光が入射していない状態でフォトダイオードに流れる電流です。逆バイアス動作では、暗電流の主な発生源は半導体物質のバルク抵抗の両端にかかるバイアス電圧によって生成された電流です（シャント抵抗）。ゼロ・バイアス動作では、空乏領域の電荷担体の熱生成が暗電流の主な発生源になります。

### 直線性

直線性は、入力電流の変化に対する出力電流の理想的な変化からの偏差です。規定された入力電流範囲にわたるアンプ電流出力のベスト・ストレート・ライン近似からの偏差として直線性の仕様が規定されます。大きなDC オフセットに印加される小さなAC 信号を検出する要件により、直線性はフォトレチスモグラフィで重要な仕様です。

### ノイズ等価電力 (NEP)

ノイズ等価電力は、センサーの合計ノイズ電流 ( $A/\sqrt{\text{Hz}}$ ) に等しい光電流を生成する光検出器の入射光パワーの量です。NEP は、光センサーの検出感度の基準です。

### オフセット

ADPD2210 においてオフセットは、ADPD2210 のリファレンス出力と入力との差動電圧として定義されています。ADPD2210 は、入力ピンの電圧をリファレンス・ピンの  $\pm 5 \text{ mV}$  (typ) に保持します。

### 光伝導モード

フォトダイオードの光伝導動作は、シリコンに入射する光子が電子/正孔対を生成し、電界によって反対側のピンに掃引されるときに発生します。これらの担体は、光束に比例する電流がフォトダイオードのジャンクションに入射されると、フォトダイオードのピンに現れます。

### フォトレチスモグラフィ

フォトレチスモグラフィは、光を使用してヘモグロビンの量と組成の違いによって生じる軟組織の吸収スペクトルの変化を検出することで、生物学的作用を測定します。フォトレチスモグラフィの一般的なアプリケーションとして、伝送 SpO2 パルス・オキシメトリと反射 HRM があります。

### ショット・ノイズ

ショット・ノイズは、光の光子や電流の電子など、あらゆる量子化信号における統計変動です。ショット・ノイズの大きさは、二乗平均平方根 (rms) ノイズ電流として表されます。ショット・ノイズは光検出器の本質的な制限事項で、次式で表されます。

$$\text{ショット・ノイズ} = \sqrt{2qI_{PD}BW}$$

ここで、

$q$  は、電子の電荷 ( $1.602 \times 10^{-19}$  クーロン)。

$I_{PD}$  はフォトダイオード電流。

$BW$  は帯域幅。

### スタティック・バイアス

ADPD2210 には 10 nA バイアスが内蔵されていて、低入力レベルで入力電流ミラーを直線化し、アンプの入力段の過渡逆バイアスを防止する際に使用されます。このバイアスは固定されていて、出力に 240 nA (typ) オフセットして現れます。

### 熱 (Johnson) ノイズ

フォトダイオードのシャント抵抗を含むすべての抵抗が、バルク半導体内での担体の生成により温度に基づいてノイズ成分を生成します。生成されるノイズ電流の大きさは、次式で計算します。

$$\text{フォトダイオードの熱ノイズ電流} = \sqrt{\frac{4kT\Delta f}{RSH}}$$

ここで、

$k = 1.38 \times 10^{-23}$  ジュール/K、 $k$  はボルツマン定数。

絶対温度  $T$  の単位はケルビン ( $273 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )。

$\Delta f$  はノイズ測定帯域幅。

$RSH$  はフォトダイオードのシャント抵抗

フォトダイオードの空乏領域外のバルク半導体で生成される熱ノイズは、高帯域 AC 信号として現れます。空乏領域内で生成される熱ノイズは DC 電流として現れますが、バイアス/シャント抵抗成分に比べると、通常は微小な暗電流の成分です。

## 動作原理

### 概要

ADPD2210は、ウェアラブル・フォトブレチスモグラフィのアプリケーション向けに最適化された超低ノイズ電流アンプで、超低消費電力を特長としています。ADPD2210は、ゲイン付きの電流ミラーを搭載していて、ノイズを最小限に抑えた上で、センサー信号電流が24倍の大きさで表示されるように設計されています。レーザー・トリミングされた60 dBを超える直線性により、大きなDC成分または低い周波数成分を含む非常に小さい時変信号を抽出できます。このノイズと直線性の性能により、小さいフォトダイオードで大きいダイオードに匹敵する性能を実現できます。

### 推奨構成

推奨構成では、フォトダイオードはADPD2210のREFピンとINピンをまたぐように接続されています。REFピンはサーボ・ループによって駆動され、フォトダイオードのジャンクションに入射される光パワーによって生成される電流にかかわらず、INピンの $\pm 5$  mV (typ) 以内に保たれます。フォトダイオードのアノードで発生する電流はINピンに入力され、高精度ミラーの1段目を駆動します。低い電流での伝達曲線を直線化し、回避不能なオフセットにより出力が0 V未満になるのを防止できるように10 nAのスタティック・バイアスが電流ミラーに入力されます。

図24に、ADPD2210を使用した簡略パルス・オキシメータの設計を示します。

### 感度とS/N比

S/N比は、関心対象の信号をデバイスの周辺環境（周辺光、電磁干渉、回路ノイズなど）から発生するスプリアス信号から分離するセンサーの能力を表します。

通常、表面積の大きなフォトダイオードを使用することでシステムS/N比は改善されます。これは、面積に比例して信号が直線的に増加する一方、ノイズは面積の二乗平方根に比例して

増加するためです。面積と担体遷移時間が増加すると、フォトダイオードの容量が増加し、センサーの帯域幅は低下します。ダイオードの両端にバイアス電圧をかけて帯域幅を増やすことはできますが、暗電流が大きくなり、ノイズが増えます。

光伝導モードにおいてほぼゼロバイアス電圧でフォトダイオードを動作させると、実質的に暗電流成分は生成しません。ただし、ダイオードのシャント抵抗両端のサーボ・ループのオフセットによって発生する暗電流成分とフォトダイオードの空乏領域における熱ノイズ成分は除きます。これは、信号分解能の基本的な制限を10 nA内部バイアスのショット・ノイズ（入力に相対的な $80 \text{ fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ ）に設定します。これは電流アンプの出力に現れ、ADPD2210のノイズ・フロアを確立します。

### パルス・モード動作

ADPD2210にはパワー・ダウン・ピン（PWDN）があり、バッテリー駆動の動作向けに最適化されています。検出が非アクティブの場合、ADPD2210はすばやくスタンバイ・モードに切り替わり、電源電流が約100 nAに低減されます。周辺光の除去性能を高め、トランスミッタの消費電力を低減できるように、光源が点灯/消灯するパルス・モードまたはモード・ロック・アプリケーションの暗い期間にこの状態に移行します。

複数波長システムでは、光エミッタに順次パルスを入力することで複数の狭帯域幅のセンサーが不要になります。複数波長（SpO2）システムと単波長（HRM）システムでは、パルス動作によりバッテリー駆動システムの消費電力を大幅に削減できます。パルス・モード動作では、組織全体に拡散した周辺光を補償するのに必要な較正信号を提供します。これは、システムのエミッタがオフのときにセンサー出力を測定することで抽出できます。その後、高度なアルゴリズムを使用して、DCオフセット、ノイズ、モーション・アーチファクトなどの干渉信号から関心対象の信号を抽出できます。

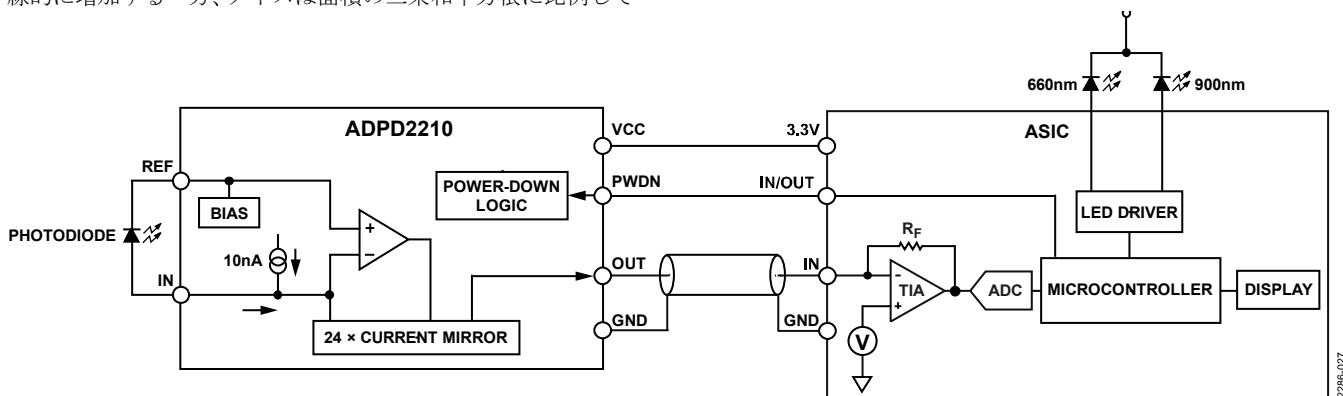


図 24. 簡略パルス・オキシメータの設計

## アプリケーション情報

### ADPD2210 の電源

ADPD2210 には、1.8 V ~ 5 V の正の単電源で駆動できますが、2.5 V 未満での性能はデバイスのダイナミック・レンジの低下により制限されます。静止電流 (140  $\mu$ A) よりも高い電流では、電源電流は出力電流に対して直線的に増加します。  $I_{\text{SUPPLY}} = I_{\text{FLOOR}} + (3.3 \times I_{\text{OUT}})$  ADPD2210 の PSRR は 25 nA/V (typ) ですが、最高の感度を提供するには、適切な回路レイアウトおよびバイパスの使用をお勧めします。特に、パルス・モード・アプリケーションで ADPD2210 がトランスミッタとリファレンス・ノードを共有する設計ではこの構成が推奨されます。

### エクスポーズド・パッドの接続

ADPD2210 のエクスポーズド・パッド (EPAD) は、アンプの電氣的、熱的、および機械的プラットフォームとして機能します。ノイズのない GND に接続する必要があります。ADPD2210 の消費電力は極めて低いので、外部冷却は必要ありません。ADPD2210 の敏感な内部ノードに外部信号が結合されないように、デバイスの下のアクティブなパターンを取りはずすことをお勧めします。

### パワーダウン

パワーダウン・ピンには、内部プルアップ/プルダウン回路がありません。適切に動作させるには、外部ロジック・レベルに接続する必要があります。

推奨される構成で、パワーダウン・モードでない場合、ADPD2210 はフォトダイオードのアノードに対する約 90  $\Omega$  の負荷を表します。この負荷は、シリコン・フォトダイオードからの光起電効果をフル・スケールから約 900  $\mu$ V に制限します。パワーダウン状態では、ADPD2210 は IN ピンでの高インピーダンスを表し、フォトダイオードからの光起電効果はフォトダイオードのオープン・サーキット電圧に制限されます。

ADPD2210 が電流源から供給されるアプリケーションの場合、パワーダウン・モードを開始すると、IN ピンの電圧が電流源のコンプライアンス電圧までスルー・アップします。電圧がスルーする速度は、電流源の電流と IN ピンの容量によって決まります。電流源のコンプライアンス電圧が IN ピンの  $V_{\text{CC}} - 2 \times V_{\text{BE}}$  電圧よりも大幅に高い場合、ADPD2210 はパワーダウン状態を終了するのに追加のセトリング・タイムを必要とします。 $V_{\text{BE}}$  は、ベース・エミッタ電圧です。

### リファレンス出力

REF ピンは負荷に敏感で、1  $\mu$ A を超える電流を駆動するように設計されていません。ADPD2210 REF 出力をフォトダイオードのカソードに接続した場合、REF の負荷はオフセット電圧 ( $\pm 5$  mV) をフォトダイオードのシャント抵抗 (通常 1 G $\Omega$  未満) で除算した値に制限されます。

REF 出力を使用して外部リファレンスまたはガード電圧を提供するアプリケーションの場合は、REF 出力をバッファリングする必要があります。REF ピンをバッファリングしないと、4  $\mu$ A を超える範囲で直線性が低下します。

### レイアウト時の考慮事項

非常に低い電流を使用する場合は、漏洩による誤差電流を防止できるようにレイアウトについて特別に注意を払う必要があります。特に、ADPD2210 を電流源から離れた場所に配置する計装アプリケーションでは注意する必要があります。ダイナミック信号を使用するアプリケーションでは、ナノアンペア・スケールの信号で外見上の微小な容量が問題になることがあるため、寄生容量を制御する必要があります。

### 出力構成

ADPD2210 の出力は、アプリケーションに応じてさまざまな構成に設定できます。ADPD2210 の電流ゲインは、周囲の干渉源の影響を軽減しますが、最高の性能を実現するには、注意深く設計およびレイアウトを実施する必要があります。システムの帯域幅と応答時間は寄生の充電と放電に必要な時間によって制限されるため、構成にかかわらず、出力の容量による影響を十分に考慮する必要があります。

ADPD2210 は事実上電流源であるため、高インピーダンスを示すインターフェースに接続した場合、ADPD2210 の出力電圧はコンプライアンス電圧 ( $V_{\text{CC}}$  よりも約 1.2 V 低い値) までドリフトします。このドリフトの速度は、ADPD2210 出力電流、寄生容量、負荷のインピーダンスによって決まります。このドリフトにより、ADPD2210 の後続回路が ADPD2210 の出力を積極的にマルチプレクスしている場合、または電源オン/オフにより高インピーダンスを示している場合は、追加のセトリング時間が必要になります。マルチプレクスしているシステムの場合、ブレークピフォアメーク・スイッチ・マトリクスよりも電流ステアリング・アーキテクチャのほうが優れた性能を発揮します。

### 臨床アプリケーションでの精度

高濃度の一酸化炭素ヘモグロビンまたはメトヘモグロビンや、メラニンなどの他の発色団の密度などのその他の要因、および末梢動脈疾患、ショック、低体温症などの灌流に作用する条件の影響を受けるため、完璧に較正された電子機器を使用しても完全なフォトプレチスモグラフィ測定を行うことはできません。- フォトプレチスモグラフィはリアルタイムでの監視に適していますが、血液ガス分析などのより正確な検査手順に従って臨床環境でサポートすることが重要です。

### 3 線式電圧構成

ADPD2210 を最小限の 3 線式電圧構成で使用すれば、部品数の非常に少ないコンパクトなソリューションを実現できます (図 25 を参照)。シャント抵抗 ( $R_S$ ) によって A/D コンバータ (ADC) の前にトランスインピーダンス・ゲインが設定されます。この構成により、ADPD2210 のフルスケール出力に ADC のフルスケール入力を適合できるようになります。インターフェースのダイナミック・レンジは、ADPD2210 のコンプライアンス電圧に制限されています。

ADC の前にアンプを追加する必要はありません。範囲の下限での応答時間は、ADPD2210 の出力に現れる出力電流が寄生容量を充電する能力によって制限されます。

### 3 線式電流モード構成

フォトダイオードとともに 3 線式電流モード構成で使用した場合 (図 25 を参照)、ADPD2210 は負荷抵抗の影響を受けず、センサーから離れた場所で信号処理を行う場合に使用できます。EMI ノイズとシールドの要件は最小限です。ケーブルの容量は帯域幅に直接影響を与えるため、非シールド・インターフェースには 3 線式電流モード構成が適しています。ADPD2210 の安定性の低下および帯域幅の減少を回避できるように  $C_F$  値は注意して選択する必要があります。TIA の帰還ループ周囲の大きな容量は、システムの帯域幅に直接影響を与えます。

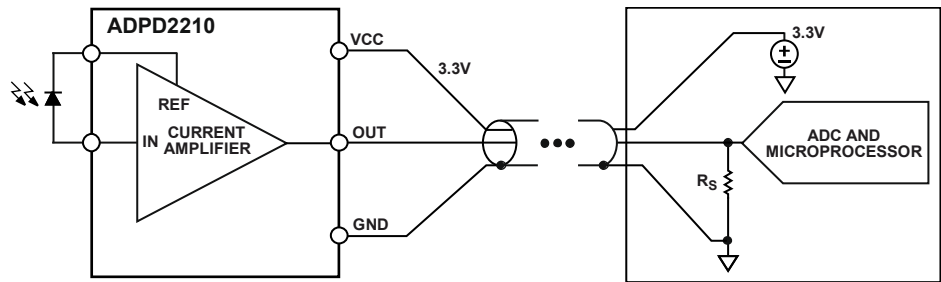


図 25. 3 線式 (短いケーブル) 電圧モード構成で使した ADPD2210 - シャント抵抗あり

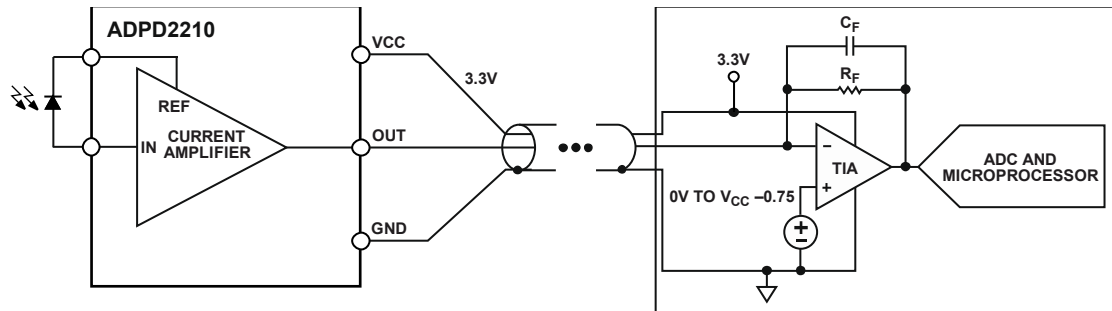
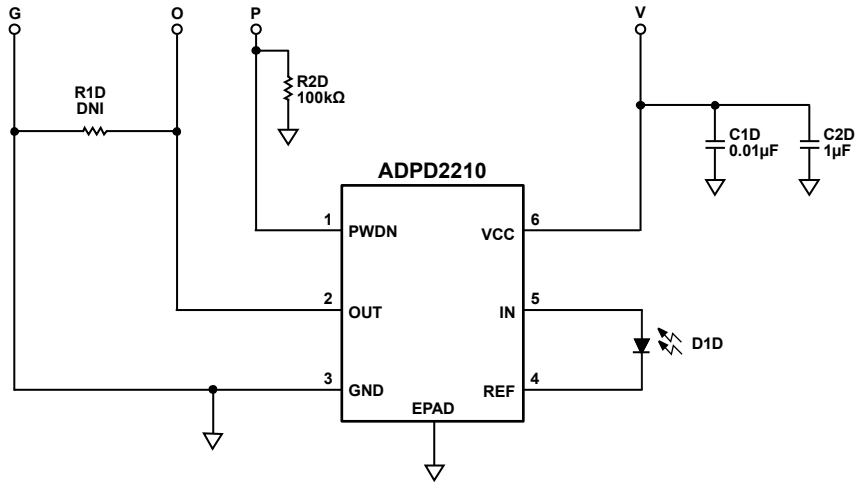


図 26. 3 線式電流モード構成で使した ADPD2210 - TIA あり

## 評価ボード

図 27 に評価ボードの回路図を示します。図 28 と図 29 に、表面層と裏面層向け評価ボードのレイアウトを示します。

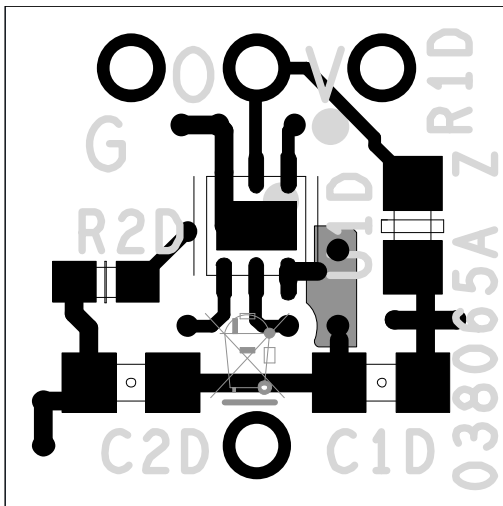


<sup>1</sup>THE PWDN PIN MUST BE BIASED TO  $V_{IL}$  FOR NORMAL OPERATION AND  $V_{IH}$  FOR STANDBY.

<sup>2</sup>R1D IS NOT NORMALLY INSTALLED BUT CAN BE POPULATED WITH A LOAD RESISTOR TO GENERATE THE VOLTAGE OUTPUT.

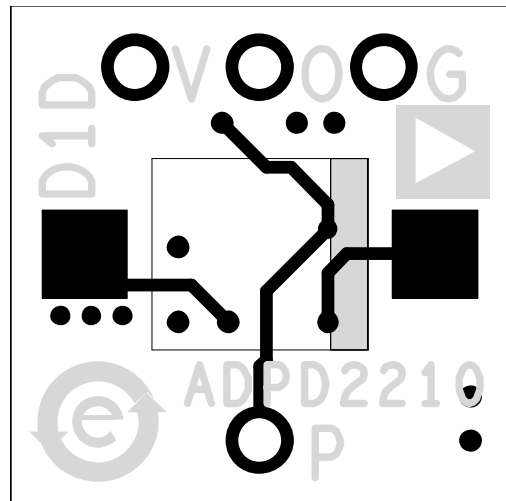
12286-024

図 27. 評価ボードの回路図



12286-025

図 28. 評価ボードのレイアウト、表面層



12286-026

図 29. 評価ボードのレイアウト、裏面層

外形寸法

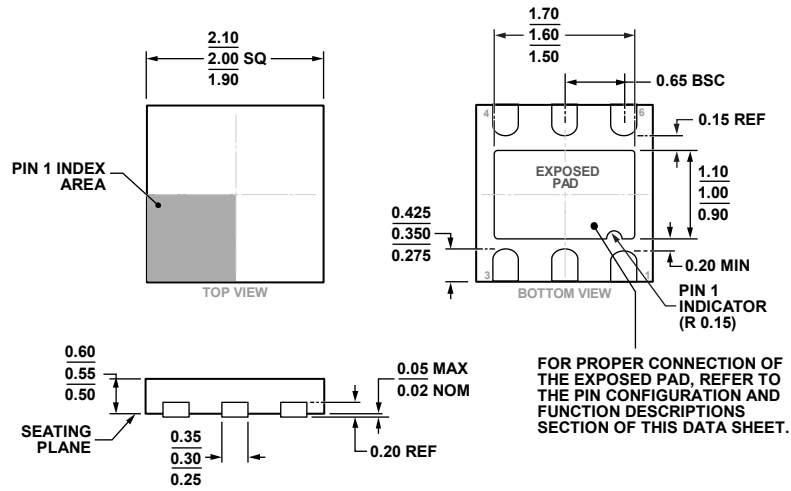


図 30.6 ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP\_VQ]  
 2 mm × 2 mm ボディ、超薄型、デュアル・リード  
 (CP-6-3)  
 寸法: mm

オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	Package Descriptions	Package Option
ADPD2210ACPZ-R7	-40°C to +85°C	6-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP_UD]	CP-6-3
ADPD2210ACPZ-RL	-40°C to +85°C	6-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP_UD]	CP-6-3
EVALZ-ADPD2210		Evaluation Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。