

### 特長

すべてを備えた完結型のシングル・チップ・レート・ジャイロセンサー

Z軸(ヨー・レート)応答

広い周波数で高い振動除去機能

2000 gの耐衝撃性

電源基準の比例測定

5 Vの単電源動作

105°C動作

デジタル・コマンドによるセルフテスト

超小型軽量: 0.15 cc 以下、0.5 グラム以下

温度センサー出力

RoHs 準拠製品

車載アプリケーション用に認定済み

### アプリケーション

車体転覆の検出

慣性計測ユニット

プラットフォームの安定化

### 概要

ADXRS622 は、完結的な角速度センサー (ジャイロセンサー) です。このデバイスでは、必要なすべての電子回路をワンチップに内蔵した、完結的な機能を持つ低価格角速度センサーを製造するためにアナログ・デバイセズの表面マイクロマシニング・プロセスを採用しています。このデバイスの製造技術は、高信頼の車載エアバッグ加速度計で使用した量産用 BiMOS プロセスと同じです。

ADXRS622 は車載グレードのジャイロセンサーであり、提供中の工業用グレード ADXRS652 ジャイロセンサーと、ピン、パッケージ、温度、機能とも 100% の互換性があります。車載グレードのジャイロセンサーでは、車載テストのため保証する最小/最大仕様を拡大しています。

出力信号 RATEOUT (1B、2A)は、パッケージの上面に垂直な軸を中心とする角速度に比例する電圧です。出力は、供給されるリファレンス電源を基準とする比例測定値です。外付けコンデンサにより帯域幅を設定します。動作のためのその他の外付けコンデンサが必要です。

温度出力が補償技術のために用意してあります。2本のデジタル・セルフテスト入力は、両センサーと信号コンデショニング回路の正常動作をテストするため、センサーを電子機械的に励起します。ADXRS622 は、7 mm × 7 mm × 3 mm の BGA チップスケール・パッケージを採用しています。

### 機能ブロック図

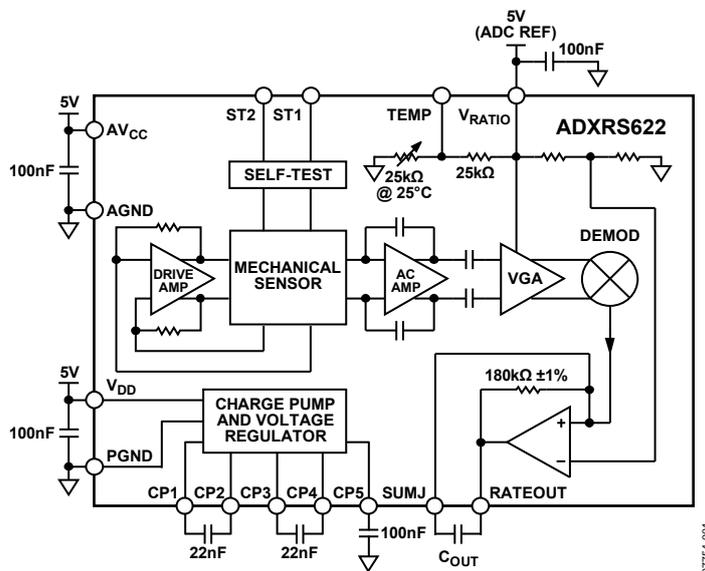


図 1.

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、各社の所有に属します。  
※日本語データシートは 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。  
©2009–2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. C

## 目次

特長.....	1	動作原理.....	9
アプリケーション.....	1	帯域幅の設定.....	9
概要.....	1	温度出力とキャリブレーション.....	9
機能ブロック図.....	1	性能キャリブレーション.....	9
改訂履歴.....	2	ADXRS622 と電源比例測定.....	10
仕様.....	3	ヌル調整.....	10
絶対最大定格.....	4	セルフテスト機能.....	10
レート検出軸.....	4	連続セルフテスト.....	10
ESD の注意.....	4	外形寸法.....	11
ピン配置およびピン機能説明.....	5	オーダー・ガイド.....	11
代表的な性能特性.....	6	車載製品.....	11

## 改訂履歴

### 9/10—Rev. B to Rev. C

Changes to Ordering Guide.....	11
--------------------------------	----

### 8/10—Rev. A to Rev. B

Changes to Features Section and General Description Section.....	1
Added Automotive Applications Section.....	11

### 2/10—Rev. 0 to Rev. A

Updated Outline Dimensions.....	11
Changes to Ordering Guide.....	11

### 2/09—Revision 0: Initial Version

## 仕様

すべての最小仕様と最大仕様を保証します。typ仕様は保証しません。

特に指定がない限り、 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ 、 $V_S = AV_{CC} = V_{DD} = 5\text{ V}$ 、 $V_{\text{RATIO}} = AV_{CC}$ 、角速度 =  $0^{\circ}/\text{sec}$ 、帯域幅 = 80 Hz ( $C_{\text{OUT}} = 0.01\ \mu\text{F}$ )、 $I_{\text{OUT}} = 100\ \mu\text{A}$ 、 $\pm 1\ g_0$

表 1.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
SENSITIVITY <sup>1</sup>	Clockwise rotation is positive output				
Measurement Range <sup>2</sup>	Full-scale range over specifications range	±250	±300		$^{\circ}/\text{sec}$
Initial and Over Temperature	$-40^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$	6.2	7.0	7.8	$\text{mV}/^{\circ}/\text{sec}$
Temperature Drift <sup>3</sup>			±2		%
Nonlinearity	Best fit straight line		0.1		% of FS
NULL <sup>1</sup>					
Null	$-40^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$	2.15	2.5	2.85	V
Linear Acceleration Effect	Any axis		0.1		$^{\circ}/\text{sec}/g$
NOISE PERFORMANCE					
Rate Noise Density	$T_A \leq 25^{\circ}\text{C}$		0.06		$^{\circ}/\text{sec}/\sqrt{\text{Hz}}$
FREQUENCY RESPONSE					
Bandwidth <sup>4</sup>		0.01		2500	Hz
Sensor Resonant Frequency		12	14.5	17	kHz
SELF-TEST <sup>1</sup>					
ST1 RATEOUT Response	ST1 pin from Logic 0 to Logic 1	-750	-525	-300	mV
ST2 RATEOUT Response	ST2 pin from Logic 0 to Logic 1	300	525	750	mV
ST1 to ST2 Mismatch <sup>5</sup>		-5		+5	%
Logic 1 Input Voltage		3.3			V
Logic 0 Input Voltage				1.7	V
Input Impedance	To common	40	50	100	k $\Omega$
TEMPERATURE SENSOR <sup>1</sup>					
$V_{\text{OUT}}$ at $25^{\circ}\text{C}$	Load = 10 M $\Omega$	2.35	2.5	2.65	V
Scale Factor <sup>6</sup>	@ $25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{RATIO}} = 5\text{ V}$		9		$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
Load to $V_S$			25		k $\Omega$
Load to Common			25		k $\Omega$
TURN-ON TIME	Power on to $\pm 1/2^{\circ}/\text{sec}$ of final			50	ms
OUTPUT DRIVE CAPABILITY					
Current Drive	For rated specifications			200	$\mu\text{A}$
Capacitive Load Drive				1000	pF
POWER SUPPLY					
Operating Voltage ( $V_S$ )		4.75	5.00	5.25	V
Quiescent Supply Current			3.5	4.5	mA
TEMPERATURE RANGE					
Specified Performance		-40		+105	$^{\circ}\text{C}$

<sup>1</sup> パラメータは  $V_{\text{RATIO}}$  に比例します。

<sup>2</sup> 測定範囲は、5 V 電源での出力振幅範囲、初期オフセット、感度、オフセット・ドリフト、感度ドリフトを含む可能な最大範囲です。

<sup>3</sup>  $+25^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$  または  $+25^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ 。

<sup>4</sup> 外付けコンデンサ  $C_{\text{OUT}}$  で調整します。0.01 Hz より低く帯域幅を小さくしても、ノイズは改善されません。

<sup>5</sup> セルフテスト・ミスマッチは、 $(ST2 + ST1)/((ST2 - ST1)/2)$  で表されます。

<sup>6</sup>  $25^{\circ}\text{C}$  から  $26^{\circ}\text{C}$  への温度変化のスケール・ファクタ。  $V_{\text{TEMP}}$  は  $V_{\text{RATIO}}$  に比例します。詳細については、温度出力とキャリブレーションのセクション参照。

## 絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Acceleration (Any Axis, 0.5 ms)	
Unpowered	2000 g
Powered	2000 g
$V_{DD}$ , $AV_{CC}$	-0.3 V to +6.0 V
$V_{RATIO}$	$AV_{CC}$
ST1, ST2	$AV_{CC}$
Output Short-Circuit Duration (Any Pin to Common)	Indefinite
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°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ます。

硬い表面への落下により 2000 g 以上の衝撃が加わり、デバイスの絶対最大定格を超えることがあります。損傷を避けるよう取り扱いには注意してください。

## レート検出軸

ADXRS622 は、Z 軸レート検出デバイスです (ヨー・レート検出デバイスとも呼ばれます)。このデバイスは、パッケージ上面に対して垂直な軸を中心とする時計廻り、すなわちパッケージの上から見下ろして時計廻りの回転に対して正向き出力電圧を発生します。

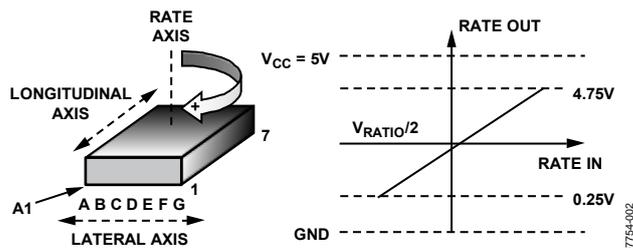


図 2. 時計廻りの回転に対して増加する RATEOUT 信号

## 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

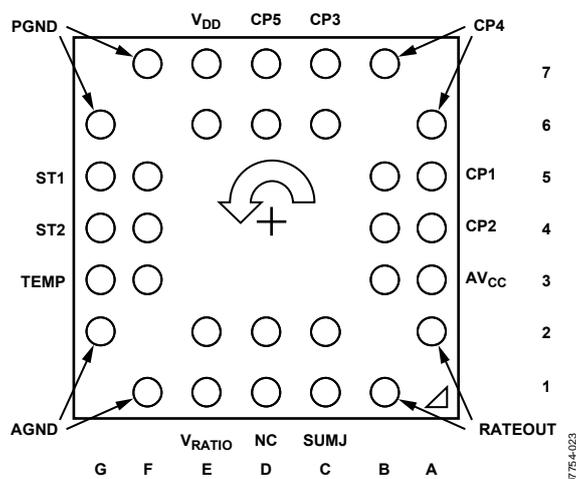


図 3. ピン配置

表 3. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
6D、7D	CP5	HV フィルタ・コンデンサ (0.1 $\mu$ F)。
6A、7B	CP4	チャージポンプ・コンデンサ (22 nF)。
6C、7C	CP3	チャージポンプ・コンデンサ (22 nF)。
5A、5B	CP1	チャージポンプ・コンデンサ (22 nF)。
4A、4B	CP2	チャージポンプ・コンデンサ (22 nF)。
3A、3B	AV <sub>CC</sub>	正アナログ電源。
1B、2A	RATEOUT	レート信号出力。
1C、2C	SUMJ	出力アンプ加算ジャンクション。
1D、2D	NC	未接続。
1E、2E	V <sub>RATIO</sub>	比例測定出力用のリファレンス電源。
1F、2G	AGND	アナログ電源リターン。
3F、3G	TEMP	温度電圧出力。
4F、4G	ST2	センサー 2 のセルフテスト。
5F、5G	ST1	センサー 1 のセルフテスト。
6G、7F	PGND	チャージポンプ電源リターン。
6E、7E	V <sub>DD</sub>	正チャージポンプ電源。

## 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プロットに対して N > 1000。

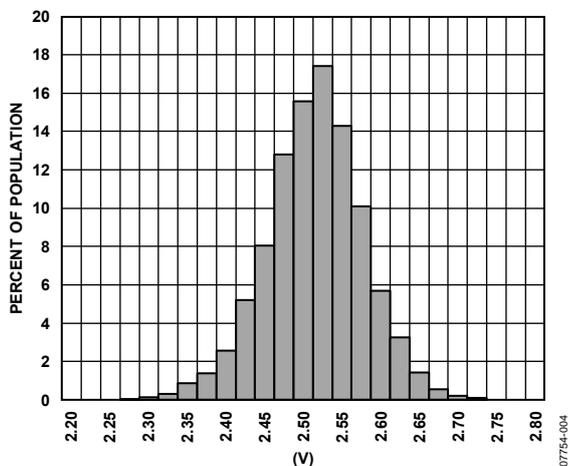


図 4. 25°C でのヌル出力 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

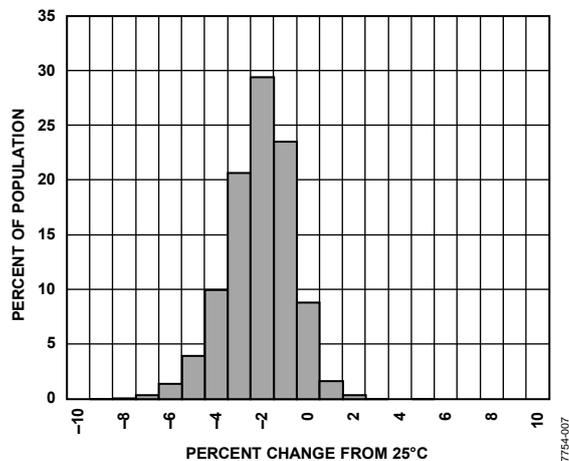


図 7. 感度ドリフトの温度特性

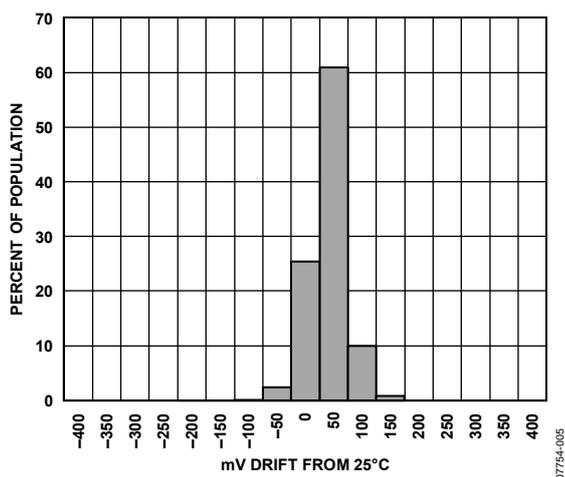


図 5. ヌル・ドリフトの温度特性 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

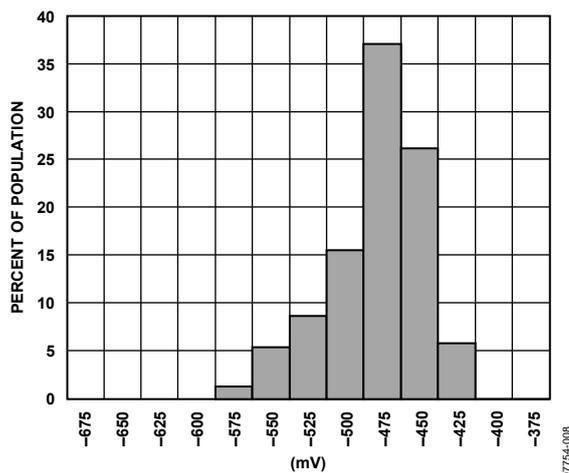


図 8. 25°C での ST1 出力変化 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

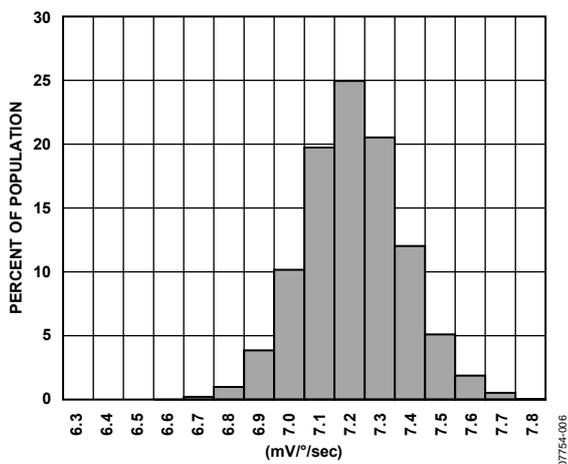


図 6. 25°C での感度 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

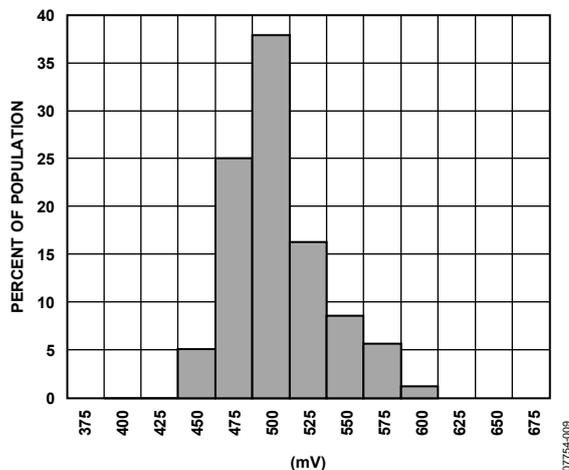


図 9. 25°C での ST2 出力変化 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

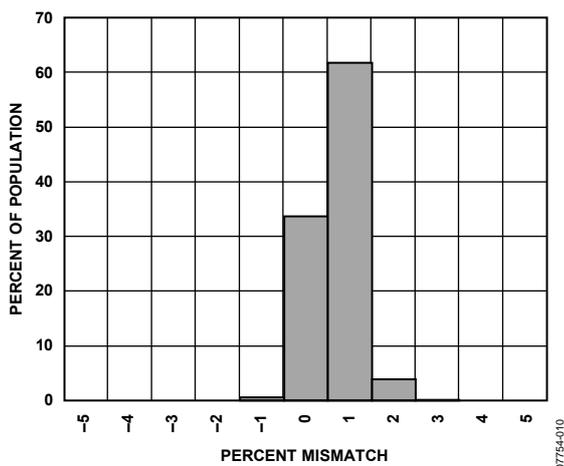


図 10. 10.25°C でのセルフテスト不一致 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

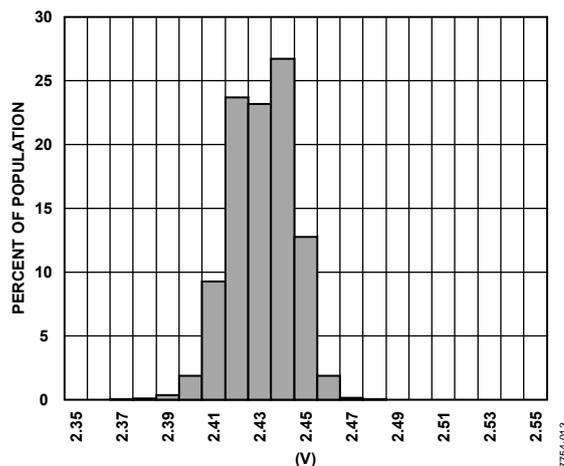


図 13. 13.25°C での  $V_{TEMP}$  出力 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

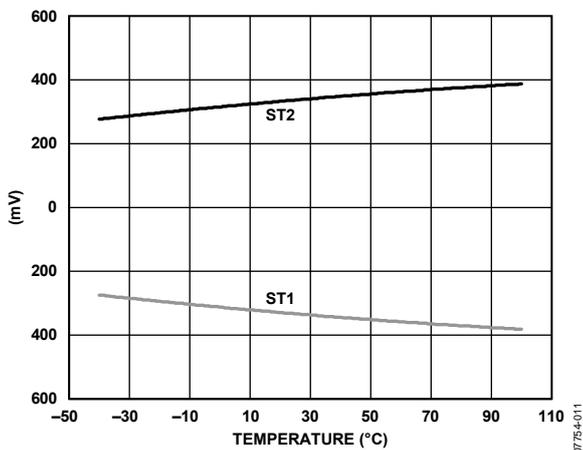


図 11. セルフテスト変化の温度特性

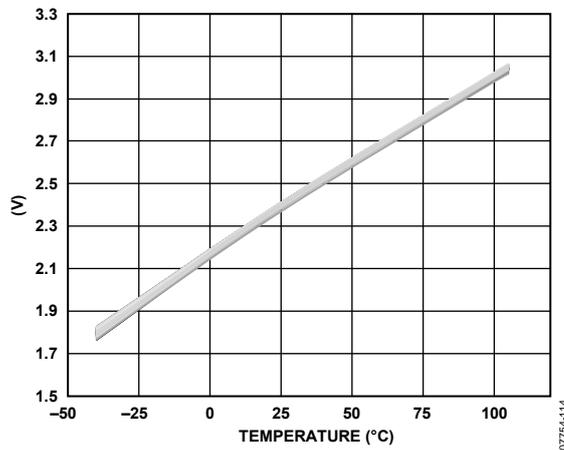


図 14.  $V_{TEMP}$  出力の温度特性、デバイス 256 個 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

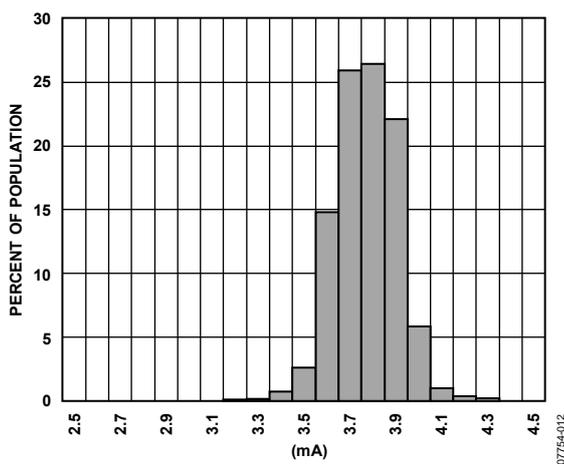


図 12. 25°C での消費電流 ( $V_{RATIO} = 5 V$ )

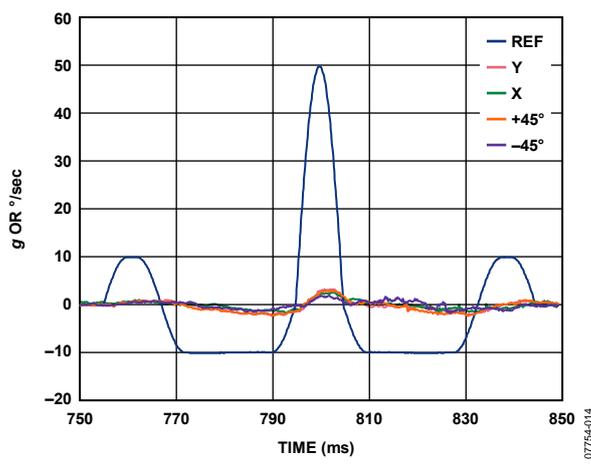


図 15. 50 g、10 ms パルスに対する g および  $g \times g$  感度

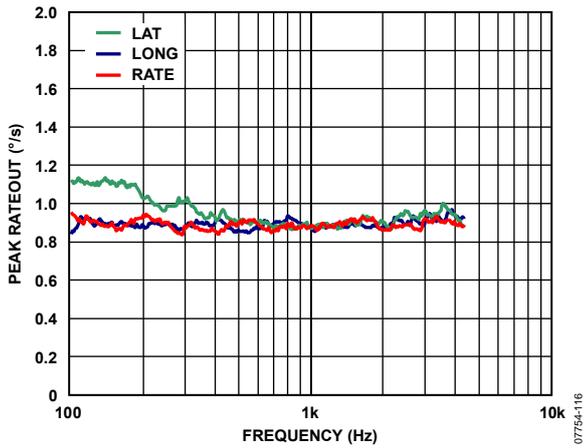


図 16.10 g 正弦波振動に対する応答 (センサー帯域幅 = 40 Hz)

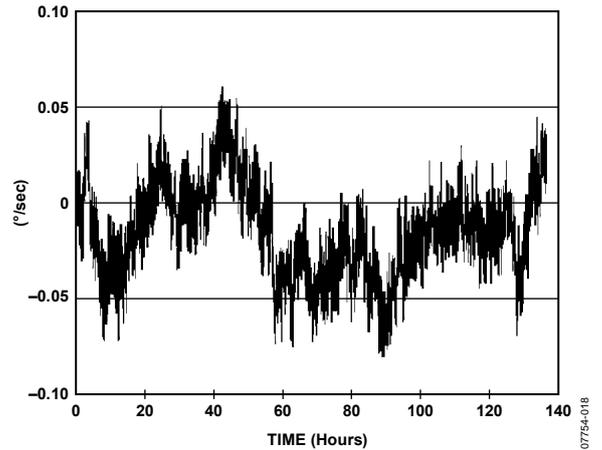


図 19.140 時間 90 sec ノル平均累積でのシフト

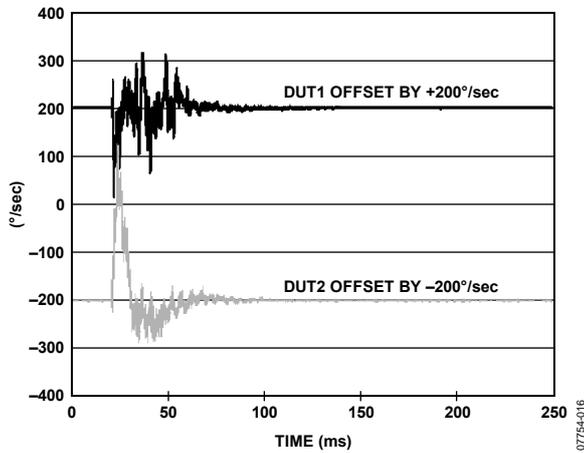


図 17.高 g (2500 g) 衝撃応答(センサー帯域幅 = 40 Hz)

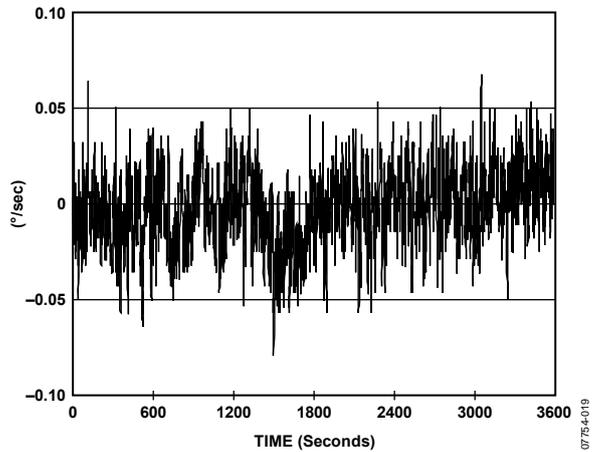


図 20.短時間ノルのシフト (帯域幅 = 1 Hz)

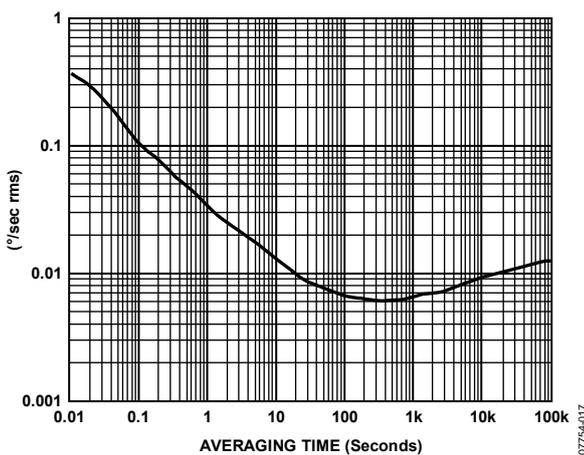


図 18.平均時間対 25°C での平方根アラン偏差

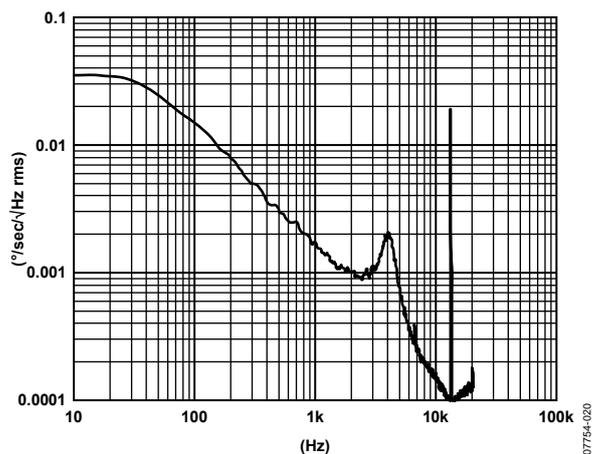


図 21.ノイズ・スペクトル密度 (帯域幅 = 40 Hz)

## 動作原理

ADXRS622 は、共振子ジャイロの原理で動作します。2つのポリシリコン検出構造は各々電磁氣的に駆動されて共振するディザ・フレームを含みます。このディザ・フレームは、回転中にコリオリ力を発生するために必要な運動を発生します。ディザ運動に直角に、各フレームの最も外側の2つには可動フィンガーがあり、これらは固定ピックオフ・フィンガーの間に配置されています。これらから得られた信号は一連のゲイン・ステージと復調ステージに入力されて、電気レート信号出力を発生します。デュアル・センサー・デザインにより外部 g 力と振動が除去されます。信号コンデショニング回路付きのセンサーを構成することにより、ノイズの多い環境で信号インテグリティを維持します。

電磁共振子の動作には 18 V～20 V 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、チャージ・ポンプを内蔵しています。外部に 18 V～20 V 電源がある場合、CP1～CP4 の 2 個のコンデンサは不要となり、この外部電源は CP5 ピン (6D、7D) に接続することができます。ADXRS622 に電源を加えるとき、CP5 をグラウンドへ接続できないことに注意してください。損傷していない場合でも、ADXRS622 から電源を先に切り離さなかつた場合、グラウンドから切り離れた後に、ある条件下でチャージ・ポンプが起動できないことがあります。

## 帯域幅の設定

外付けコンデンサ  $C_{OUT}$  と内蔵抵抗  $R_{OUT}$  との組み合わせを使って、ADXRS622 レート応答の帯域幅を制限するローパス・フィルタを構成します。 $R_{OUT}$  と  $C_{OUT}$  により設定される -3 dB 周波数は、

$$f_{OUT} = 1 / (2 \times \pi \times R_{OUT} \times C_{OUT})$$

$R_{OUT}$  は製造時に  $180 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  に調整されているため、精度は維持できます。RATEOUT ピン (1B、2A) と SUMJ ピン (1C、2C) の間に接続される外付け抵抗は、

$$R_{OUT} = (180 \text{ k}\Omega \times R_{EXT}) / (180 \text{ k}\Omega + R_{EXT})$$

一般に、ジャイロの 14 kHz 共振周波数で復調スパイクから発生する高周波ノイズを減衰させるためハードウェア・フィルタまたはソフトウェア・フィルタが追加されます。14 kHz のノイズ・スパイクは、電力スペクトル密度カーブに明らかに見られます (図 21 参照)。一般に、この追加フィルタのコーナー周波数は、優れた位相応答を維持するため所要帯域幅の 5 倍以上に設定されます。

に、40 Hz 帯域幅に設定された ADXRS622 の出力に 250 Hz フィルタを追加した場合の効果を示します (図 21 参照)。高周波復調の折り返し成分は約 18 dB 減衰しています。

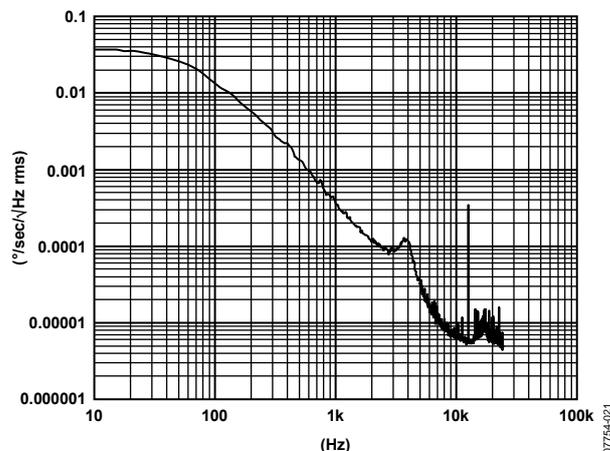


図 22. 250 Hz フィルタを追加した場合のノイズ・スペクトル密度

## 温度出力とキャリブレーション

全体精度を向上させるためのジャイロの温度キャリブレーションは、一般的なことです。ADXRS622 は温度に比例する電圧出力を持っているため、このようなキャリブレーション方法に対する入力として使うことができます。温度センサーの構造を図 23 に示します。温度出力特性は非直線的であるため、TEMP 出力に接続する負荷抵抗により TEMP 出力と温度係数が小さくなります。このため、出力にバッファを使用することが推奨されます。

TEMP ピン (3F、3G) の電圧は 25°C で公称 2.5 V であり、 $V_{RATIO} = 5 \text{ V}$  です。温度係数は 25°C で約  $9 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  です。TEMP 出力の再現性は良いですが、絶対精度は高くありません。

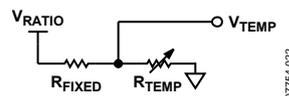


図 23. ADXRS622 の温度センサー構造

## 性能キャリブレーション

3 ポイント・キャリブレーション手法を使うと、ADXRS622 のスルと感度ドリフトをキャリブレーションして全体精度を約 200°/時間にすることができます。ポイント数を増やすと、全体精度を 40°/時間以上にすることができます。

デバイス帯域幅を制限すると、キャリブレーション・プロセス時にフラット・バンド・ノイズが小さくなるため、各キャリブレーション・ポイントでの測定精度が良くなります。

## ADXRS622 と電源比例測定

ADXRS622 の RATEOUT 信号と TEMP 信号は  $V_{RATIO}$  電圧に比例します。すなわち、ヌル電圧、レート感度、温度出力が  $V_{RATIO}$  に比例します。このため、ADXRS622 は電源比例の A/D コンバータ (ADC) と組み合わせて使うことが最も容易です。この ADC では小さな電源変動によりセルフ・キャリブレーション誤差が発生します。

非比例動作から発生する小さな誤差もあります。ヌル、感度、セルフテスト、温度出力の比例測定誤差 (typ 値) を、表 4 に示します。

$V_{RATIO}$  は  $AV_{CC}$  を超えることができないことに注意してください。

表 4. 様々なパラメータの比例測定誤差

Parameter	$V_S = V_{RATIO} = 4.85\text{ V}$	$V_S = V_{RATIO} = 5.15\text{ V}$
ST1		
Mean	0.3%	0.09%
Sigma	0.21%	0.19%
ST2		
Mean	-0.15%	-0.2%
Sigma	0.22%	0.2%
Null		
Mean	-0.3%	-0.05%
Sigma	0.2%	0.08%
Sensitivity		
Mean	0.003%	-0.25%
Sigma	0.06%	0.06%
$V_{TEMP}$		
Mean	-0.2%	-0.04%
Sigma	0.05%	0.06%

## ヌル調整

公称 2.5 V のヌルは、RATEOUT (1B、2A) での対称な振幅範囲の場合ですが、アプリケーションによっては、非対称出力振幅が適している場合があります。ヌル調整は、適切な電流を SUMJ (1C、2C) へ入力することにより可能です。電源の乱れにより、ヌルの不安定性が生ずることがあることに注意してください。特にこの場合には、デジタル電源ノイズを避けてください。

## セルフテスト機能

ADXRS622 は、角速度を加えたかのように各検出構造と対応する電子回路を起動するセルフテスト機能を内蔵しています。この機能は、入力 ST1 (5F、5G)、入力 ST2 (4F、4G)、または両方に入力する標準のロジック・ハイ・レベルで起動されます。ST1 により RATEOUT の電圧が約 -0.5 V 変化し、ST2 により +0.5 V 逆向きに変化します。セルフテスト応答はパッケージ周囲の粘度温度依存性 (約 0.25%/°C) に従います。

ST1 と ST2 を同時にアクティブにしても損傷を与えません。ST1 と ST2 は非常によく一致していますが (±5%)、両方を同時にアクティブにすると、セルフテスト・ミスマッチの度合に比例する小さな見かけ上のヌル・バイアス・シフトが発生します。

ST1 ピンと ST2 ピンに  $V_{RATIO}$  と等しい電圧を加えると、ST1 と ST2 がアクティブになります。ST1 と ST2 に加える電圧は  $AV_{CC}$  を超えることはできません。

## 連続セルフテスト

ADXRS622 のワンチップへの集積により、他の量産方法に比べて高い信頼性が得られます。さらに、フィールドで実績のある高信頼の BIMOS プロセスで製造されています。その他の故障検出方法として、パワーオン・セルフテストを行うことができます。ただし、アプリケーションによっては、レート検出中の連続セルフテストを保証することがあります。連続セルフテスト技術の説明については、AN-768 アプリケーション・ノートも参照してください。

## 外形寸法

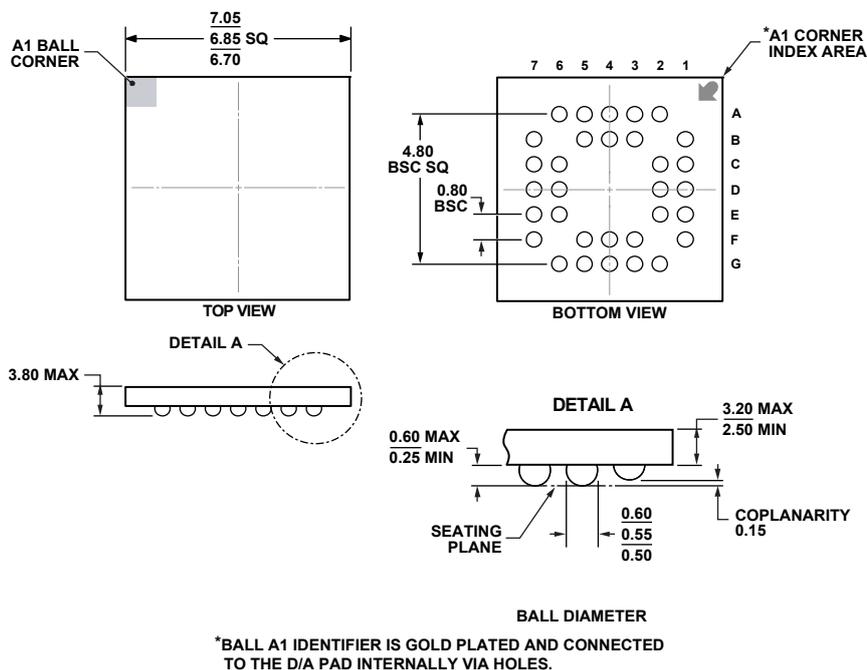


図 24. 32 ピン・セラミック・ボール・グリッド・アレイ [CBGA]  
(BG-32-3)  
寸法: mm

## オーダー・ガイド

Model <sup>1,2</sup>	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADXRS622BBGZ	-40°C to +105°C	32-Lead Ceramic Ball Grid Array [CBGA]	BG-32-3
ADXRS622BBGZ-RL	-40°C to +105°C	32-Lead Ceramic Ball Grid Array [CBGA]	BG-32-3
ADXRS622WBBGZA	-40°C to +105°C	32-Lead Ceramic Ball Grid Array [CBGA]	BG-32-3
ADXRS622WBBGZA-RL	-40°C to +105°C	32-Lead Ceramic Ball Grid Array [CBGA]	BG-32-3
EVAL-ADXRS622Z		Evaluation Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。

<sup>2</sup> W = 車載アプリケーション用に認定済み。

## 車載製品

ADXRS622W モデルは、車載アプリケーションの品質と信頼性の要求をサポートするため管理した製造により提供しています。これらの車載モデルの仕様は商用モデルと異なる場合があるため、設計者はこのデータシートの仕様のセクションを慎重にレビューしてください。ここに記載する車載グレード製品のみを、車載アプリケーション用として提供しています。特定製品のオーダー情報とこれらのモデルの特定の車載信頼性レポートについては最寄りのアナログ・デバイスズにお尋ねください。