

特長

- 高性能加速度センサー
 - ±70 g、±250 g、±500 g レンジ
 - 22 kHz 共振周波数
 - 優れた直線性：フルスケールの 0.2%
 - 低ノイズ：4 mg/√Hz
- チップ面の検出軸
- DC までの周波数応答
- 完全差動信号処理
- 高い EMI/RFI 耐性
- 電子機械式セルフテスト機能
- 出力は電源電圧に対してレシオメトリック
- 低消費電力：2.5 mA (typ)
- 8 端子、ハーメチック・セラミック、LCC パッケージ

アプリケーション

- 振動監視
- 衝撃検出
- スポーツ用診断機器
- 医用機器
- 産業用監視

概要

ADXL001 は、前世代の加速度センサーから大きく進化し、高性能と広帯域幅を提供する製品です。広帯域幅、小型の形状、低消費電力、堅牢な性能が最も重要な産業用、医用、軍事用のアプリケーションに最適です。

アナログ・デバイセズ独自の第 5 世代 iMEMs® プロセスの採用により、ADXL001 は、22 kHz の帯域幅で ±70 g から ±500 g まで製品群を提供します。加速度センサーの出力チャンネルは差動入力からシングルエンド出力へのコンバータであり、センサー素子の帯域幅よりも充分広い帯域幅を持つため、センサーの機械的性能を十分に発揮できます。

ADXL001 は 3.3~5 V の電源電圧で動作します。

ADXL001 のセルフテスト (ST) ピンを用い、加速度センサーのセンサー素子から信号処理の ASIC を含めたシグナル・チェーン全体の動作を検証することができます。

ADXL001 は、業界標準の 8 端子 LCC を採用し、拡張工業用温度範囲 (-40~+125°C) の定格動作仕様になっています。

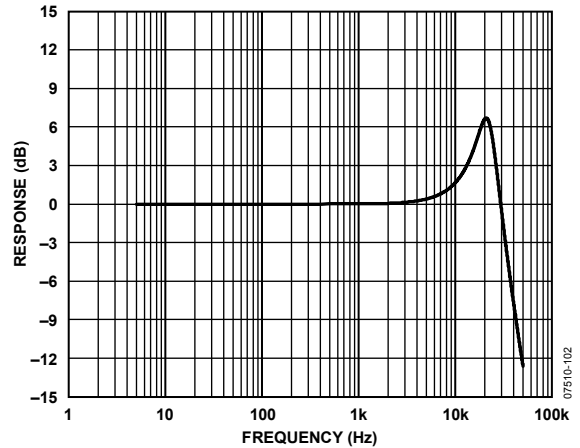


図 1. センサーの周波数応答

機能ブロック図

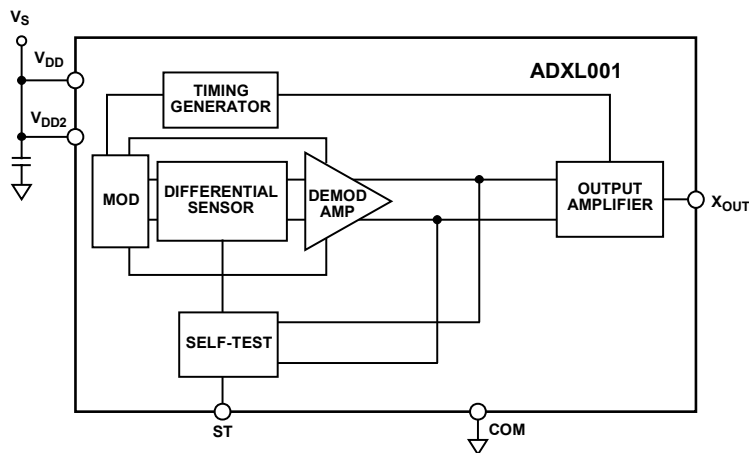


図 2.

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。
©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

目次

特長.....	1	設計原理.....	11
アプリケーション.....	1	メカニカル・センサー.....	11
概要.....	1	アプリケーション情報.....	12
機能ブロック図.....	1	アプリケーション回路.....	12
改訂履歴.....	2	セルフテスト.....	12
仕様.....	3	加速度感軸.....	12
3.3 V動作の仕様.....	3	5 V以外の動作電圧.....	12
5 V動作の仕様.....	4	レイアウト、グラウンド、バイパスの考慮事項.....	13
推奨ハンダ付けプロファイル.....	5	クロック周波数電源応答.....	13
絶対最大定格.....	6	電源デカップリング.....	13
ESDに関する注意.....	6	電磁干渉.....	13
ピン配置と機能の説明.....	7	外形寸法.....	14
代表的な性能特性.....	8	オーダー・ガイド.....	14
動作原理.....	11		

改訂履歴

2/10—Rev. 0 to Rev. A

Added -250 and -500 models.....	Universal
Changes to Table 1.....	3
Changes to Table 2.....	4
Added Figure 9 through Figure 18.....	8
Changes to Ordering Guide.....	14

1/09—Revision 0: Initial Version

仕様

3.3 V 動作の仕様

特に指定のない限り、 $T_A = -40 \sim +125^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 3.3 \text{ V} \pm 5\% \text{DC}$ 、加速度 = $0g_0$ 。

表 1.

Parameter	Conditions	ADXL001-70			ADXL001-250			ADXL001-500			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
SENSOR											
Nonlinearity	Includes package alignment		0.2	2		0.2	2		0.2	2	%
Cross-Axis Sensitivity			2			2			2		%
Resonant Frequency				22			22			22	kHz
Quality Factor				2.5			2.5			2.5	
SENSITIVITY											
Full-Scale Range	$I_{OUT} \leq \pm 100 \mu\text{A}$	-70		+70	-250		+250	-500		+500	g
Sensitivity	100 Hz		16.0			4.4			2.2		mV/g
OFFSET											
Zero-g Output	Ratiometric	1.35	1.65	1.95	1.35	1.65	1.95	1.35	1.65	1.95	V
NOISE											
Noise	10 Hz to 400 Hz		85			95			105		mg rms
Noise Density	10 Hz to 400 Hz		3.3			3.65			4.25		mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$
FREQUENCY RESPONSE											
-3 dB Frequency			32			32			32		kHz
-3 dB Frequency Drift Over Temperature			2			2			2		%
SELF-TEST											
Output Voltage Change	To ground		400			125			62		mV
Logic Input High		2.1			2.1			2.1			V
Logic Input Low				0.66			0.66			0.66	V
Input Resistance		30	50		30	50		30	50		k Ω
OUTPUT AMPLIFIER											
Output Swing	$I_{OUT} = \pm 100 \mu\text{A}$	0.2		$V_S - 0.2$	0.2		$V_S - 0.2$	0.2		$V_S - 0.2$	V
Capacitive Load		1000			1000			1000			pF
PSRR (CFSR)	DC to 1 MHz		0.9			0.9			0.9		V/V
POWER SUPPLY (V_S)											
Functional Range		3.135		6	3.135		6	3.135		6	V
I_{SUPPLY}			2.5	5		2.5	5		2.5	5	mA
Turn-On Time			10			10			10		ms

ADXL001

5 V 動作の仕様

特に指定のない限り、 $T_A = -40 \sim +125^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5 \text{ V} \pm 5\% \text{DC}$ 、加速度 = $0g$ 。

表 2.

Parameter	Conditions	ADXL001-70			ADXL001-250			ADXL001-500			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
SENSOR											
Nonlinearity	Includes package alignment		0.2	2		0.2	2		0.2	2	%
Cross-Axis Sensitivity			2			2			2		%
Resonant Frequency				22			22			22	kHz
Quality Factor				2.5			2.5			2.5	
SENSITIVITY											
Full-Scale Range	$I_{\text{OUT}} \leq \pm 100 \mu\text{A}$	-70		+70	-250		+250	-500		+500	g
Sensitivity	100 Hz		24.2			6.7			3.3		mV/g
OFFSET											
Zero-g Output	Ratiometric	2.00	2.5	3.00	2.00	2.5	3.00	2.00	2.5	3.00	V
NOISE											
Noise	10 Hz to 400 Hz		55			60			70		mg rms
Noise Density	10 Hz to 400 Hz		2.15			2.35			2.76		mg/ $\sqrt{\text{Hz}}$
FREQUENCY RESPONSE											
-3 dB Frequency			32			32			32		kHz
-3 dB Frequency Drift Over Temperature			2			2			2		%
SELF-TEST											
Output Voltage Change	To ground		1435			445			217		mV
Logic Input High		3.3			3.3			3.3			V
Logic Input Low				0.66			0.66			0.66	V
Input Resistance		30	50		30	50		30	50		k Ω
OUTPUT AMPLIFIER											
Output Swing	$I_{\text{OUT}} = \pm 100 \mu\text{A}$	0.2		$V_S - 0.2$	0.2		$V_S - 0.2$	0.2		$V_S - 0.2$	V
Capacitive Load		1000			1000			1000			pF
PSRR (CFSR)	DC to 1 MHz		0.9			0.9			0.9		V/V
POWER SUPPLY (V_S)											
Functional Range		3.135		6	3.135		6	3.135		6	V
I_{SUPPLY}			4.5	9		4.5	9		4.5	9	mA
Turn-On Time			10			10			10		ms

推奨ハンダ付けプロファイル

表 3. ハンダ付けプロファイルのパラメータ

Profile Feature	Sn63/Pb37	Pb-Free
Average Ramp Rate (T_L to T_P)	3°C/sec maximum	3°C/sec maximum
Preheat		
Minimum Temperature (T_{SMIN})	100°C	150°C
Maximum Temperature (T_{SMAX})	150°C	200°C
Time (T_{SMIN} to T_{SMAX}), t_s	60 sec to 120 sec	60 sec to 150 sec
T_{SMAX} to T_L		
Ramp-Up Rate	3°C/sec	3°C/sec
Time Maintained Above Liquidous (t_L)		
Liquidous Temperature (T_L)	183°C	217°C
Liquidous Time (t_L)	60 sec to 150 sec	60 sec to 150 sec
Peak Temperature (T_P)	240°C + 0°C/-5°C	260°C + 0°C/-5°C
Time Within 5°C of Actual Peak Temperature (t_p)	10 sec to 30 sec	20 sec to 40 sec
Ramp-Down Rate	6°C/sec maximum	6°C/sec maximum
Time 25°C to Peak Temperature (t_{PEAK})	6 minute maximum	8 minute maximum

ハンダ付けプロファイルの図

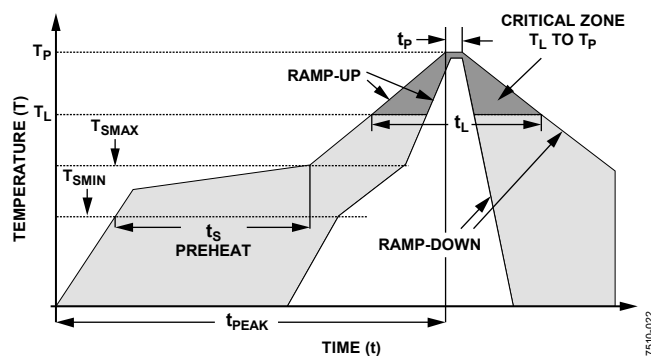


図 3. ハンダ付けプロファイルの図

絶対最大定格

表 4.

Parameter	Rating
Acceleration (Any Axis, Unpowered and Powered)	4000 g
Supply Voltage, V_S	-0.3 V to +7.0 V
Output Short-Circuit Duration (V_{OUT} to GND)	Indefinite
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Soldering Temperature (Soldering, 10 sec)	245°C

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。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

堅い物体の上に落下すると 4000 g を超える衝撃が生じ、デバイスの最大定格を超えてしまうことがあります。損傷を与えないように取り扱いには十分注意してください。

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。

ピン配置と機能の説明

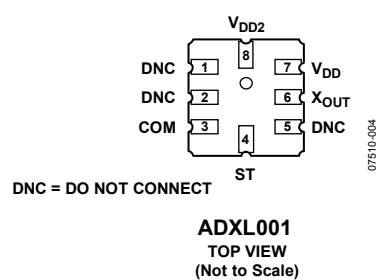


図 4. ピン配置

表 5. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1, 2, 5	DNC	無接続
3	COM	コモン
4	ST	セルフテスト制御 (ロジック入力)
6	X _{OUT}	X 軸加速度出力
7	V _{DD}	3.135~6 V。V _{DD2} に接続。
8	V _{DD2}	3.135~6 V。V _{DD} に接続。

代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

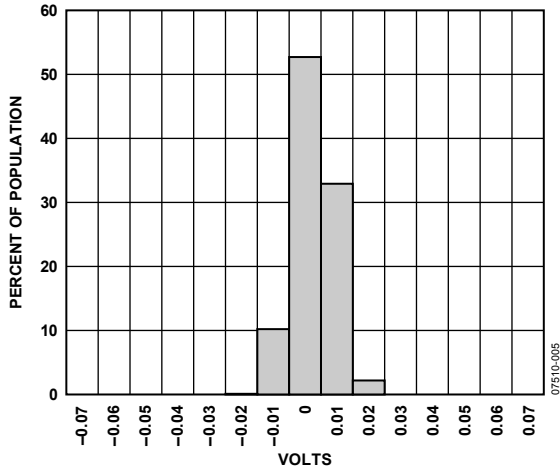


図 5. 理想値からのゼロ g バイアス偏差

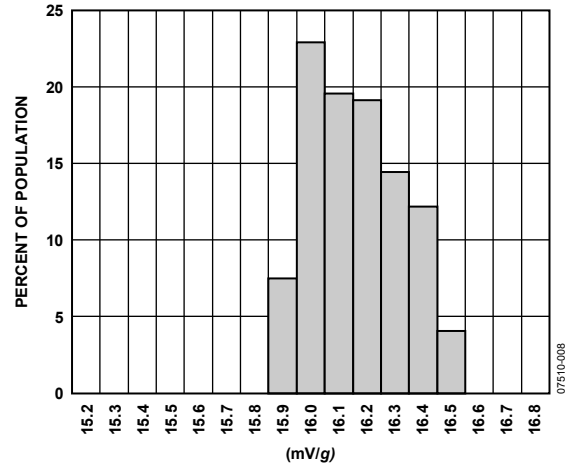


図 8. ADXL001-70 の感度分布 ($T_A = 125^\circ\text{C}$)

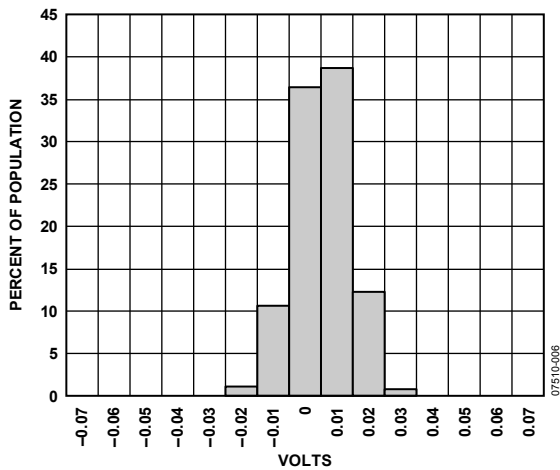


図 6. 理想値からのゼロ g バイアス偏差 ($T_A = 125^\circ\text{C}$)

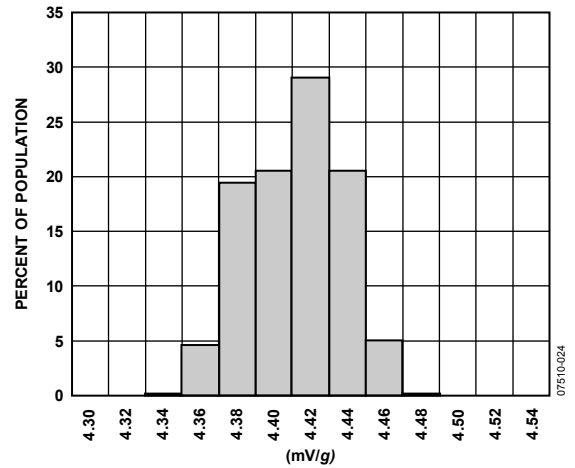


図 9. ADXL001-250 の感度分布

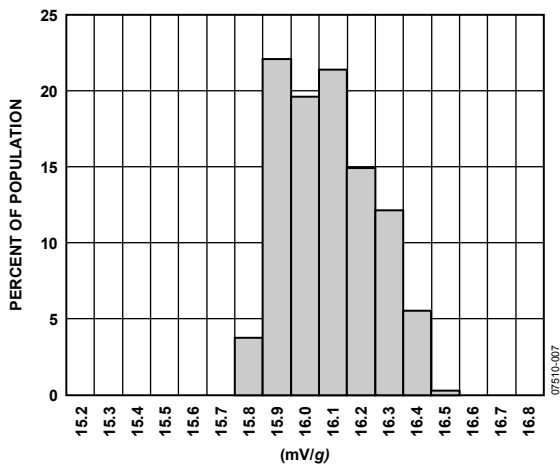


図 7. ADXL001-70 の感度分布

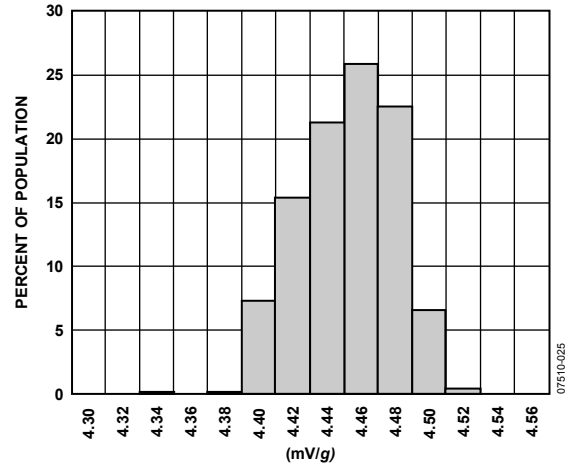


図 10. ADXL001-250 の感度分布 ($T_A = 125^\circ\text{C}$)

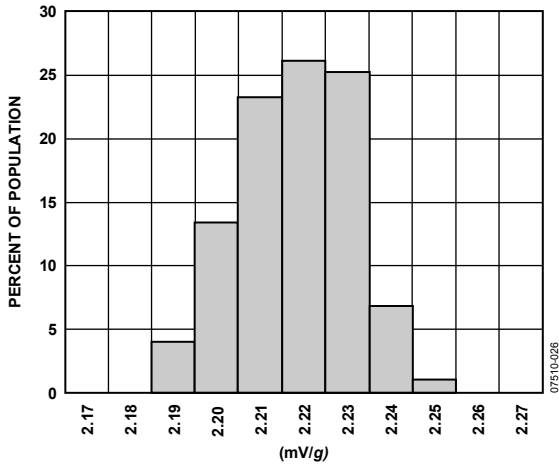


図 11. ADXL001-500 の感度分布

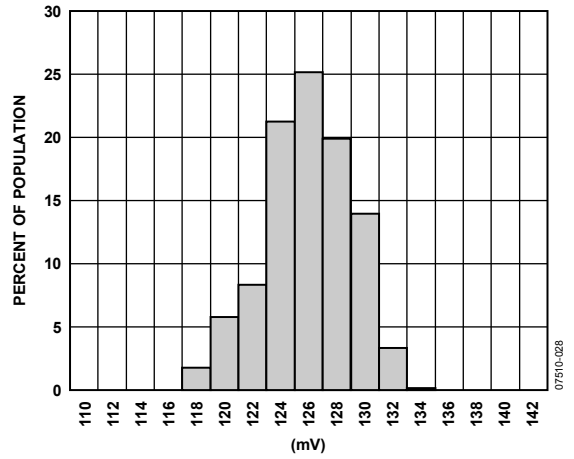


図 14. ADXL001-250 のセルフテスト・デルタ

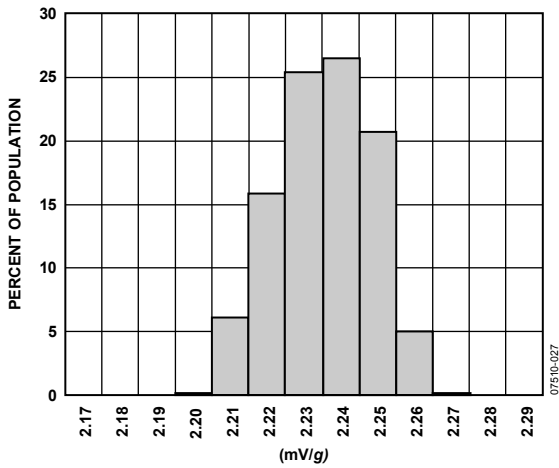


図 12. ADXL001-500 の感度分布 (TA = 125°C)

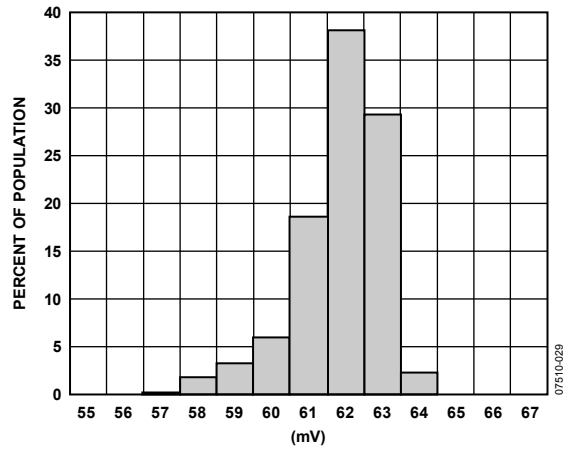


図 15. ADXL001-500 のセルフテスト・デルタ

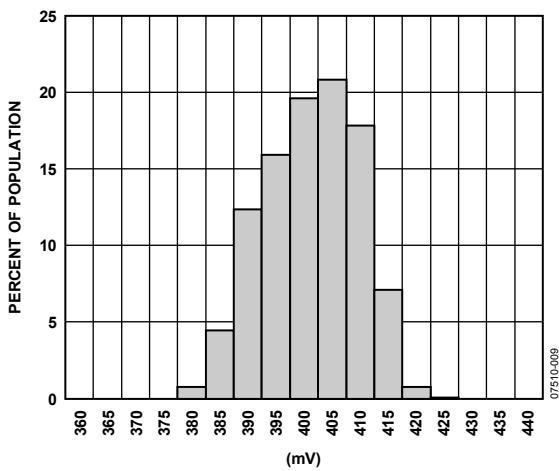


図 13. ADXL001-70 のセルフテスト・デルタ

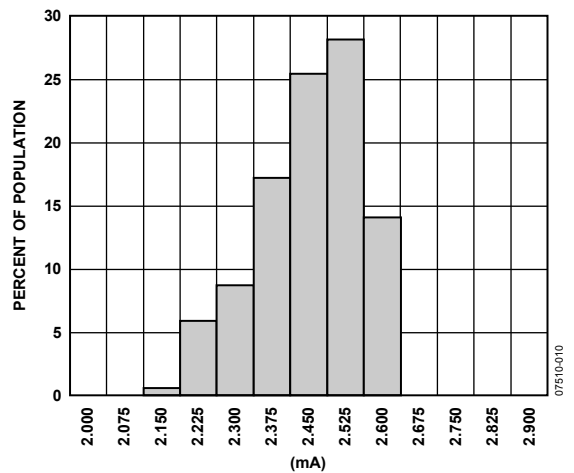


図 16. ISUPPLY 分布

ADXL001

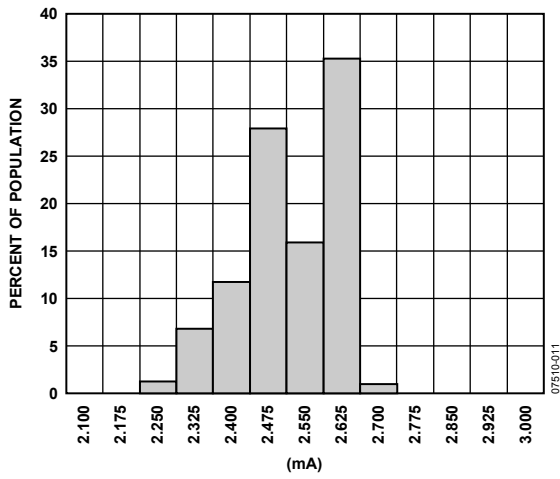


図 17. I_{SUPPLY} (125°C)

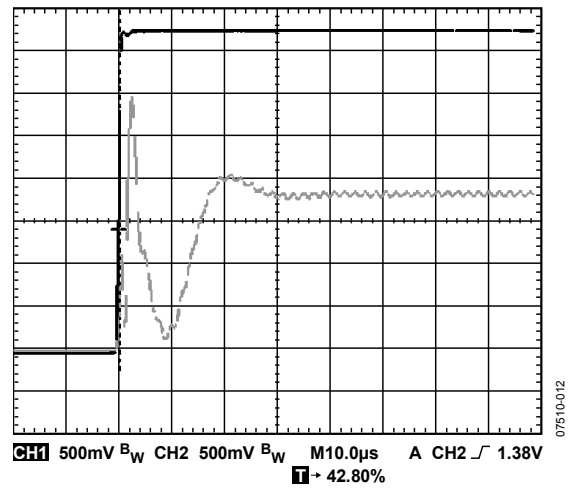


図 18. ターン・オン特性 (10 μ s /DIV)

動作原理

設計原理

ADXL001 加速度センサーは、EMI/RFI 耐性の優れた完全差動のセンサー構造と信号処理回路を提供します。

この最新世代の SOI MEMS デバイスは、機械的には結合していても電気的には絶縁された差動センサー素子を利用します。これにより、完全差動信号が1つのセンサー素子によって生成されるため、センサーの性能が向上しサイズが縮小します。センサーの信号処理回路は、電気的なフィードバック方式を採用しているため、優れた精度と安定性を発揮します。このフィードバックによって、センサー素子に働く静電気力が打ち消されます。

図 19 に、差動センサー素子の片側を簡略化して示します。センサー素子には、複数の差動コンデンサ・ユニット・セルが内蔵されています。各セルは、デバイス層に取り付けられた固定プレートとセンサー・フレームに取り付けられた可動プレートで構成されています。センサー・フレームの変位により差動容量が変化し、内蔵回路が静電容量の変化を計測します。

メカニカル・センサー

ADXL001 は、アナログ・デバイゼズの SOI MEMS センサー・プロセスを用いて作製されています。SOI デバイス層の面へのマイクロマシニングにより、センサー・デバイスを形成します。差動センサー素子は、トレンチ・アイソレーションによって電気的には絶縁しながら機械的には結合させています。この構造部は単結晶のシリコン・スプリングによって支えられ、加速力に対する抵抗を与えます。

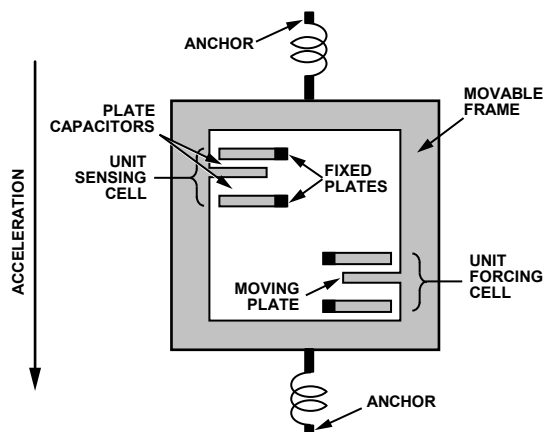


図 19. センサーの簡略図（加速時）

07510-019

アプリケーション情報

アプリケーション回路

図 20 に、ADXL001 の標準的なアプリケーション回路を示します。なお、 V_{DD} と V_{DD2} は必ず接続させてください。図では、EMI 性能を改善するために出力に 1000 pF の出力コンデンサを接続していますが、ADC 入力に直接接続することもできます。ADC とのインターフェースには標準的なベスト・プラクティスを実践し、適切なアンチエイリアシング・フィルタを忘れないようにしてください。

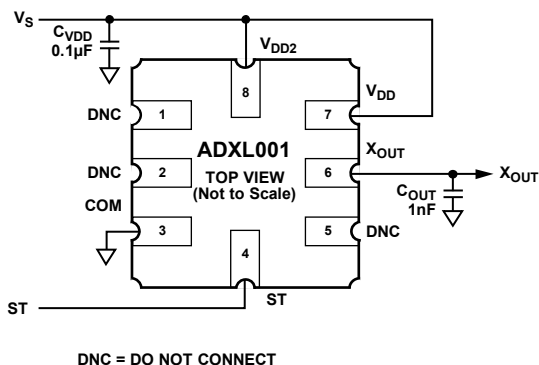


図 20. アプリケーション回路

セルフテスト

フォーシング・セル内の固定電極は、通常は、可動フレーム内の突起部と同じ電位に維持されています。セルフテスト・デジタル入力をアクティブにすると、可動プレート片側においてフォーシング・セル内の固定電極の電圧が変化します。これにより静電気が発生して、センサーが固定電極側に引き寄せられます。セルフテストをアクティブにしている間も、センサー素子を含めた信号処理回路全体が動作しているため、センサーの変位により X_{OUT} が変化します。ADXL001 のセルフテスト機能は、センサー素子と信号処理回路全体の動作を検証できます。

ST ピンには、 $V_S + 0.3\text{ V}$ を超える電圧を印加しないようにしてください。システムの設計上この制限を守れない場合（複数の電源電圧が存在する場合など）には、低い V_F を持つクランプ・ダイオードを ST と V_S の間に接続することを推奨します。

加速度感軸

ADXL001 は、x 軸の加速度／振動センシング・デバイスです。8 番ピンの方向の振動に対して、正の出力電圧を生成します。

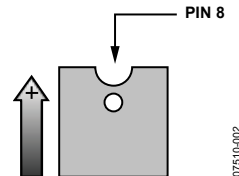


図 21. X 軸の正方向の加速度によって X_{OUT} が増大

5 V 以外の動作電圧

ADXL001 は、 $V_S = 3.3\text{ V}$ と $V_S = 5\text{ V}$ で仕様規定されています。電圧が異なると、いくつかの性能パラメータが変化することに注意してください。

特に、 X_{OUT} 出力のオフセットと感度は、電源電圧に対してレシオメトリックです。出力感度（あるいはスケール係数）は、電源電圧に比例して変化します。 $V_S = 3.3\text{ V}$ では、出力感度の *typ* 値は 16 mV/g です。 $V_S = 5\text{ V}$ では、出力感度の公称値は 24.2 mV/g です。 X_{OUT} のゼロ g バイアスの公称値は、すべての電源電圧で $V_S/2$ です。

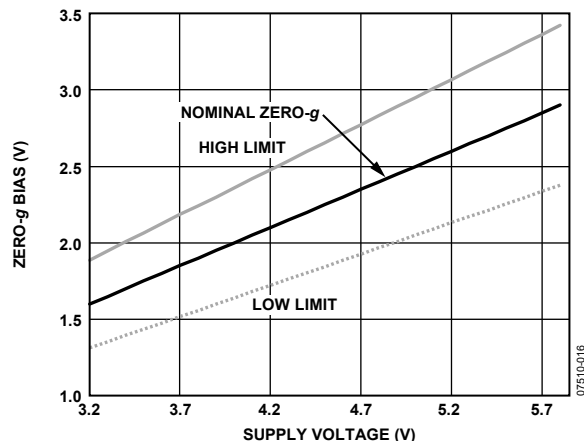


図 22. さまざまな電源電圧に対する代表的なゼロ g バイアス・レベル

セルフテスト応答は、電源電圧の 3 乗にほぼ比例します。たとえば、 $V_S = 5\text{ V}$ の ADXL001-70 のセルフテスト応答は約 1.4 V です。 $V_S = 3.3\text{ V}$ では、ADXL001-70 のセルフテスト応答は約 400 mV です。3.3 V または 5 V 以外の任意の動作電圧におけるセルフテスト値を計算するには、次式を使用することができます。

$$(ST\Delta @ V_X) = (ST\Delta @ V_S) \times (V_X/V_S)^3$$

ここで、
 V_X は所望の電源電圧です。
 V_S は 3.3 V または 5 V です。

レイアウト、グラウンド、バイパスの考慮事項

クロック周波数電源応答

クロックを使用するシステムでは、クロック周波数付近の電源ノイズがほかの周波数において影響を与えることがあります。内部クロックは一般に、センサーのバイアスとセンサー素子からの信号を受ける復調器の制御に使用されます。

電源で高周波スパイクが発生すると、これらが復調されて加速度信号に変換されます。信号は、ノイズ周波数と復調器周波数の差として現れます。電源ノイズが復調器クロックから 100 Hz 離れている場合、100 Hz のところに出力項が現れます。電源クロックが加速度センサーのクロックと同じ周波数の場合、この項はオフセットとして現れます。周波数の差が出力の信号帯域外にある場合は、出力フィルタにより除去されます。ただし、電源クロックと加速度センサーのクロックは時間や温度により変化するため、注意が必要です。

ADXL001 は、この問題に 2 つの方法で対処します。1 つの方法は、高いクロック周波数（出力段で 125 kHz）により、電源クロック周波数と加速度センサーのクロック周波数との差が十分にフィルタ帯域外に来るような電源クロック周波数を容易に選択できるようにすることです。2 つめは、ADXL001 には、電氣的に絶縁され機械的に結合された 1 対のセンサーなどの完全差動の信号パスがあることにより、センサーを差動にすることにより、復調器の前で大部分の電源ノイズを除去することができます。電源ピンの近くにセラミック・コンデンサを配置するなど、優れた高周波電源バイパスを使用することで、さらに干渉を抑えることができます。

クロック周波数電源応答 (CFSR) は、加速度センサーのクロック周波数またはその高調波付近の電源ノイズに対する出力応答の比で表されます。CFSR = 0.9 V/V は、出力の信号が電源ノイズの振幅の半分であることを意味します。これは、スティミュラスと応答の周波数が異なっている点を除けば、電源電圧変動除去比 (PSRR) と似ています。

電源デカップリング

大部分のアプリケーションでは、0.1 μ F のコンデンサ (C_{DC}) 1 個により、加速度センサーへの電源ノイズの混入を防止することができます。しかし、特に 1 MHz の内部クロック周波数（またはその高調波）でノイズが発生する場合などは、電源ノイズが ADXL001 の出力に混入することがあります。デカップリングの強化が必要な場合には、50 Ω （またはそれ以下）の抵抗またはフェライト・ビーズを電源ラインに接続することができます。さらに、大きなバルク・バイパス・コンデンサ (1~4.7 μ F) を C_{DC} と並列に接続することができます。

電磁干渉

ADXL001 は、高レベルの EMI が存在したり、EMI 放射に影響されやすい部品を使用したりする領域／アプリケーションに使用できます。ADXL001 の完全差動回路は、このような干渉に強い設計になっています。特に自動車用アプリケーションで EMI 性能を改善するには、 X_{OUT} 出力に 1000 pF の出力コンデンサを接続することを推奨します。

外形寸法

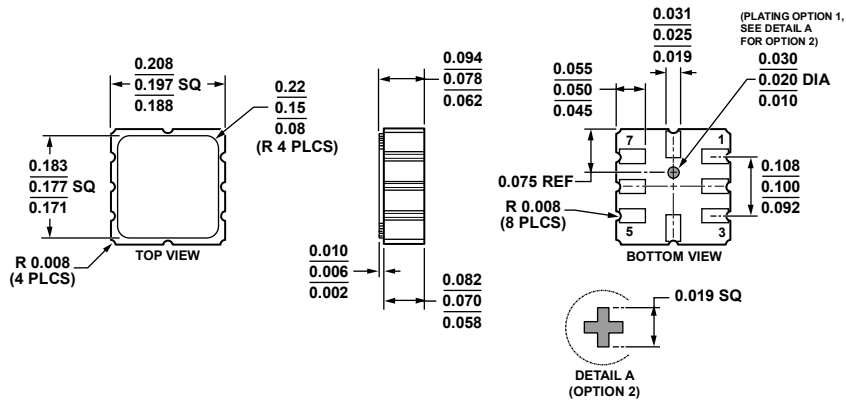


図 23. 8 端子のセラミック・リードレス・チップ・キャリア [LCC]
(E-8-1)
寸法単位：インチ

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	g Range	Package Description	Package Option
ADXL001-70BEZ	-40°C to +125°C	±70 g	8-Terminal LCC	E-8-1
ADXL001-70BEZ-R7	-40°C to +125°C	±70 g	8-Terminal LCC	E-8-1
ADXL001-250BEZ	-40°C to +125°C	±250 g	8-Terminal LCC	E-8-1
ADXL001-250BEZ-R7	-40°C to +125°C	±250 g	8-Terminal LCC	E-8-1
ADXL001-500BEZ	-40°C to +125°C	±500 g	8-Terminal LCC	E-8-1
ADXL001-500BEZ-R7	-40°C to +125°C	±500 g	8-Terminal LCC	E-8-1
EVAL-ADXL001-250Z			Evaluation Board	
EVAL-ADXL001-500Z			Evaluation Board	
EVAL-ADXL001-70Z			Evaluation Board	

¹ Z = RoHS 準拠製品。