

## 特性优点

- 供电范围: 4.75V~5.25V
- 功耗: 16mA
- 体积: 10.668mmx10.668mmx2.9mm
- 工作温度范围: -40°C ~85°C
- 高分辨率, 动态范围大
- 零输出漂移低
- 测量范围:  
 SZ007AC-N: ±75 度/秒  
 SZ007AC-E: ±150 度/秒  
 SZ007AC-R: ±300度 / 秒
- 片内 EEPROM 调整
- 内置11bits ADC
- 模拟输出 / 数字输出 (SPI接口)

## 应用Applications

- 组合导航
- 汽车横滚控制系统
- 机器人
- 远程信息

## 产品描述

SZ007A 是一款 Z 轴角速度传感器, 又称 Z 轴陀螺仪。它将高性能的硅微机械传感器和信号处理电路集成在单芯片封装中。

它具有出色的温度稳定性, 在-40°C ~ 85°C 的工作范围内能保持高分辨率。

SZ007A 内置温度传感器, 提供与温度成正比的电压输出 TEMP。

SZ007A 提供±75 度/秒、±150 度/秒以及±300 度/秒三款满量程器件供选择; 通过 SPI 命令, 可以方便地读取角速度信号。它可处理信号 -3dB 带宽高达 75Hz。

SZ007A 的输出电压与绕垂直于安装表面的轴旋转的角速度成正比。它带一个低通滤波器, 还有用于调校的 EEPROM。本产品在出厂前已调校完毕, 从而让客户端无须调整, 且不需要外围有源器件。

SZ007A 采用陶瓷封装, 尺寸为 10.668mmx10.668mmx2.9mm。

## 订单信息

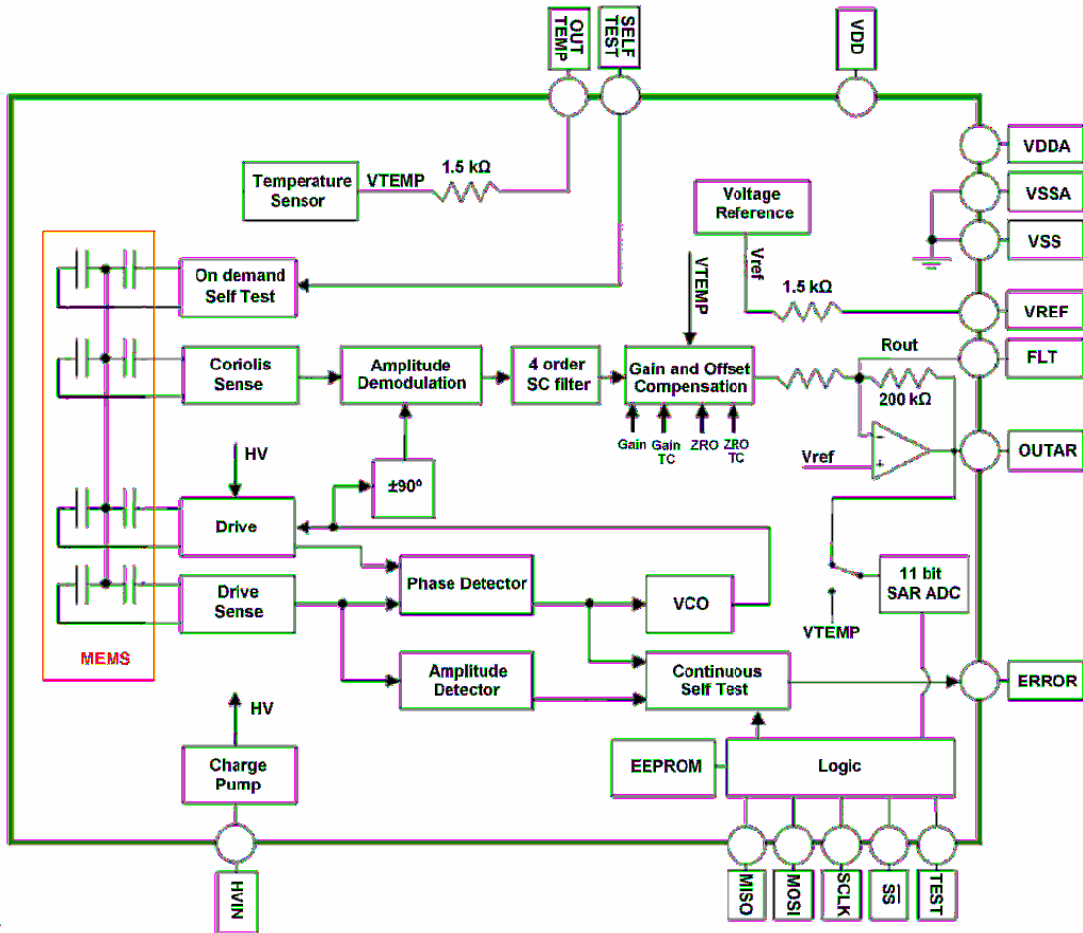
产品编号	包装码	选择码	量程
SZ007AC-N	C(CLCC32)	N	±75 °/s
SZ007AC-E	C(CLCC32)	E	±150 °/s
SZ007AC-R	C(CLCC32)	R	±300 °/s

## 目录

1. 模块框图.....	3
2. SZ007A 陀螺仪主要性能指标.....	4
3. 电气特性.....	5
4. 绝对最大定额.....	6
5. 引脚定义.....	7
6. 设计说明.....	8
6.1 输出电压.....	8
6.2 SPI 协议.....	8
6.3 ADC.....	9
6.4 SPI 命令.....	10
6.5 读角速度、读温度.....	11
7. 典型应用.....	12
8. 封装.....	14
8.1 尺寸.....	14
8.2 产品标签.....	16
9. 回流焊炉温标准.....	16
10. 环境兼容性.....	17
11. 版本信息.....	18
12. 免责声明.....	18

1. 模块框图

图 1 - 1：功能模块框图



## 2. SZ007A 陀螺仪主要性能指标

工作温度范围： T=-40℃ to 85℃，工作电压范围： Vdd=4.75V ~ 5.25V

如无特别指明，测试条件为： Vdd=5.0V ， T=25℃

参数 Parameter	符号 Symbol	测试条件 Test Condition	最小 Min.	典型 Typ.	最大 Max.	单位 Unit
满量程 Full Scale Range	FSin	N		±75		° /s
		E		±150		° /s
		R		±300		° /s
非线性度 Non-Linearity		最佳适合曲线 Best fit line		±0.5		% of FS <sub>OUT</sub>
灵敏度 Sensitivity /Scale Factor	S0= FSOUT/ FSin	N 25℃, VDD=5V		26.67		mV/° /s
		E 25℃, VDD=5V		12.8		LSB/° /s
		R 25℃, VDD=5V		13.33		mV/° /s
		R 25℃, VDD=5V		6.4		LSB/° /s
灵敏度温漂 Scale Factor Drift		-40℃~85℃	-5		5	%S <sub>0</sub>
零输出 Zero Rate Output/ZRO	ZRO	25℃, VDD=5V		2.5		V
				1008		LSB
零输出温度漂移 Zero Rate Temperature Drift		-40℃~85℃ VDD=5V	-5	0	5	%FS <sub>OUT</sub>
零输出时间稳定性 (Allan 方差) Zero Rate time stability based on Allan Deviation				17		° /h
零输出随电源变化漂 移		N VDD:4.75 ~ 5.25V		180	270	mV/V
		E VDD:4.75 ~ 5.25V		87	130	LSB/V
		R VDD:4.75 ~ 5.25V		100	170	mV/V
		E VDD:4.75 ~ 5.25V		48	82	LSB/V
		R VDD:4.75 ~ 5.25V		50	90	mV/V
		R VDD:4.75 ~ 5.25V		24	44	LSB/V
-3dB 带宽 Bandwidth(-3dB)		片外可选 External selectable			75	Hz

输出噪声谱密度 Output Noise Density		25°C		0.03		$\mu\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$
轴间耦合灵敏度 Cross-sensitivity				1	2	% FS <sub>OUT</sub>
谐振频率 Resonant Frequency				8.2		KHz
ADC 转换时间				90	115	$\mu\text{s}$
参考电压 VREF			2.45	2.5	2.55	V
参考电压温度系数 TC of VREF		-40°C~85°C		90		ppm/ K
振动灵敏度 Vibration sensitivity		8.4 $g_{PTP,100\text{Hz}, \dots, 7000\text{Hz}}$			0.1	$\mu\text{s}/g$
温度传感器输出 Temperature Sensor		25°C	2.3	2.5	2.7	V
温度传感器温度系数 TC of Temperature Sensor		-40°C~85°C		10		mV/ K
ADC 分辨率				11		bit
上电时间 Power-on Time		$C_{FLT}=10\text{nF},$ $C_3=100\text{nF}$		150	250	ms

### 3. 电气特性

如无特别指明，测试条件为： V<sub>DD</sub>=5.0V ， T=25°C；

项目 Symbol	参数 Parameter	测试条件 Test Condition	最小 Min.	典型 Typ.	最大 Max.	单位 Unit
V <sub>DD</sub>	供电电压		4.75	5	5.25	V
I <sub>DD</sub>	电流	V <sub>DD</sub> =5.0V, 不带负载		16	20	mA

项目 Symbol	参数 Parameter	引脚 Pin	最小 Min.	典型 Typ.	最大 Max.	单位 Unit
输入低电平	V <sub>IL</sub>	SENB, MOSI	0		30%V <sub>DD</sub>	V
输入高电平	V <sub>IH</sub>	SENB, MOSI	70%V <sub>DD</sub>		V <sub>DD</sub>	V
输出低电平	V <sub>OL</sub>	MISO, ERROR, $I_O < 8\text{mA}$	0		0.4	V
输出高电平	V <sub>OH</sub>	MISO, ERROR, $I_O < 8\text{mA}$	2.4		V <sub>DD</sub>	V

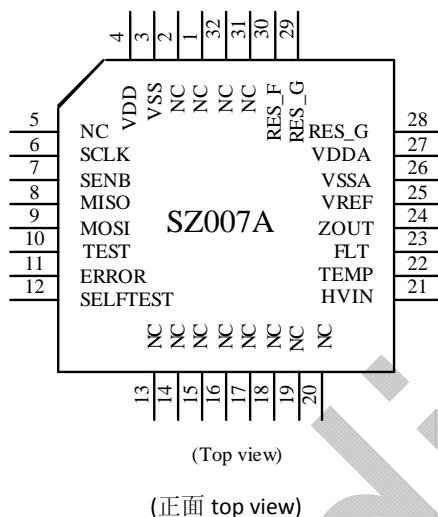
#### 4. 绝对最大定额

超出下列绝对最大定额可能永久性损坏芯片。将芯片长时间放置在绝对最大定额条件下有可能影响芯片的可靠性。

参数	绝对最大定额
工作电压	-0.5V ~ 7V
工作温度范围	-40℃ ~ 85℃
储存温度范围	-55℃ ~ 125℃
ESD	1000V ( HBM )
耐加速度冲击值	±1500g, 0.5mS, 3axis

## 5. 引脚定义

图 5-1: 引脚定义



引脚定义表格:

序号	引脚名称	引脚功能
1,32	TOPCAP	请接 GND
3	VSS	地
4	VDD	电源
6	SCLK	为 SPI 串行时钟输入;
7	SENB	SPI 总线使能端(高电平:总线无效; 低电平:总线有效)
8	MISO	SPI 总线数据线: Master 输入, Slave 输出;
9	MOSI	SPI 总线数据线: Master 输出, Slave 输入;
10,28,29	Res_G	预留, 请接地
11	ERROR	连续自测输出
12	SELFTEST	自测请求输入
21	HVIN	高电压输出(需要连接一耐压 25V 的 10nF 的电容)
22	TEMP	温度传感器输出
23	FLT	外接滤波电容
24	ZOUT	模拟角速度输出
25	VREF	参考电压
26	VSSA	模拟地, 请接 GND
27	VDDA	模拟电源, 5V
30	RES_F	预留, 请悬空
2,5,13,14,15,16, 17,18,19,20,31, 32	NC	请接 GND

## 6. 设计说明

### 6.1 输出电压

在 ZOUT 引脚，可以得到模拟输出电压  $ZOUT = Bias + Sensitivity \times AngularRate$ ;

### 6.2 SPI 协议

SZ007A 应用四线 SPI 与外界通信，四根信号线为：

串行时钟线：SCLK

MOSI：主设备数据输出，从设备数据输入；

MISO：主设备数据输入，从设备数据输出；

SENB：从设备使能信号；

SZ007A 只能作为从设备工作

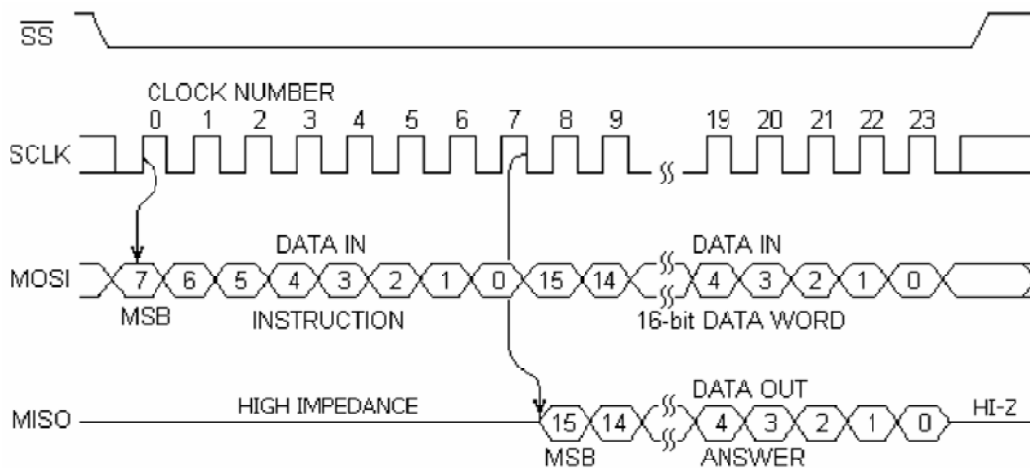


图 5-2 串行数据交换时序 (读完整字节数据)

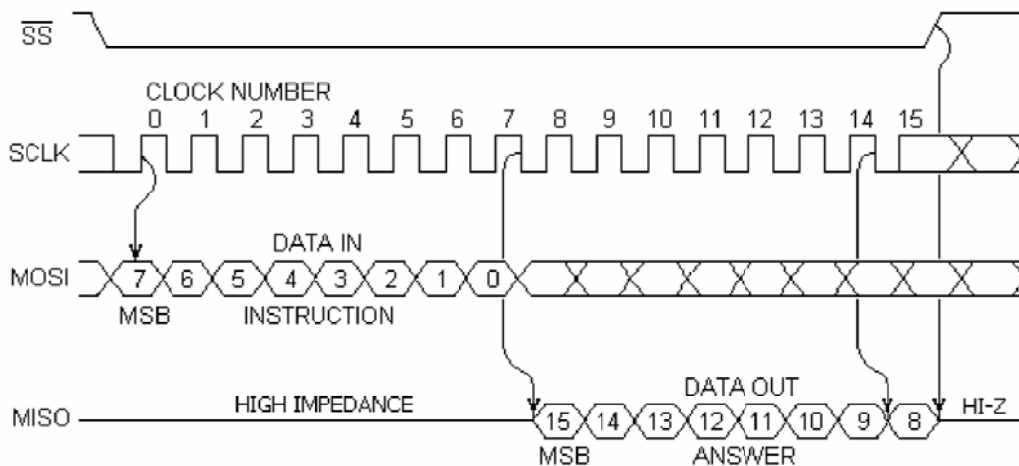




图 5-2 串行数据交换时序（读高半字节数据）

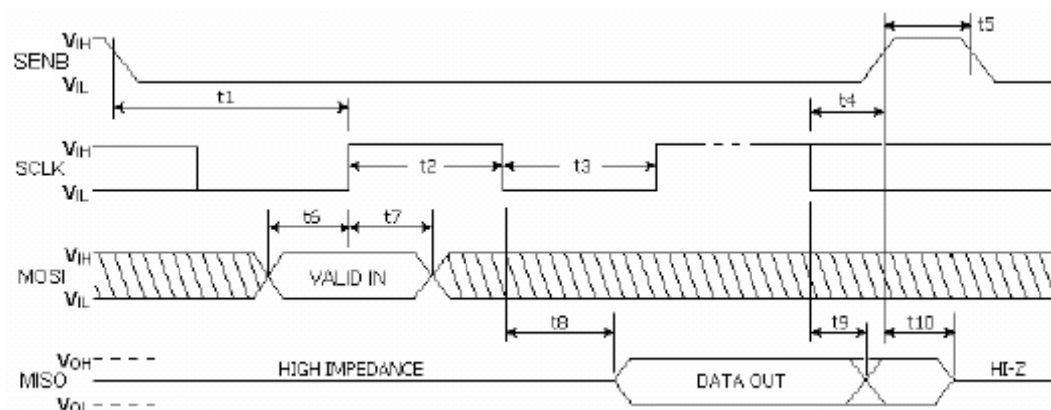


图 5-4 同步数据交换时序

参数	限值	单位	测试条件/
t1	≥30	ns	从 SENB 有效到 SCLK 上升沿时间
t2	≥80	ns	SCLK 高电平持续时间
t3	≥80	ns	SCLK 低电平持续时间
t4	≥0	ns	SENB 低电平持续时间
t5	≥50	ns	SCLK 高电平持续时间
t6	≥80	ns	Data In 建立时间
t7	≥50	ns	Data In 维持时间
t8	≤50	ns	输出有效时间
t9	≥0	ns	输出建立时间
t10	≤40	ns	输出无效时间

表：SPI 时序要求

### 6.3 ADC

通过 SPI 接口得到数字输出：

$$V_{ZOUT} (mV) = ADC_{code} * 25/12 + 400;$$

$$V_{TEMP}(mV) = ADC_{code} * 25/16 + 300;$$

命令中使用到的寄存器位描述：

ADEN	ADC 使能标志位： ADEN=0: ADC 在睡眠状态，不允许 AD 转换； ADEN=1: 允许 AD 转换； 应用 ADCC 命令可对 ADEN 置位，上电后 ADEN 位被清除。
BUSY	BUSY 在 reset 后被置位；当 SZ007A 内部初始化完成后，该位被写成 0； 当 BUSY=1，芯片只能送出拒绝回答信号；

CHAN	CHAN 被用作 ADC 的输入通道选择： CHAN=1: 输入角速度信号； CHAN=0: 输入温度传感器信号； 应用 ADCC 命令可对 CHAN 置位，上电后 CHAN 位被清除。
EOC	AD 转换结束标志位。 EOC 位指示 ADC 状态： EOC=0: ADC 忙，且不能被重新启动； EOC=1: AD 转换已经结束，可以重新启动； 注意：只要 EOC= 0，任何启动 AD 转换的操作都被拒绝；
OPC	未知操作状态位。当接收到无法解释的命令时，OPC 位被置高。
X	这些位被保留，或具有的状态不固定。

## 6.4 SPI 命令

SZ007A 通过 STATR, ADCC, ADCR 三条指令来实现对内置 ADC 的控制。

### 拒绝应答

向 SZ007A 发送任意指令，均会收到 SZ007A 的应答。当指令不被识别时，SZ007A 回复的应答称为拒绝应答。如下表所示，拒绝应答具有固定的格式，最高位被置位是拒绝应答独有的格式，其它位用来说明拒绝原因。

拒绝应答															
Bit15	Bit1	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	OPC	EOC	X	X	BUSY	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 读状态指令 (STATR)

指令							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	0	0	0	1	0	0	0

应答															
Bit15	Bit1	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	X	EOC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CHAN	ADEN	X	X

### ADC 控制指令 (ADCC)

指令							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	0	0	1	CHAN	ADEN	0	0

应答															
Bit15	Bit1	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	X	EOC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CHAN	ADEN	X	X

ADC 读取指令 (ADCR)

指令							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	0	0	0	0	0	0	0

应答															
Bit15	Bit1	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	X	EOC	X	AD10	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	0
AD10:AD0 为 AD 输出值, 且仅当 EOC 为 1 时有效															

### 6.5 读角速度、读温度

以下为读取 AD 值建议流程, 其中最左位首先被传输。

第一步: 设置 ADC 为工作状态

- 用 SPI 接口发送 ADCC 指令 (MOSI): 1 0 0 1 x 1 0 0 x x x x x x x x x x x x x x x x
- 验证应答第 15 位 1 x x x x x x x x x x x x x x x
- 如果第 15 位为 0, 说明指令已经生效
- 为了使 EOC 置位, 至少延时 115us, 进入第二步

第二步: 开始 AD 转换

- 用 SPI 接口发送 ADCC 指令 (MOSI): 1 0 0 1 CHAN 1 0 0 x x x x x x x x x x x x x x x x
- 验证应答第 15 位 (MISO) 1 x x x x x x x x x x x x x x x
- 如果第 15 位为 0, 说明指令已经生效
- CHAN 位用来选择 ADC 输入源
- CHAN=0: 角速度信号
- CHAN=1: 温度信号
- 进入第三步

第三步: 提取转换结果

- 用 SPI 接口发送 ADCR 指令, 并验证第 15 位和第 13 位  
1 0 0 0 0 0 0 0 x  
0 x EOC x AD10 AD9 AD8 AD7 AD6 AD5 AD4 AD3 AD2 AD1 AD0 0
- 如果第 15 位为 0, 说明指令已经生效
- 如果第 13 位为 0, 说明 ADC 还在转换中, AD10: AD1 是无效的, 如果第 13 位为 1 说明 AD 结果是有效的。
- 再重复发送 ADCR 指令之前, 需要延时 115us
- 返回第二步进行下一次取值操作, 或者进入第四步使 ADC 进入睡眠模式

第四步: 进入睡眠模式

- 用 SPI 接口发送 ADCC 指令 (MOSI): 1 0 0 1 x 1 0 0 x x x x x x x x x x x x x x x x
- 验证应答第 15 位 (MISO) 1 x x x x x x x x x x x x x x x
- 如果第 15 位为 0, 说明指令已经生效

## 7. 典型应用

图 7-1: 同时输出模拟信号和数字信号的应用电路

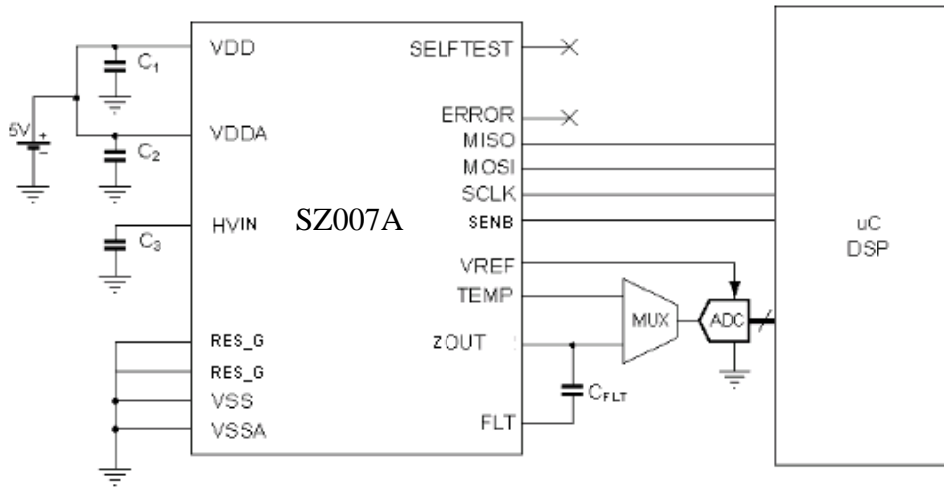


图 7-2: 仅输出模拟信号的应用电路

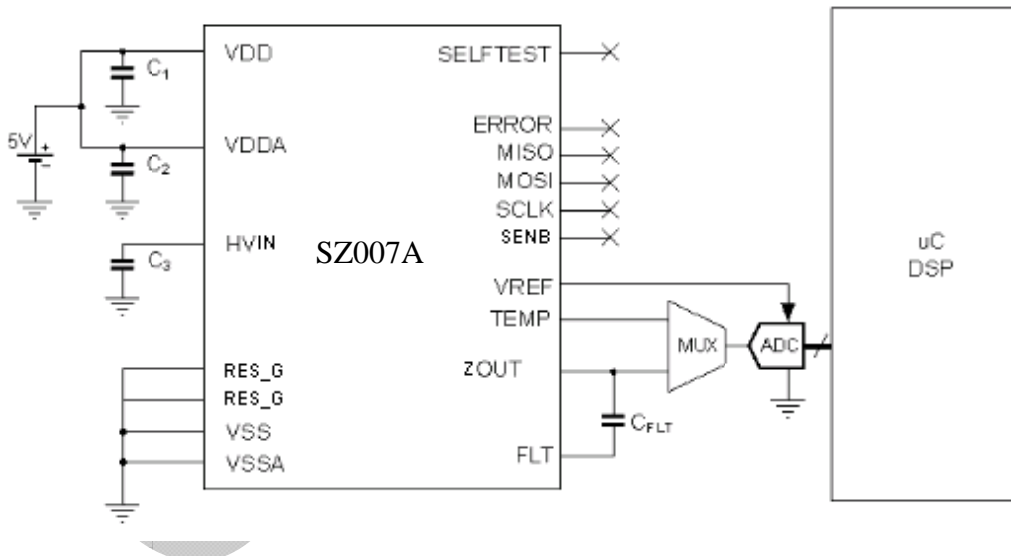
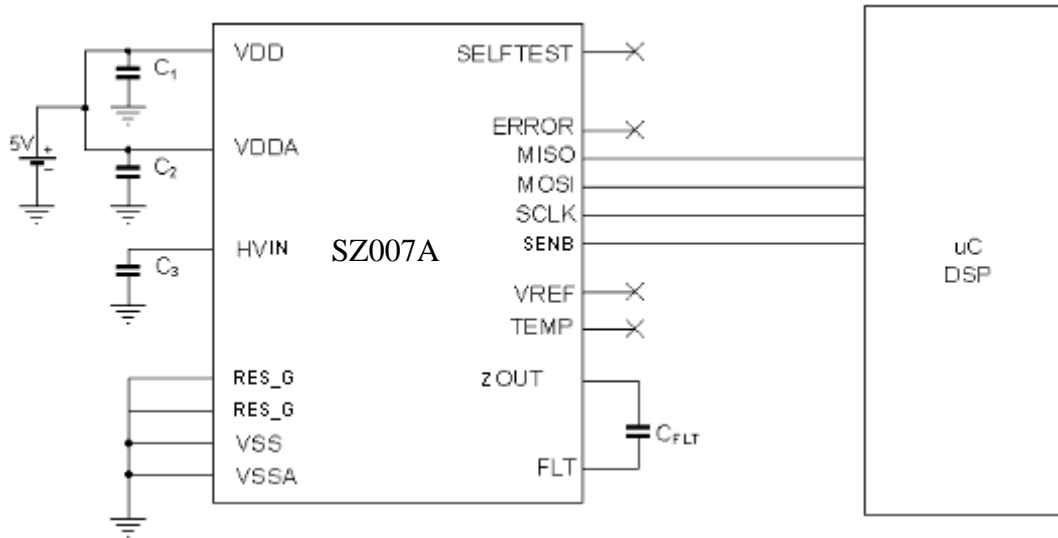


图 7-3: 仅输出数字信号的应用电路



为了适应 3.3V MCU 电路，可以使用但不局限于如下方法

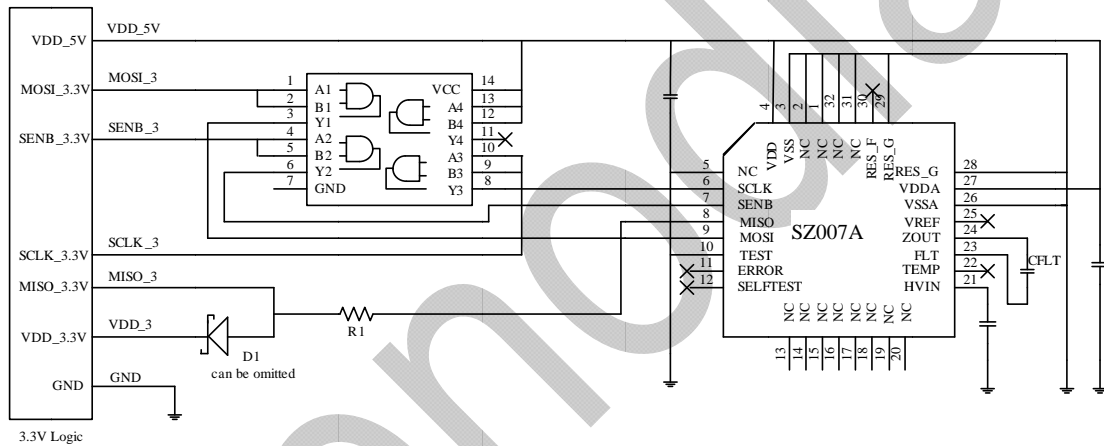


图 7-4: 应用 3.3V 处理器的电路

8. 封装

8.1 尺寸

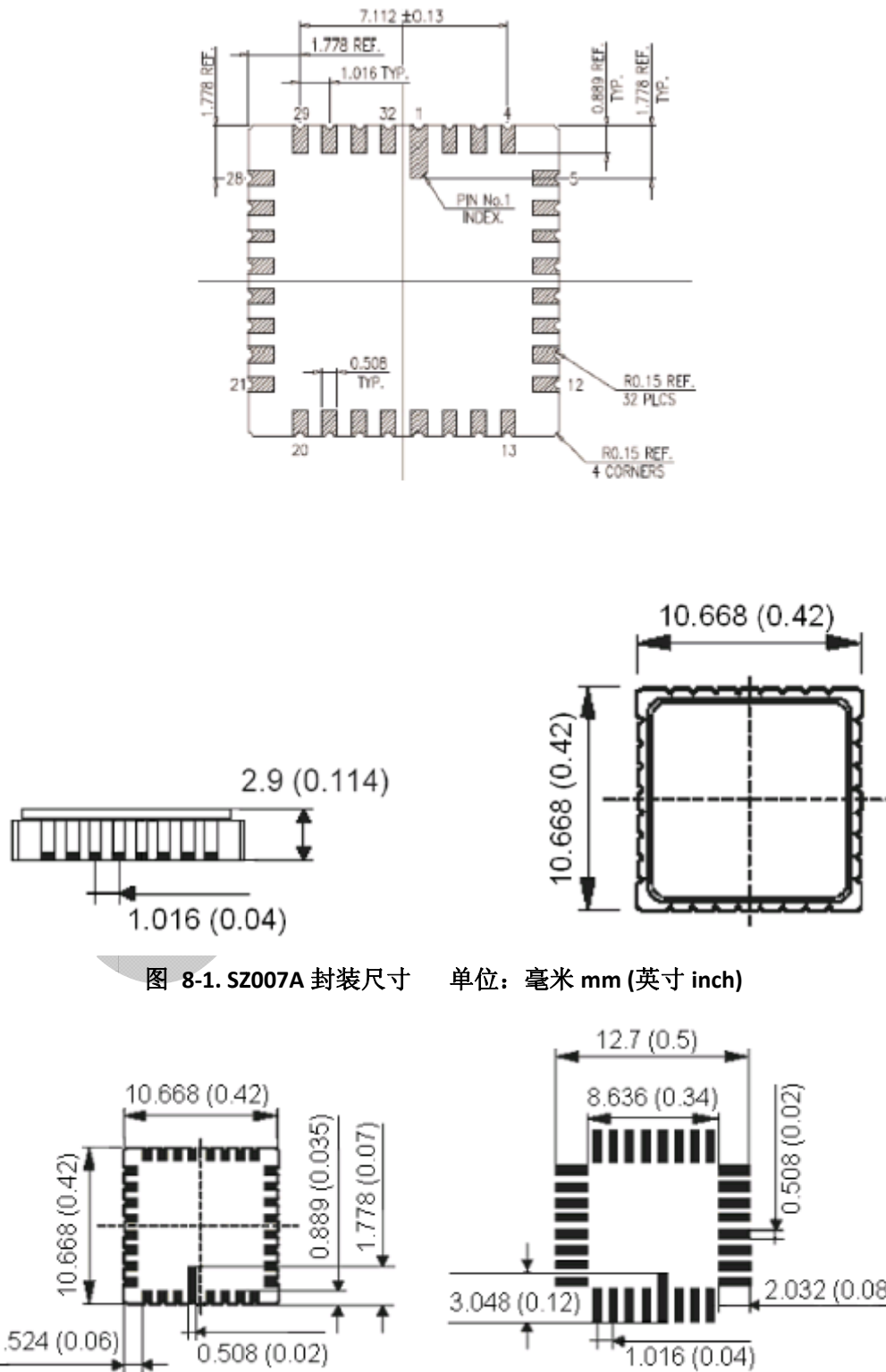


图 8-1. SZ007A 封装尺寸 单位: 毫米 mm (英寸 inch)

图 8-2. SZ007A 底面尺寸

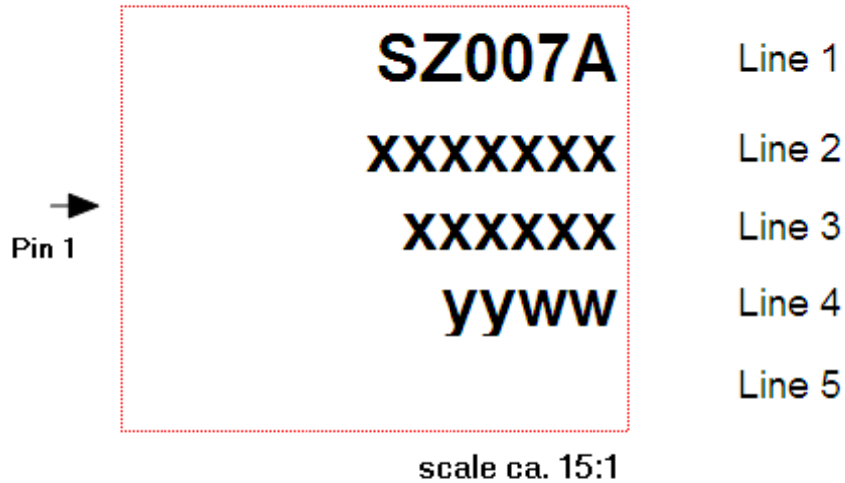
图 8-3. 推荐焊盘图形 (顶视图)

Senodia

## 8.2 产品标签

### Marking Instruction

#### 1. Top mark



Line 2: lot# + wafer# 90806

According to data sheet.  
First letter of lot number can be skipped. Lot and wafer numbers can be concatenated without space.  
E.g. Lot sensor A85123, wafer 15 would result in 8512315

Line 3: lot# 90315

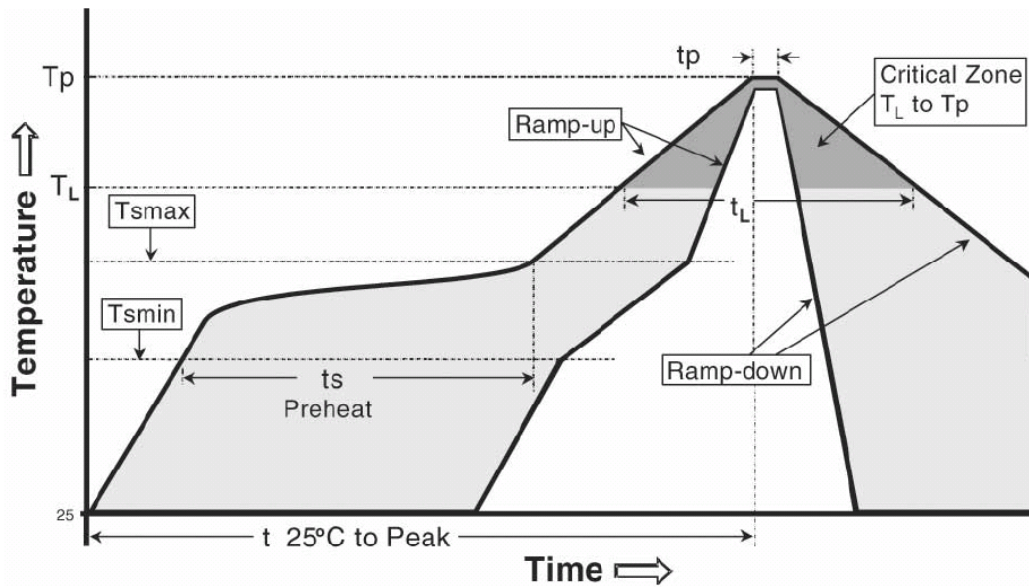
Line 4: Assembly date

yy= year  
ww = calendar week#

## 9. 回流焊炉温标准

遵循 IPC/JEDEC J-STD-020C 无铅 SMT 标准（如图示）。





Profile Feature	Pb-Free Assembly
Average ramp-up rate (T <sub>smax</sub> to T <sub>p</sub> )	3° C/second max.
<b>Preheat</b>	
- Temperature Min (T <sub>smin</sub> )	150 °C
- Temperature Max (T <sub>smax</sub> )	200 °C
- Time (T <sub>smin</sub> to T <sub>smax</sub> ) (ts)	60-180 seconds
Time maintained above:	
- Temperature (T <sub>L</sub> )	217 °C
- Time (t <sub>L</sub> )	60-150 seconds
Peak Temperature (T <sub>p</sub> )	260 °C
Time within 5°C of actual Peak Temperature (tp) <sup>2</sup>	20-40 seconds
Ramp-down Rate	6 °C/second max.
Time 25°C to Peak Temperature	8 minutes max.

图 9-1: 炉温曲线标准

## 10. 环境兼容性

SZ007A 满足 RoHs 环境兼容性要求，无铅。

## 11. 版本信息

日期	版本	更新记录
2012年10月22日	v1.0	发行版创建
2014年2月19日	V1.1	更正产品描述
2014年6月20日	V1.2	更正 SZ007A 陀螺仪部分性能指标

## 12. 免责声明

深迪提供的信息基于现行版本，是准确、可靠的。深迪致力于提供不断完善的产品和服务，保有修改或补充本文件以及相关产品的权利，恕不另行通知。

深迪保留本产品的所有相关知识产权。未经许可任何人不得拷贝本文件或发给第三方。如有客户在应用本产品过程中涉及侵犯他人权利，则侵权责任由实施侵权行为者承担，深迪恕不负责。