



超低ノイズ 2軸ジャイロスコープ

データシート

ADXRS290

特長

- ピッチ/ロール・レート・ジャイロスコープ
- 超低ノイズ: $0.004^\circ/\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 広い周波数範囲で高い振動除去
- 省電力スタンバイ・モード
 - スタンバイ・モード消費電流: $80\ \mu\text{A}$
 - スタンバイ・モードからの高速スタートアップ時間: $100\ \text{ms}$ 以下
- 最大帯域幅設定での $30\ \text{Hz}$ 入力に対する遅延: $0.5\ \text{ms}$ 以下
- シリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI) デジタル出力を採用
- 設定可能なハイパス・フィルタとローパス・フィルタを内蔵
- 加速度耐性: $2000\ \text{g}$
- 動作電圧範囲: $2.7\ \text{V}\sim 5.0\ \text{V}$
- 動作温度範囲: $-25^\circ\text{C}\sim +85^\circ\text{C}$
- $4.5\ \text{mm}\times 5.8\ \text{mm}\times 1.2\ \text{mm}$ のキャビティ・ラミネート・パッケージを採用

アプリケーション

- 光学手振れ補正機構
- プラットフォーム固定化
- ウェアラブル製品

概要

ADXRS290 は、姿勢安定化アプリケーション向けにデザインされた高性能ピッチ/ロール (面内 2 軸) 角速度センサー (ジャイロスコープ) です。

ADXRS290 の出力フルスケール・レンジは $\pm 100^\circ/\text{s}$ で、感度は $200\ \text{LSB}/^\circ/\text{s}$ です。共振ディスク・センサー構造の採用により、軸面内でパッケージ側面に垂直な軸周りの角速度測定が可能です。角速度データのフォーマットは 16 ビット 2 の補数で、SPI デジタル・インターフェースから出力されます。ADXRS290 のノイズ・フロアは $0.004^\circ/\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$ と低く、設定可能なハイパス・フィルタとローパス・フィルタを内蔵しています。

ADXRS290 は、 $4.5\ \text{mm}\times 5.8\ \text{mm}\times 1.2\ \text{mm}$ の 18 ピンキャビティ・ラミネート・パッケージを採用しています。

機能ブロック図

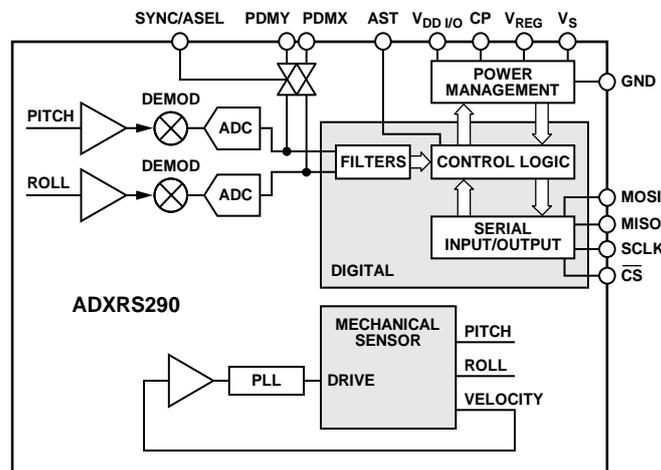


図 1.

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

©2015 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	実装時の機構的な注意事項.....	13
アプリケーション.....	1	シリアル通信.....	14
概要.....	1	レジスタ・マップ.....	16
機能ブロック図.....	1	レジスタの説明.....	17
改訂履歴.....	2	アナログ・デバイセズ識別子.....	17
仕様.....	3	MEMS 識別子.....	17
絶対最大定格.....	4	デバイス識別子.....	17
レート検出軸.....	4	シリコン・レビジョン番号.....	17
パッケージ情報.....	4	シリアル番号 (SNX).....	17
ESD の注意.....	4	レート出力データ.....	17
ピン配置およびピン機能説明.....	5	温度データ.....	17
代表的な性能特性.....	6	電源制御.....	17
動作原理.....	10	バンドパス・フィルタ.....	17
アプリケーション情報.....	11	データ・レディ.....	17
アプリケーション回路.....	11	ハンダ処理の推奨プロファイル.....	18
電源のデカップリング.....	11	PCB フットプリント・パターン.....	18
電源シーケンス.....	11	外形寸法.....	19
帯域幅の設定.....	11	オーダー・ガイド.....	19
アナログ評価モード.....	12		

改訂履歴

12/14—Rev.0 to Rev. A

Changes to Title.....	1
Changes to Features Section and General Description Section.....	1

10/14—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ で仕様を規定。 $V_S = V_{DDIO} = 3\text{ V}$ 、角速度 = $0^\circ/\text{sec}$ 、帯域幅 = DC~480 Hz、 $C_S = C_{REG} = C_{I/O} = C_{CP} = 1\ \mu\text{F}$ 、デジタル・モード、温度センサー = オフ。すべての最小仕様と最大仕様を保証します。typ 仕様はテストも保証もしません。

表 1.

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
MEASUREMENT RANGE	Each axis				
Output Full-Scale Range			±100		°/s
Resolution			16		Bits
Gyroscope Data Update Rate			4250		Hz
LINEARITY					
Nonlinearity			±0.5		% FS
Cross Axis Sensitivity			±2.0		%
SENSITIVITY					
Sensitivity			200		LSB/°/s
Initial Sensitivity Tolerance ¹	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-12	±3	+12	%
Change Due to Temperature	$T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+60^\circ\text{C}$		±1		%
OFFSET					
Offset Error	$T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+60^\circ\text{C}$		±9		°/s
NOISE PERFORMANCE					
Rate Noise Density	$T_A = 25^\circ\text{C}$ at 10 Hz		0.004		°/s/√Hz
FREQUENCY RESPONSE	Programmable (see the Setting Bandwidth section)				
-3 dB Frequency ²					
Low-Pass Filter		20		480	Hz
High-Pass Filter	DC output setting available	0.011		11.3	Hz
Delay	30 Hz input, low-pass filter (LPF) = 480 Hz		<0.5		ms
POWER SUPPLY					
Operating Voltage Range (V_S , V_{DDIO})		2.7		5.0	V
Supply Current	Measurement mode		7.8		mA
	Standby mode		80		μA
Start-Up Time (Standby)	Power off to standby mode		<5		ms
Start-Up Time (Measurement Mode)	Standby to measurement mode (to within ±1°/s of final value)		<100		ms
TEMPERATURE SENSOR					
Resolution			12		Bits
Sensitivity			0.1		°C/LSB
OPERATING TEMPERATURE RANGE					
Operating Temperature Range		-25		+85	°C

¹ 初期感度許容誤差の最大規定値および最小規定値は、キャラクタライゼーションで保証し、出荷テストは行いません。

² デザインにより保証しますが、出荷テストは行いません。

絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Acceleration (Any Axis, Unpowered, 0.5 ms)	2000 g
Acceleration (Any Axis, Powered, 0.5 ms)	2000 g
V_S, V_{DDIO}	2.7 V to 5.25 V
All Other Pins	2.7 V to 5.25 V
Output Short-Circuit Duration (Any Pin to Common)	Indefinite
Operating Temperature Range	-40°C to +105°C
Storage Temperature Range	-40°C to +105°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規定のみを目的とするものであり、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製品動作を定めたものではありません。製品を長時間絶対最大定格状態に置くと製品の信頼性に影響を与えます。

角速度検出軸

ADXRS290 は x 軸および y 軸の角速度検出デバイスであり、ロールおよびピッチ・角速度検出デバイスとも呼ばれます。x 軸と y 軸の時計回りに対して正出力電圧を発生します (図 2 参照)。

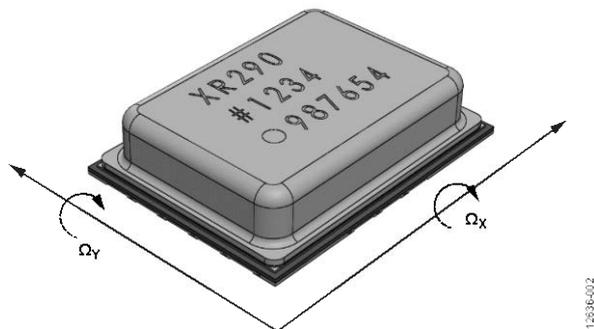


図 2. 検出軸

パッケージ情報

図 2 と表 3 に、ADXRS290 のパッケージ・ブランド情報を示します。全供給製品の一覧については、オーダー・ガイドのセクションを参照してください。

表 3. パッケージ・ブランド情報

Branding Key	Field Description
XR290	Part identifier for ADXRS290
#yyyy	Date code
●XXXXXX	Pin 1 and factory lot code identifiers

ESD の注意



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説明

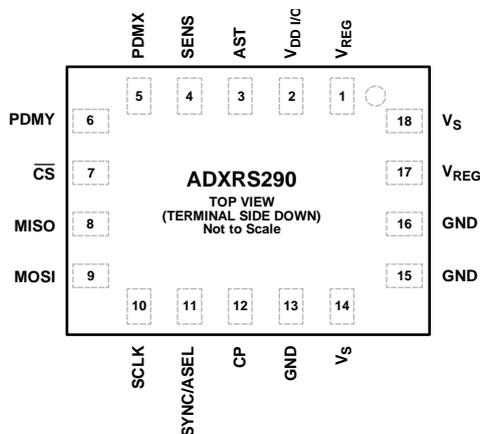


図 3.ピン配置 (上面図)

表 4.ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明	
		デジタル・モード	アナログ評価モード
1	V _{REG}	レギュレータ出力。1 μF のコンデンサをこのピンに接続します。	レギュレータ出力。1 μF のコンデンサをこのピンに接続します。
2	V _{DD I/O}	デジタル・インターフェース電源電圧。	デジタル・インターフェース電源電圧。
3	AST	このピンは内部でグラウンドへプルダウンされています。	セルフテスト。
4	SENS	このピンは内部でグラウンドへプルダウンされています。	感度選択。
5	PDMX	このピンは内部でグラウンドへプルダウンされています。	パルス密度変調 (PDM) X _{OUT} 。
6	PDMY	このピンは内部でグラウンドへプルダウンされています。	PDM Y _{OUT} 。
7	$\overline{\text{CS}}$	チップ・セレクト。アクティブ・ロー。	チップ・セレクト。アクティブ・ロー。
8	MISO (SDO)	シリアル・データ出力。	シリアル・データ出力。
9	MOSI (SDI)	シリアル・データ入力。	シリアル・データ入力。
10	SCLK	シリアル通信クロック。	シリアル通信クロック。
11	SYNC/ASEL	データ・レディ出力 (SYNC)。このピンを使用しない場合はグラウンドへ接続してください。	アナログ・イネーブル (ASEL)。
12	CP	チャージ・ポンプ出力。1 μF のコンデンサ (定格 50 V) をこのピンに接続します。	チャージ・ポンプ出力。1 μF のコンデンサ (定格 50 V) をこのピンに接続します。
13、15、16	GND	グラウンド。グラウンドへ接続してください。	グラウンド。グラウンドへ接続してください。
14	V _S	アナログ電源電圧。	アナログ電源電圧。
17	V _{REG}	レギュレータ出力。1 μF のコンデンサをこのピンに接続します。	レギュレータ出力。1 μF のコンデンサをこのピンに接続します。
18	V _S	アナログ電源電圧。	アナログ電源電圧。

代表的な性能特性

特に指定がない限り、すべての代表的性能特性プロットに対して N > 240。

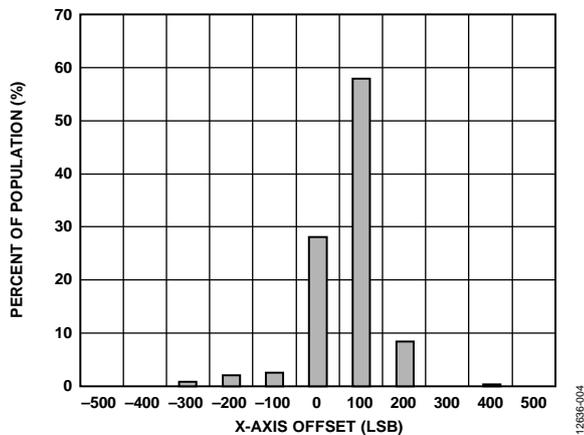


図 4.X 軸オフセット、25°C

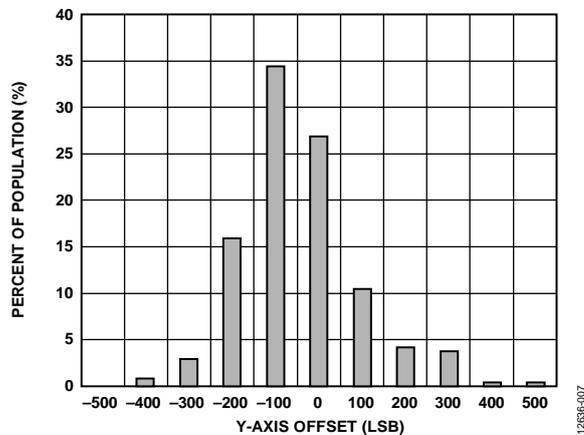


図 7.Y 軸オフセット、25°C

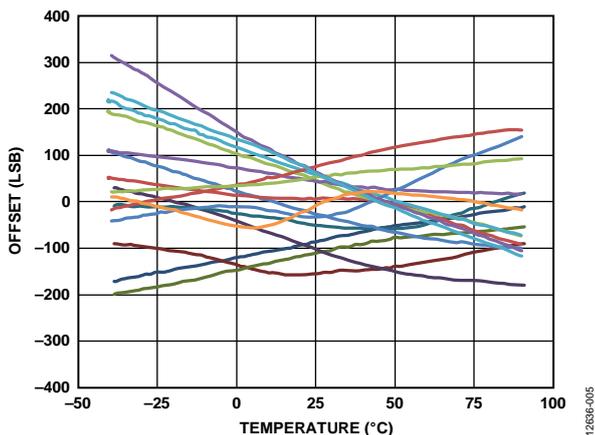


図 5.X 軸オフセットの温度特性 (N = 16)

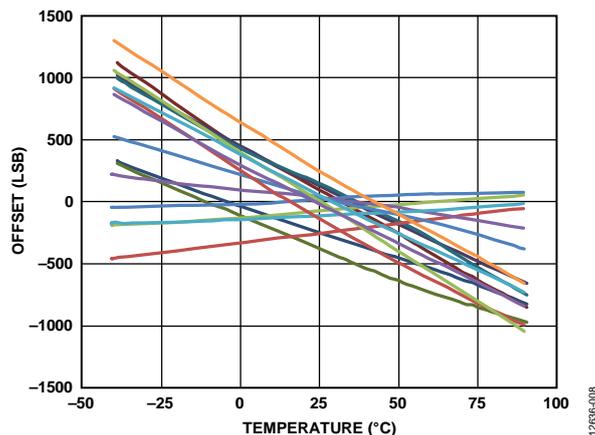


図 8.Y 軸オフセットの温度特性 (N = 16)

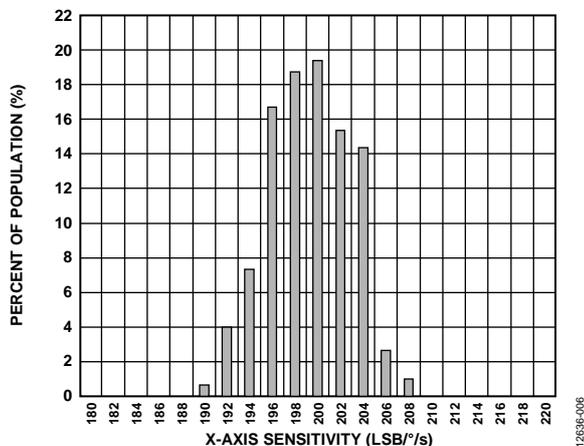


図 6.X 軸感度、25°C

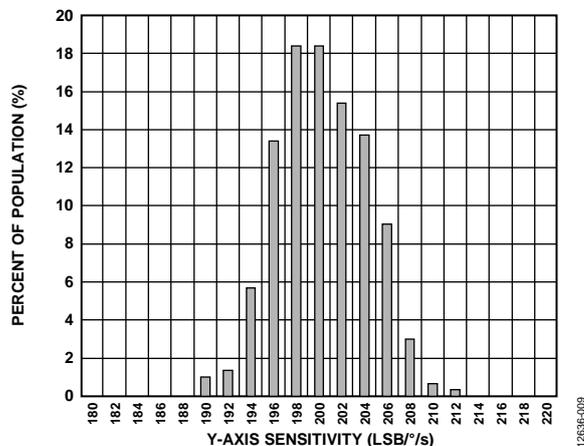


図 9.Y 軸感度、25°C

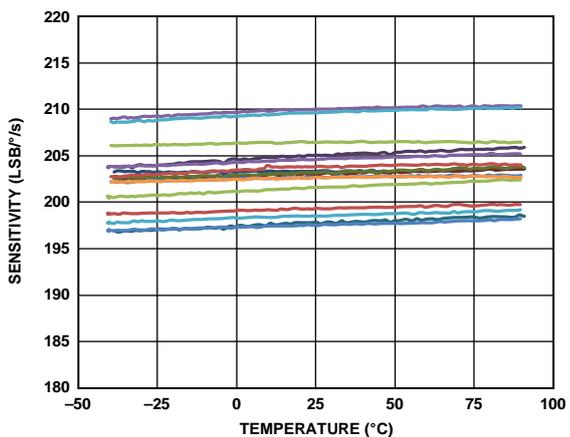


図 10.X 軸感度の温度特性 (N = 16)

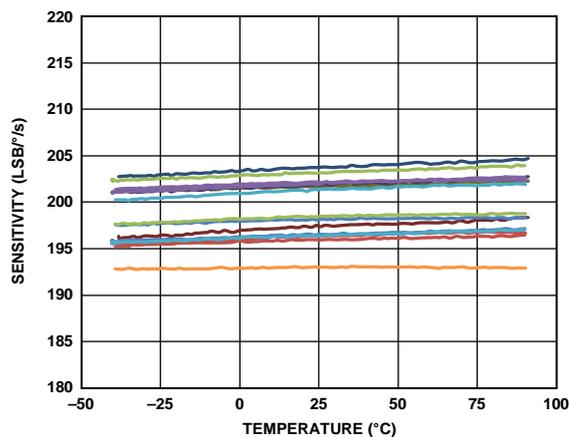


図 13.Y 軸感度の温度特性 (N = 16)

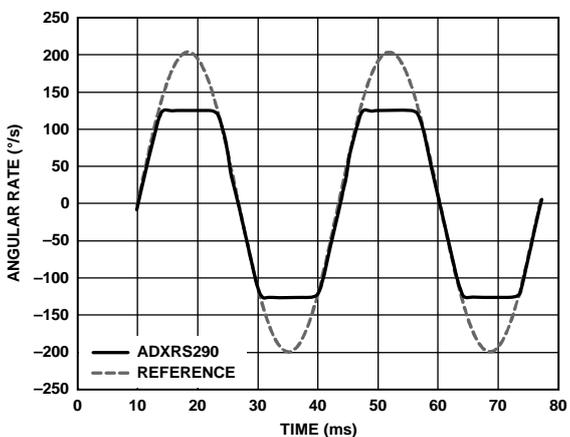


図 11.角速度出力飽和時の動作

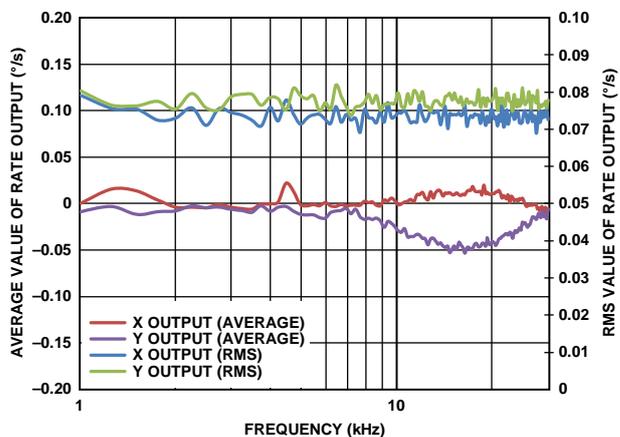


図 14.Z 軸に平行な(面外) 10 g サイン振動に対する応答
HPF = オフ、LPF = 480 Hz

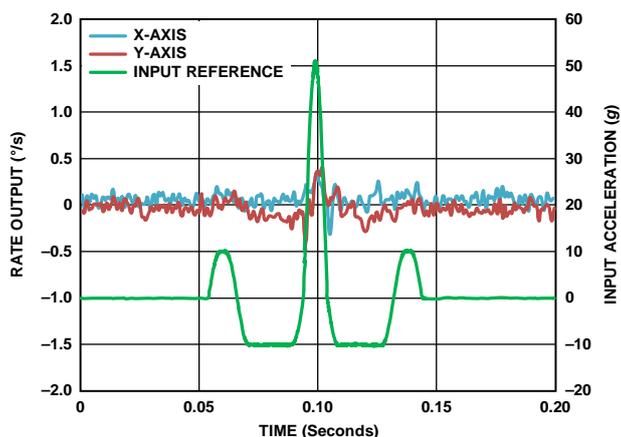


図 12.Z 軸に平行な(面外) 50 g、10 ms の
ハーフ・サイン衝撃に対する応答
HPF = オフ、LPF = 480 Hz

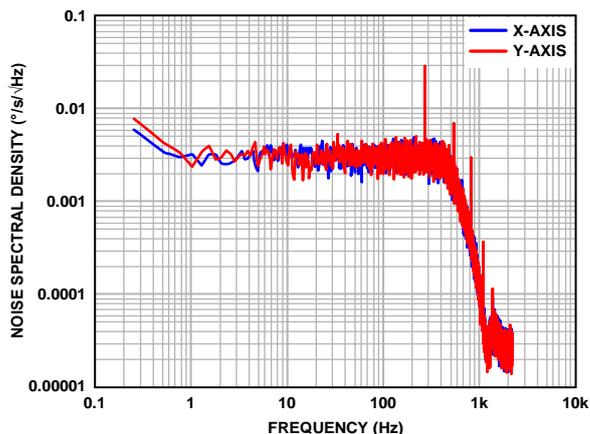


図 15.ノイズ・スペクトル密度

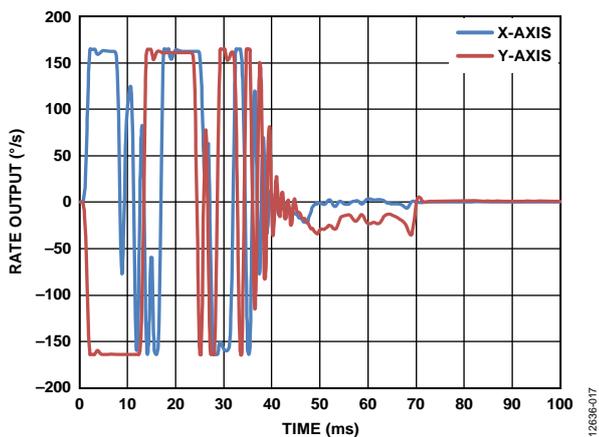


図 16. 起動時間 (スタンバイから測定モード)

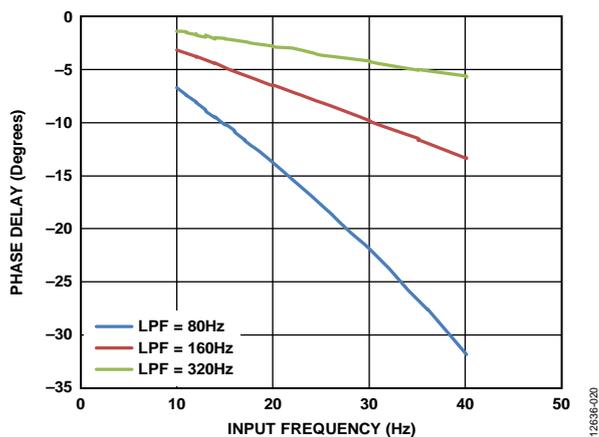


図 19. ローパス・フィルタの位相遅延

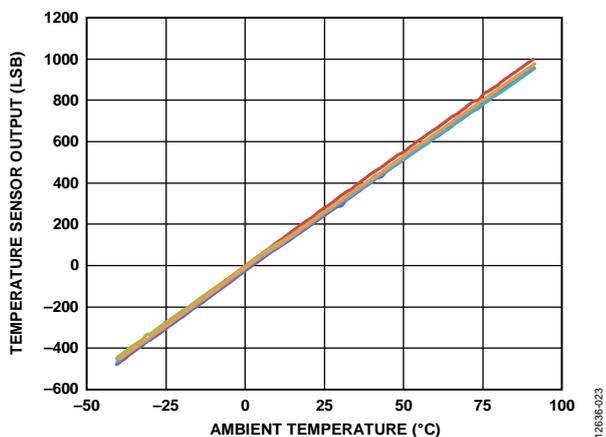


図 17. 周囲温度対温度センサー出力 (N = 16)

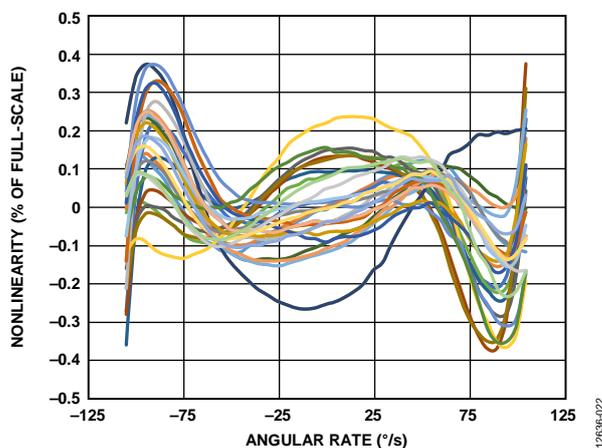


図 20. 角速度出力の非直線性 (N = 15)

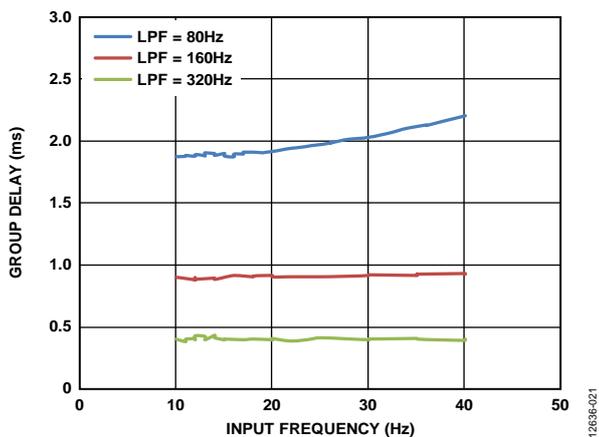


図 18. ローパス・フィルタの群遅延

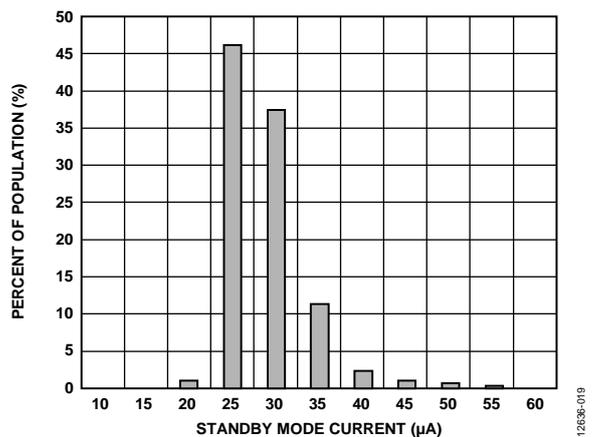


図 21. スタンバイ・モードでの消費電流

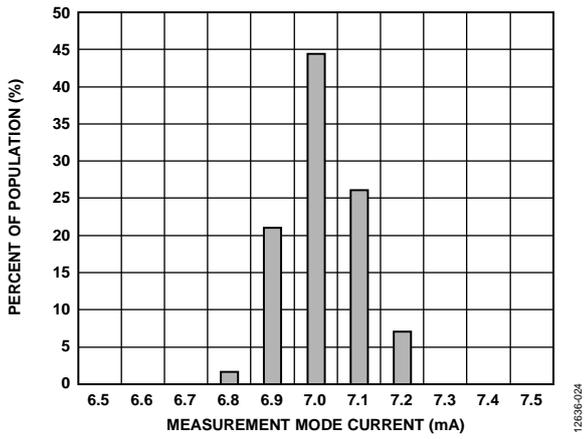


図 22.測定モードでの消費電流

動作原理

ADXRS290 は、x 軸および y 軸（ロールおよびピッチ）角速度を検出するように設計されています。ADXRS290 は、振動型 レート・ジャイロセンサーの原理で動作します。図 23 に、4 個の結合したポリシリコン検出構造の内の 1 つの簡略化した図を示します。各検出構造には、静電駆動的に共振する共振ディスクがあります。この共振ディスクが、角速度が加わった時にコリオリ・トルクを発生するために必要な回転速度成分を発生します。

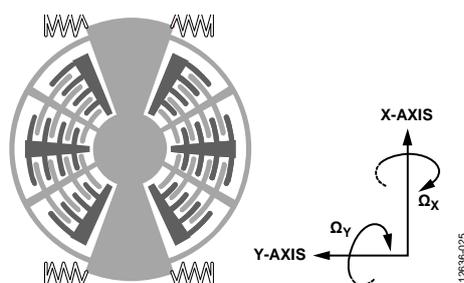


図 23. 簡略化したジャイロセンサー検出構造

検出構造に角速度が加わると、発生したコリオリ・トルクにより各ディスクが駆動されて傾き動作が発生します。この動作がディスクの下にあるプレートで検出されます。ディスクとプレートにより、角速度を検出する容量変化検出構造が形成されます。検出された信号は、ゲイン・ステージと復調ステージに送られ、電気的な角速度信号出力になります。このセンサー・デザインでは、直線加速度と角加速度が除去されます。これは、外部加速度が同相モード信号として現れ、これが ADXRS290 の差動アーキテクチャにより除去されるためです。

共振子の動作には、31 V (typ)が必要です。大部分のアプリケーションでは 5 V しか使用できないため、スイッチング・レギュレータを内蔵しています。チャージ・ポンプ回路の動作に、定格 50 V の外付け 1 μ F コンデンサが必要です。

復調と A/D 変換の後、レート信号は 1 極のバンドパス・フィルタを使ってフィルタ処理されます。このフィルタのハイパス極とローパス極は、デジタル・インターフェースを介して設定することができます。

アプリケーション情報

アプリケーション回路

図 24 に、ADXRS290 のアプリケーション回路を示します。プライマリ通信ポートは、4 線式 SPI インターフェースです。このデバイスでは、SPI インターフェースに外付けプルアップ/プルダウン抵抗が不要なため、これらのピンを直接システム・マイクロコントローラへ接続することができます。デバイスの動作には、4 個のコンデンサが必要です。最適デバイス性能を得るためには、各コンデンサを V_S 、 V_{DDIO} 、 V_{REG} 、 CP の各ピンに接続する必要があります。

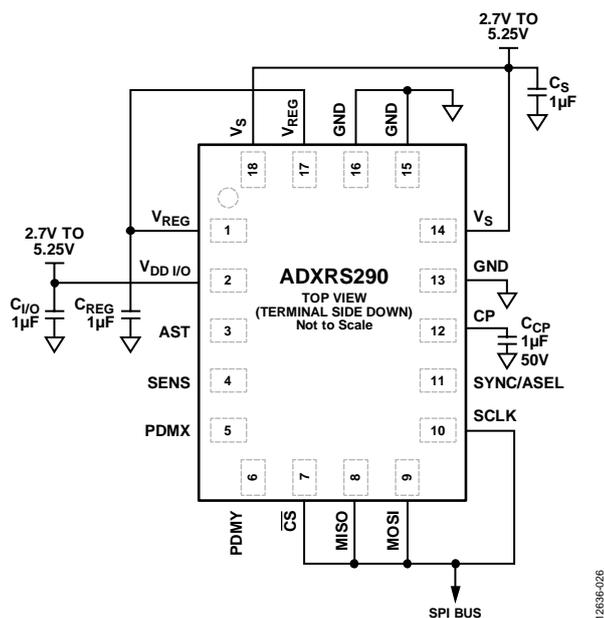


図 24.推奨アプリケーション回路

電源のデカップリング

多くのアプリケーションで、 V_S 、 V_{REG} 、 V_{DDIO} のバイパス・コンデンサ(図 24)を ADXRS290 電源ピンの近くに配置することで、ジャイロセンサーの電源ノイズを適切にデカップリングすることができます。ただし、内部クロック周波数またはその高調波にノイズが存在するアプリケーションでは、このノイズが角速度測定で誤差を発生させるため、電源バイパスにさらに注意が必要です。デカップリングの強化が必要な場合、 $10\ \Omega$ の抵抗またはフェライト・ビーズを V_S に直列に接続し、さらに V_S に大きなバイパス・コンデンサ(2.2 μF 以上)を追加すると、効果的です。

グラウンドを通るノイズは V_S を通るノイズと同じ影響を持つため、ADXRS290 グラウンドから電源グラウンドまでの接続を低インピーダンスにしてください。

電源シーケンス

インターフェース電圧レベルはインターフェース電源電圧 V_{DDIO} を使って設定します。この電源は ADXRS290 が通信バスと競合しないように入力する必要があります。単電源動作では、 V_{DDIO} をメイン電源 (V_S)と同じにすることができます。これに対して、両電源アプリケーションでは、所望のインターフェース電圧を使うために、 V_S と異なる V_{DDIO} を使用することができます。 V_S を加えると、デバイスは消費電力の小さいスタンバイ状態になります。デバイスは V_{DDIO} が加わるのを待ち、さらに測定モードを開始するコマンドを待ちます。レジスタ 0x10 (POWER_CTL)のビット B1 をセットすると、測定モードが開始されます。このビットをクリアすると、デバイスはスタンバイ状態に戻ります。スタンバイ・モードでは、消費電流は 80 μA (typ)に削減されます。スタンバイ・モードでは、シングル・アドレス SPI トランザクションのみが実行されます。このトランザクションには、1 個のレジスタへの読み書きが含まれますが、1 個のコマンドによる複数のレジスタに対する読み書きは含まれません。スタンバイ・モードでは、ジャイロセンサーの角速度出力は応答しません。オフセットが最終値の $\pm 1\%$ 以内に安定する測定モードへの遷移時間は、100 ms 以下です。

帯域幅の設定

ADXRS290 は、設定可能なバンドパス・フィルタを内蔵しています。このフィルタのハイパス極とローパス極は、表 5 と表 6 に示すように設定することができます。フィルタの周波数応答を図 25 と図 26 に示します。広帯域フィルタ・オプションの群遅延は 0.5 ms 以下です(フィルタ遅延については図 18 を参照)。パワーアップ時のフィルタのデフォルト状態は、ハイパス・フィルタとローパス・フィルタに対して、それぞれ DC と 480 Hz になります。

表 5.ローパス・フィルタの極位置

Bit 2 Filter	Bit 1 Filter	Bit 0 Filter	Frequency (Hz)
0	0	0	480 (Default)
0	0	1	320
0	1	0	160
0	1	1	80
1	0	0	56.6
1	0	1	40
1	1	0	28.3
1	1	1	20

表 6.ハイパス・フィルタの極位置

Bit 7 Filter	Bit 6 Filter	Bit 5 Filter	Bit 4 Filter	Frequency (Hz)
0	0	0	0	All pass (default)
0	0	0	1	0.011
0	0	1	0	0.022
0	0	1	1	0.044
0	1	0	0	0.087
0	1	0	1	0.175
0	1	1	0	0.350
0	1	1	1	0.700
1	0	0	0	1.400
1	0	0	1	2.800
1	0	1	0	11.30

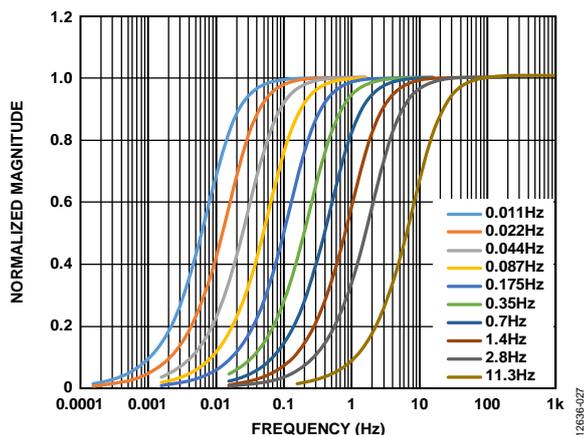


図 25.ハイパス・フィルタの周波数応答

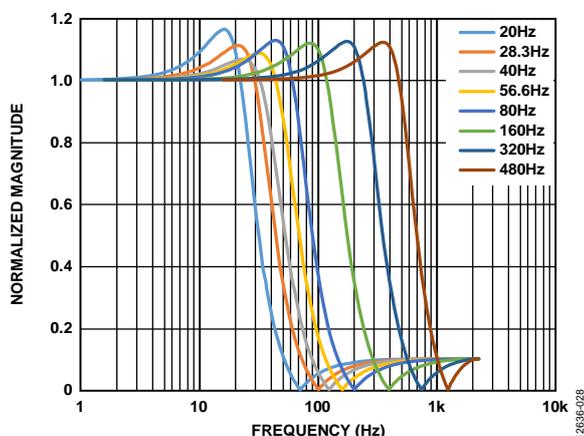


図 26.ローパス・フィルタの周波数応答

ハイパス・フィルタでのオフセット保存

ハイパス・フィルタの機能の 1 つはオフセットの除去です。ハイパス・フィルタは、オフセットを計算して、出力からそれを減算します。ハイパス・フィルタの設定を変更しても、出力は不変に維持されます。すなわち、フィルタはオフセット算出値を保存しています。ハイパス・フィルタは高速セトリング・オプションに設定することができます。そのため、ゼロ・オフセットに収束でき、その後にゼロ付近のオフセットを維持したまま、任意のハイパス・フィルタ・オプションに設定することができます。測定モードを終了すると、保存されたオフセットがクリアされます。

アナログ評価モード

ADXRS290 にはアナログ出力評価モードがあります。このモードでは、ADXRS290 の出力フォーマットは周波数 144 kHz のパルス密度変調されたデータ・ストリームになり、PDMX ピンと PDMY ピンから出力されます。PDMX ピンと PDMY ピンのハイ・レベル電圧とロー・レベル電圧は $V_{DD IO}$ に比例します。この信号はローパス・フィルタを使ってアナログ・ベースバンドへ復調することができます。144 kHz スwitching・ノイズの減衰を大きくすると同時にベースバンド信号の正常性を維持するためには高次のフィルタが必要です。3 次 Sallen-Key フィルタを使用する推奨アプリケーション回路を図 27 に示します。図 28 に、アナログ・モード動作での PDM 出力復調用の推奨ローパス・フィルタを示します。

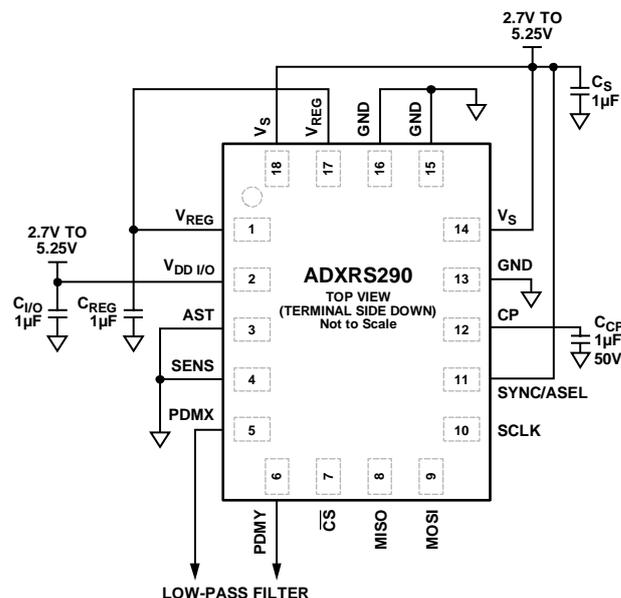


図 27.アナログ・モード動作に対する推奨アプリケーション回路

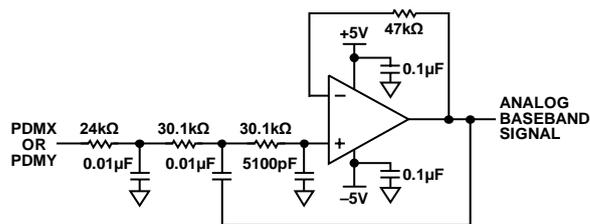


図 28. アナログ・モード動作での PDM 出力復調推奨ローパス・フィルタ

アナログ・モードでは、バンドパス・フィルタがディスエーブルされるため、デバイスをスタンバイ・モードにすることはできません。ADXRS290 への SPI 通信は使用可能ですが、必要ありません。このモードでの感度は 5 mV/%s です。

実装時の機構的な注意事項

ADXRS290 は、プリント回路ボード(PCB)をケースに固定する支持点近くの PCB へ実装する必要があります。支持されていない PCB ロケーションに ADXRS290 を実装すると (図 29 参照)、PCB 振動が抑制されないため大きな計測誤差が発生します。支持点近くに ADXRS290 を取り付けると、デバイスでの PCB 振動が MEMS エLEMENTの共振周波数の上になるため、実質的にデバイスに対する影響がなくなります。ジャイロセンサーに大きな衝撃または振動が加わるアプリケーションでは、実装位置に振動抑制材(ポリウレタンなど)を使用して振動を抑制してください。PCB を厚くすることは、システム共振による ADXRS290 性能への影響を小さくすることに役立ちます。

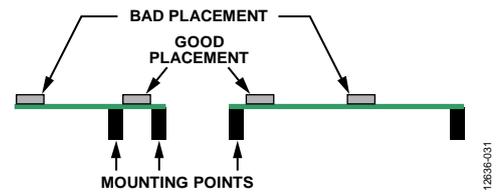


図 29.不適切に実装されたジャイロセンサーの 2 つの例

シリアル通信

デジタル・モードでは、ADXRS290 は 4 線式 SPI を使って交信し、スレーブとして動作します。ADXRS290 に対する書込み中に ADXRS290 からマスター・デバイスへ転送されるデータは、無視する必要があります。

図 30 の接続図に示すように、SPI 通信用に ADXRS290 の書込を行ってください。最大 SPI クロック速度は 5 MHz で、最大負荷は 12 pF です。タイミング方式は、クロック位相 (CPHA) = クロック極性 (CPOL) = 1 に従います。

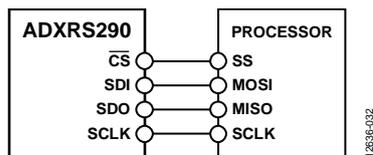


図 30.4 線式 SPI 接続

\overline{CS} はシリアル・ポート・イネーブル・ラインで、SPI マスターから制御されます。このラインは転送の開始でロー・レベルになり、転送の終わりでハイ・レベルになる必要があります(図 31 参照)。SCLK はシリアル・ポート・クロックで、SPI マスターから供給されます。送信がない間、 \overline{CS} がハイ・レベルのとき、

ハイ・レベルで停止します。SCLK の立上がりエッジで、データをサンプルすることができます。ADXRS290 がスタンバイ・モードでないかぎり、シングル送信で複数のバイトを読み書きすることができます。スタンバイ・モードでは、シングル・レジスタ・トランザクションのみサポートします。複数のコマンドで送信を行うときは、コマンド間で \overline{CS} ピンのアサートを解除する必要があります。1 MHz より高い SPI 動作の場合、 \overline{CS} ピンのアサートを解除するために、送信のレジスタ・アドレッシングの区間で 10 μ s の合計遅延を確保する必要があります。内蔵の電圧制御発振器を安定化させるために遅延が必要です。1 MHz 以下の SPI 動作では、通信レートが十分低いため、レジスタ書込みの間で十分な遅延が確保できます。

SPI の読出し動作と書込み動作は、16 クロック・サイクル以上で完了します(図 31 参照)。R/W ビットを 1 に設定すると読出し動作が、0 に設定すると書込み動作が、それぞれ指定されます。R/W = 0 (書込み)の場合、[D7:D0] データが[A6:A0] アドレスに基づきレジスタ・マップ内のデバイスに書込まれます。R/W = 1 (読出し)の場合、外部マスター・デバイスが[A6:A0] アドレスに基づいて[D7:D0] データを読出します。SPI 書込みと読出しの例を図 32 と 図 33 に示します。

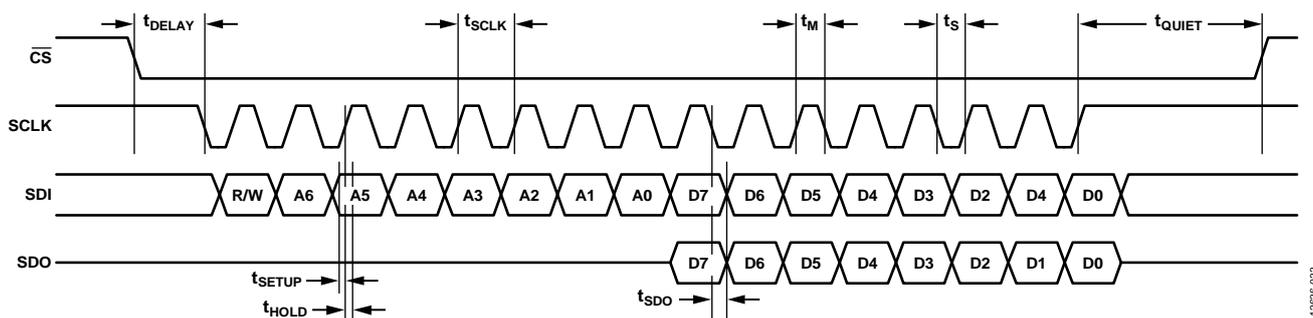


図 31. SPI のタイミング図

表 7. SPI のタイミング仕様 ($T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = V_{DD I/O} = 2.7 \text{ V}$)

Parameter	Limit	Unit	Description
f_{SCLK}	5	MHz max	SPI clock frequency
t_{SCLK}	200	ns min	$1/(SPI \text{ clock frequency})$, mark/space ratio for the SCLK input is 40/60 to 60/40
t_{DELAY}	200	ns min	\overline{CS} falling edge to SCLK falling edge
t_{QUIET}	200	ns min	SCLK rising edge to \overline{CS} rising edge
t_S	$0.4 \times t_{SCLK}$	ns min	SCLK low pulse width (space)
t_M	$0.4 \times t_{SCLK}$	ns min	SCLK high pulse width (mark)
t_{SDO}	20	ns max	SCLK falling edge to SDO transition
t_{SETUP}	10	ns min	SDI valid before SCLK rising edge
t_{HOLD}	10	ns min	SDI valid after SCLK rising edge

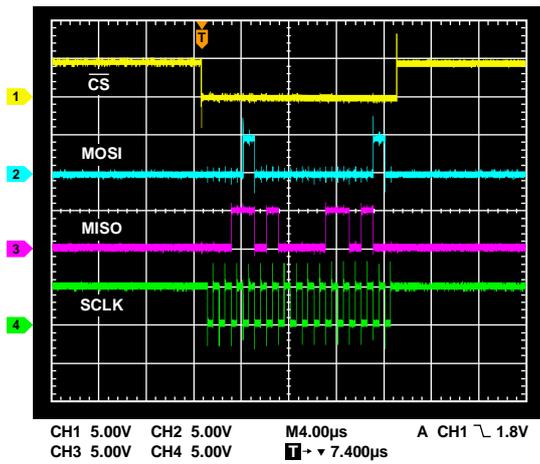


図 32.SPI 書き込み例: レジスタ 0x10 への書き込み
(0x02 へ書込を行い測定モードを開始)

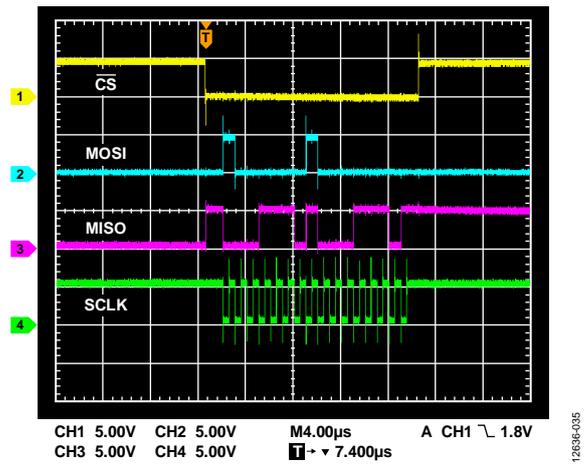


図 33.SPI 読み出し例: レジスタ 0x01 の読み出し
(出力 = 0x1D)

レジスタ・マップ

表 8.

Register No. (Hex)	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset	R/W
0x00	ADI_ID	ADI_ID[7:0]							10101101		R
0x01	MEMS_ID	MEMS_ID[7:0]							00011101		R
0x02	DEV_ID	DEV_ID[7:0]							10010010		R
0x03	REV_ID	REV_ID[7:0]							00001001		R
0x04	SN0	SN[7:0]							SN[7:0]		R
0x05	SN1	SN[15:8]							SN[15:8]		R
0x06	SN2	SN[23:16]							SN[23:16]		R
0x07	SN3	SN[31:24]							SN[31:24]		R
0x08	DATA_X0	X0[7:0]							00000000		R
0x09	DATA_X1	X1[15:8]							00000000		R
0x0A	DATA_Y0	Y0[7:0]							00000000		R
0x0B	DATA_Y1	Y1[15:8]							00000000		R
0x0C	TEMP0	TEMP[7:0]							00000000		R
0x0D	TEMP1	0	0	0	0	TEMP[11:8]			00000000	R	
0x0E	Reserved	Reserved[7:0]							00000000		R
0x0F	Reserved	Reserved[7:0]							00000011		R
0x10	POWER_CTL	0	0	0	0	0	0	Measurement	TSM	00000000	R/W
0x11	Filter	HPF[3:0]				0	LPF[2:0]			00000000	R/W
0x012	DATA_READY	0	0	0	0	0	0	Sync[1:0]		00000000	R/W

レジスタの説明

このセクションでは ADXRS290 レジスタの機能を説明します。ADXRS290 は、表 8 のリセット列に示すデフォルト・レジスタ値でパワーアップします。

アナログ・デバイス識別子

表 9. レジスタ 0x00、ADI_ID (読出し専用)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1	0	1	0	1	1	0	1

ADI_ID レジスタは、固定コード 0xAD を格納しています。

MEMS 識別子

表 10. レジスタ 0x01、MEMS_ID (読出し専用)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	1	1	1	0	1

MEMS_ID レジスタは、固定コード 0x1D を格納しています。

デバイス識別子

表 11. レジスタ 0x02、DEV_ID (読出し専用)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1	0	0	1	0	0	1	0

DEV_ID レジスタは固定コード 0x92 を格納しています。

シリコン・レビジョン番号

表 12. レジスタ 0x03、REV_ID (読出し専用)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	0	1	0	0	1

REV_ID レジスタは、各後続シリコン・レビジョンでインクリメントされるレビジョン ID コードを格納しています。

シリアル番号 (SNx)

これらの 4 バイト (レジスタ 0x04～レジスタ 0x07) は、デバイスの固有のシリアル番号を格納しています。

レート出力データ

レジスタ 0x08～レジスタ 0x0B: DATA0、DATA1、DATAY0、DATAY1 (読出し専用)

これらの 4 バイト (レジスタ 0x08～レジスタ 0x0B) は、各軸のレート出力データを格納します。レジスタ 0x08 とレジスタ 0x09 は x 軸出力データを、レジスタ 0x0A とレジスタ 0x0B は y 軸出力データを、それぞれ格納します。出力データは 2 の補数で書込まれます。各 2 バイト・セットでは、DATAx0 は最下位バイトで、DATAx1 は最上位バイトです。ここで、x は x 軸または y 軸を表します。シーケンシャルなレジスタ読出しの間のデータ変化を防止するため、全レート出力データ・レジスタの複数バイト読出しを実行してください。

温度データ

レジスタ 0x0C～レジスタ 0x0D: TEMP0 と TEMP1 (読出し専用)

これらの 2 バイトは、2 の補数で書込まれた温度出力データを格納します。レジスタ 0x0C は 12 ビット温度測定値のビット[7:0]を、レジスタ 0x0D はビット[11:8]を、それぞれ格納します。同時点の温度と出力データが必要な場合は、TEMP1:TEMP0 レジスタ、DATA1:DATA0 レジスタ、DATAY1:DATAY0 レジスタの複数バイト読出しを実行してください。温度測定値のスケール・ファクタは 10 LSB/°C で、0 コードは 0°C に対応します。

電源制御

表 13. レジスタ 0x10、POWER_CTL (読み書き可能)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	0	0	0	Measurement	TSM

TSM ビット

TSM ビットは、温度センサーを制御します。このビットのデフォルト値は 0 (温度センサーはオフ) で、このビットに 1 を設定すると、温度センサーがイネーブルされます。

測定ビット

ADXRS290 をスタンバイ・モードに設定するときは、測定ビットに 0 を設定します。ADXRS290 を測定モードに設定するときは、このビットに 1 を設定します。

ADXRS290 はスタンバイ・モードでパワーアップし、消費電流は 80 μ A (typ) です。

バンドパス・フィルタ

表 14. レジスタ 0x11、フィルタ (読み書き可能)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
HPF[3:0]				0	LPF[2:0]		

LPF ビット

この 3 ビットの LPF ビットは、ローパス・フィルタの極を決定します (表 5 参照)。

HPF ビット

この 4 ビットの HPF ビットは、ハイパス・フィルタの極を決定します (表 6 参照)。

データ・レディ

表 15. レジスタ 0x12、DATA_READY (読み書き可能)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	0	0	0	Sync[1:0]	

同期ビット

新しいデータが使用可能になったとき SYNC/ASEL ピンにデータ・レディ割込みを発生させるときは、同期ビットに 01 を設定します。

表 16. SYNC ピンの機能

Bit 1	Bit 0	Description
X	0	Read for analog enable
0	1	Data ready out, high until read

ハンダ処理の推奨プロファイル

図 34 と表 17 に、推奨ハンダ処理プロファイルを示します。

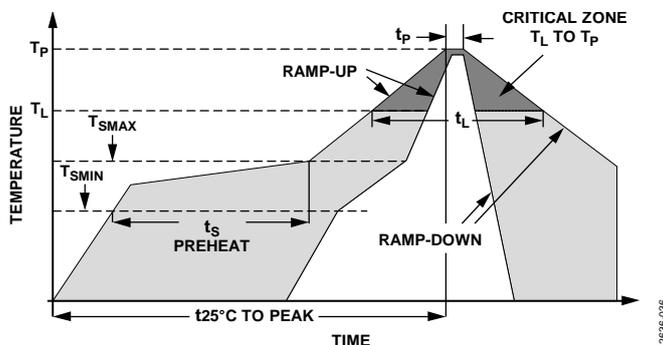


図 34.ハンダ処理の推奨プロファイル

表 17.ハンダ処理の推奨プロファイル^{1,2}

Profile Feature	Condition	
	Sn63/Pb37	Pb-Free
Average Ramp Rate from Liquid Temperature (T_L) to Peak Temperature (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 from T_{SMIN} to T_{SMAX} (t_s)	60 seconds to 120 seconds	60 seconds to 180 seconds
T_{SMAX} to T_L Ramp-Up Rate	3°C/second maximum	3°C/second maximum
Liquid Temperature (T_L)	183°C	217°C
Time Maintained Above T_L (t_L)	60 seconds to 150 seconds	60 seconds to 150 seconds
Peak Temperature (T_P)	240 + 0/-5°C	260 + 0/-5°C
Time of Actual $T_P - 5^\circ\text{C}$ (t_p)	10 seconds to 30 seconds	20 seconds to 40 seconds
Ramp-Down Rate	6°C/sec maximum	6°C/sec maximum
Time 25°C to Peak Temperature	6 minutes maximum	8 minutes maximum

¹ JEDEC 規格 J-STD-020D.1 に基づきます。

² 最適結果を得るためには、ハンダ処理プロファイルは使用するハンダ・ペーストのメーカー推奨事項に従う必要があります。

PCB フットプリント・パターン

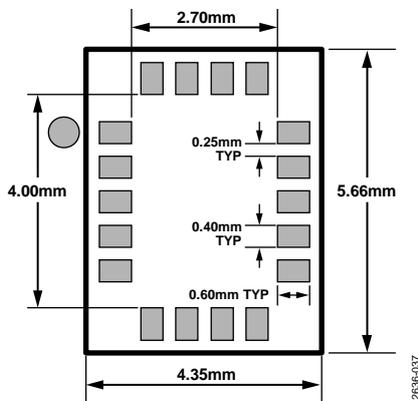
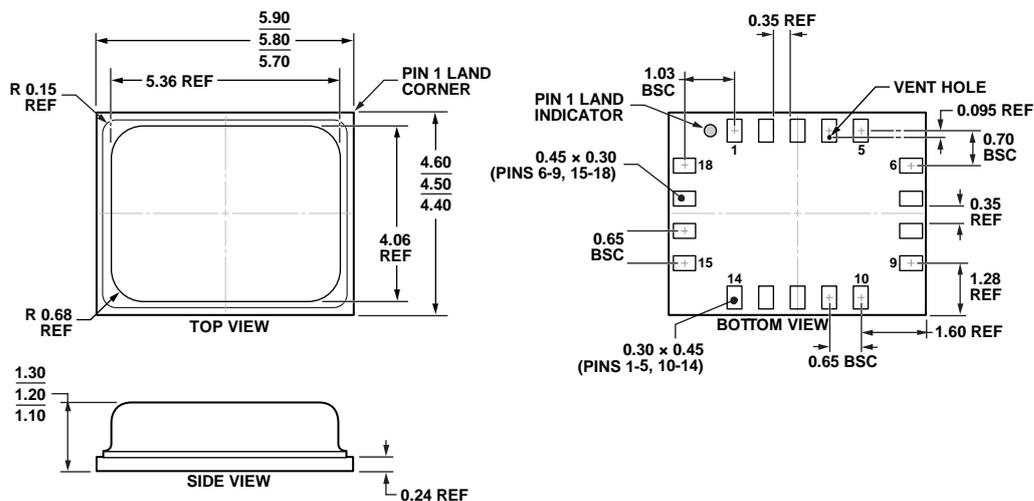


図 35.PCB フットプリント・パターンと寸法

外形寸法



04-26-2012A

図 36.18 端子チップ・アレイ・スモール・アウトライン・リードなしキャビティ [LGA_CAV]
 5.80 mm × 4.50 mm ボディ
 (CE-18-2)
 寸法: mm

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADXRS290BCEZ	-25°C to +85°C	18-Terminal Chip Array Small Outline No Lead Cavity [LGA_CAV]	CE-18-2
ADXRS290BCEZ-RL	-25°C to +85°C	18-Terminal Chip Array Small Outline No Lead Cavity [LGA_CAV]	CE-18-2
ADXRS290BCEZ-RL7	-25°C to +85°C	18-Terminal Chip Array Small Outline No Lead Cavity [LGA_CAV]	CE-18-2
EVAL-ADXRS290Z		Breakout Evaluation Board	
EVAL-ADXRS290Z-M		Analog Devices Inertial Sensor Evaluation System, which includes a socket version of the satellite (ADXRS290-S) board	
EVAL-ADXRS290Z-S		ADXRS290 Satellite, Standalone Socket Version	
EVAL-ADXRS290Z-M2		Analog Devices Inertial Sensor Evaluation System, which includes a soldered version of the satellite (ADXRS290-S2) board	
EVAL-ADXRS290Z-S2		ADXRS290 Satellite, Standalone Soldered Version	

¹ Z = RoHS 準拠製品。