



低ノイズ、広帯域幅、MEMS加速度センサー

データシート

ADXL1003

特長

- シングル、面内軸加速度センサー、アナログ出力付き
- フルスケール・レンジ：±200g
- DC から 15kHz（代表値）（3dB ポイント）までの直線性のある周波数応答範囲
- 共振周波数：28kHz（代表値）
- 超低ノイズ密度：45 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
- オーバーレンジ検出と DC カップリングで、高速な回復を実現
- フル機能の電子機械式セルフ・テスト
- 感度性能
 - 使用温度範囲にわたる感度の安定性：5%以内
 - フルスケール・レンジの直線性：±0.2%
 - 直交軸感度：±1%/±0.8%（x 軸に対する z 軸加速度の影響、x 軸に対する y 軸加速度の影響）

単電源動作

- 電源に比例する出力電圧
- 低消費電力：1.0mA（代表値）
- 急速に回復する省電力スタンバイ動作モード

RoHS 準拠

- 動作温度範囲：-40°C~+125°C
- 32 ピン、5 mm × 5 mm × 1.8 mm LFCSP パッケージ

アプリケーション

- 状態監視
- 予防メンテナンス
- アセット状態監視
- 計測装置
- HUMS（健康状態監視システム）
- 音響放射

概要

ADXL1003 は広い周波数範囲で超低ノイズ密度を実現し、ベアリングの故障検出と診断向けに最適化されています。ADXL1003 のノイズ密度は、リニア周波数範囲で 45 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ （代表値）です。マイクロマシン（MEMS）加速度センサーは、安定性と再現性のある感度を備え、最大 10,000g の外部衝撃に耐えます。内蔵されたシグナル・コンデショニング・エレクトロニクス

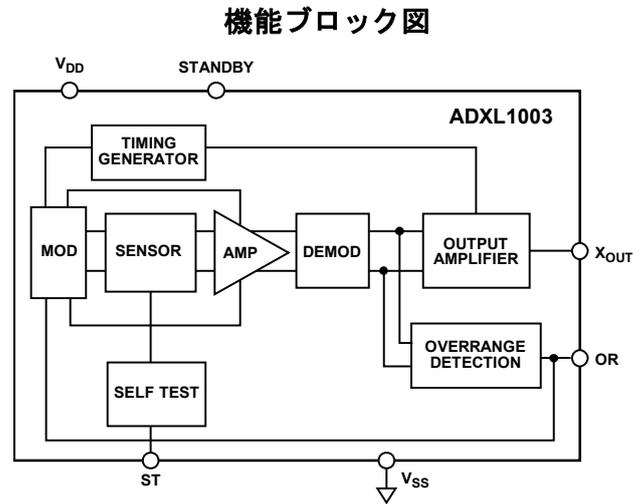


図 1.

により、静電気セルフ・テスト（ST）やオーバーレンジ（OR）インジケータなどの機能が実現し、組み込みアプリケーションに便利です。3.0V~5.25V の低消費電力および単電源で動作する ADXL1003 では、ワイヤレス検出製品の設計も可能です。ADXL1003 は 5mm × 5mm × 1.8mm の LFCSP パッケージを採用しており、-40°C~+125°C の温度範囲で動作します。

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. 0

©2018 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 10F
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 10F
電話 06 (6350) 6868
名古屋営業所 / 〒451-6038 愛知県名古屋市中区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 40F
電話 052 (569) 6300

目次

特長.....	1	動作モード.....	9
アプリケーション.....	1	帯域幅.....	9
機能ブロック図.....	1	アプリケーション情報.....	10
概要.....	1	アプリケーション回路.....	10
改訂履歴.....	2	オンデマンド・セルフ・テスト.....	10
仕様.....	3	比例出力電圧.....	10
絶対最大定格.....	4	10kHz未満のアナログ出力のインターフェース.....	11
熱抵抗.....	4	10kHzを超えるアナログ出力のインターフェース.....	12
推奨するハンダ付けプロファイル.....	4	オーバーレンジ.....	13
ESDに関する注意.....	4	取付けに関する機構上の留意点.....	13
ピン配置およびピン機能の説明.....	5	レイアウトと設計の推奨事項.....	13
代表的な性能特性.....	6	外形寸法.....	14
動作原理.....	9	オーダー・ガイド.....	14
機械式デバイスの動作.....	9		

改訂履歴

8/2018-Revision 0: 初版

仕様

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5.0\text{V}$ 、加速度 = 0 g 。最小仕様および最大仕様が確保されています。代表仕様は確保されていない場合があります。

表 1.

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
SENSOR					
Measurement Range		± 200			g
Linearity ¹	Percentage of full-scale		± 0.2		%
Cross Axis Sensitivity ²	Z-axis acceleration effect on x-axis		± 0.8		%
	Y-axis acceleration effect on x-axis		± 1.0		%
SENSITIVITY (RATIOMETRIC TO V_{DD})					
Sensitivity ³	DC:	9.2.	10	10.8	mV/g
Sensitivity Change Due to Temperature ⁴	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$		± 5		%
ZERO g OFFSET (RATIOMETRIC TO V_{DD})					
0 g Output Voltage			$V_{DD}/2$		V
0 g Output Range over Temperature ⁵	-40°C to $+125^\circ\text{C}$		2		g
NOISE					
Noise Density	100 Hz to 14 kHz				
$V_{DD} = 5.0\text{V}$			45		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
$V_{DD} = 3.0\text{V}$			80		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
1/f Frequency Corner			0.1		Hz
FREQUENCY RESPONSE					
Sensor Resonant Frequency		24	28		kHz
5% Bandwidth ⁶			6.2		kHz
3 dB Bandwidth ⁷			15		kHz
SELF TEST					
Output Change (Ratiometric to V_{DD})	ST low to ST high	57	85		mV
Input Voltage Level					
High, V_{IH}		$V_{DD} \times 0.7$			V
Low, V_{IL}				$V_{DD} \times 0.3$	V
Input Current			25		μA
OUTPUT AMPLIFIER					
Short-Circuit Current			3		mA
Output Impedance			<0.1		Ω
Maximum Capacitive Load ⁸	No series resistor		100		pF
	With series resistor		22		nF
POWER SUPPLY (V_{DD})					
Operating Voltage Range ³		3.0	5.0	5.25	V
Quiescent Supply Current			1.0	1.15	mA
Standby Current			225	285	μA
Standby Recovery Time (Standby to Measure Mode)	Output settled to 1% of final value		<50		μs
Turn On Time ⁹			<550		μs
OPERATING TEMPERATURE RANGE					
		-40		+125	$^\circ\text{C}$

¹ 直線性は 13 kHz の正弦振動を使用してテストされています。

² 交差軸感度は、測定する軸出力の垂直軸方向の励起カップリングとして定義されます。

³ パラメータの制限は特性評価データに基づいているか、または設計によって確保されています。

⁴ 25°C からのパッケージ・ヒステリシスが含まれます。

⁵ DC 感度の最大値および最小値の差です。

⁶ DC 感度を基準とした偏差範囲に収まる周波数範囲として仕様規定されます。この範囲は、センサーの共振周波数の応答ゲインにより応答が増加することで制限されます。

⁷ DC 感度を基準とした偏差範囲に収まる周波数範囲として仕様規定されます。この範囲は、センサーの共振周波数の応答ゲインにより応答が増加することで制限されます。

⁸ 100pF を超える容量性負荷では、外付けの直列抵抗を接続する必要があります (最低 8k Ω)。出力容量が 22nF を超えないようにしてください。

⁹ V_{DD} が値の半分に到達した瞬間から、出力が最終値の 1% にセトリングした瞬間までの時間差の測定値。

絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Acceleration Any Axis, Powered or Unpowered	10,000 <i>g</i>
Drop Test (Concrete Surface)	1.2 m
V _{DD}	-0.3 V to +5.5 V
Output Short-Circuit Duration (Any Pin to Common Ground)	Indefinite
Temperature Range (Storage)	-55°C to +150°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。デバイスを長時間にわたり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。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板 (PCB) の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には、細心の注意を払う必要があります。

θ_{JA} は、1 立方フィートの密封容器内で測定された、自然対流下におけるジャンクションと周囲温度の間の熱抵抗です。 θ_{JC} は、ジャンクションからケースへの熱抵抗です。

表 3. パッケージ特性

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Device Weight
CP-32-26 ¹	48°C/W	14.1°C/W	<0.2 <i>g</i>

¹ 熱抵抗のシミュレーション値は、9 個のサーマル・ビアを備えた JEDEC 2S2P サーマル・テスト・ボードに基づいています。JEDEC JESD51 を参照してください。

推奨するハンダ付けプロファイル

図 2 と表 4 に、推奨されるハンダ処理プロファイルの詳細を示します。

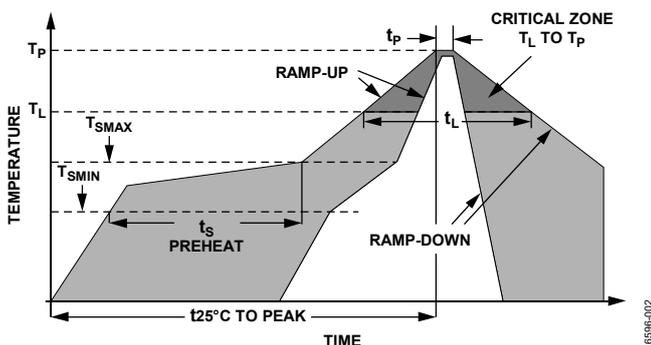


図 2. 推奨するハンダ付けプロファイル

表 4. 推奨するハンダ付けプロファイル

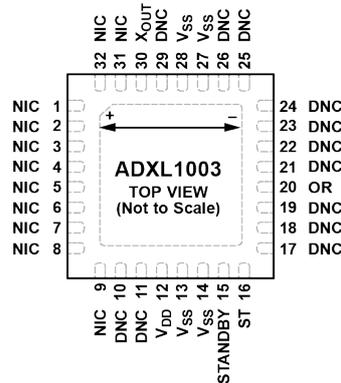
Profile Feature	Condition	
	Sn63/Pb37	Pb-Free
Average Ramp Rate (T_L to T_P)	3°C/sec maximum	3°C/sec maximum
Preheat		
Minimum Temperature (T_{SMIN})	100°C	150°C
Maximum Temperature (T_{SMAX})	150°C	200°C
Time (T_{SMIN} to T_{SMAX})(t_S)	60 sec to 120 sec	60 sec to 180 sec
T_{SMAX} to T_L		
Ramp-Up Rate	3°C/sec maximum	3°C/sec maximum
Time Maintained Above Liquidous (T_L)		
Liquidous Temperature (T_L)	183°C	217°C
Time (t_L)	60 sec to 150 sec	60 sec to 150 sec
Peak Temperature (T_P)	240 + 0/-5°C	260 + 0/-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 ($t_{25°C}$)	6 min maximum	8 min maximum

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



- 注記:
1. NIC は内部で接続していません。
 2. DNC には何も接続しないでください。このピンは未接続のままにしてください。
 3. パッケージ底面にある露出パッドをグラウンドに接続する必要があります。
露出パッドは、電気性能と機械性能を確保するために必要となります。
 4. 加速度検出軸は、図に示すようにパッケージ平面の水平方向になります。

16596-003

図 3. ピン配置

表 5. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1～9、31、32	NIC	内部では未接続。
10、11、17～19、 21～26、29	DNC	接続なし。これらのピンは未接続のままにしておきます。
12	V _{DD}	電源電圧 3.0V～5.25V。
13、14、27、28	V _{SS}	電源グラウンド。
15	STANDBY	スタンバイ・モード入力、アクティブ・ハイ。
16	ST	セルフ・テスト入力、アクティブ・ハイ。
20	OR	オーバーレンジ出力。このピンは、オーバーレンジ検出回路が重大なオーバーレンジ状態を確認すると直ちに通知します。このピンにラッチは付いていません。
30	X _{OUT}	アナログ出力電圧。
	EPAD	露出パッド。パッケージ底面にある露出パッドをグラウンドに接続する必要があります。露出パッドは、電気性能と機械性能の両方にとって必要となります。

代表的な性能特性

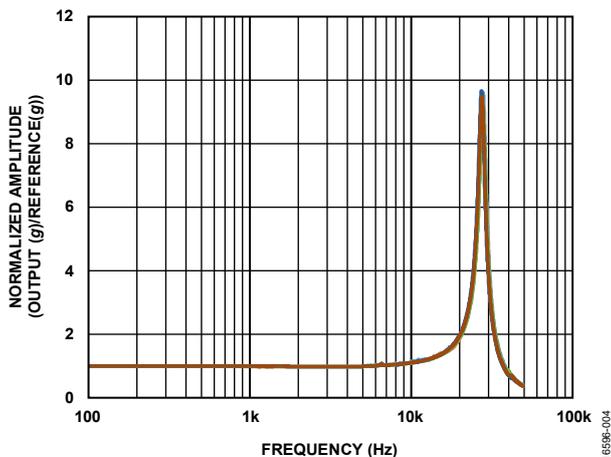


図 4.周波数応答、高周波 (>5kHz) の振動応答、レーザー振動計コントローラは、正確に使用するために ADXL1003 パッケージを参照

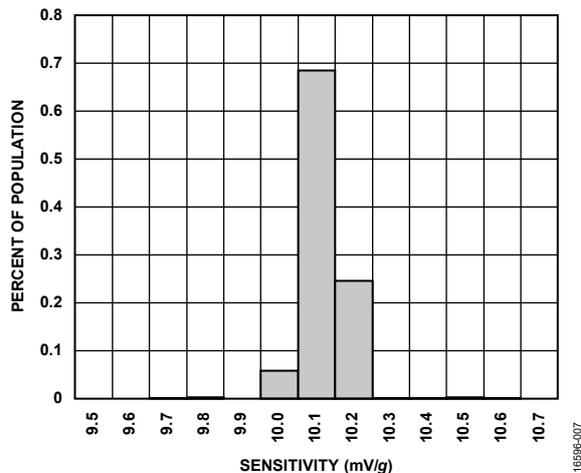


図 7.感度分布 (25°C)

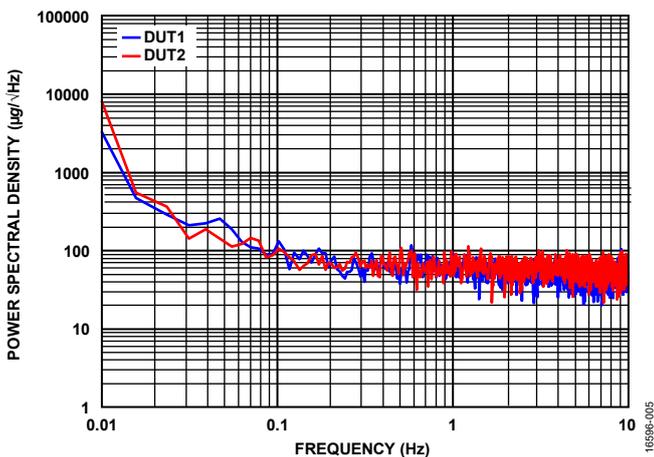


図 5.10Hz 未満のノイズのパワー・スペクトラム密度 (PSD) の周波数特性

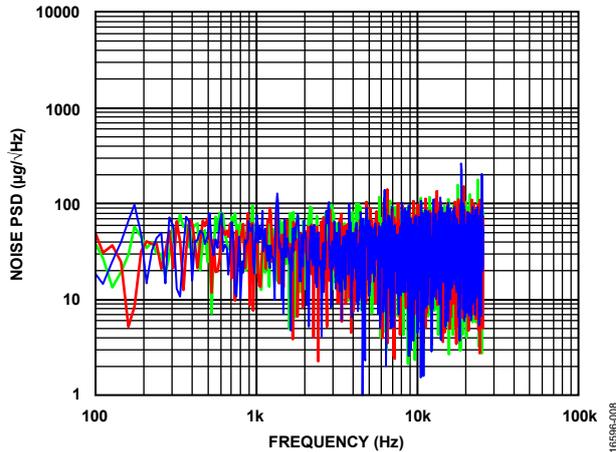


図 8.100Hz を超えるノイズ PSD

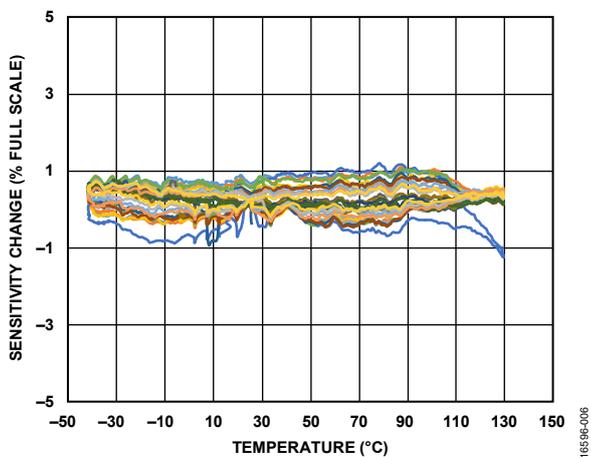


図 6.感度の温度特性

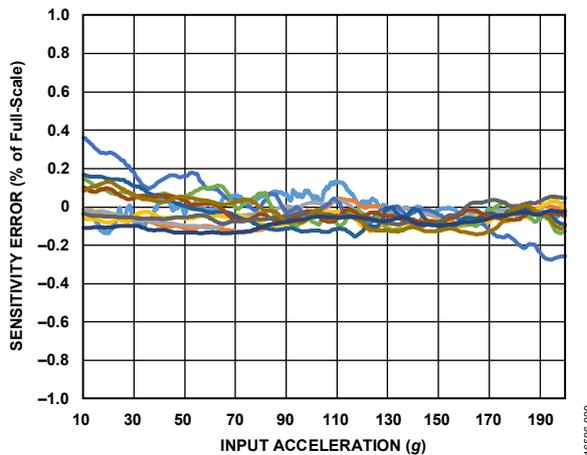


図 9.感度の非直線性と入力加速度の関係

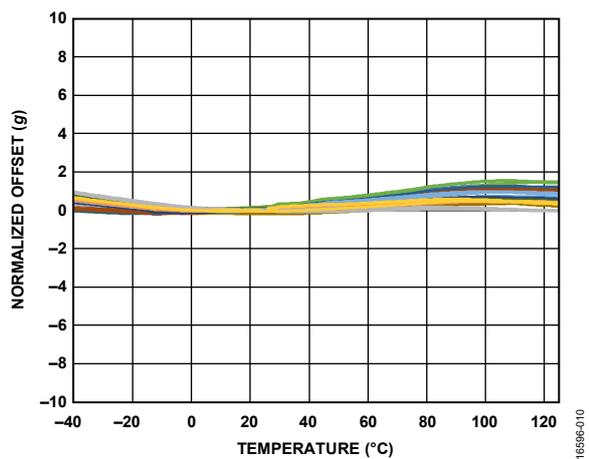


図 10. 正規化したオフセットと温度の関係

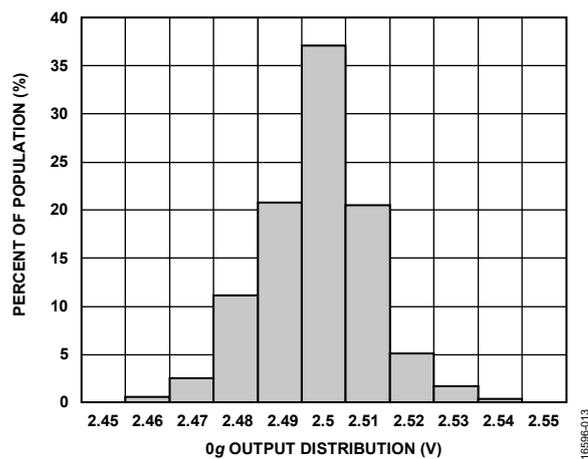


図 13. 0g オフセット・ヒストグラム (25°C)

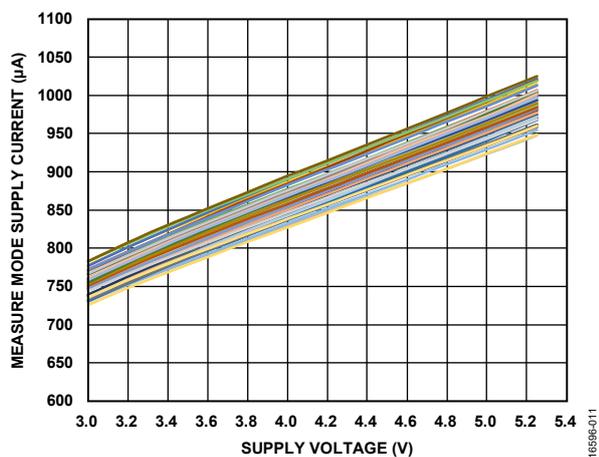


図 11. 測定モードの電源電流と電源電圧の関係

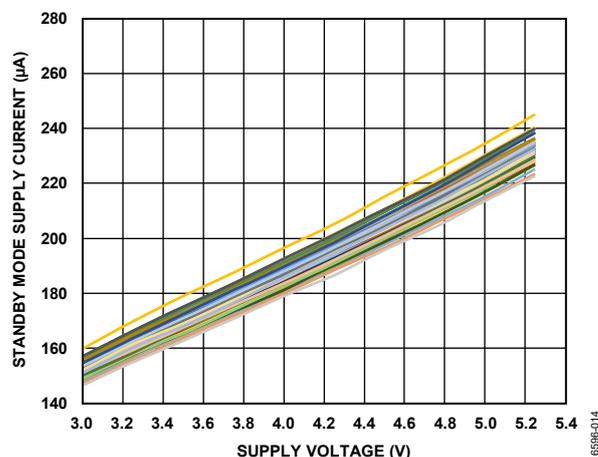


図 14. スタンバイ電流と電源電圧の関係

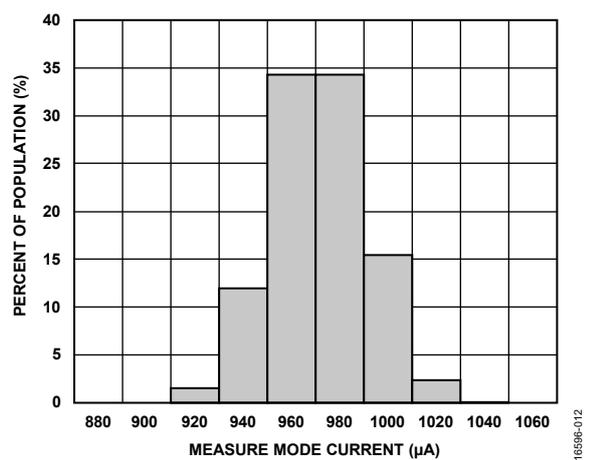


図 12. 測定モードの電流ヒストグラム (25°C)

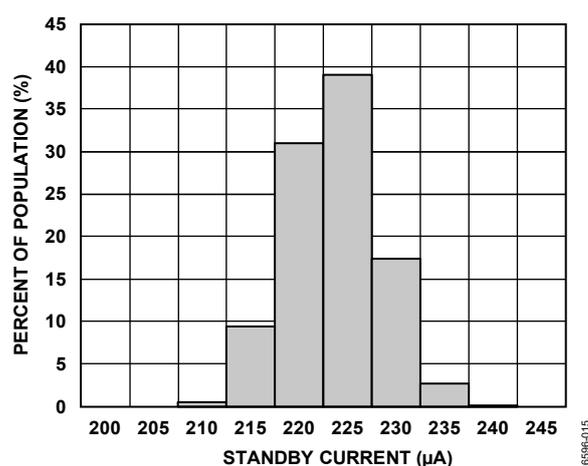


図 15. スタンバイ電流ヒストグラム (25°C)

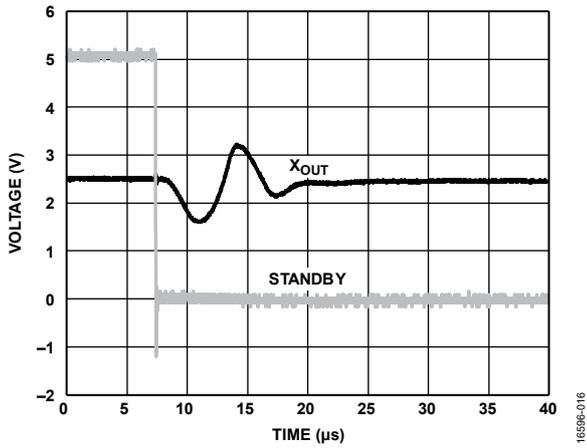


図 16. X_{OUT} スタンバイ・モードから測定モードへの出力回復

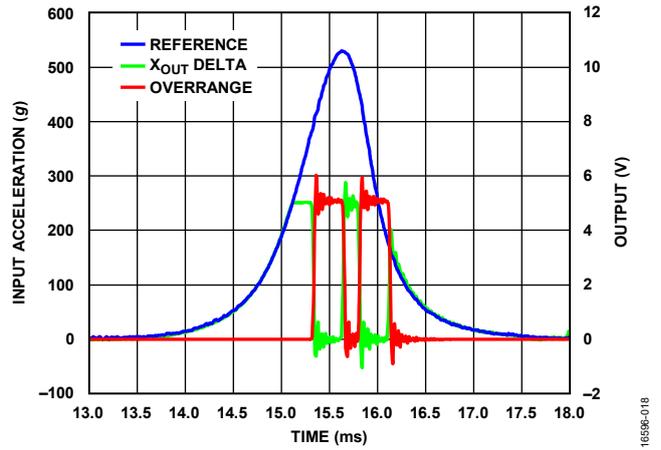


図 18. 負荷条件に対する応答、X_{OUT} デルタは中間点電圧からの差

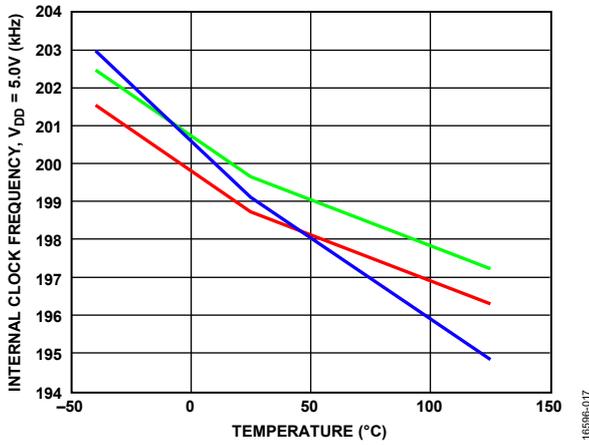


図 17. 内部クロック周波数の温度特性 (5.0V の電源電圧 V_{DD})

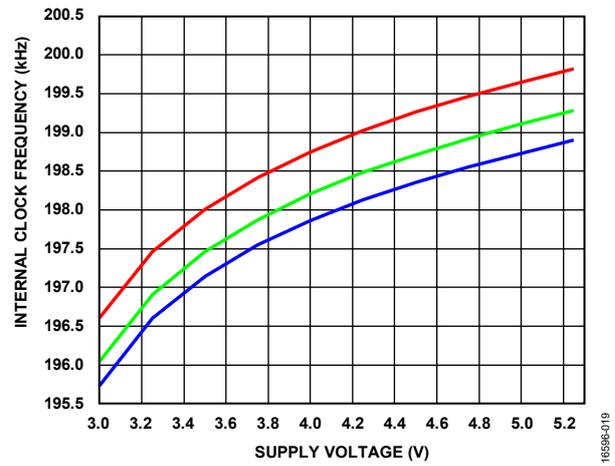


図 19. 内部クロック周波数と電源電圧の関係 (25°C)

動作原理

ADXL1003 は、機械振動に比例するアナログ出力を備えた 28kHz 共振周波数の低ノイズ 1 軸 MEMS 加速度センサーです。ADXL1003 の g 範囲は±200 g と広く、広帯域アプリケーションでの振動測定に適しています。このようなアプリケーションには、機械やシステムの状態を監視して診断する振動分析システムなどがあります。

低ノイズと高周波の帯域幅により、内部ベアリングなどの小さな可動部品によって発生する振動パターンを測定できます。 g 範囲が広いので、暖房、換気、空調 (HVAC) や重機などの高振動環境に必要なダイナミック・レンジを実現します。適切な性能を維持するために、システム・ノイズ、取り付け、シグナル・コンディショニングに注意を払う必要があります。システム・ノイズは、電源電圧ノイズの影響を受けます。ADXL1003 のアナログ出力は比例出力です。そのため、電源電圧の変調が出力に影響を与えます。ADXL1003 を駆動し、デジタル化システムのリファレンス電圧を供給するには、適切にデカップリングされ、安定した電源電圧を使用します。出力信号は、オーバーレンジ・ノイズの影響を受けます。過負荷インジケータ出力機能は、インテリジェントな測定システムにとって重要な条件を示します。オーバーレンジ機能の詳細については、オーバーレンジのセクションを参照してください。

センサーを含む測定システムの振動ではなく、対象とする振動を正確に測定するには、センサーを正しく取り付け、振動全体を機械的に伝達します。高周波の機械式カップリングでは、スタッドで ADXL1003 を固定する機械式インターフェースを考慮しながら、センサー・スタッド取り付けシステムを使用する技法が一般的です。周波数が低い (センサーで実現可能な帯域幅よりも低い) 場合は、磁気または接着剤を使用した取り付けが可能な場合があります。この取り付け技法を使用することで、測定システムの機械共振や、所望の周波数でのダンピングの影響を受けない、適切で再現性のある結果が実現します。また、監視対象のシステムへの効率的で適切な機械的な伝達が可能になります。

最適な結果を得るには、適切なアプリケーションに固有のシグナル・コンディショニングが必要です。正確な結果を得るには、測定する周波数範囲を理解し、過負荷条件を管理する必要があります。ADXL1003 の電気出力信号では、帯域幅制限と適切なデジタル化帯域幅が必要です。詳細については、10kHz 未満のアナログ出力のインターフェースのセクションと 10kHz を超えるアナログ出力のインターフェースのセクションを参照してください。

機械式デバイスの動作

センサーの可動部品は、シリコン・ウェーハの上面に構成されるポリシリコン表面マイクロマシン構造になっています。ポリシリコンのスプリングがウェーハ表面でこの構造部を支え、加速力に対する抵抗をもたらします。

独立した固定プレートと可動部に取り付けられたプレートで構成される、差動コンデンサが構造部の変位を測定します。加速度によって構造が偏向し、差動コンデンサが不平衡になるため、センサー出力の振幅は加速度に比例します。位相検波復調により、加速度の大きさと極性が決定されます。

動作モード

ADXL1003 には、測定モードとスタンバイ・モードの 2 つのモードがあります。測定モードは、連続したアナログ出力でアクティブな監視を行います。スタンバイ・モードは、動作のない低消費電力モードです。

測定モード

測定モードは ADXL1003 の通常動作モードです。このモードでは、加速度センサーは検出軸の加速度を測定し、5.0V の電源を使用して 1.0mA (代表値) を消費します。

スタンバイ・モード

ADXL1003 をスタンバイ・モードにすると、測定が一時停止され、消費電流が内部で 225 μ A (5.0V 電源の代表値) まで下がります。スタンバイから測定モードへの遷移時間は 50 μ s 未満です。図 16 に、スタンバイ・モードから測定モードへの遷移を示します。

帯域幅

ADXL1003 回路は、センサーの共振周波数を超える出力に対応し、センサーの共振周波数に匹敵する帯域幅の加速度を測定できます。出力応答は、センサー応答と出力アンプ応答の組み合わせです。そのため、外部帯域制限またはフィルタ処理が必要になります。詳細については、10kHz 未満のアナログ出力のインターフェースのセクションと 10kHz を超えるアナログ出力のインターフェースのセクションを参照してください。

10kHz を超えて ADXL1003 を使用する場合は、センサーの共振周波数による非直線性、アンプの広帯域出力による追加ノイズ、200kHz の内部クロックのカップリングによる離散周波数スプリアス・トーンを考慮する必要があります。対象帯域ではエイリアス干渉を削除できず、観察される性能が低下します。最適な性能を得るには、高速サンプリングと適切な帯域制限フィルタ処理を組み合わせる必要があります。

アプリケーション情報

アプリケーション回路

ほとんどのアプリケーションでは、1 個の $1\mu\text{F}$ コンデンサで、電源ノイズから加速度センサーを十分にデカップリングできます。出力の帯域制限フィルタは、帯域外ノイズと信号を抑制します。100pF と 22nF の間の容量性負荷が推奨されます。出力アンプは、最大 2mA までのソース電流で抵抗負荷を駆動できます。例えば、 5V 動作では、負荷は $2.5\text{k}\Omega$ を超えません。出力が 100pF 以上の容量性負荷を駆動する場合、アンプの安定性を維持するため、 $8\text{k}\Omega$ 以上の直列抵抗が必要になります。

非アクティブな場合、ST ピンと STANDBY ピンは強制的にローになります。オーバーレンジ・インジケータは、システムのステータスを特定するために監視できる出力です。

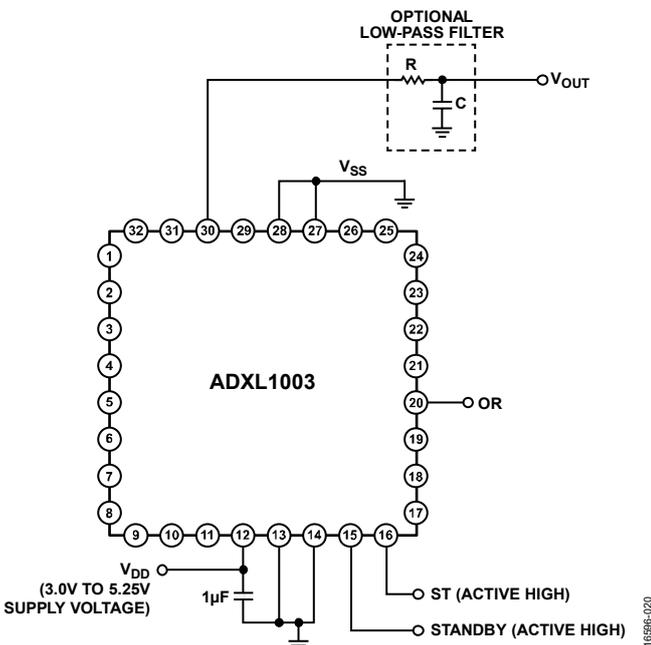


図 20. アプリケーション回路

オンデマンド・セルフ・テスト

ADXL1003 では、完全に統合された電気機械式セルフ・テスト機能が設計されています。この機能は、加速度センサーのプルーフ・マスを手動的に作動させ、容量感知指標から変位させます。この変位は、外部加速度入力の結果として発生する変位と同じです。プルーフ・マスの変位は、+の加速度出力信号と同じ回路で処理され、センサー・システムの電気応答および機械応答の両方の範囲に完全に対応します。

セルフ・テスト機能は、次の手順で実行できます。

1. 出力電圧を測定します。
2. ST ピンを V_{DD} に設定してセルフ・テストをオンにします。
3. 出力電圧を再度測定します。
4. 2 つの測定値を差し引いて、必要に応じて図 21 の電源電圧による応答曲線を考慮しながら、この結果を表 1 の期待値と比較します。

ST ピンを V_{DD} に設定すると、通常の動作中にいつでもセルフ・テスト機能を有効にできます。セルフ・テストでは、ST ピンのアサーションから結果を出力するまで約 $300\mu\text{s}$ かかります。加速度の出力は、ST ピンをリリースしてから約 $300\mu\text{s}$ 後に返されます。セルフ・テスト測定の実行中は、加速度出力を使用して、外部加速度を測定しないでください。

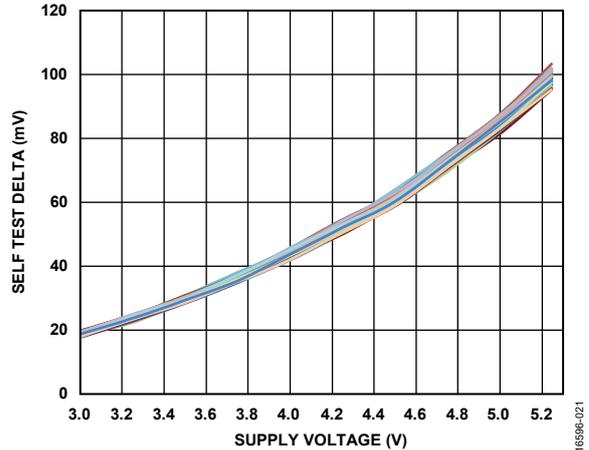


図 21. 典型的なセルフ・テストのデルタと電源の関係

比例出力電圧

ADXL1003 は $V_{\text{DD}} = 5.0\text{V}$ で試験および仕様規定されていますが、 3.0V の低い V_{DD} または 5.25V の高い V_{DD} でも駆動できます。一部の性能パラメータは、電源電圧が変わると変化します。

ADXL1003 の出力は、電源電圧 V_{DD} に比例します。そのため、出力感度 (またはスケール・ファクタ) は、電源電圧に比例して変化します。ADXL1003 では、 $V_{\text{DD}} = 5.0\text{V}$ で、出力感度は 10mV/g (代表値) です。 $0g$ バイアス出力も電源電圧に比例し、通常は公称のミッドスケール ($V_{\text{DD}}/2$) になります。

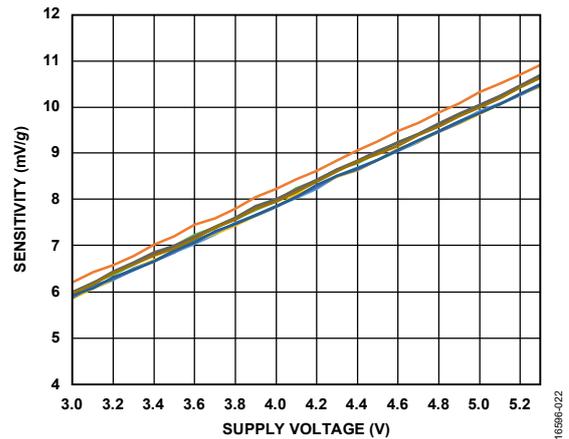


図 22. 感度と電源電圧の関係

10kHz 未満のアナログ出力のインターフェース

ADXL1003 は、1 軸の周りで機械動作を感知し、出力電圧を生成します。システム性能は、感知された機械振動による出力応答と電気出力の信号処理によって異なります。

センサーには、効果的な機械式カップリングを施す必要があります。機械式カップリングでは、(通常、各アプリケーションにとってユニークな) 複数の部品が複雑に統合されることがあります。MEMS の PCB への取り付け (PCB の位置とハンダ処理に使用する化学薬品)、PCB の寸法 (厚みと有効な表面積の両方)、監視されるシステムへの PCB の取り付け (モジュール内または直接取り付け) を含むすべての機械式インターフェースを考慮する必要があります。

一般に、有効な機械式インターフェースについて次のガイドラインを使用して、最大 10kHz の帯域幅をサポートする必要があります。

- ADXL1003 をプリント基板の安定した機械的な取り付け部の近くに配置してください。
- 複数の基板取り付けポイントを用意します。
- プリント基板を厚くし、高振幅と低周波数による共振を誘導する大きな実装面積を避けてください。
- 機械式接続が十分にきつく、目的の周波数まで機械的な力を伝達できるようにします。10kHz 未満では、注意を払えば磁気または接着剤を使用した取り付けが可能です。[EVAL-ADXL1003Z](#) 評価用ボードをリファレンスとして使用できます。

ADXL1003 の電気出力は、センサーの共振周波数を超える帯域幅をサポートします。ADXL1003 の出力アンプの小信号帯域幅は 70kHz です。デジタル化処理の実行中は、エイリアシング (高周波数のノイズと信号を目的の帯域に折り返す) が発生することがあります。アンプやその他の内部回路 (内部 200kHz クロックのカップリングなど) のエイリアス・ノイズを防止するため、目的の帯域幅で外部フィルタを実装し、アンプの帯域よりも速い A/D コンバータ (ADC) サンプルング・レートを選択することを推奨します。

出力アンプは電源電圧に比例するので、デジタル変換に関しては、次の 2 種類があります。

- V_{DD} 電圧をリファレンスとして使用できる加速度センサーの ADC ダウンストリームがあります。この場合、電圧電源の許容誤差と電圧の温度係数 (共通で外部レギュレータと関連付けられる) は、センサーと ADC の間を追跡します。そのため、電源とリファレンス電圧によって発生する誤差が相殺されます。この設計方法が推奨されます。
- ADC が何らかの理由でセンサーと同じ 5V 電圧を参照できない場合、デジタル化されたセンサー出力の感度は、レギュレータの許容誤差と温度係数を反映します。

ADXL1003 出力アンプは、最大 100pF の容量性負荷を直列抵抗なしで直接駆動すると安定します。負荷が 100pF を超える場合は、8k Ω 以上の直列抵抗を使用する必要があります。0kHz~5kHz までの機械振動を測定する部品を含むインターフェースの例については、[図 23](#) を参照してください。5kHz のパス・バンドでは、1 極抵抗コンデンサ (RC) フィルタを使用できます。ただし、アプリケーションによっては、より強力なフィルタと低い ADC サンプル・レートを使用します。[ADAQ7980](#) などの ADC を接続する場合に、ADXL1003 の出力で 5kHz のローパス RC フィルタを形成するには、次の部品が推奨されます。R1 = 5k Ω 、C1 = 5nF、R2 = 0 Ω 、C2 は不要。エイリアシングの発生を防ぐため、20kHz の最低 ADC サンプル・レートをお勧めします。共振周波数 (代表値 28kHz) よりも低いサンプルング・レートを使用する場合、センサーの出力で生じる、共振による有効ゲインを考慮し、帯域外信号が適切に減衰され、帯域にエイリアシングが発生しないようにします。

0kHz~10kHz までの機械振動を測定する部品を含むインターフェースの例については、[図 23](#) を参照してください。ADXL1003 の出力に 2 極の RC フィルタを形成するには、次の部品が推奨されます。R1 = 5k Ω 、C1 = 2nF、R2 = 5k Ω 、C2 = 2nF。エイリアシングの発生を防ぐため、200kHz の最低 ADC サンプル・レートをお勧めします。

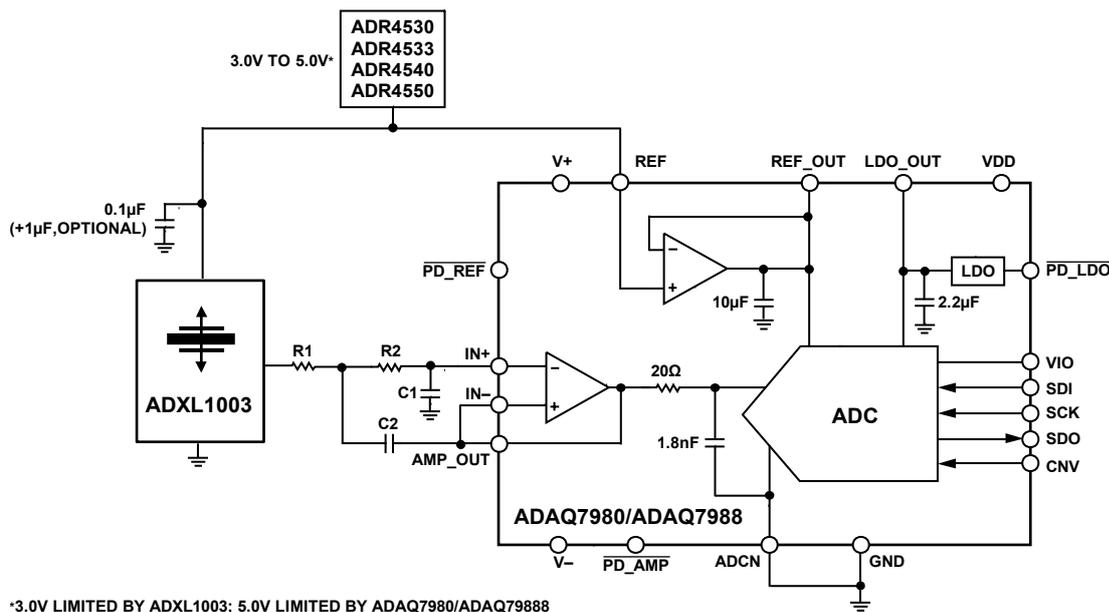


図 23. ADXL1003 のアプリケーション回路

10kHz を超えるアナログ出力のインターフェース

ADXL1003 は、センサーの共振周波数の範囲を超える出力信号パス・バンドを提供する、高周波、1 軸 MEMS 加速度センサー・デバイスです。出力 3dB の周波数応答の帯域幅は約 15kHz ですが（これは 3dB の応答で、この周波数で感度のゲインがあることを意味します）、この範囲を超える周波数を観察することが望ましい場合があります。この周波数に対応するため、ADXL1003 出力アンプは 70kHz の小さな信号帯域幅をサポートします。この帯域幅はセンサーの共振周波数の幅よりも十分に広いです。

MEMS アプリケーションにおいて、正確で再現性の高い結果を得るには、機械式インターフェースが常に重要になります。特に、数千ヘルツを超える測定では必須です。通常、このような周波数の振動を機械式で適切に伝達し続けるには、磁気または接着剤を使用した取り付けでは十分ではありません。これらのアプリケーションでは、機械式システム分析が必要です。

10kHz を超えて ADXL1003 を使用する場合は、センサーの共振周波数による非直線性、アンプの広帯域出力による追加ノイズ、200kHz の内部クロックのカップリングによる離散周波数スプリアス・トーンを考慮する必要があります。対象帯域でこのようなエイリアス干渉が発生すると、エイリアスを削除できず、観察される性能が低下します。最適な性能を得るには、高速サンプリングと適切なフィルタ処理を組み合わせる必要があります。

28kHz のセンサー共振周波数による影響が、最初の考慮事項です。図 4 に示すように、この周波数の付近またはこの周波数を超えると、出力は入力振動ピークに応答します。共振の付近または共振を超える周波数では、出力応答が直線性のある応答範囲の外側に来るので、感度は低周波数で観察される場合と異なります。通常、これらの周波数範囲では、（絶対値ではなく）時間の経過に伴う相対的な応答が観察されます。

ADXL1003 出力アンプの小信号帯域幅は 70kHz です。所望の帯域で帯域外ノイズのエイリアシングが発生しないようにするには、適切な信号フィルタ処理を施してデバイスを接続する必要があります。アンプ周波数応答のロールオフは、70kHz では 1 極、ローパス・フィルタでモデリングできます。追加の外部ローパス・フィルタがない場合、高周波ノイズのエイリアシングを避けるため、次のように 1 極、ローパス・フィルタの等価ノイズ帯域 (ENBW) の 2 倍以上のサンプリング・レートを選択します。

$$ENBW = (\pi/2) \times 70\text{kHz} \approx 110\text{kHz}$$

サンプリング・レートは 220kHz 以上にする必要があります。このサンプリング・レートは、アンプがインバンドで折り返す（エイリアス）帯域ノイズを削減しますが、帯域外信号のインバンドのエイリアスは防ぎません。帯域外応答を防ぐには、外部ローパス・フィルタ処理を追加する必要があります。これ以外にも、200kHz での内部クロック信号が出力信号にカップリングされるアーティファクトに対処する必要があります。このクロック・スプリアスは、結果の分析に影響を与えないように、アナログ・フィルタまたはデジタル・フィルタで処理する必要があります。

広帯域幅アプリケーションにおいて rms ノイズとノイズの密度を最低に抑えるには、200kHz の内部クロック信号のフィルタ処理が十分な場合、ADXL1003 の出力で 1 つ以上の複数次のローパス・フィルタと、所望の帯域幅の 4 倍以上のデジタル化サンプリング・レートを使用することをお勧めします。デジタル・ローパス・フィルタで同様の性能を得るには、1MSPS 以上の ADC サンプル・レートを使用します。

オーバーレンジ

ADXL1003 には、オーバーレンジ（加速度がフルスケール・レンジの 2 倍以上）の場合に信号で通知する出力（OR ピン）があります。内蔵のオーバーレンジ検出回路は、指定された g 範囲の約 2 倍になると、重大なオーバーレンジが発生したことを示すアラートを出力します。オーバーレンジが検出されると、200 μ s にわたりセンサーに対して内部クロックが無効になります。オーバーレンジの発生中は、センサー素子が最大限に保護されます。オーバーレンジが持続すると、オーバーレンジ検出回路は、約 500 μ s ごとに定期的にトリガします（図 18 を参照）。

取付けに関する機構上の留意点

ADXL1003 は、PCB の支持点近くで取り付けることを推奨します。ADXL1003 をプリント回路基板の上のしっかりと固定されていない位置に取り付けると（図 24 を参照）、基板の

振動が減衰されず、顕著な測定誤差が生じる場合があります。加速度センサーを基板支持点の近くに配置すれば、加速度センサー位置での基板振動が加速度センサーの機械式センサーの共振周波数を上回り、加速度センサーによって検知される可能性は事実上なくなります。センサーの近くに複数の支持点を設けたり、プリント基板を厚くすると、センサーの性能に対するシステム共振による影響を効果的に低減できます。

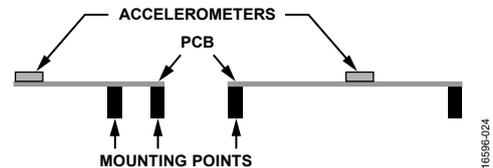


図 24. 加速度センサーの不適切な配置

レイアウトと設計の推奨事項

図 25 は、推奨する PCB のランド・パターンを示します。

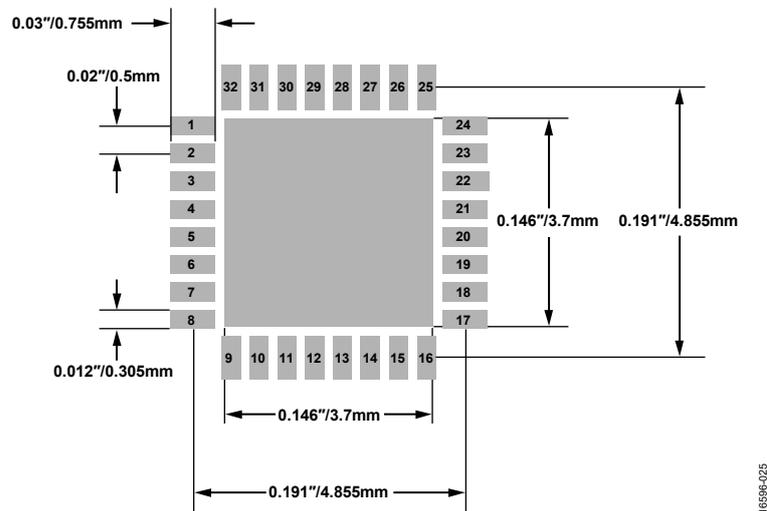
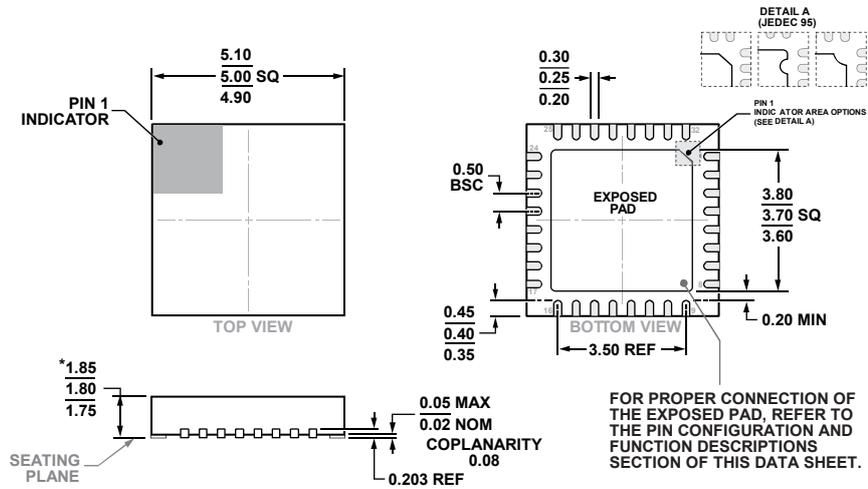


図 25. PCB ランド・パターン

外形寸法



*COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-VHHD-4 WITH EXCEPTION TO PACKAGE HEIGHT.

図 26.32 ピン・リードフレーム・チップスケール・パッケージ [LFCSP]
5 mm × 5 mm ボディ、1.8 mm パッケージ高
(CP-32-26)
寸法：mm

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	g Range	Package Description	Package Option
ADXL1003BCPZ	-40°C to +125°C	±200g	32-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP]	CP-32-26
ADXL1003BCPZ-RL	-40°C to +125°C	±200g	32-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP]	CP-32-26
ADXL1003BCPZ-RL7	-40°C to +125°C	±200g	32-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP]	CP-32-26
EVAL-ADXL1003Z			ADXL1003 Evaluation Board	

¹Z = RoHS 準拠製品