

产品特性

在单芯片上实现完整的角速度陀螺仪
Z轴(航向角速度) 响应
零偏稳定度: 20°/小时
角度随机游走: 0.02°/√s
可在宽频率范围内提供高振动抑制特性
抗冲击能力: 10,000 g
输出与基准电源成比率
5 V单电源供电
-40°C至+105°C工作电压
根据数字命令执行自测
超小尺寸、重量轻(<0.15 cc、<0.5克)
温度传感器输出
符合RoHS标准

应用

工业应用
惯性测量单元
恶劣的机械环境
平台稳定

概述

ADXRS642是一款功能完备、成本低廉的角速率传感器(陀螺仪)，采用ADI公司的表面微加工工艺制造，单芯片上集成了全部必需的电子器件。该器件的制造技术是一种取得专利的大规模BiMOS工艺，多年实际应用证明性能稳定可靠。

ADXRS642是一款工业级陀螺仪，其引脚、封装、温度和功能与ADXRS622和ADXRS652完全兼容，同时提供增强的振动抑制性能。

输出信号RATEOUT (1B, 2A)是电压值，与围绕封装上表面垂直轴转动的角速率成比例。测量范围最小值为±250°/s。输出与所提供的基准电源成比率。芯片工作还需要其它几个外部电容。

该器件提供温度输出，用于补偿技术。两路数字自测输入通过机电方式激励传感器，以测试传感器和信号调理电路是否正常工作。ADXRS642提供7 mm × 7 mm × 3 mm BGA芯片级封装。

功能框图

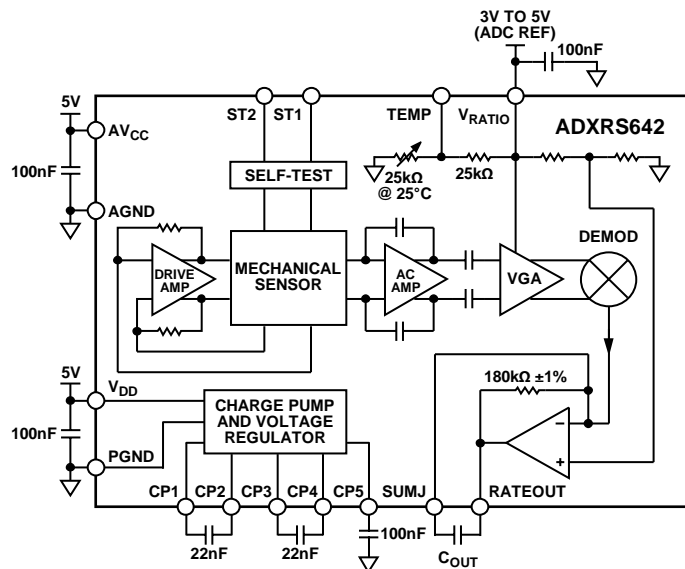


图1.

Rev. A

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2011–2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

目录

特性.....	1	工作原理.....	8
应用.....	1	设置宽带.....	8
概述.....	1	温度输出和校准.....	8
功能框图.....	1	电源比率.....	8
修订历史.....	2	修改测量范围.....	9
技术规格.....	3	零点调整.....	9
绝对最大额定值.....	4	自测功能.....	9
速率敏感轴.....	4	连续自测.....	9
ESD警告.....	4	机械性能.....	9
引脚配置和功能描述.....	5	外形尺寸.....	10
典型性能参数.....	6	订购指南.....	10

修订历史

2012年10月—修订版0至修订版A

更改图1.....	1
更改图10.....	7
更新“外形尺寸”.....	10

2011年4月—修订版0：初始版

技术规格

保证所有最低和最高技术规格。不保证典型技术规格。除非另有说明， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_S = AV_{CC} = V_{DD} = 5\text{ V}$ ， $V_{\text{RATIO}} = AV_{CC}$ ，角速度 = $0^\circ/\text{s}$ ，带宽 = 80 Hz ($C_{\text{OUT}} = 0.01\ \mu\text{F}$)， $I_{\text{OUT}} = 100\ \mu\text{A}$ ， $\pm 1\ \text{g}$ 。

表1.

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 ¹	顺时针旋转为正输出				
测量范围 ²	额定范围内的满量程范围	± 250	± 300		$^\circ/\text{sec}$
全温范围内初始值	-40°C 至 $+105^\circ\text{C}$		7.0		$\text{mV}/^\circ\text{sec}$
温度漂移 ³			± 2		%
非线性度	最佳拟合直线		0.01		% of FS
零点 ¹					
零点	-40°C 至 $+105^\circ\text{C}$		2.5		V
校准零点 ⁴	-40°C 至 $+105^\circ\text{C}$		± 0.1		$^\circ/\text{sec}$
温度漂移	-40°C 至 $+105^\circ\text{C}$		± 1		$^\circ/\text{sec}$
线性加速度效应	任意轴		0.03		$^\circ/\text{sec}/\text{g}$
振动校正	25 g rms, 50 Hz至5 kHz		0.0002		$^\circ/\text{s}/\text{g}^2$
噪声性能					
速率噪声密度	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$		0.02		$^\circ/\text{sec}/\sqrt{\text{Hz}}$
本底分辨率	$T_A = 25^\circ\text{C}$ ，运动中1分钟到1小时		20		$^\circ/\text{hr}$
频率响应					
带宽 ⁵	$\pm 3\ \text{dB}$ 用户可调符合规格		2000		Hz
传感器谐振频率		15	17	19	kHz
自测 ¹					
ST1 RATEOUT响应	ST1引脚从逻辑0变为逻辑1		-45		$^\circ/\text{sec}$
ST2 RATEOUT响应	ST2引脚从逻辑0变为逻辑1		45		$^\circ/\text{sec}$
ST1至ST2不匹配 ⁶		-5	± 2	+5	%
逻辑1输入电压		3.3			V
逻辑0输入电压				1.7	V
输入阻抗	至公共端	40	50	100	k Ω
温度传感器 ¹					
V_{OUT} (25°C)	负载 = 10 M Ω	2.35	2.5	2.65	V
比例系数 ⁷	25°C , $V_{\text{RATIO}} = 5\text{ V}$		9		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
V_S 负载			25		k Ω
公共端负载			25		k Ω
开启时间 ⁴	通过CP5 = 100 nF上电至最终值的 $\pm 0.5\%$			50	ms
输出驱动能力					
电流驱动	额定性能			200	μA
容性负载驱动				1000	pF
电源					
工作电压(V_S)		4.75	5.00	5.25	V
静态电源电流			3.5	4.5	mA
温度范围					
额定性能		-40		+105	$^\circ\text{C}$

¹ 参数与 V_{RATIO} 成线性比率关系。

² 测量范围可能是最大的范围，包括输出摆幅范围、初始失调、灵敏度、失调漂移和灵敏度漂移(5V电源)。

³ $+25^\circ\text{C}$ 至 -40°C 或 $+25^\circ\text{C}$ 至 $+105^\circ\text{C}$ 。

⁴ 基于特性。

⁵ 通过外部电容 C_{OUT} 调整。带宽降至0.01 Hz以下不会进一步改善噪声。

⁶ 自测不匹配定义为 $(ST2 + ST1)/((ST2 - ST1)/2)$ 。

⁷ 比例系数针对 25°C 至 26°C 的温度变化， V_{TEMP} 与 V_{RATIO} 成比率关系。See the Temperature Output and Calibration section for more information.

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴, 0.5 ms)	
未上电	10,000 g
上电	10,000 g
V_{DD} , AV_{CC}	-0.3 V至+6.0 V
V_{RATIO}	AV_{CC}
ST1, ST2	AV_{CC}
输出短路持续时间 (任意引脚接公共端)	不定
工作温度范围	-55°C至+125°C
存储温度范围	-65°C至+150°C

注意, 超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值, 并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下, 推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

掉在坚硬表面上可能会引起高于10,000 g的冲击, 甚至超过器件绝对最大额定值。搬运时应小心, 避免损坏器件。

速率敏感轴

这是Z轴速率检测器件(也称为航向角速度检测器件)。当它绕封装顶部的法线轴(即俯视封装盖)顺时针旋转时, 可产生正输出电压。

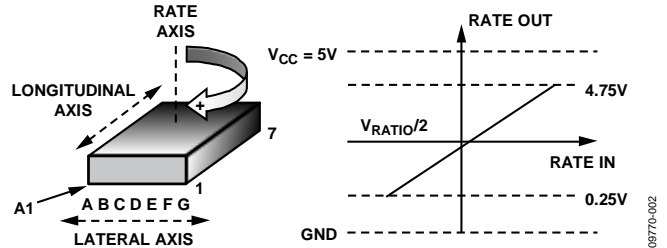


图2. 顺时针旋转时RATEOUT信号增大

ESD警告



ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路, 但在遇到高能量ESD时, 器件可能会损坏。因此, 应当采取适当的ESD防范措施, 以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述

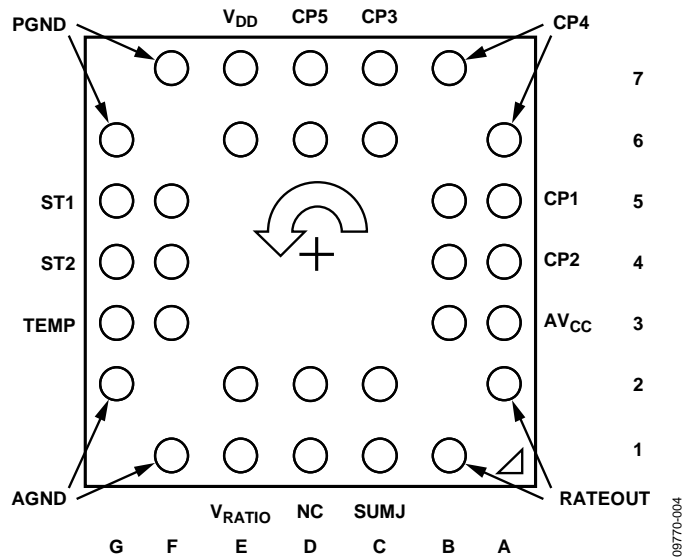


图3. 引脚配置

表3. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
6D, 7D	CP5	高压滤波器电容(100 nF)。
6A, 7B	CP4	电荷泵电容(22 nF)。
6C, 7C	CP3	电荷泵电容(22 nF)。
5A, 5B	CP1	电荷泵电容(22 nF)。
4A, 4B	CP2	电荷泵电容(22 nF)。
3A, 3B	AV _{CC}	正模拟电源。
1B, 2A	RATEOUT	速率信号输出。
1C, 2C	SUMJ	输出放大器求和点。
1D, 2D	NC	不连接。请勿连接到这些引脚。
1E, 2E	V _{RATIO}	比率输出的参考电源。
1F, 2G	AGND	模拟电源回路。
3F, 3G	温度	温度电压输出。
4F, 4G	ST2	传感器自测2。
5F, 5G	ST1	传感器自测1。
6G, 7F	PGND	电荷泵电源回路。
6E, 7E	V _{DD}	正电荷泵电源。

典型性能参数

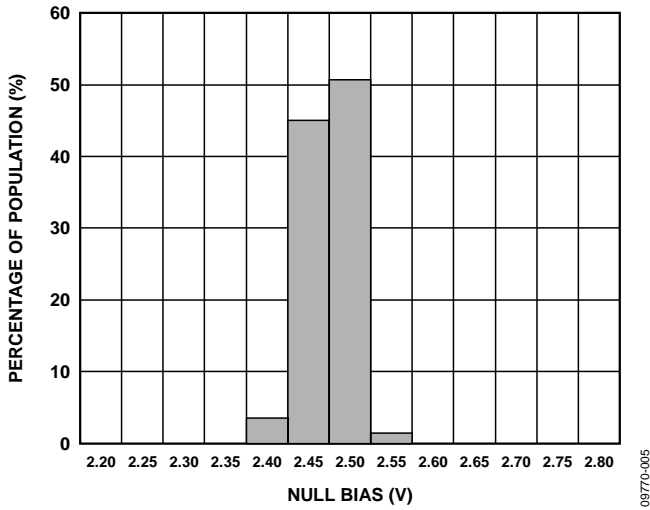


图4. 25°C时零点偏置

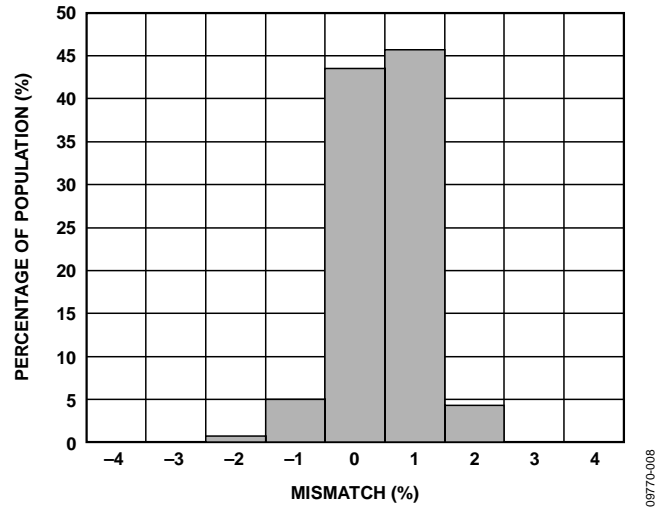


图7. 25°C时的自测不匹配($V_{RATIO} = 5 V$)

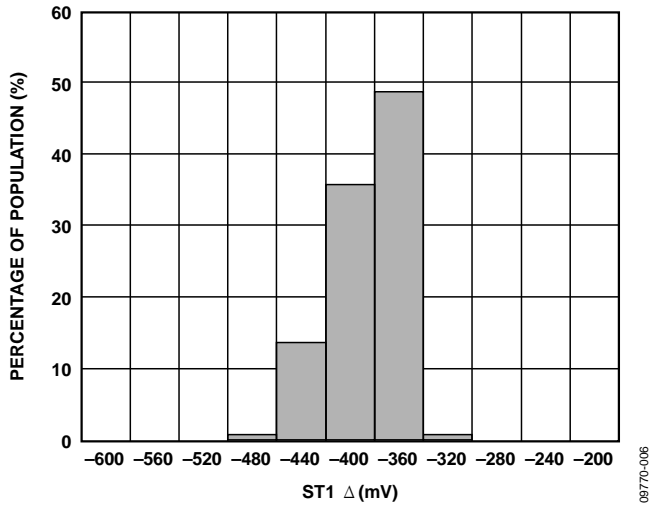


图5. 25°C时使能ST1的输出变化($V_{RATIO} = 5 V$)

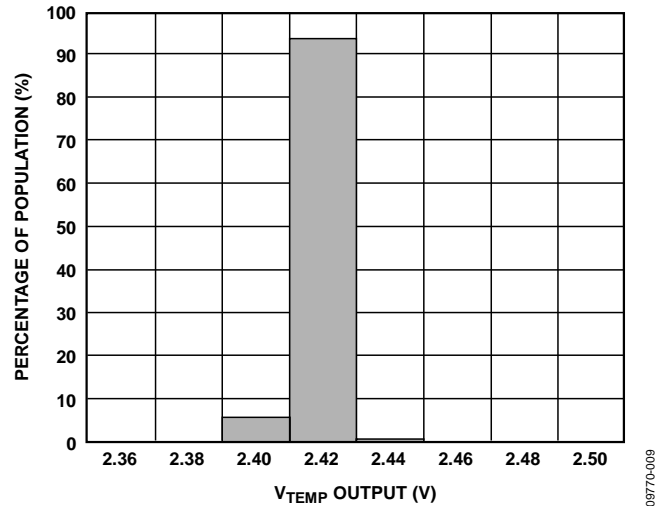


图8. 25°C时的 V_{TEMP} 输出($V_{RATIO} = 5 V$)

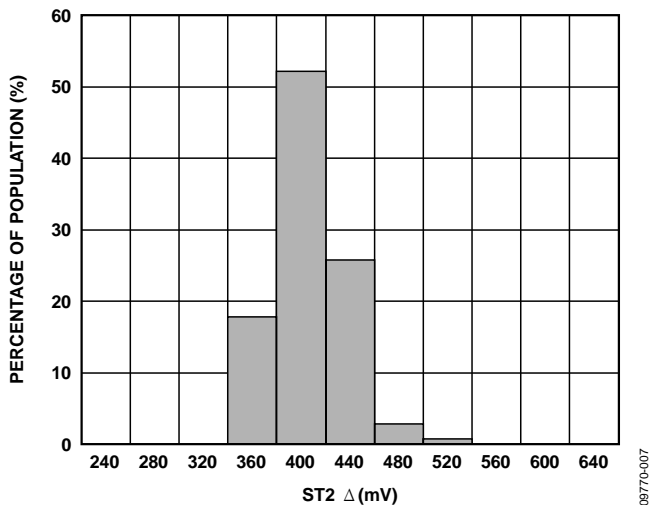


图6. 25°C时使能ST2的输出变化($V_{RATIO} = 5 V$)

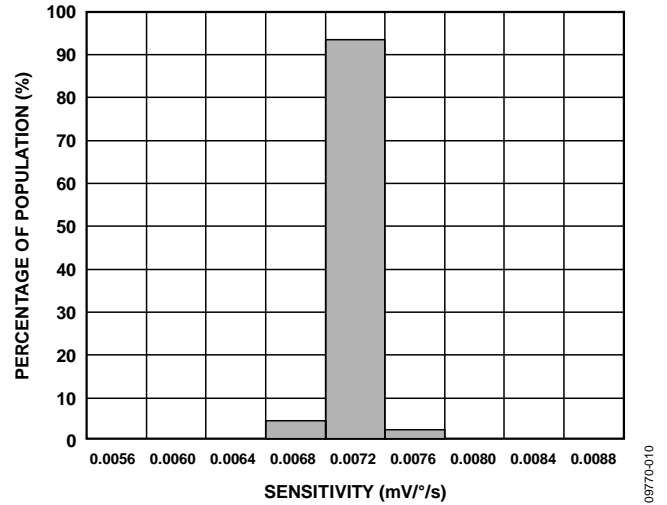


图9. 25°C时的灵敏度

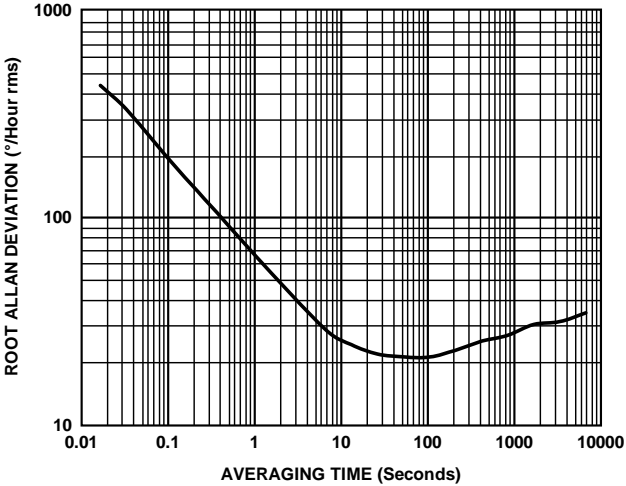


图10. 25°C时的典型艾伦方差与均值时间的关系

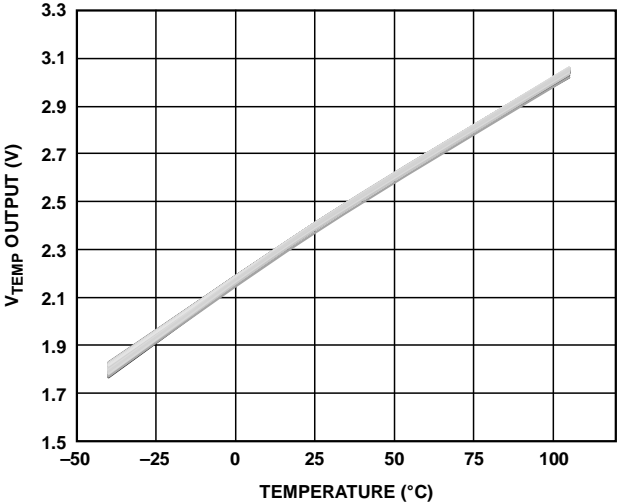


图12. 整个温度范围内的V_{TEMP}输出, 256个器件(V_{RATIO} = 5 V)

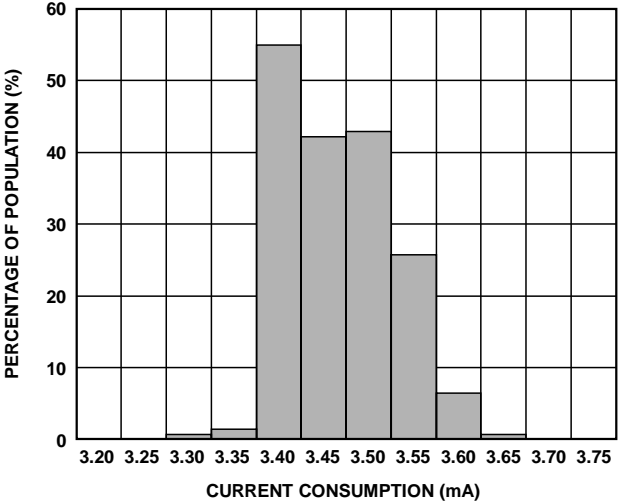


图11. 25°C时的功耗(V_{RATIO} = 5 V)

ADXRS642

工作原理

ADXRS642使用谐振器陀螺仪原理工作。图13是四个多晶硅检测结构之一的简化图。每个检测结构均包含一个振动框架，通过静电驱动到谐振状态。这会产生必要的速度，从而在旋转期间产生科里奥利力。ADXRS642设计用于感应Z轴(偏航)角速度。

当检测结构旋转时，产生的科氏力耦合至外部检测框架，该框架包含置于固定检拾器指之间的可动指。这样便形成一个容性检拾结构来检测科氏运动。检测到的信号被馈送至一系列增益和解调级，产生电速率信号输出。四传感器设计可抑制线性及角加速度，包括外部重力和振动。四传感结构以机械方式耦合四个检测结构，使外部重力表现为可通过ADXRS642中实施的完全差分架构来消除的共模信号，因而可进行抑制。

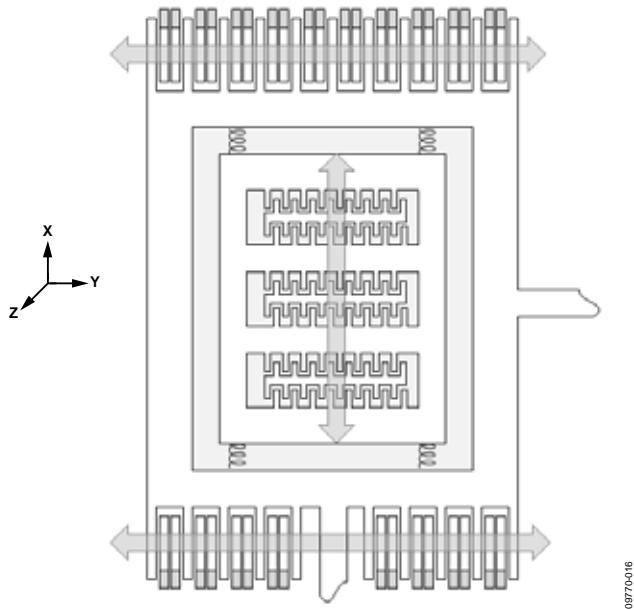


图13. 简化陀螺仪检测结构——芯片一角

静电谐振器的工作电压为18 V至20 V。由于大多数应用一般只提供5 V电压，因此芯片内包括一个电荷泵。如果提供18 V至20 V外部电源，则可以省略CP1至CP4上的两个电容，将此电源连接到CP5(引脚6D、7D)。当ADXRS642上电时，CP5不应接地。虽然不会造成损坏，但在某些情况下，如果不先断开ADXRS642的电源，则断开接地后电荷泵可能无法启动。

设置带宽

外部电容 C_{OUT} 与片内电阻 R_{OUT} 一起构成一个低通滤波器，用于限制ADXRS642速率响应的带宽。 -3 dB频率由 R_{OUT} 和 C_{OUT} 设置：

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

可以精确控制该频率，因为 R_{OUT} 在制造期间被调整至 $180 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ 。在RATEOUT引脚(1B, 2A)和SUMJ引脚(1C, 2C)之间连接的任何外部电阻将导致：

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

一般而言，由于陀螺仪的18 kHz谐振频率会造成解调时的高频噪声，可添加另一个滤波器(硬件或软件)，以衰减解调尖峰引起的高频噪声。推荐添加由3.3 k电阻和22 nF电容(2.2 kHz极点)组成的低通RC输出滤波器。

温度输出和校准

通过执行温度校准来提高陀螺仪的整体精度是常见做法。ADXRS642有一路电压输出与温度成比例，可以作为这种校准方法的输入。温度传感器结构如图14所示。温度输出呈非线性特征，任何连接到TEMP输出的负载电阻都会导致TEMP输出和温度系数降低。因此，建议缓冲该输出。

25°C时TEMP引脚(3F, 3G)的标称电压为2.5 V， $V_{RATIO} = 5 \text{ V}$ 。在25°C时，温度系数约为 $-9 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ 。虽然TEMP输出的重复度高，但绝对精度不高。

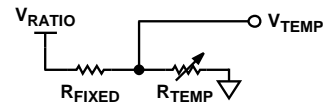


图14. 温度传感器结构

电源比率

ADXRS642 RATEOUT、ST1、ST2和TEMP信号与 V_{RATIO} 电压成比率关系；例如，零点电压、速率灵敏度和温度输出与 V_{RATIO} 成比例。因此，它与电源比率式ADC配合使用最为简便，可以自动消除微小电源波动所引起的误差。非比率式的行为会引起某种小误差，通常可忽略。注意，为了确保满额定范围， V_{RATIO} 不得大于 AV_{CC} 。

修改测量范围

在RATEOUT和SUMJ之间增加单个225 kΩ电阻，可以降低ADXRS642比例因子，把测量范围扩展到近±450°/s。如果在RATEOUT和SUMJ之间增加外部电阻，C_{OUT}要按比例降低才能保持正确的带宽。

零点调整

2.5 V标称零点针对的是RATEOUT (1B, 2A)的对称摆幅范围。然而，某些应用可能需要非对称的输出摆幅。将适当的电流注入SUMJ (1C, 2C)可以调整零点。注意，电源干扰可能会引起某种程度的零点不稳定现象。这种情况下应特别注意避免数字电源噪声。

自测功能

ADXRS642具有自测功能，可以让各检测结构和相关电子电路如同受到角速率效应一样。它由施加于输入ST1 (5E, 5G)、输入ST2 (4F, 4G)或以上二者的标准逻辑高电平启动。ST1会让RATEOUT电压产生约-0.3 V变化，ST2会引起相反的正0.3 V变化。自测响应遵循封装大气的粘度温度相关性，约为0.25%/°C。同时启动ST1和ST2不会造成损坏。ST1与ST2匹配严格(±2%)，但同时启动二者可能会引起与自测不匹配度成比例的较小的零点偏移。

对ST1和ST2引脚施加一个等于V_{RATIO}的电压可以启动ST1和ST2。施加于ST1和ST2的电压不得大于AV_{CC}。

连续自测

ADXRS642的单芯片集成度使它比任何其它采用大规模制造方法获得的产品具有更高的可靠性。此外，它采用成熟的BiMOS工艺制造，该工艺的可靠性已得到实际验证。作为额外的故障检测措施，器件上电时可以执行自测。然而，某些应用可能必须在速率检测的同时执行连续自测。有关连续自测技术的详细说明，另请参考应用笔记AN-768。

机械性能

图15和图16演示了ADXRS642出色的抗振性。图15显示了在50 Hz至5 kHz施加的有15 g rms随机振动和无15 g rms随机振动时ADXRS642的输出响应。陀螺仪的带宽限制为1600 Hz。性能类似，与输入振动的方向无关。

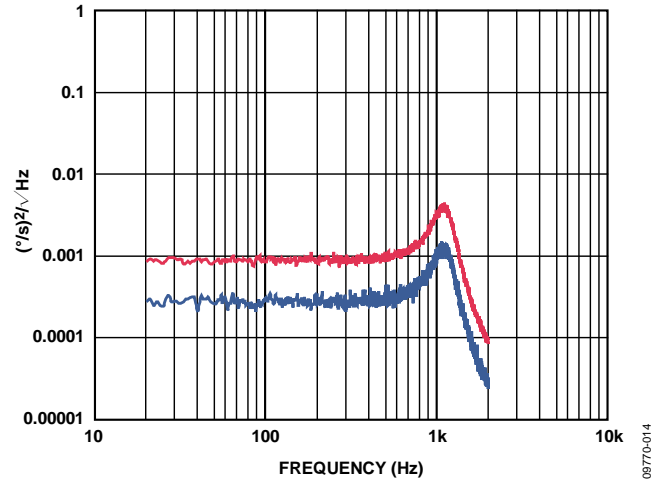


图15. 有随机振动和无随机振动(15 g rms, 50 Hz至5 kHz)时ADXRS642输出响应

图16演示了20 Hz至5 kHz范围内对5g正弦振动的ADXRS642直流噪声响应。此图表明不存在敏感的频率且振动校正微乎其微。如前例所示，陀螺仪的带宽设为1600 Hz。

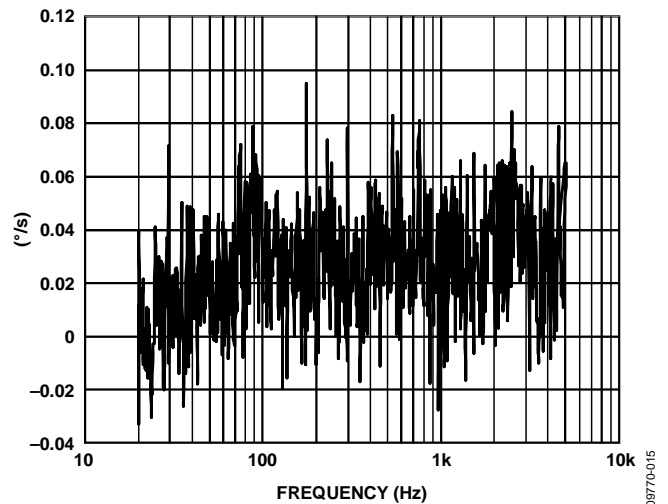
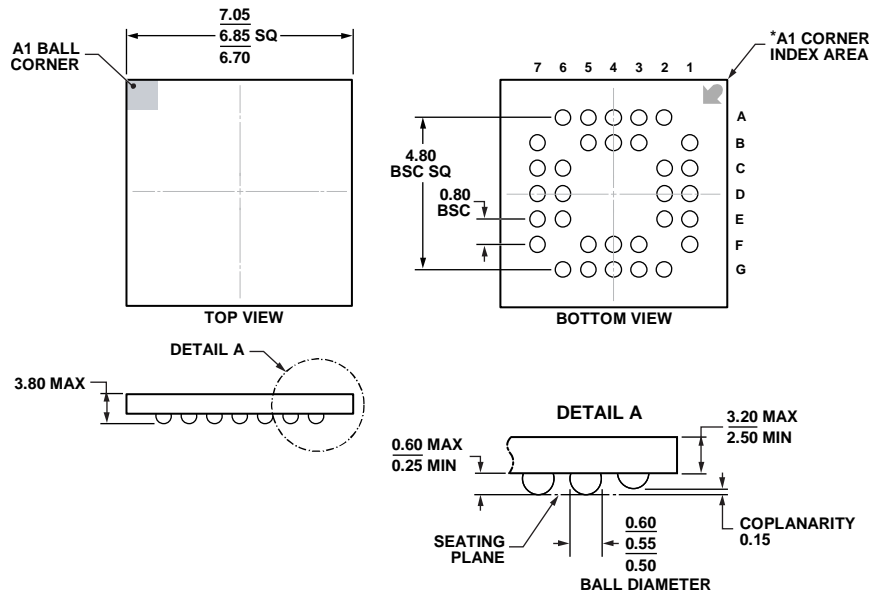


图16. ADXRS642正弦振动噪声响应(5 g, 20 Hz至5 kHz)

ADXRS642

外形尺寸



*BALL A1 IDENTIFIER IS GOLD PLATED AND CONNECTED TO THE D/A PAD INTERNALLY VIA HOLES.

图17. 32引脚陶瓷球栅阵列封装[CBGA]
(BG-32-3)

尺寸单位: mm

07-11-2012-B

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
ADXRS642BBGZ	-40°C至+105°C	32引脚陶瓷球栅阵列[CBGA]	BG-32-3
ADXRS642BBGZ-RL	-40°C至+105°C	32引脚陶瓷球栅阵列[CBGA]	BG-32-3
EVAL-ADXRS642Z		评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释

注释