

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

概述

MAX21100是单芯片“3轴陀螺仪 + 3轴加速度计”的惯性测量单元(IMU)，它集成了具有自主专利的运动合成引擎(MME)实现9轴传感器合成，适用于手机和平板电脑的应用、游戏控制器、运动的遥控制，以及其它消费设备。

MAX21100是业内最高精度的6+3 DoF惯性测量单元，采用3mm x 3mm x 0.83mm的封装，可在低至1.71V的电压下工作。

MAX21100可通过一个专用I²C总线主控器和外部的一个磁力计连接。

内部运动合成引擎(MME)可灵活配置，以获得最适合的精度能耗比。

MAX21100采用16引脚塑料焊盘格栅阵列(LGA)封装，工作在-40°C至+85°C温度范围。

应用

- 带HMI(人机接口)的运动控制
- GPS和惯性导航系统
- 器具设备和机器人
- 运动类的游戏机控制器
- 运动型的3D鼠标和3D遥控器
- 健康和运动监测
- 光学/电子稳像

特性和优势

- 全集成、低功耗，运动合成引擎采用超快速、低功耗(50μA)的Maxim拥有专利的算法实现了高精度9DoF传感器合成，提供：
 - 四元输出
 - 重力和航向输出
- 高数据速率输出(ODR)的加速度计(高达2kHz)和陀螺仪(高达8kHz)
- 四种可选满量程的陀螺仪(250/500/1000/2000 dps)和加速度计(2/4/8/16 g)
- 标准(100kHz)、快速(400kHz)和高速(3.4MHz)的 I²C串行接口——10MHz SPI接口
- 128字节(64 x 16位)内置多模式FIFO
- 唯一的48位序列号芯片ID
- 低噪声模式下电流为5.65mA，MME激活下经济模式的电流为3.45mA
- 关断模式下耗电为1.2μA
- 从关断模式下的开启时间为45ms，从待机模式下的开启时间为4ms
- 在整个温度和时间范围内具有高稳定度：偏移稳定度为4°/h
- 高抗冲击(10,000g冲击容限)

订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：www.maximintegrated.com/cn/MAX21100.related。

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：www.maximintegrated.com/cn。

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

Absolute Maximum Ratings

V _{DD}	-0.3V to +6.0V	I _{VDD} Continuous Current	100mA
V _{DDIO}	-0.3V to +6.0V	I _{VDDIO} Continuous Current	100mA
REGD	-0.3V to min (V _{DD} + 0.3V, +2.2V)	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
INT1, INT2, SDA_SDI_O, SA0_SDO, SCL_CLK, CS, DSYNC,		Junction Temperature	+150°C
RSV1, RSV2, RSV3	-0.3V to min (V _{DDIO} + 0.3V, 6.0V)	Storage Temperature Range	-40°C to +150°C
MST_SCL, MST_SDA	-0.3V to min (V _{DDIO} + 0.3V, 6.0V)	Lead Temperature (soldering, 10s)	+260°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Drops onto hard surfaces can cause shocks of greater than 10,000g and can exceed the absolute maximum rating of the device. Exercise care in handling to avoid damage.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

LGA

Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})31.8°C/W

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})160°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/cn/app-notes/index.mvp/id/4083.

Electrical Characteristics (Note 2)

(V_{DD} = V_{DDIO} = 1.8V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OPERATING CONDITIONS						
Operating Temperature	T		-40	25	+85	°C
V _{DD} Supply	V _{DD}		1.71	1.8	3.6	V
V _{DDIO} (Note 3)	V _{DDIO}		1.71	1.8	3.6	V
CURRENT CONSUMPTION						
IDD—Current Consumption G+A+MME Low-Noise Mode	IDDGAM			5.65	6.5	mA
IDD—Current Consumption G+A Low-Noise Mode	IDDGA			5.6	6.4	mA
IDD—Current Consumption G Low-Noise Mode	IDDG			5.4	6.1	mA
IDD—Current Consumption GEco+A+MME	IDDGEAM	f _{GODR} = 125Hz		3.45	4.1	mA
IDD—Current Consumption GEco +A	IDDGEA	f _{GODR} = 125Hz		3.4	4.0	mA
IDD—Current Consumption G Standby Mode	IDDGS			2.9		mA
IDD—Current Consumption A Low-Noise Mode (Note 4)	IDDA			550	625	μA
IDD—Current Consumption AEco (Note 4)	IDDAE	f _{AODR} = 62.5Hz		25	40	μA
		f _{AODR} = 16.6Hz		10	20	
IDD—Current Consumption Power Down (Note 4)	IDDPD			1.2	10	μA

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

机械特性(注2)

(V_{DD} = V_{DDIO} = 1.8V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
GYROSCOPE							
Full-Scale Range	GFS	User selectable		±250		dps	
				±500			
				±1000			
				±2000			
Rate Noise Density at +25°C (Note 5)	GRND	GFS independent	Low-Noise Mode	0.009	0.025	dps/√Hz	
			Eco Mode, GODR = 250Hz	0.018			
Lowpass Bandwidth (Low-Noise Mode)	GBWL	User selectable		2	2000	Hz	
Highpass Cutoff Frequency (Low-Noise Mode)	GBWH	Enable/disable, user selectable		0.1	100	Hz	
Phase Delay at 10Hz (Low-Noise Mode)	GPD	GODR = 8kHz GBWL = 400Hz		3.3		deg	
Sensitivity	GSO	GFS = ±250dps		120		digit/mdps	
		GFS = ±500dps		60			
		GFS = ±1000dps		30			
		GFS = ±2000dps		15			
Sensitivity Error at +25°C	GSE			-2.5	±0.3	+2.5	%
Sensitivity Drift Over Temperature (Note 5)	GSD			-0.05	±0.008	+0.05	%/°C
Zero Rate Level Error at +25°C	GZRLE			-6	±0.5	+6	dps
Zero Rate Level Drift Over Temperature (Note 5)	GZRLD			-0.15	±0.025	+0.15	dps/°C
Angular Random Walk Low-Noise Mode	GARW			0.45			deg/√hr
Bias Stability	GBSTAB			4			deg/hr
Nonlinearity at +25°C (Note 5)	GNL	GFS = ±2000dps Best fit line		0.1	0.4		%FS
Cross Axis	GCA	Absolute (Note 5)		-5	±1	+5	%
		Relative to the accelerometer reference system		-3	±1	+3	
Linear Acceleration Effect at +25°C (Note 5)	GLAE	1g static applied		-0.2	±0.05	+0.2	dps/g
Output Data Rate	GODR	User selectable, Low-Noise Mode		3.9	8000	Hz	
		User selectable, Eco Mode		31.25	250		

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

机械特性(续) (注2)

($V_{DD} = V_{DDIO} = 1.8V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
ODR Accuracy (Note 6)	GODRE			-10		+10	%
Startup Time from Power Down	GSTPD				45	90	ms
Startup Time from Standby	GSTS	8kHz GODR 400Hz GBWL			4		ms
Self-Test Output	GSELF	X, Z axis		10	25	50	%GFS
		Y axis		-50	-25	-10	
ACCELEROMETER							
Full-Scale Range	AFS	User selectable		±2		g	
				±4			
				±8			
				±16			
Noise Density at +25°C (Note 5)	AND	AFS = ±2g	Low-Noise Mode	140	260	µg/√Hz	
			Eco Mode AODR = 250Hz	800			
Output Data Rate	AODR	User-selectable Low-Noise Mode		31.25	2000	Hz	
		User-selectable Eco Mode		0.98	250		
ODR Accuracy	AODRE			-10		+10	%
Lowpass Bandwidth	ABWL	User-selectable Low-Noise Mode		AODR/48	300	Hz	
		User-selectable Eco Mode		AODR/48	AODR/2		
Highpass Cutoff Frequency Low-Noise Mode	ABWH	Enable/disable, user-selectable bandwidth		AODR/400	AODR/50	Hz	
Sensitivity	ASO	AFS = ±2g		15		digit/mg	
		AFS = ±4g		7.5			
		AFS = ±8g		3.75			
		AFS = ±16g		1.875			
Sensitivity Error at 25°C	ASE	AFS = ±2g		-2.5	±0.38	+2.5	%
Sensitivity Drift Over Temperature (Note 5)	ASD	AFS = ±2g		-0.028	±0.007	+0.028	%/°C
Zero g Level Error at +25°C (Note 7)	AZGLE	AFS = ±2g, X,Y axes		-120	±20	+120	mg
		AFS = ±2g, Z axis		-180	±35	+180	
Zero g Level Drift Over Temperature (Note 5)	AZGLD	AFS = ±2g, X, Y axes		-1.7	±0.5	+1.7	mg/°C
		AFS = ±2g, Z axis		-3.3	±0.8	+3.3	
Non Linearity at +25°C (Note 5)	ANL	AFS = ±2g, best fit line			0.5	1.2	%FS
Cross Axis (Note 5)	ACA	Absolute		-5	±1	+5	%

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

机械特性(续) (注2)

($V_{DD} = V_{DDIO} = 1.8V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Self-Test Output (Note 4)	ASELF	X,Y axis	80	300	800	mg
		Z axis	60	240	600	
TEMPERATURE SENSOR						
Sensitivity	TSS	8 bit	1			digit/°C
		16 bit	256			digit/°C
Sensitivity Error (Note 5)	TSSE		-7	±3	+7	%
Output at +25°C	TSO	8 bit	25			digit
		16 bit	6400			
Bandwidth	TSBW		4			Hz

接口参数指标(注2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ESD PROTECTION						
Human Body Model	HBM				2000	V
Charged Device Model	CDM				500	V
IOs DC SPECIFICATIONS (Note 5)						
Input Threshold Low	V_{IL}			$0.3 \times V_{DDIO}$		V
Input Threshold High	V_{IH}		$0.7 \times V_{DDIO}$			V
Hysteresis of Schmitt Trigger Input	V_{HYS}		$0.05 \times V_{DDIO}$			V
Input Leakage Current	I_{LK}		-1		+1	μA
I ² C Master bypass Resistance	R_{BYP}				45	Ω
I ² C Internal Pullup Resistance (Note 8)	R_{I2CPU}		4.5		10	k Ω
SPI SLAVE TIMING VALUES (Note 9)						
CLK Frequency	f_{C_CLK}			10		MHz
CS Setup Time	t_{SU_CS}		10			ns
CS Hold Time	t_{H_CS}		12			ns
SDI Input Setup Time	t_{SU_SI}		5			ns
SDI Input Hold Time	t_{H_SI}		10			ns
CLK Fall to SDO Valid Output Time	t_{V_SDO}			35		ns
SDO Output Hold Time	t_{H_SO}		10			ns
I²C TIMING VALUES (Note 5)						
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	Standard mode	0	100		kHz
		Fast mode	0	400		

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

接口参数指标(续)(注2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD;STA}	Standard mode	4			μs
		Fast mode	0.6			
Low Period of SCL Clock	t _{LOW}	Standard mode	4.7			μs
		Fast mode	1.3			
High Period of SCL Clock	t _{HIGH}	Standard mode	4.0			μs
		Fast mode	0.6			
Setup Time for a Repeated START Condition	t _{SU;STA}	Standard mode	4.7			μs
		Fast mode	0.6			
Data Hold Time	t _{HD;DAT}	Standard mode	0			μs
		Fast mode	0			
Data Setup Time	t _{SU;DAT}	Standard mode	250			ns
		Fast mode	100			
Setup Time for STOP Condition	t _{SU;STO}	Standard mode	4.0			μs
		Fast mode	0.6			
Bus Free Time Between a STOP and a START Condition	t _{BUF}	Standard mode	4.7			μs
		Fast mode	1.3			
Data Valid Time	t _{VD;DAT}	Standard mode			3.45	μs
		Fast mode			0.9	
Data Valid Acknowledge Time	t _{VD;ACK}	Standard mode			3.45	μs
		Fast mode			0.9	
I ² C TIMING VALUES (High-Speed Mode, Note 5)						
SCLH Clock Frequency	f _{SCLH}	HS mode			3.4	MHz
Setup Time for A REPEATED START Condition	t _{SU;STA}	HS mode	160			ns
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD;STA}	HS mode	160			ns
Low Period of SCL Clock	t _{LOW}	HS mode	160			ns
High Period of SCL Clock	t _{HIGH}	HS mode	90			ns
Data Setup Time	t _{SU;DAT}	HS mode	10			ns
Data Hold Time	t _{HD;DAT}	HS mode	0			ns

Note 2: Limits are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization.

Note 3: V_{DDIO} must be lower or equal than V_{DD} supply.

Note 4: Values at $T_A = +25^{\circ}C$.

Note 5: Min max based on characterization results.

Note 6: ODR real value can be calculated through proper register readout with 1.5% accuracy.

Note 7: Values after MSL3 preconditioning and 3 reflow cycles.

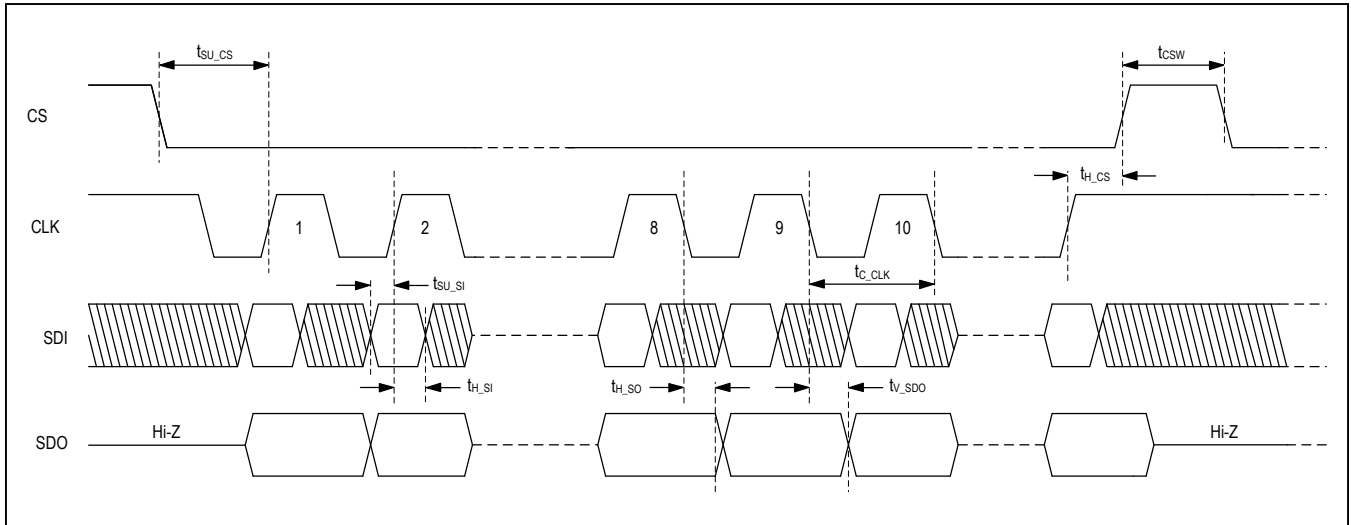
Note 8: Pullup resistances are user selectable.

Note 9: 10pF load on SPI lines. Min Max based on characterization results.

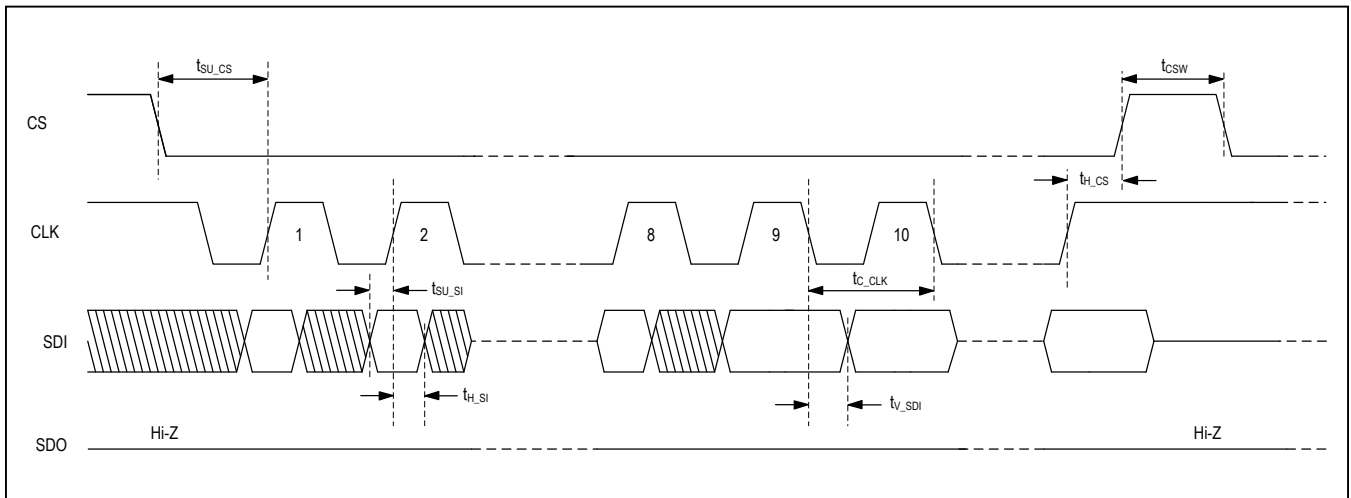
低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

SPI时序

4线SPI模式

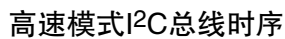


3线SPI模式



低功耗、超高精度6+3自由度的
惯性测量单元DoF IMU

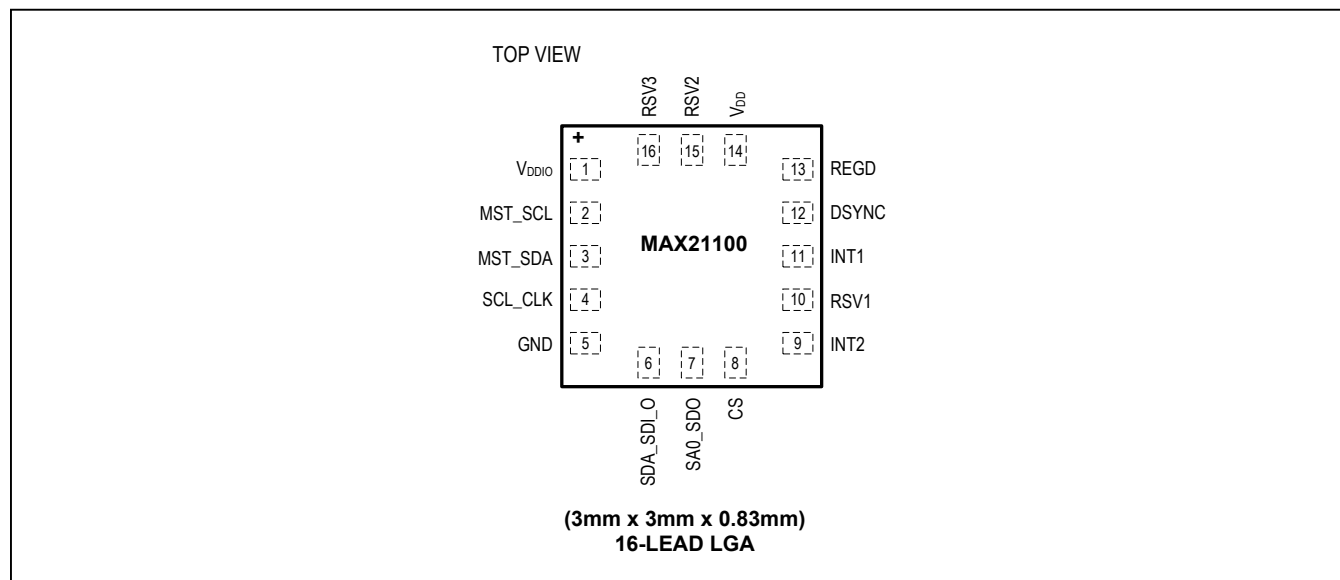
标准/快速模式I²C总线时序



MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的
惯性测量单元DoF IMU

引脚配置



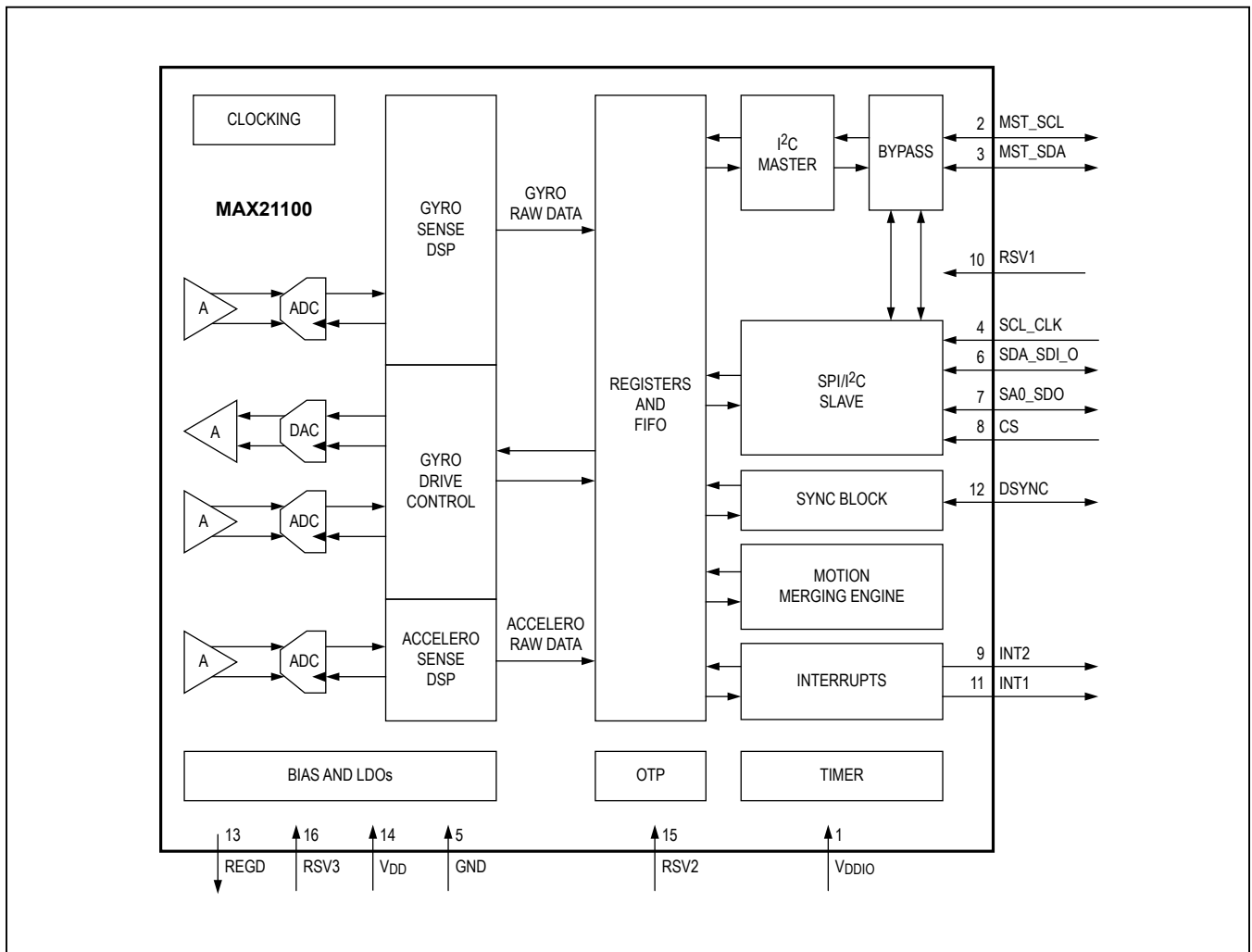
引脚说明

引脚	名称	功能
1	VDDIO	接口及中断焊盘电源。
2	MST_SCL	I ² C主机串行时钟。用户可选6kΩ内部上拉电阻。
3	MST_SDA	I ² C主机串行数据。用户可选6kΩ内部上拉电阻。
4	SCL_CLK	SPI和I ² C从机时钟。I ² C模式下，该IO具有可选的消尖峰滤波器和延迟以确保保持时间正确。
5	GND	电源地。
6	SDA_SDI_O	SPI输入/输出引脚和I ² C从机串行数据。I ² C模式下，该IO具有可选的抗尖峰脉冲滤波器和延迟，以确保保持时间正确。
7	SA0_SDO	SPI串行数据输出和I ² C从地址LSB。
8	CS	SPI片选/串口选择。
9	INT2	中断2。
10	RSV1	保留，必须连接至GND。
11	INT1	中断1。
12	DSYNC	数据同步引脚，用于：动态更改MAX21100电源模式；将数据与外部时钟同步(例如GPS/照相机)，具有不同选项；将数据与外部事件同步。
13	REGD	内部稳压器输出，最大2.2V。必须将100nF电容连接至该引脚，以确保器件正确工作。
14	VDD	模拟电源。用0.1μF电容和10μF电容旁路至GND。
15	RSV2	保留，必须连接至应用中的VDD。
16	RSV3	保留，保持浮空。

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的
惯性测量单元DoF IMU

功能框图



低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

详细说明

MAX21100是低功耗、低电压、小型封装、6轴惯性测量单元，能够在整个温度范围和全天候提供前所未有的高精度和高稳定性指标。

MAX21100集成3轴陀螺仪和3轴线性加速度计，采用3mm x 3mm x 0.83mm封装，可工作在低至1.71V电压。

器件集成传感器元件和接口，能够通过IC的数字接口(I²C/SPI)为外部提供测得的角速度和加速度。

IC接口包括一个主I²C口，它专用于采集外部磁力计的数据。通过嵌入的超低功耗9DoF运动合成引擎将该数据与陀螺仪及加速度计数据合成在一起。

所有传感器和合成数据可储存在128字节完全可配置的自带FIFO中。

DSYNC有效地让传感器和外部触发器与外部源(例如GPS/Camera)同步。

MAX21100具有宽的可动态选择的电源模式，允许用户根据应用需求优化系统功耗。

MAX21100提供±250/±500/±1000/±2000 dps陀螺仪满量程和±2/±4/±8/±16g加速度计满量程。用户可选的测量角速度和加速度带宽。

MAX21100采用3mm x 3mm x 0.83mm、16引脚塑料焊盘栅格阵列(LGA)封装，工作在-40°C至+85°C温度范围。

定义

电源电压(V): 该参数定义6DoF惯性测量单元的直流电源工作电压范围。虽然保持低噪、低纹波的V_{DD}是设计中的一贯要求，但不像大多数竞争对手，要求超低的噪声和压差的稳压器为器件供电。MAX21100不仅可以工作在1.71V，还可由开关电源供电，将系统功耗降至最低。

低噪声模式电流消耗[mA]: 该参数定义6DoF惯性测量单元工作在最低噪声时(包括加速度计和陀螺仪)的典型耗流。

经济模式耗流[mA]: 该参数定义6DoF惯性测量单元在经济模式下的耗流。经济模式下，MAX21100的功耗大幅降低，但噪声增大。

关断模式耗流[μA]: 该参数定义6DoF惯性测量单元在关断模式下的耗流。该模式下，机械检测架构和读数链路均关断。用户可通过I²C/SPI接口配置该模式的控制寄存器。关断模式下也可通过I²C/SPI接口完全访问控制寄存器。

陀螺仪满量程范围[dps]: 该参数定义陀螺仪的测量范围，单位为度/秒(dps)。当施加的角速度超过满量程时，陀螺仪输出信号就达到饱和。

零速率电平(dps): 该参数定义没有外部角速度作用在陀螺仪时的直流器件的输出。

陀螺仪灵敏度[字数/dps]: 灵敏度是指LSB与dps之间的关系，可用于将以LSB为单位的数字陀螺仪测量值转换为角速度。

零速率电平温度系数[dps/°C]: 该参数定义零速率电平在工作温度范围内的变化，单位为dps/°C。

陀螺仪灵敏度温度系数[%/°C]: 该参数定义陀螺仪灵敏度在数据资料规定的工作温度范围内的变化百分比(%)。

陀螺仪非线性[% FS]: 该参数定义陀螺仪输出与最佳拟合直线之间的最大绝对误差，单位为陀螺仪满量程(GFS)的百分比。

陀螺仪带宽[Hz]: 该参数定义从直流到陀螺仪内部可测量带宽(GBWL)之间的角速度频率。可利用专用寄存器选择陀螺仪带宽。

速度噪声密度[dps/√Hz]: 该参数定义陀螺仪角速度的等效噪声功率密度的平方根。

加速度计满量程[g]: 该参数定义加速度计的测量范围，单位为g。当施加的加速度超过满量程时，加速度计输出信号达到饱和。

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

0-g电平[mg]: 该参数定义没有外部加速度作用在加速度计时的直流器件输出。

加速度计灵敏度[digit/g]: 灵敏度是指LSb与g之间的关系, 可用于将以LSB为单位的数字加速度计测量值转换为g。

0-g电平温度系数[mg/°C]: 该参数定义0g电平在工作温度范围内的变化, 单位为mg/°C。

加速度计灵敏度温度系数[%/°C]: 该参数定义加速度计灵敏度在数据资料规定的工作温度范围内的变化百分比(%)。

加速度计非线性[% FS]: 该参数定义加速度计输出与最佳拟合直线之间的最大绝对误差, 单位为加速度计满量程(FS)的百分比。

加速度计带宽[Hz]: 该参数定义从直流到加速度计内部可测量带宽(ABWL)之间的加速度信号频率。可利用专用寄存器选择加速度计带宽。

加速度计噪声密度[μg/√Hz]: 该参数定义加速度计线性加速度的等效噪声功率密度的平方根。

MAX21100架构

MAX21000包括以下主要模块和功能:

- 三轴MEMS陀螺仪传感器, 带16位ADC和信号调节
- 三轴MEMS加速度计传感器, 带16位ADC和信号调节
- 运动合成引擎(MME)
- 从机I²C和SPI串行通信接口
- 主机I²C
- 中断发生器
- 数字输出温度传感器
- 电源管理, 支持不同电源模式
- 传感器数据寄存器
- FIFO
- 数据同步电路
- 自检功能

带16位ADC和信号调节的三轴MEMS陀螺仪

MAX21100包括MEMS陀螺仪, 通过相关IC接口检测围绕X、Y和Z轴的转速。当陀螺仪围绕任意检测轴旋转时, 科氏力决定MEMS结构的位移, 可通过电容变化测得。然后由16位ADC对产生的信号进行处理, 产生与角速度成比例的数字输出。陀螺仪的满量程可数字化为±250、±500、±1000或±2000 dps。

带16位ADC和信号调节的三轴MEMS加速度计

MAX21100包括MEMS加速度计, 检测沿X、Y和Z轴的线性加速度。当加速度出现在任一检测轴时, 引起MEMS结构的位移, 可通过电容变化测得。然后由16位ADC将该信号数字化转换, 与加速度成比例的数字输出提供给用户。加速度计的满量程可数字化为±2、±4、±8或±16 g。

运动合成引擎(MME)

MME将陀螺仪、加速度计及外部磁力计的原始数据作为输入, 提供器件的方位信息作为输出。

方位信息使用四元数或重力和航向表示法表示, 具有陀螺仪的快速响应以及加速度计和磁力计的低频精度特性。

当陀螺仪信息不可用时(例如陀螺仪关闭), 绝对方位信息仍然可用。这通常称为电子罗盘(e-Compass)或软陀螺仪模式, 具有很好的精度, 但响应较慢。

MME也可用于单独利用陀螺仪数据的积分产生四元数, 无需与加速度计或磁力计合成。

MME输出可直接寄存器读取及给FIFO储存, 以及原始数据输出。

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

从机I²C和SPI串行通信接口

MAX21100内嵌的寄存器可通过从机I²C和SPI串行接口访问，后者可通过SW配置为3线或4线接口模式。

串行接口被映射至相同的引脚。当选择/采用I²C接口时，CS线必须连接至高电平(即连接至V_{DDIO})。

I²C接口

I²C为2线接口，由串行数据(SDA)和串行时钟(SCL)信号组成。通常情况下，总线为开漏、双向传输。在I²C接口中，所连接的器件可以为主机或从机。主器件将从地址发送到总线，地址相匹配的从器件应答主器件。

与系统处理器(作为主机)通信时，MAX21100作为从机。SDA和SCL通常需要通过电阻上拉至V_{DDIO}。最大总线速率为3.4MHz (I²C HS)，可以缩短处理器繁忙的数据交换时间。

IC的从地址为b101100X，7位。7位地址中的LSB位由引脚SA0的逻辑电平决定，这样可以在同一I²C总线上挂接两片MAX21100。

当采用该配置时，两片中的一片的地址应为b1011000 (引脚SA0_SDO设置为逻辑低)，另一片的地址应为b1011001 (引脚SA0_SDO设置为逻辑高)。

SPI接口

MAX21100的SPI可工作到10MHz，3线(半双工)和4线模式(全双工)都行。

如果MAX21100与其它SPI器件一起工作，建议将地址0x16的I2C_OFF位置位，以免在检测堵塞、CS不确定时可能意外切换到I²C模式。

MAX21100作为SPI从器件。写寄存器命令和读寄存器命令在16个时钟脉冲内完成；如果读/写多个字节，则每个字节须8个时钟脉冲。每一位地保持时间为CLK的两个下降沿之间的时间。

第一位(位0)在CS下降沿之后的第一个CLK下降沿开始，最后一位(位15、位23等)在CS上升沿之前的最后一个CLK下降沿开始。

第0位：RW位，为0时，数据DI(7:0)写入器件；为1时，读取器件的数据DO(7:0)。后者，芯片在第8位开始时驱动SDO。

第1位：MS位，根据IF_PARITY的配置，该位可用于多址标准模式，或用于寄存器地址的奇偶校验。

表1. 数字接口引脚说明

NAME	DESCRIPTION
CS	SPI enable and I2C/SPI mode selection (1: I2C mode, 0: SPI enabled)
SCL/CLK	SPI and I2C clock. When in I2C mode, the IO has selectable anti-spike filter and delay to ensure correct hold time.
SDA/SDI/SDO	SPI in/out pin and I2C serial data. When in I2C mode, the IO has selectable antispike filter and delay to ensure correct hold time.
SDO/SA0	SPI serial data out or I2C slave address LSb

表2. I²C地址

I ² C BASE ADDRESS	SA0/SDO PIN	R/W BIT	RESULTING ADDRESS
0x2C (6 bit)	0	0	0xB0
0x2C	0	1	0xB1
0x2C	1	0	0xB2
0x2C	1	1	0xB3

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

如果用作MS位，为1时，地址在多个读/写命令中保持不变；为0时，地址在多个读/写命令中自动递增。

第2至7位：地址AD(5:0)，为变址寄存器的地址字段。

第8至15位：数据DI(7:0) (写模式)，为写入器件的数据(MSb在前)。

第8至15位：数据DO(7:0) (读模式)，为从器件读取的数据(MSb在前)。

SPI半双工和全双工工作

MAX21100可设置为工作在半双工(一个双向数据引脚)或全双工(一个数据输入引脚和一个数据输出引脚)模式。SPI主机将I2C_CFG (0x16)中的SPI_3_WIRE位置0时，为全双工工作；将该位置1时为半双工工作。上电默认为全双工。

全双工工作

MAX21100上电时默认进入全双工模式。SPI主机清除SPI_3_WIRE位时进入全双工模式，全双工SPI接口使用独立的数据引脚SDI和SDO传输数据。由于数据引脚独立，所以MAX21100可同时输入和输出数据位。MAX21100使用这一功能在接收命令字的同时，输出8个数据位。

从SPI从机接口(SDO)读取数据

SPI主机采用以下步骤从MAX21100从机接口读取数据：

- 1) CS为高电平时，未选中MAX21100，SDO输出为三态。
- 2) 将SCL_CLK驱动为有效状态后，SPI主机通过将CS拉低选中MAX21100。
- 3) SPI主机将命令字节移入MAX21100，SPI读命令在16个时钟周期内完成。如果执行多字节读命令，在之前时钟脉冲的基础上增加8个时钟脉冲的整数倍。

第0位：READ位，值为1。

第1位：MS位，为1时不递增地址，为0时在多字节写操作中递增地址。

第2至7位：地址AD(5:0)，为变址寄存器的地址段。

第8至15位：数据DO(7:0) (读模式)，从器件读取的数据(MSb在前)。

第16-...位：数据DO(...-8)，多字节读操作的附加数据。16个时钟周期后，主机可将CS驱动为高电平，取消选中MAX21100，使其将SDO输出置于三态。时钟的下降沿将序列中下一个数据字节的MSb送至SDO输出。

- 4) 通过将CS保持为低电平，主机连续提供SCL_CLK脉冲(突发模式)，将寄存器数据移出MAX21100。主机通过将CS驱动为高电平结束传输。主机必须确保SCL_CLK在下次操作开始时(将CS驱动为低电平时)处于有效状态。

写SPI从机接口(SDI)

SPI主机采用以下步骤将数据写入MAX21100从机接口：

- 1) SPI主机将时钟设置为禁止状态。CS为高电平时，主机可驱动SDI输入。
- 2) SPI主机通过将CS拉低选中MAX21100。
- 3) SPI主机将命令字节移入MAX21100，SPI写命令在16个时钟周期内完成。如果执行多字节写命令，在之前时钟脉冲的基础上增加8个时钟脉冲的整数倍。

第0位：WRITE位，值为0。

第1位：MS位，为1时不递增地址，为0时在多字节写操作中递增地址。

第2至7位：地址AD(5:0)，为变址寄存器的地址段。

第8至15位：数据DI(7:0) (写模式)，为写至器件的数据(MSb在前)。

第16-...位：数据DI(...-8)，多字节写操作的附加数据。

- 4) 通过将CS保持为低电平，主机连续提供SCL_CLK脉冲(突发模式)，将数据字节写至MAX21100。主机通过将CS驱动为高电平结束传输。主机必须确保SCL_CLK在下次操作开始时(将CS驱动为低电平时)处于禁止状态。

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

半双工工作

SPI主机将SPI_3_WIRE置1时，MAX21100置于半双工模式。半双工模式下，MAX21100将其SDO引脚置于三态，使SDI引脚为双向，节省SPI接口的引脚。半双工模式下，SDO引脚可浮空，SPI主机访问MAX21100寄存器的步骤如下：SPI主机将时钟设置为非活动状态。CS为高电平时，主机可将SDI引脚驱动为任意值。

- 1) SPI主机通过将CS驱动为低电平选中MAX21100并将被写入的第一个数据位(MSB)送至SDI输入。
- 2) SPI主机打开其输出驱动器，将命令字节移入MAX21100。SPI读命令在16个时钟周期内完成。

第0位：READ位，值为1。

第1位：MS位，为1时不递增地址，为0时在多字节操作中递增地址。

第2至7位：地址AD(5:0)，为变址寄存器的地址字段。

第8至15位：数据DO(7:0) (读模式)，从器件读取的数据(MSB在前)。

多字节读命令也适用于3线模式。

主机I²C

主机接口允许：

- 读出外部磁传感器，数据率可为加速度计ODR的可选倍数
- 映射AppProcessor读/写命令
- 旁路模式：电的旁路

主机接口焊盘供电电压为V_{DDIO}。

中断发生器

MAX21100提供两个完全独立的中断发生器，便于中断发生的SW管理。例如，一条线可用于表示DATA_READY事件，而另一条线可用于表示完成内部启动序列等。

可通过中断配置寄存器配置中断功能。配置项包括INT引脚电平和持续时间、清除方式，以及产生中断所必需触发器条件。

可从中断状态寄存器读取中断状态。

能够以两种方式获得产生中断的事件：闭锁和解锁。

中断源可独立使能/禁止以及清除。可能的中断源列表包括以下条件：DATA_READY、FIFO_EMPTY、FIFO_THRESHOLD、FIFO_OVERRUN、OTP_DOWNLOAD、DSYNC。

中断源发生器也可配置为闭锁、解锁或定时(长度可设置)。

配置为闭锁时，可通过读取对应的状态寄存器清除(读清除)，或者向状态寄存器写相应的掩码(写清除)。

数字输出温度传感器

数字输出温度传感器用于测量MAX21100的管芯温度，可通过传感器数据寄存器读取来自ADC的读数。

温度数据分为2个字节，对于较快和准确度要求不太高的读取，只读MSB的数据作为的绝对温度，单位为摄氏度；通过读取LSB，准确度可大幅提高，高到1/256°C。

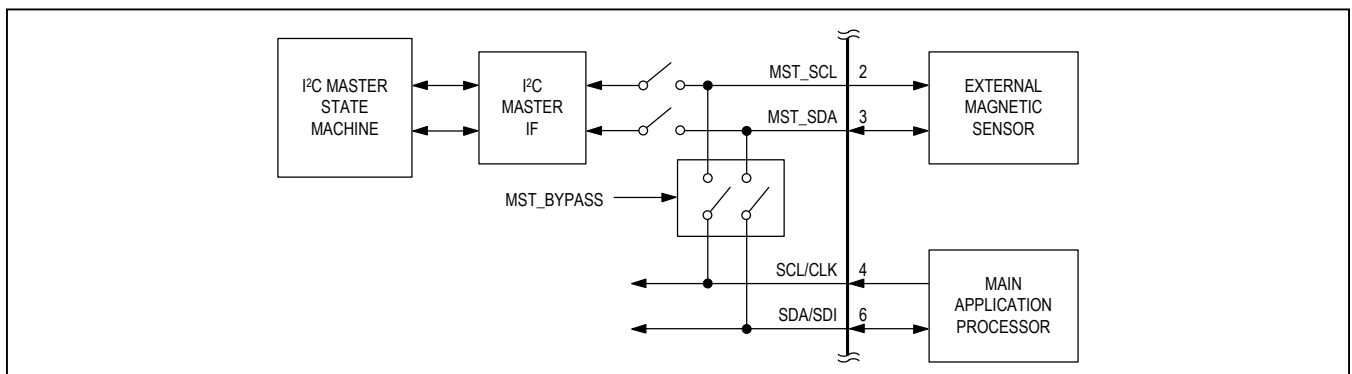


图1. 主机I²C

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

功率模式

MAX21100具有9种不同的电源模式，可灵活地综合考虑功耗、噪声、精度和开启时间。

可由软件控制在不同电源模式之间进行转换，在配置寄存器中明确设置功率模式，或使能根据DSYNC引脚自动转换功率模式。

陀螺仪低噪声模式

陀螺仪低噪声模式下，只有陀螺仪打开，以最小噪声电平工作。

陀螺仪经济模式

该电源模式下，只有陀螺仪打开并工作在经济模式。经济模式下功耗较低，传感器精度相同，但速率噪声密度较高。

MAX21100这种独特的功能可在陀螺仪的4种不同ODR下激活：31.25Hz、62.5Hz、125Hz和250Hz。

陀螺仪待机模式

为降低功耗并具有较短的开启时间，IC提供了陀螺仪待机模式。待机模式下，由于关闭了主要的信号处理部分，所以节省功耗，但MAX21100的陀螺仪不能产生数据了。该模式下的开启时间要快得多。

加速度计低噪声模式

加速度计低噪声模式下，只有加速度计打开，以最小噪声电平工作。

加速度计经济模式

该电源模式下，只有加速度计打开并工作在经济模式。经济模式下功耗较低，传感器精度相同，但加速度计速率噪声密度较高。

该功能可在加速度计的9种ODR下激活：0.98Hz、1.95Hz、3.9Hz、7.8Hz、15.625Hz、31.25Hz、62.5Hz、125Hz和250Hz。

关断模式

关断模式下，IC配置为将功耗降至最低。关断模式下，仍然可读取寄存器，但没有传感器可产生的新数据。与待机模式相比，开启IC并开始从传感器收集数据所需的时间要更长。

传感器数据输出寄存器

传感器数据寄存器包含最新的陀螺仪、加速度计、磁力计、四元数(或重力和航向)和温度测量数据。

它们为只读寄存器，通过串行接口访问。任何时间均可读取这些寄存器的数据，可利用中断功能判断何时有新数据可供读取。

表3. 功率模式

NAME	DESCRIPTION
Gyro Low-Noise	Only gyroscope is switched on and it is operational with maximum performances.
Gyro Eco	Only gyroscope is switched on and operates to reduce the average current consumption.
Gyro Standby	The gyroscope is in Standby Mode, the current consumption is reduced by 50%, with a shorter turn-on time
Acc Low-Noise	Only accelerometer is switched on and it is operational with maximum performances.
Acc Eco	Only accelerometer is switched on and operates to reduce the average current consumption.
Gyro Low-Noise Mode + Acc Low-Noise Mode	Acc and gyro are both switched on in Low-Noise Mode.
Gyro Eco + Acc Low-Noise Mode	Acc is in low-noise mode, while the gyro is Eco Mode.
Gyro Standby + Acc Low-Noise Mode	Acc is in low-noise mode, while the gyro is Standby Mode.
Power-Down	This is the minimum power consumption mode, at the price of a longer turn-on time.

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

FIFO

MAX21100内置128字节数据FIFO。用户可灵活选择一组坐标数据储存在FIFO中。由于主机处理器无需持续从传感器获取数据，只要在需要时唤醒并从FIFO中以突发模式读取大量数据，所以能够节省系统功耗。

FIFO缓冲器有四种主要工作模式：关闭、常规、中断和快照。

配置为快照模式时，提供在外部中断事件后捕获数据的理想方法。

常规和中断模式都可选择配置为溢出工作模式，取决于是否可接受缓冲器丢弃较新或较早数据。

可使能各种FIFO状态标识，以在INT1/INT2引脚上产生中断事件。

FIFO关闭模式

该模式下，FIFO关闭；数据仅储存在数据寄存器中，如果读取FIFO，则无数据可用。

FIFO关闭时，实际上可选择两种方式使用该器件：通过对数据寄存器的同步或异步读取操作。

同步读操作

该模式下，处理器在DATA_READY每次置位时读取MAX21100产生的数据集(例如3轴配置的6个字节)。为避免数据不一致，处理器必须一次性读取一组完整的数据。

使用这种方法的好处是实时完整地更新了来自MAX21100的输入信号，并且最大的减少数据量。

异步读操作

该模式下，处理器读取MAX21100产生的数据，与DATA_READY的状态无关。为了将由于不同时间的采样数据被

读取而引起的误差降至次数最小，访问的频率必须比所选ODR高得多，这种方法通常要求的BW要高得多。

FIFO常规模式

Overrun = false

- FIFO打开。
- 以所选的数据率(ODR)写入FIFO。
- FIFO填满时，可产生中断。
- FIFO填满时，新进来的数据全部丢弃。只读取FIFO中已储存那部分数据，FIFO保持锁定新数据不能写入。
- 只有全部数据被读取了，FIFO重新开始保存数据。
- 如果通信速度够高，可防止数据丢失。
- 为防止出现FIFO_FULL的情况，必需在下一DATA_READY发生之前读取全部数据。
- 如果该条件不满足，数据会丢失。

Overrun = true

- FIFO打开。
- 以所选ODR写入FIFO。
- FIFO填满时，可产生中断。
- FIFO填满时，最早的数据被新数据覆盖。
- 如果通信速度较高，可保证数据完整性。
- 为防止FIFO_WR_FULL，必需在下一DATA_READY发生之前读取全部数据。
- 如果不满足该条件，数据会被覆盖。

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

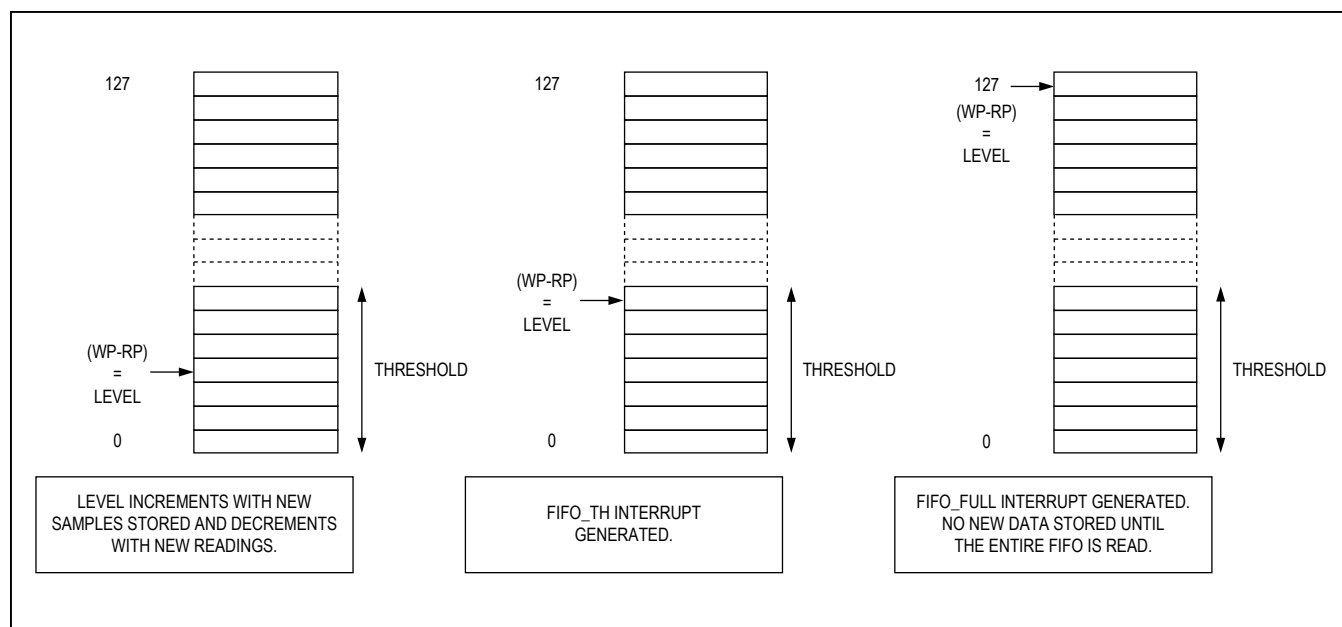


图2. FIFO常规模式，Overrun = False

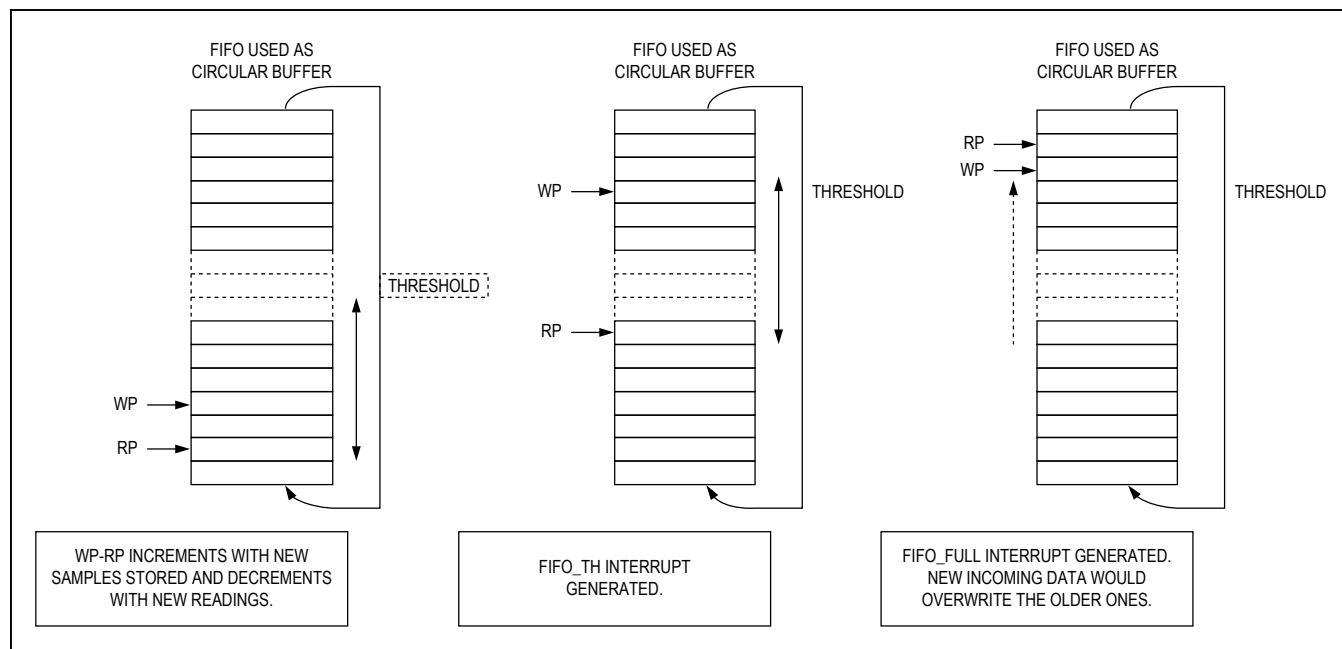


图3. FIFO常规模式，Overrun = True

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

中断模式

Overrun = false

- 初始禁止FIFO。数据只存储在数据寄存器中。
- 发生中断(INT_OR或INT_AND)时，自动打开FIFO，以所选ODR储存数据。

- FIFO填满时，全部丢弃新输入的数据。只读取FIFO中已储存的数据，可排除写入新数据的可能性。
- 只有读取全部数据，发生新事件时，FIFO重新开始保存数据。

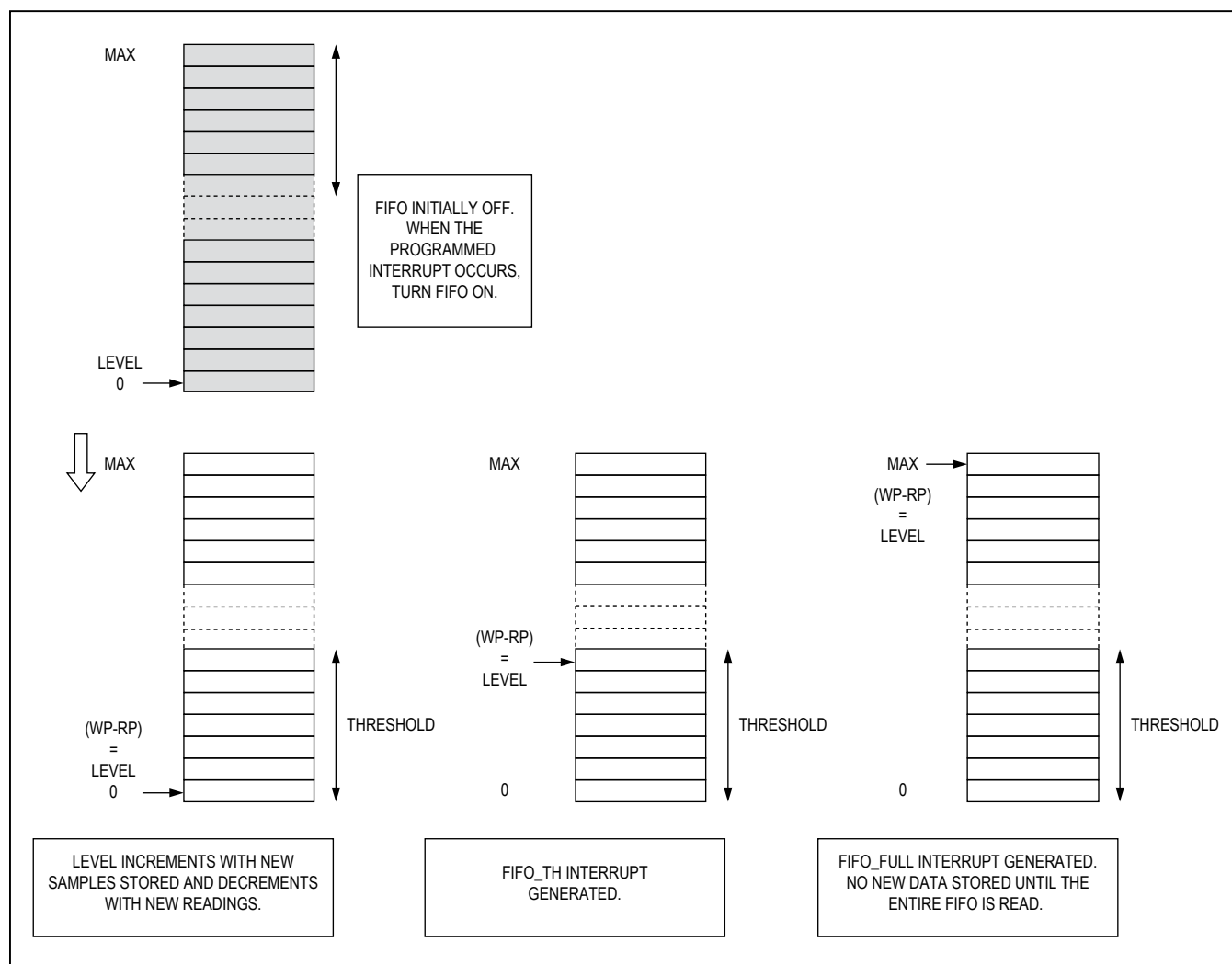


图4. FIFO中断模式，*Overrun = False*

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

Overrun = true

- 初始禁止FIFO。数据只存储在数据寄存器中。
- 发生中断(INT_OR或INT_AND)时，自动打开FIFO，以所选ODR储存数据。
- FIFO填满时，可产生中断。
- FIFO填满时，最早的数据被新数据覆盖。
- 如果通信速度较高，可保证数据完整性。
- 为防止FIFO_WR_FULL，必需在下一DATA_READY发生之前读取全部数据。
- 如果不满足该条件，数据会被覆盖。

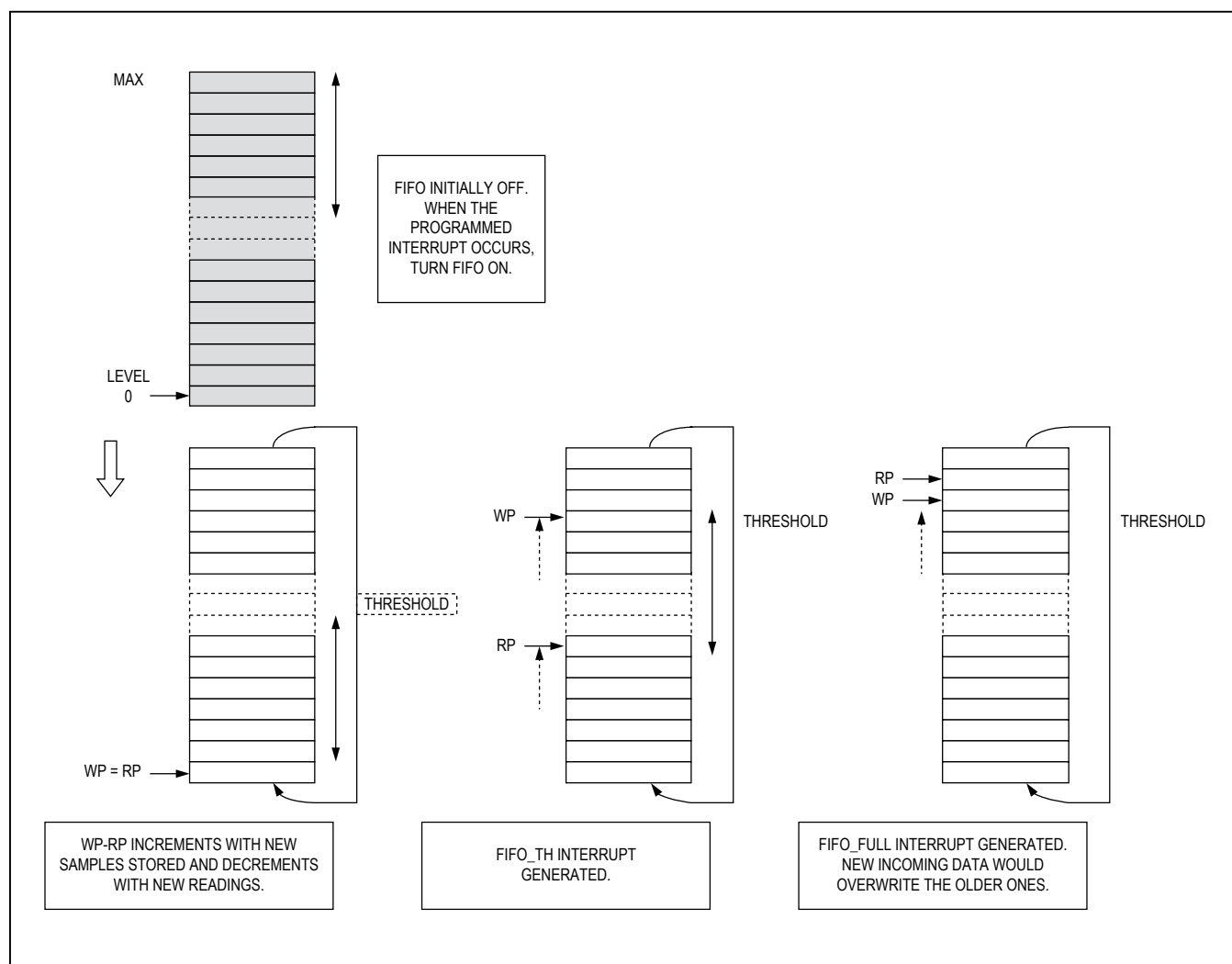


图5. FIFO中断模式，*Overrun = True*

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

快照模式

- FIFO初始处于常规模式，使能溢出。
- 发生中断(INT_OR或INT_AND)时，FIFO自动转换为非溢出模式，以所选ODR存储数据，直到FIFO填满。
- FIFO填满时，可产生中断。
- FIFO填满时，全部丢弃新输入的数据。只读取FIFO中已储存数据，可排除写入新数据的可能性。
- 只有读取全部数据后，FIFO重新开始非溢出模式下保存数据。

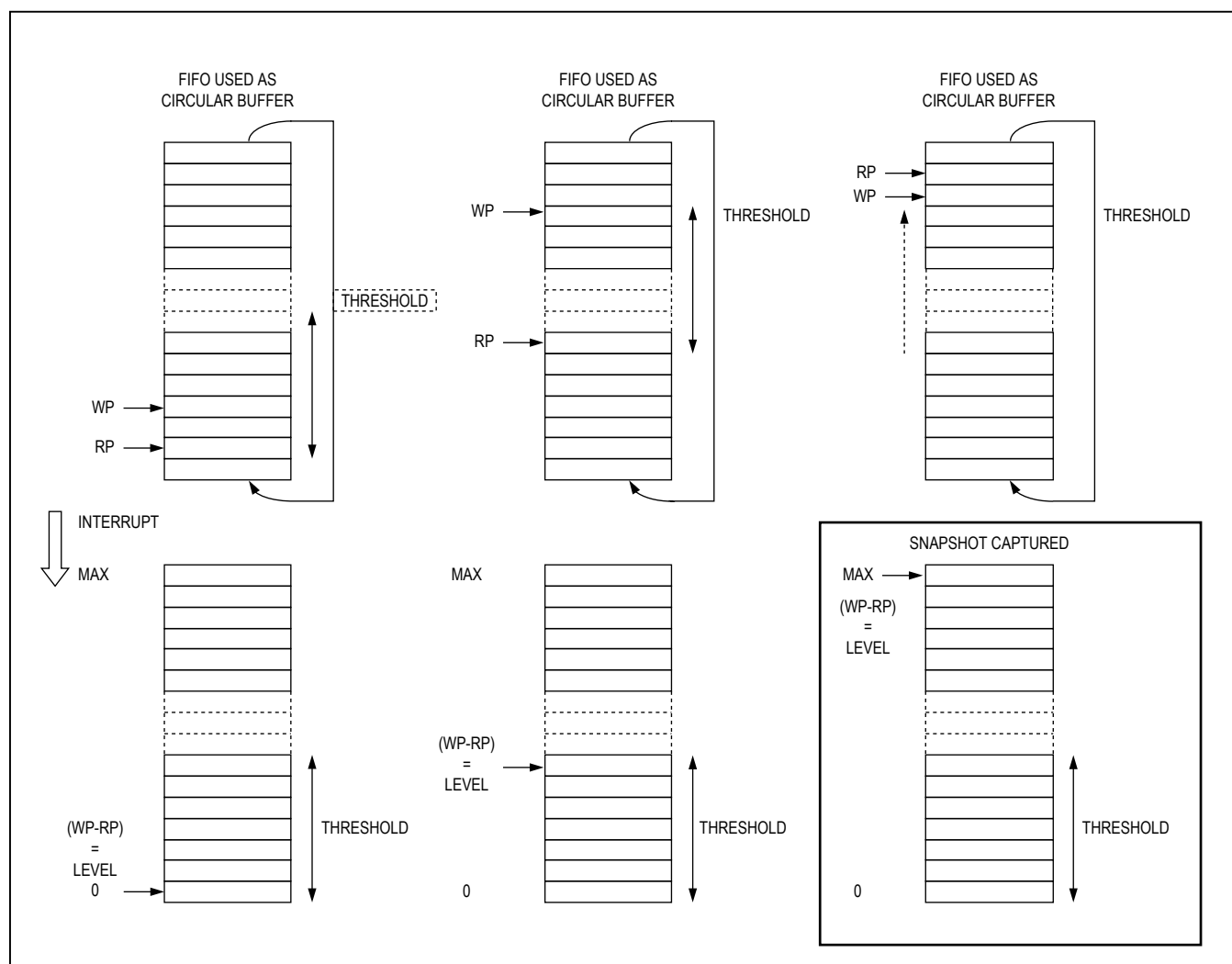


图6. FIFO快照模式

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

数据同步

MAX21100具有名为DSYNC的引脚，其目的是使能许多同步选项。

唤醒功能

DSYNC引脚可用于根据POWER_CFG (0x00)寄存器的PWR_SEL和PWR_MODE设置，将MAX21100在两种电源模式之间切换。该功能可用于通过外部控制器件控制MAX21100的功率模式，外部器件可以是微控制器、另一个传感器或不同类型的器件。

DSYNC可配置为高电平或低电平有效，以及沿触发或电平触发。

该功能由DSYNC_CFG寄存器中的指定位控制。

数据捕获功能

DSYNC引脚的另一种用法是作为数据捕获触发。可将MAX21100配置为停止写入FIFO数据，直到DSYNC上产生指定信号沿。一旦发生有效的信号沿，MAX21100则在FIFO中收集DSYNC_CNT寄存器中指定数量的数据。

DSYNC对数据的映射

DSYNC可以选择性的映射传感器数据至LSb，以随后执行一种后验概率同步。映射发生在传感器(陀螺仪、加速度计、磁力计和温度传感器)的每个使能的轴上。该功能由DSYNC_CFG寄存器中的指定位控制。

DSYNC中断发生

DSYNC引脚可用作中断源，根据外部处理器的软件管理确定不同类型的数据同步。

可组合使用基于DSYNC的唤醒、数据捕获、数据映射和中断发生功能。

自检

MAX21100陀螺仪和加速度计中的嵌入式自检功能是一项关键附加功能，允许在最终产品组装期间测试部件，无需实际运动器件。

陀螺仪

陀螺仪嵌入式自检功能可用于验证陀螺仪是否工作正常，无需实际旋转器件。可在陀螺仪安装到PCB之前或之后进行自检。如果陀螺仪的输出在数据在资料规定的自检值范围之内，则说明陀螺仪工作正常。

加速度计

加速度计嵌入式自检功能用于验证传感器工作，无需实际运动器件。使能该功能时，向机械式检测元件施加静电试验力，使运动部件远离其原始位置，模拟确定的输入加速度。这种情况下，传感器输出表现为直流电平变化，与所选满量程及器件灵敏度相关。然后将自检模式下的输出与禁止自检时的器件输出数据进行比较。如果输出误差绝对值在预定义满量程的最小和最大范围之内，则说明加速度计工作正常。

唯一序列号

每片MAX21100具有唯一的48位标识，可用于跟踪试样的历史，包括制造、组装及测试信息。

版本ID

MAX21100具有识别版本ID及具体部件号的寄存器。即使不同的部件号可能采用相同的WHO_AM_I值，也可通过不同的版本ID值进行区分。

寄存器文件

寄存器文件按寄存器组组织。公共寄存器组映射到地址0x20至0x3F，这些寄存器始终可用。通过正确设置地址0x22，可以在地址0x00至0x1F映射三个不同的用户寄存器组。这种结构的目的是将寄存器映射地址的管理限制在0x00至0x3F范围，即使物理寄存器的数量超过64。

公共寄存器

公共寄存器是指其位置始终可供使用的寄存器组，与寄存器组选择无关。

该寄存器组包括全部最常用寄存器，包括数据寄存器和FIFO数据。

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

表4. 公共寄存器

NAME	REGISTER ADDRESS	TYPE	DEFAULT VALUE	COMMENT
WHO_AM_I	0x20	R	1011 0010	Device ID
REVISION_ID	0x21	R	Variable	Revision ID Register
BANK_SELECT	0x22	R/W	0000 0000	Register Bank Selection
SYSTEM_STATUS	0x23	R	Data	System Status Register
GYRO_X_H	0x24	R	Data	Bits [15:8] of X measurement, Gyro
GYRO_X_L	0x25	R	Data	Bits [07:0] of X measurement, Gyro
GYRO_Y_H	0x26	R	Data	Bits [15:8] of Y measurement, Gyro
GYRO_Y_L	0x27	R	Data	Bits [07:0] of Y measurement, Gyro
GYRO_Z_H	0x28	R	Data	Bits [15:8] of Z measurement, Gyro
GYRO_Z_L	0x29	R	Data	Bits [07:0] of Z measurement, Gyro
ACC_X_H	0x2A	R	Data	Bits [15:8] of X measurement, Accel.
ACC_X_L	0x2B	R	Data	Bits [07:0] of X measurement, Accel.
ACC_Y_H	0x2C	R	Data	Bits [15:8] of Y measurement, Accel.
ACC_Y_L	0x2D	R	Data	Bits [07:0] of Y measurement, Accel.
ACC_Z_H	0x2E	R	Data	Bits [15:8] of Z measurement, Accel.
ACC_Z_L	0x2F	R	Data	Bits [07:0] of Z measurement, Accel.
MAG_X_H	0x30	R	Data	Bits [15:8] of X measurement, Mag.
MAG_X_L	0x31	R	Data	Bits [07:0] of X measurement, Mag.
MAG_Y_H	0x32	R	Data	Bits [15:8] of Y measurement, Mag.
MAG_Y_L	0x33	R	Data	Bits [07:0] of Y measurement, Mag.
MAG_Z_H	0x34	R	Data	Bits [15:8] of Z measurement, Mag.
MAG_Z_L	0x35	R	Data	Bits [07:0] of Z measurement, Mag.
TEMP_H	0x36	R	Data	Bits [15:8] of T measurement
TEMP_L	0x37	R	Data	Bits [07:0] of T measurement
RFU	0x38	R	0000 0000	
RFU	0x39	R	0000 0000	
RFU	0x3A	R	0000 0000	
RFU	0x3B	R	0000 0000	
FIFO_COUNT	0x3C	R	0000 0000	Available number of FIFO samples for data set
FIFO_STATUS	0x3D	R	0000 0000	FIFO Status Flags
FIFO_DATA	0x3E	R	Data	FIFO Data, to be read in burst mode
RST_REG	0x3F	W & Reset	0000 0000	Reset Register

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

用户寄存器组0

用户寄存器组0用于配置MAX21100的大多数功能，中断除外，中断是用户寄存器组1的一部分。

表5. 用户寄存器组0

NAME	REGISTER ADDRESS	TYPE	DEFAULT VALUE	COMMENT
POWER_CFG	0x00	RW	0000 0111	Power mode configuration
GYRO_CFG1	0x01	RW	0010 1000	Gyro configuration 1
GYRO_CFG2	0x02	RW	0000 0100	Gyro configuration 2
GYRO_CFG3	0x03	RW	0000 0000	Gyro configuration 3
PWR_ACC_CFG	0x04	RW	1100 0111	Accel. power configuration
ACC_CFG1	0x05	RW	0000 0010	Accel. configuration 1
ACC_CFG2	0x06	RW	0000 0000	Accel. configuration 2
MAG_SLV_CFG	0x07	RW	0000 0110	Magnetometer slave configuration
MAG_SLV_ADD	0x08	RW	0000 0000	Magnetometer slave address
MAG_SLV_REG	0x09	RW	0000 0000	Magnetometer slave register
MAG_MAP_REG	0x0A	RW	0000 0000	Magnetometer mapping register
I2C_MST_ADD	0x0B	RW	0000 0000	I ² C master register address
I2C_MST_DATA	0x0C	RW	0000 0000	I ² C master register data
MAG_OFS_X_MSB	0x0D	RW	0000 0000	Magnetometer offset X, MSB
MAG_OFS_X_LSB	0x0E	RW	0000 0000	Magnetometer offset X, LSB
MAG_OFS_Y_MSB	0x0F	RW	0000 0000	Magnetometer offset Y, MSB
MAG_OFS_Y_LSB	0x10	RW	0000 0000	Magnetometer offset Y, LSB
MAG_OFS_Z_MSB	0x11	RW	0000 0000	Magnetometer offset Z, MSB
MAG_OFS_Z_LSB	0x12	RW	0000 0000	Magnetometer offset Z, LSB
DR_CFG	0x13	RW	0000 0001	Data ready configuration
IO_CFG	0x14	RW	0000 0000	Input/output configuration
I2C_PAD	0x15	RW	0000 0100	PADs configuration
I2C_CFG	0x16	RW	0000 0000	Serial interfaces configuration
FIFO_TH	0x17	RW	0000 0000	FIFO threshold configuration
FIFO_CFG	0x18	RW	0000 0000	FIFO mode configuration
RFU	0x19	R	0000 0000	—
DSYNC_CFG	0x1A	RW	0000 0000	DSYNC configuration
DSYNC_CNT	0x1B	RW	0000 0000	DSYNC counter
ITF_OTP	0x1C	RW	0000 0000	Serial interfaces and OTP control
RFU	0x1D	R	0000 0000	—
RFU	0x1E	R	0000 0000	—
RFU	0x1F	R	0000 0000	—

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

用户寄存器组1

用户寄存器组1主要专用于配置中断，还包含了唯一的序列号。

表6. 用户寄存器组1

NAME	REGISTER ADDRESS	TYPE	DEFAULT VALUE	COMMENT
INT_REF_X	0x00	RW	0000 0000	Interrupt reference for X-axis
INT_REF_Y	0x01	RW	0000 0000	Interrupt reference for Y-axis
INT_REF_Z	0x02	RW	0000 0000	Interrupt reference for Z-axis
INT_DEB_X	0x03	RW	0000 0000	Interrupt debounce, X
INT_DEB_Y	0x04	RW	0000 0000	Interrupt debounce, Y
INT_DEB_Z	0x05	RW	0000 0000	Interrupt debounce, Z
INT_MSK_X	0x06	RW	0000 0000	Interrupt mask, X-axis zones
INT_MSK_Y	0x07	RW	0000 0000	Interrupt mask, Y-axis zones
INT_MSK_Z	0x08	RW	0000 0000	Interrupt mask, Z-axis zones
INT_MASK_AO	0x09	RW	0000 0000	Interrupt masks, and/or
INT_CFG1	0x0A	RW	0000 0000	Interrupt configuration 1
INT_CFG2	0x0B	RW	0010 0100	Interrupt configuration 2
INT_TMO	0x0C	RW	0000 0000	Interrupt timeout
INT_STS_UL	0x0D	R	0000 0000	Interrupt sources, unlatched
INT_STS	0x0E	R	0000 0000	Interrupt status register
INT_MSK	0x0F	RW	1000 0010	Interrupt mask register
RFU	0x10	R	0000 0000	—
RFU	0x11	R	0000 0000	—
RFU	0x12	R	0000 0000	—
RFU	0x13	R	0000 0000	—
RFU	0x14	R	0000 0000	—
RFU	0x15	R	0000 0000	—
RFU	0x16	R	0000 0000	—
INT_SRC_SEL	0x17	RW	0011 1100	Interrupt source selection
RFU	0x18	R	0000 0000	—
RFU	0x19	R	0000 0000	—
SERIAL_5	0x1A	R	Variable	Unique serial number, Byte 5
SERIAL_4	0x1B	R	Variable	Unique serial number, Byte 4
SERIAL_3	0x1C	R	Variable	Unique serial number, Byte 3
SERIAL_2	0x1D	R	Variable	Unique serial number, Byte 2
SERIAL_1	0x1E	R	Variable	Unique serial number, Byte 1
SERIAL_0	0x1F	R	Variable	Unique serial number, Byte 0

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

用户寄存器组2

用户寄存器组2主要专用于配置中断，也包含唯一的序列号。

表7. 用户寄存器组2

NAME	REGISTER ADDRESS	TYPE	DEFAULT VALUE	COMMENT
QUAT0_H	0x00	R	0000 0000	MSB of QUATERNION 0
QUAT0_L	0x01	R	0000 0000	LSB of QUATERNION 0
QUAT1_H	0x02	R	0000 0000	MSB of QUATERNION 1
QUAT1_L	0x03	R	0000 0000	LSB of QUATERNION 1
QUAT2_H	0x04	R	0000 0000	MSB of QUATERNION 2
QUAT2_L	0x05	R	0000 0000	LSB of QUATERNION 2
QUAT3_H	0x06	R	0000 0000	MSB of QUATERNION 3
QUAT3_L	0x07	R	0000 0000	LSB of QUATERNION 3
RFU	0x08	R	0000 0000	—
RFU	0x09	R	0000 0000	—
RFU	0x0A	R	0000 0000	—
RFU	0x0B	R	0000 0000	—
RFU	0x0C	R	0000 0000	—
RFU	0x0D	R	0000 0000	—
RFU	0x0E	R	0000 0000	—
RFU	0x0F	R	0000 0000	—
RFU	0x10	R	0000 0000	—
RFU	0x11	R	0000 0000	—
RFU	0x12	R	0000 0000	—
BIAS_GYRO_X_H	0x13	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, X-MSB
BIAS_GYRO_X_L	0x14	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, X-LSB
BIAS_GYRO_Y_H	0x15	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, Y-MSB
BIAS_GYRO_Y_L	0x16	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, Y-LSB
BIAS_GYRO_Z_H	0x17	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, Z-MSB
BIAS_GYRO_Z_L	0x18	RW	0000 0000	GYRO bias compensation, Z-LSB
BIAS_ACC_X	0x19	RW	0000 0000	ACC bias compensation, X
BIAS_ACC_Y	0x1A	RW	0000 0000	ACC bias compensation, Y
BIAS_ACC_Z	0x1B	RW	0000 0000	ACC bias compensation, Z
FUS_CFG0	0x1C	RW	0000 0000	Fusion Engine Configuration register 0
FUS_CFG1	0x1D	RW	0101 1000	Fusion Engine Configuration register 1
RFU	0x1E	R	0000 0000	—
GYRO_ODR_TRIM	0x1F	RW	0111 0000	GYRO ODR correction factor register

低功耗、超高精度6+3自由度的
惯性测量单元DoF IMU

轴向方位

图7和8所示为灵敏度和旋转极性、线性加速度的轴向方位。注意图中的引脚1标识(●)。

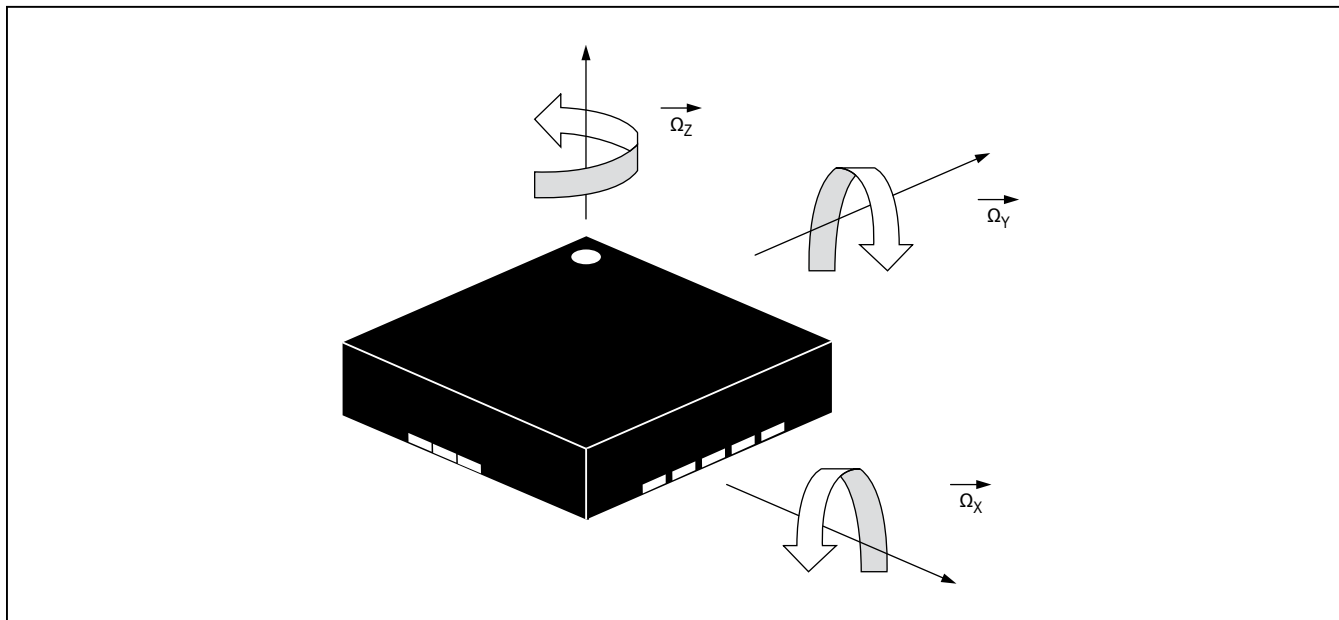


图7. 陀螺仪轴向方位

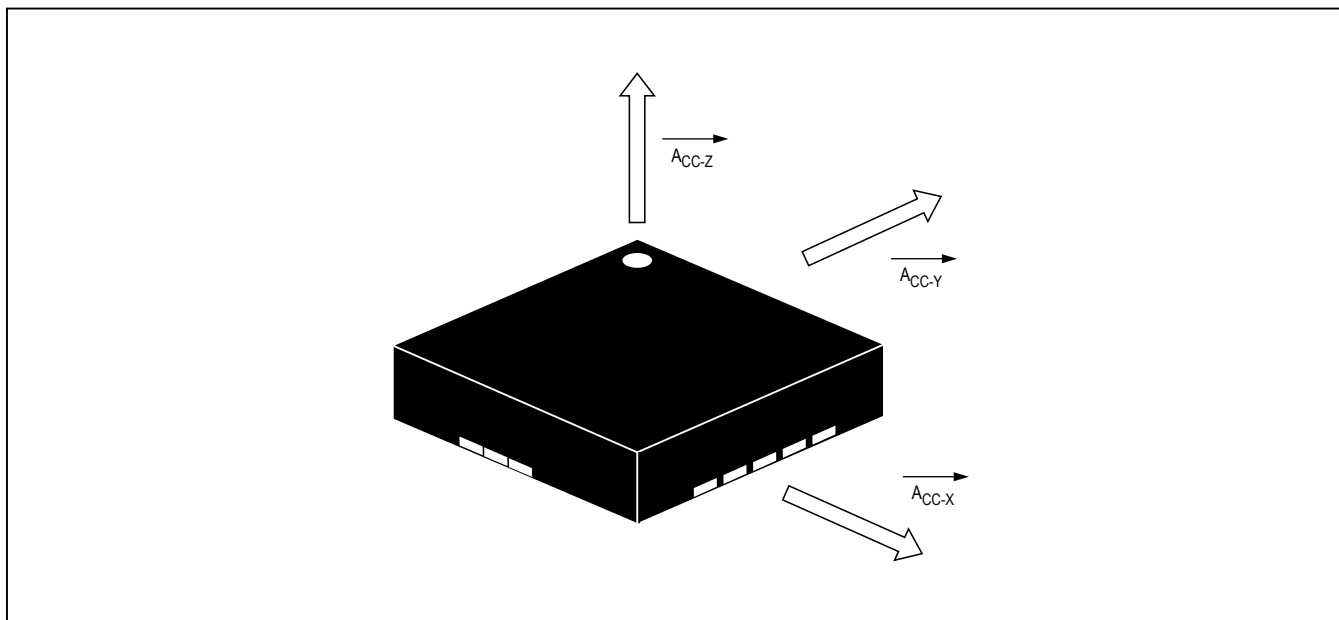


图8. 加速度计轴向方位

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

根据具体应用电路板的不同， V_{DD} 和 V_{DDIO} 可能需要附加大去耦电容。为获得最佳性能，使 V_{DD} 和 V_{DDIO} 电源保持独立。

COMPONENT	LABEL	SPECIFICATION	QUANTITY
V _{DD} /V _{DDIO} Bypass Capacitor	C1	Ceramic, X7R, 0.1µF ±10%, 4V	2
REGD Capacitor	C2	Ceramic, X7R, 100nF ±10%, 2V	1

The diagram illustrates the internal architecture of the MAX21100, a multi-sensor IC. The central component is the **REGISTERS AND FIFO**, which interfaces with several internal blocks:

- GYRO SENSE DSP** and **GYRO DRIVE CONTROL**: These blocks handle gyroscopic data. The Gyro Sense DSP outputs **GYRO RAW DATA** to the Registers and FIFO. The Gyro Drive Control outputs **GYRO DRIVE DATA** to the Registers and FIFO.
- ACCELERO SENSE DSP**: This block outputs **ACCELERO RAW DATA** to the Registers and FIFO.
- I²C MASTER** and **BYPASS**: These blocks manage external I²C communication. The I²C Master outputs **I²C DATA** to the Registers and FIFO. The Bypass block outputs **BYPASS DATA** to the Registers and FIFO.
- SPI/I²C SLAVE**: This block handles SPI/I²C communication with the **MAIN APPLICATION PROCESSOR**. It outputs **SPI/I²C DATA** to the Registers and FIFO.
- SYNC BLOCK**: This block outputs **SYNC DATA** to the Registers and FIFO.
- MOTION MERGING ENGINE**: This block outputs **MOTION MERGING DATA** to the Registers and FIFO.
- INTERRUPTS**: This block outputs **INTERRUPT DATA** to the Registers and FIFO.

The **MAX21100** also includes several peripheral components:

- CLOCKING**: Provides clock signals to the internal blocks.
- BIAS AND LDOs**: Provides bias and low-dropout regulation for the internal blocks.
- OTP** (One-Time Programmable): Provides non-volatile storage for configuration data.
- TIMER**: Provides timing functions for the internal blocks.

External connections include:

- EXTERNAL MAGNETIC SENSOR**: Connected via **MST_SCL** (pin 2) and **MST_SDA** (pin 3).
- MAIN APPLICATION PROCESSOR**: Connected via **SCL_CLK** (pin 4), **SDA_SDI_O** (pin 6), **SA0_SDO** (pin 7), **CS** (pin 8), **DSYNC** (pin 12), **INT2** (pin 9), and **INT1** (pin 11).
- RSV1** (pin 10) and **RSV2** (pin 15) are reserved pins.
- REGD** (pin 13) is a register data pin.
- RSV3** (pin 16) is a reserved pin.
- V_{DD}** (pin 14) and **V_{DDIO}** (pin 1) are power pins.
- GND** (pin 5) is a ground pin.

The diagram also shows the internal signal paths and data flow between these components, including the **GYRO RAW DATA**, **GYRO DRIVE DATA**, **ACCELERO RAW DATA**, **I²C DATA**, **BYPASS DATA**, **SPI/I²C DATA**, **SYNC DATA**, **MOTION MERGING DATA**, and **INTERRUPT DATA**.

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

订购信息

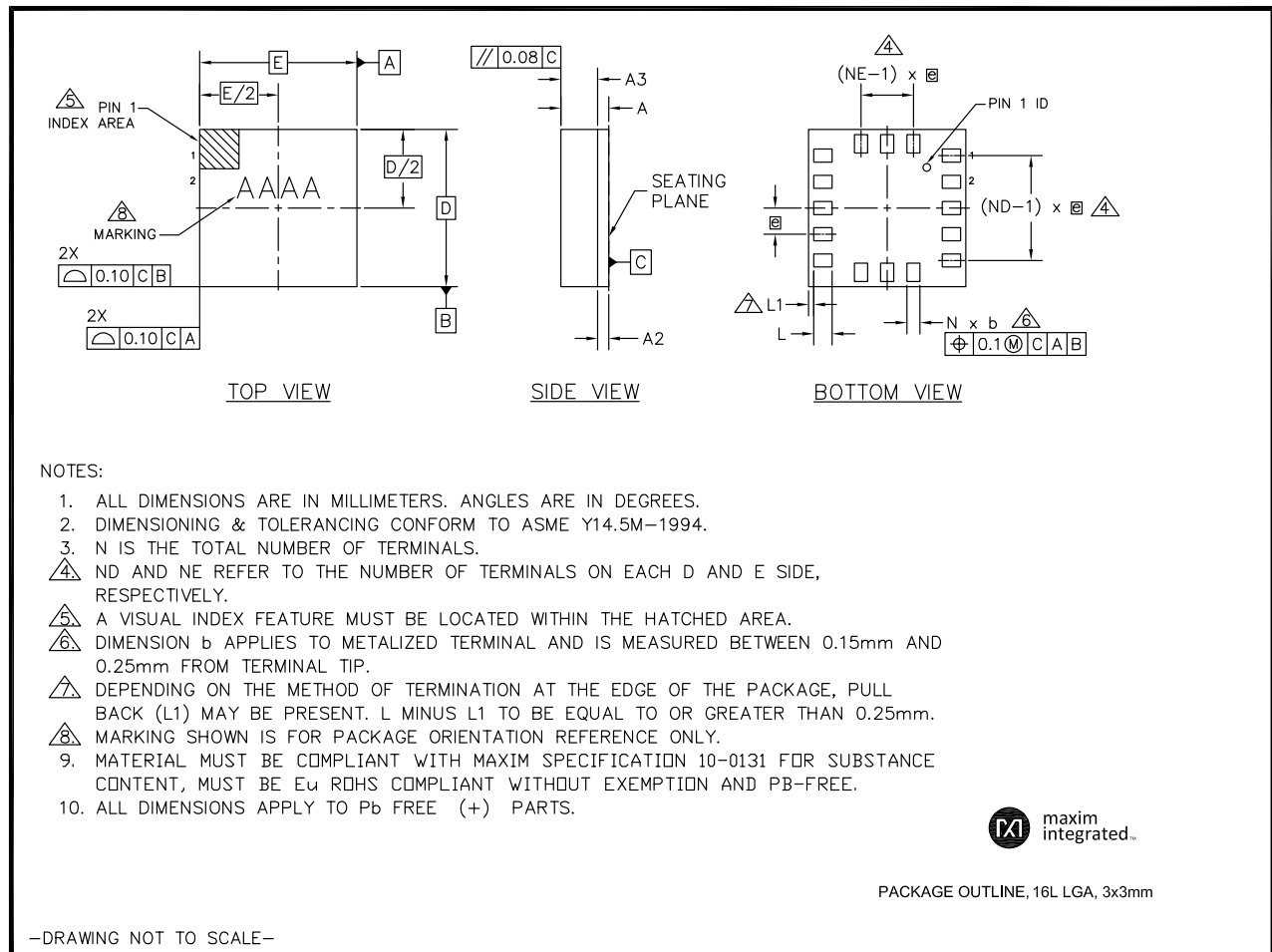
器件	温度范围	引脚-封装
MAX21100+	-40°C至+85°C	16 LGA
MAX21100+T	-40°C至+85°C	16 LGA

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询www.maximintegrated.com/cn/design/packaging。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。



MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

封装信息(续)

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询www.maximintegrated.com/cn/design/packaging。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

REF.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.78	0.83	0.88
A2	0.13 REF		
A3	0.65	0.70	0.75
⌒	0.20	0.25	0.30
D	3.00 BSC		
E	3.00 BSC		
e	0.50 BSC		
L	0.275	0.325	0.375
L1	--	--	0.10
N	16		
ND	5		
NE	3		

—DRAWING NOT TO SCALE—



TITLE:
PACKAGE OUTLINE,
16L LGA, 3x3mm

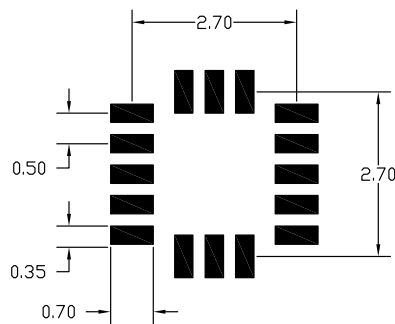
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV. H	2 2
----------	----------------------	-----------	--------

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

封装信息(续)

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询www.maximintegrated.com/cn/design/packaging。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。



NOTES:

1. REFERENCE PKG. OUTLINE: 21-0660
2. LAND PATTERN COMPLIES TO: IPC7351A.
3. TOLERANCE: ± 0.02 MM.
4. ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED (-) AND PbFREE (+) PKG. CODES.
5. ALL DIMENSIONS IN MM.

—DRAWING NOT TO SCALE—



This document (including dimensions, notes & specs) is a recommendation based on typical circuit board manufacturing parameters. Since land pattern design depends on many factors unknown to Maxim (e.g. user's board manufacturing specs), user must determine suitability for use. This document is subject to change without notice. Contact technical support at <http://www.maxim-ic.com/support> for further questions.

PACKAGE LAND PATTERN,
16 LGA 3X3X0.9mm

MAX21100

低功耗、超高精度6+3自由度的 惯性测量单元DoF IMU

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	11/13	最初版本。	—

Maxim北京办事处

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-5226 4200

传真: 010-6211 5299



Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-10 00

32

© 2014 Maxim Integrated

Maxim标志和Maxim Integrated是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。