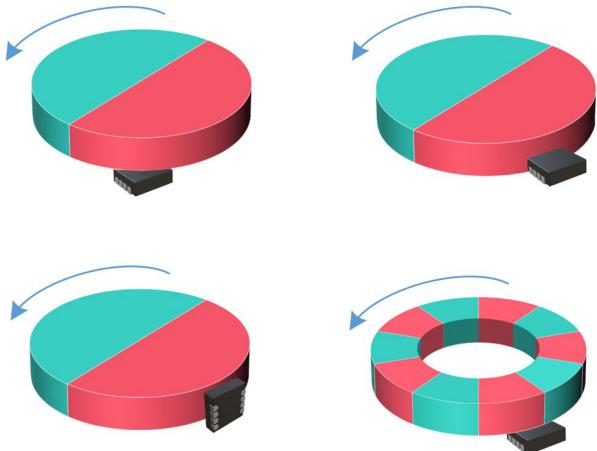


1 产品特点

- 集成高度匹配霍尔元件的3D (XY、XZ、YZ平面)霍尔角度传感器
- 集成CORDIC算法模块，8bit绝对角度位置输出
- 支持绝对位置检测，角度输出范围高达360度
- 磁感应强度工作范围，XY平面±65mT，XZ/YZ平面±40mT^{注1}
- 支持标准I2C通信接口
- 支持系统中断唤醒功能
- 工作电压 2.8V ~ 5.5V
- IO供电电压可低至1.8V
- 工作温度 -40°C ~ +85°C

2 典型应用

- 电子手表旋钮



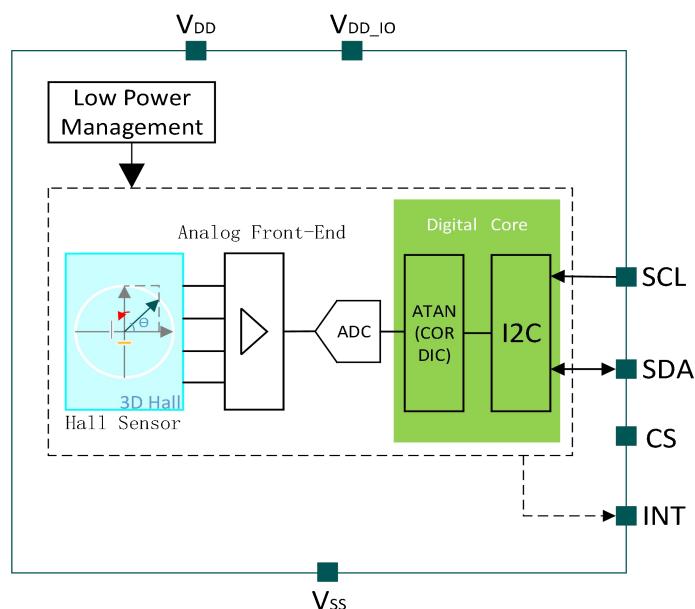
3 概述

KTH5763 是一款集成了高度匹配霍尔元件的 3D (XY、XZ、YZ 平面)霍尔角度传感器，集成低功耗，低噪声，高精度零漂运放，高性能，低阻抗 MUX，采用高精度 ADC，转化输出 8Bit 绝对角度数据。芯片提供 I2C 通信接口。

KTH5763 支持周期循环测量模式和单次测量模式，适用于不同的应用场景。

KTH5763 集成了高效，低功耗 CORDIC 算法模块支持平面的角度输出，支持角度阈值检测。具有高集成度和运用灵活的特点，广泛适用于各种应用场景。

4 功能框图



器件信息

器件型号	封装	封装尺寸(标称值)
KTH5763	DFN2*2.5-8L	2.00mm * 2.50mm

注：建议平面磁感应强度大于 10mT。

目录

1 产品特点	1	13 Register map 说明	11
2 典型应用	1	14 DFN2x2.5-8L 封装尺寸图	13
3 概述	1	15 参考电路	14
4 功能框图	1	16 订货信息	15
5 引脚定义	3	17 载带和卷盘信息	15
6 规格	4		
6.1 绝对参数	4		
6.2 推荐工作条件	4		
6.3 电气特性	4		
6.4 时间参数	4		
7 测量模式说明	5		
7.1 周期循环测量模式 (Duty Cycle Mode)	5		
7.2 单次测量模式 (Single Conversion Mode)	5		
7.3 空闲模式 (Idle Mode)	5		
8 芯片运行状态 (status) 说明	6		
9 I2C 通信	7		
9.1 I2C 通信时序	7		
9.2 通信命令	8		
10 模式设置	8		
10.1 周期循环测量模式 (Duty Cycle Mode)	8		
10.2 单次测量模式 (Single Conversion Mode)	9		
10.3 空闲模式 (Idle Mode)	9		
11 重置芯片 (Reset)	9		
12 测量数据回读帧 (data Read Frame)	9		
12.1 读写寄存器	10		

5 引脚定义

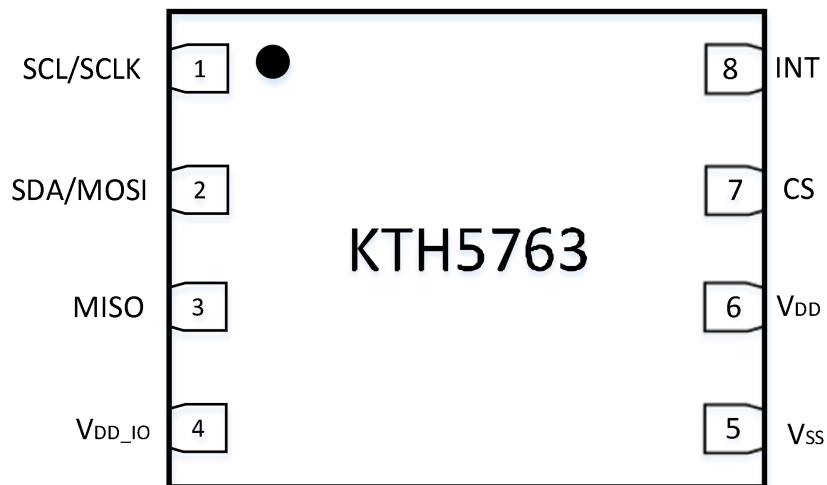


图 5-1 DFN2x2.5-8L 顶视图

表 5-1 引脚定义

引脚号	名称	描述	类型
1	SCL/SCLK	I2C 时钟信号	输入
2	SDA/MOSI	I2C 数据输入输出口	输入/输出
3	MISO	SPI 数据输出端口	输出
4	VDD_IO	IO 的供电端口	供电
5	VSS	地	地
6	VDD	电源	供电
7	CS	片选使能信号	输入
8	INT	中断信号 主机向芯片发送周期循环测量模式命令后，当芯片检测到的 XY 平面角度值大于对应寄存器中设定的值时，INT 脚会置 1。并且在芯片发送读取命令，读回测量数据以前，都保持为 1。芯片回读后，如果当前芯片检测到的角度值仍大于寄存器中设定的角度值，INT 脚会继续置 1。	输出

6 规格

注：以下参数均为室温25°C下的测量结果。

6.1 绝对参数

参数	说明	最小值	最大值	单位
V _{DD_MAX}	芯片供电限制	-0.3	6	V
V _{DD_IO_MAX}	数字 IO 供电限制	-0.3	6	V
T _{STORAGE}	存储温度	-50	150	°C
V _{ESD}	ESD (HBM)		±5K	V

6.2 推荐工作条件

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	芯片供电电压	2.8	3.3	5.5	V
V _{DD_IO}	数字 IO 供电电压	1.8		V _{DD}	V
V _{IH}	输入高电平电压	0.75			V _{DD_IO}
V _{IL}	输入低电平电压			0.25	V _{DD_IO}
T _{OPERATION}	工作温度	-40	25	85	°C

6.3 电气特性

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	芯片供电电压		2.8	3.3	5.5	V
V _{DD_IO}	数字 IO 供电电压		1.8		V _{DD}	V
I _{DD,CONVXY}	X 轴或者 Y 轴测量电流	VDD=3.3V		4.89		mA
I _{DD,STBY}	周期循环测量模式待机电流			2.4		μA
I _{DD,IDLE}	空闲状态电流			1.4		μA

6.4 时间参数

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
T _{start}	芯片启动时间		4		ms
T _{CONVM}	单轴磁场测量时间 (可编程)	165		33349	μs
			69+32*2 ^{magnOsr*} (2+2 ^{digCtrl})		μs
T _{CONVT}	温度测量时间 (可编程)	165		837	μs
			69+96*2 ^{tempOsr}		μs
T _{CONV_END}	测量结束后到关闭模拟使能时间		108		μs
T _{active}	从空闲模式到测量开始		220		μs
T _{meas}	当 measTime=0, 芯片处于测量模式时, 完成一次测量的时间		m*T _{CONVM} + T _{CONVT} + T _{CONV_END}		μs
T _{single}	芯片开启单次测量模式, 完成一次测量的时间		T _{active} + m*T _{CONVM} + T _{CONVT} + T _{CONV_END}		μs

注：

- 上表中默认 m=2。

7 测量模式说明

KTH5763支持多种工作模式，本产品可以在周期循环测量模式，单次测量模式，两种模式下使用。

测量功能	功能简介
周期循环测量模式（Duty Cycle Mode）	芯片周期性对选中的XYZ通道进行测量,当芯片测得的XY平面角超出寄存器中设定的绝对阈值时，INT脚会置1
单次测量模式（Single Conversion Mode）	芯片对BA通道进行一次测量
空闲模式（Idle Mode）	芯片退出周期循环测量模式，进入空闲状态。
注：B为平面磁感应强度，A为绝对旋转角度	

表 7-2 测量模式介绍

7.1 周期循环测量模式（Duty Cycle Mode）

主机向芯片发送周期循环模式命令后，芯片以一定的频率对测量项（BA）进行测量，直到主机向芯片发送空闲模式命令为止。

当芯片检测到的角度值大于对应寄存器中设定的值时，INT脚会置1。并且在芯片发送读取命令，读回测量数据以前，都保持为1。芯片回读后，如果当前芯片检测到的角度值仍大于寄存器中设定的角度值，INT脚会继续置1。该功能只适用于XY平面角度测量。在主机通过测量数据回读帧（data Read Frame），一次性将测量数据读回后，INT脚拉低，否则保持为高电平。芯片INT脚不会主动拉低，即某一时刻芯片测量到的角度值超出寄存器中设定的角度值，INT脚拉高后，如果下一时刻，芯片测量到的角度值减小，低于设定的角度值，但主机没有读回测量数据，INT脚并不会主动拉低。芯片回读数据后，如果当前芯片检测到的角度值仍大于寄存器中设定的角度值，INT脚会继续置1。

7.2 单次测量模式（Single Conversion Mode）

主机向芯片发送单次测量模式的命令后，芯片会对测量项（BA）进行一次测量，并且自动回到空闲状态。

7.3 空闲模式（Idle Mode）

主机向芯片发送空闲模式的命令后，芯片会进入空闲状态。当芯片处于周期循环测量模式（Duty Cycle Mode）时，芯片无法进行测量数据回读帧以外的其他操作，如读写寄存器等。

如需要对芯片进行其他操作，需要先发送空闲模式命令，使芯片进入空闲状态。但发送空闲模式命令后，若当前有执行中的测量操作，芯片不会立即进入空闲模式，需要等当前的测量完成后，才能从当前的周期循环测量模式进入空闲状态。如果需要进行其他操作的话，需要等待一次测量时间延时后再进行操作。

注：空闲（Idle）状态指的是芯片不处于任何测量模式下的状态。待机（Standby）状态指的是芯片处于测量模式下，在测量间歇的状态。

8 芯片运行状态 (**status**) 说明

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Status	RESERVED	Cycle	Single	Failing	RESERVED	softRst	DRDY	

除了重置芯片，发送其他命令芯片均会返回芯片运行状态 (**status**) 说明。

- **Cycle**

该位为 1 时表示当前处于周期循环测量模式，当主机向芯片发送该模式命令，返回的 **status** 中该 bit 置 1，或芯片处于该模式时，使用测量数据回读帧 (**data Read Frame**)，一次性读回测量数据时，该位也置 1。

- **Single**

该位为 1 时表示当前处于单次测量模式。当主机向芯片发送单次测量模式命令后，该命令返回的对应 **status** 中该 bit 置 1。在完成单次测量后，芯片回到空闲状态，如后续再发送其他命令，返回的对应 **status** 中该 bit 为 0。

- **Failing**

当前发送的命令无效时，**Failing** =1。当处于任意一个测量状态期间，再次发送其他测量命令，**Failing** 位会置 1，例如在周期循环测量模式的同时发送单次测量命令，**Failing** 位会置 1。同时如果在周期循环测量模式时，进行读写寄存器的操作，**Failing** 位也会置 1，代表命令错误。

- **softRst**

主机向 IC 发送重置芯片 (**Reset**) 命令后，IC 并不会立即返回 **status**。因此需要根据芯片被重置后，第一次接收到任意命令时，第一次返回的 **status** 判断是否重置成功。芯片成功重置后该位置 1，并且在返回一次 **status** 后，该位清 0，即芯片重置后第二次接收到任意命令时，**status** 的该位为 0。

- **DRDY**

当主机向芯片发送单次测量模式 (**Single Conversion Mode**) 后，完成该次测量后该位置 1，完成一次数据读取后该位清 0。当主机向芯片发送周期循环测量模式 (**Duty Cycle Mode**) 后，芯片检测到的对应磁场变化量，超出设定阈值时，该位置 1，完成一次数据读取后该位清 0。

9 I²C通信

KTH5763 支持 I²C 通信模式。

9.1 I²C 通信时序

注：以下参数均为室温 25°C，VDD = 3.3V 下的测量结果。

电气参数	符号	标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
SCL Clock Frequency	f (SCL)		100		400	kHz
SCL Clock Low Time	tw (SCLL)	4.7		1.3		μ s
SCL Clock High Time	tw (SCLH)	4		0.6		μ s
SDA Setup Time	tsu (SDA)	250		100		ns
SDA Data Hold Time	th (SDA)		3.45		0.9	μ s
SDA and SCL Rise Time	tr (SDA) tr (SCL)		1000		300	ns
SDA and SCL Fall Time	tf (SDA) tf (SCL)		300		300	ns
START Condition Hold Time	th (ST)	4		0.6		μ s
REPEATED START Condition Setup Time	tsu (SR)	4.7		0.6		μ s
STOP Condition Setup Time	tsu (SP)	4		0.6		μ s
Bus Free Time Between STOP and START Condition	tw(SP:ST)	4.7		1.3		μ s

表 9-1 I²C 通信参数

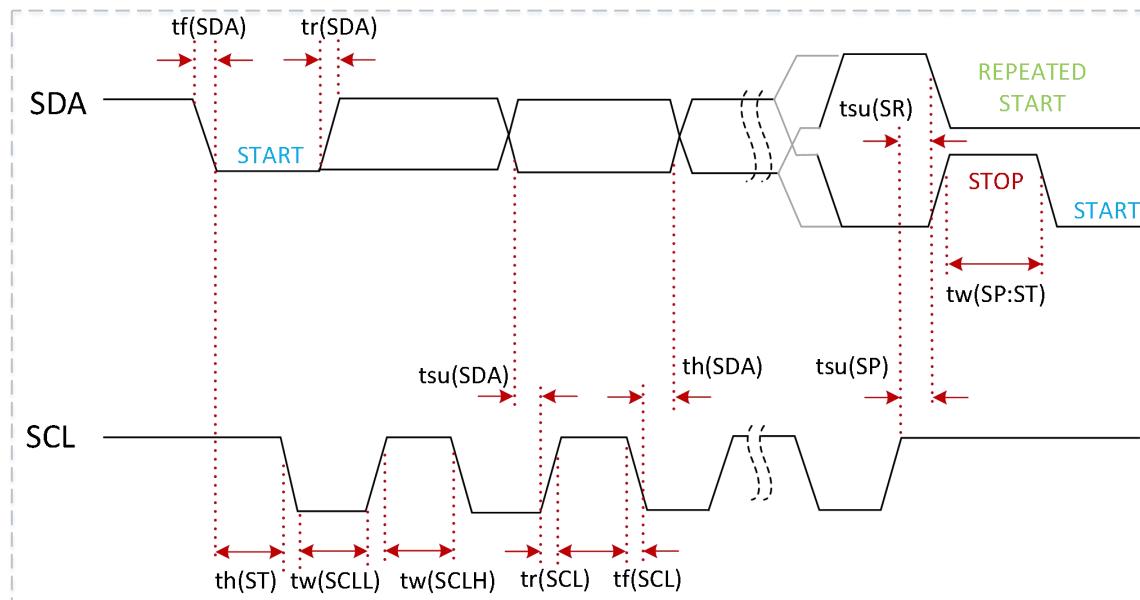


图 9-2 I²C 时序图

9.2 通信命令

KTH5763 支持如下表所示的命令：

命令名	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	注
开启周期循环测量模式	0010 #	N/A	N/A	N/A	#: XY 平面：0110 XZ 平面：1010 YZ 平面：1100
开启单次测量模式	0011 #	N/A	N/A	N/A	
空闲模式	1000 0000	N/A	N/A	N/A	
重置芯片	1111 0000	N/A	N/A	N/A	
测量数据回读	0100 0110	N/A	N/A	N/A	
读寄存器	0101 0000	Address[7:0] << 2	N/A	N/A	
写寄存器	0110 0000	Data[15:8]	Data[7:0]	Address[7:0] << 2	

表 9-2 命令表

KTH5763 的 I2C 器件地址为 7'b 1111000。

下面列出各指令通信示意图，在接下来的通信示意图中，采用如下图所示图例进行表示：

S	IIC Start
RS	IIC Restart
P	IIC Stop
A	Slave Ack
Nack	Master Nack
A	Master Ack

图 9-3 I2C 通信图例

10 模式设置

芯片上电后，进行内部初始化，当电源稳定后4ms内不允许进行通信，当初始化完成后芯片进入空闲状态，允许通信测量。

KTH5763 支持多种工作模式，测量模式具体说明请参见第 7 章。本产品可以在周期循环测量模式，单次测量模式，两种模式下使用。

10.1 周期循环测量模式（Duty Cycle Mode）

S	IIC Address[W]	A	Command	A	RS	IIC Address[R]	A	Status	NACK	P
S	111 1000	0(W)	A 0010 #	A	RS	111 1000	1(R)	A 0100 XXXX	NACK	P

图 10-1 周期循环测量模式 I2C 通信图

#: XY 平面: 0110 XZ 平面: 1010 YZ 平面: 1100

10.2 单次测量模式 (Single Conversion Mode)

S	IIC Address[W]	A	Command	A	RS	IIC Address[R]	A	Status	NACK	P		
S	111 1000	0(W)	A	0011 #	A	RS	111 1000	1(R)	A	0010 XXXX	NACK	P

图 10-2 单次测量模式 I2C 通信图

#: XY 平面: 0110 XZ 平面: 1010 YZ 平面: 1100

10.3 空闲模式 (Idle Mode)

S	IIC Address[W]	A	Command	A	R S	IIC Address[R]	A	Status	NACK	P		
S	111 1000	0(W)	A	1000 0000	A	R S	111 1000	1(R)	A	0000 XXXX	NACK	P

图 10-3 空闲模式 I2C 通信图

11 重置芯片 (Reset)

重置芯片 (Reset) 命令用于进行芯片的重置工作，在发送该命令后芯片内部寄存器配置被重置到复位状态，如果芯片处于周期循环测量模式，在重置芯片前，需要先发送空闲模式命令，使芯片回到空闲状态。

重置芯片 I2C 通信图如下图所示：

S	IIC Address[W]	A	Command	A	P	
S	111 1000	0(W)	A	1111 0000	A	P

图 11-1 重置芯片 I2C 通信图

12 测量数据回读帧 (data Read Frame)

在芯片完成一次测量后，也可以使用测量数据回读帧 (data Read Frame)，一次性将芯片运行状态 (status) 及所有测量数据读回。

主机向芯片发送一次性数据读回命令，可以读回 AB 数据。

返回 8bit 角度值，每一个 LSB 对应的角度为 $\frac{360^\circ}{2^8}$ ，即所选平面磁场角度 = $\frac{A[7:0]*360^\circ}{2^8}$

由于磁场值为 CORDIC 算法计算得出，实际磁感应强度对应的值应该为： $\frac{B[15:0]*0.60725}{\text{Sensitivity}}$ ，实际应

用中该 B 值可用于预估当前平面下的磁场大小，Sensitivity 在不同平面下的值有差异，具体可咨询技术支持。

芯片测量数据时，data 按照 Status、A、B 的顺序全部返回，如下为回读数据回读帧。

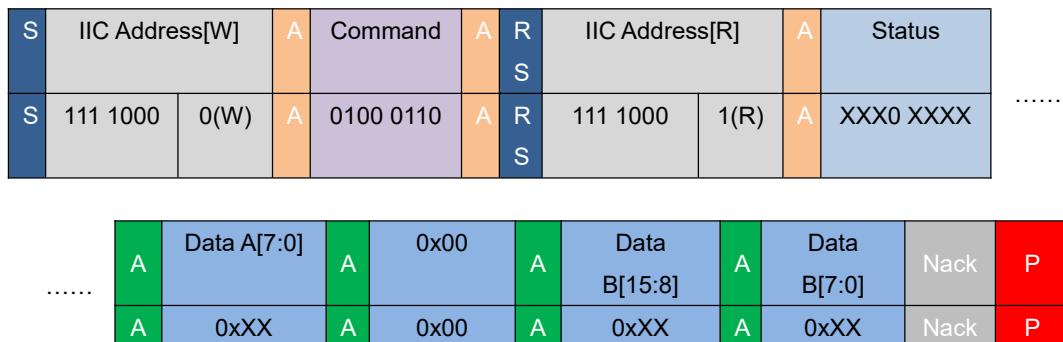


图 12-1 数据回读 I2C 通信图

12.1 读写寄存器

芯片上电后，进行内部初始化，当电源稳定后4ms内不允许进行通信，当初始化完成后芯片进入空闲状态，允许通信测量。

进行读写寄存器时，寄存器地址应左移两位，如图所示。

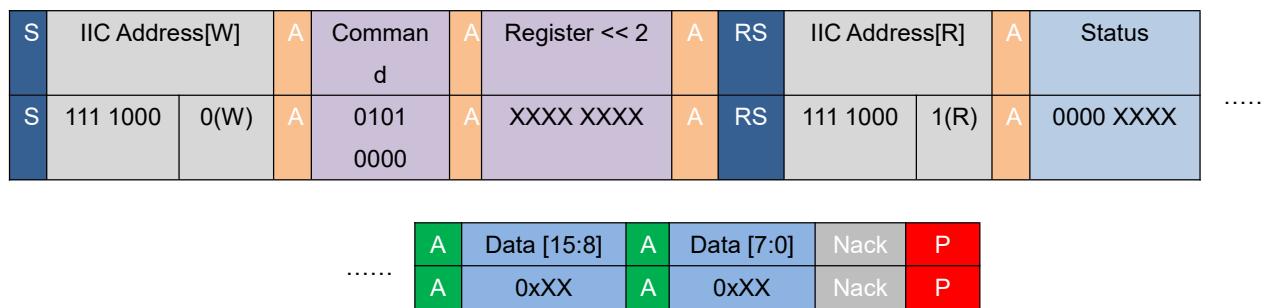


图 12-2 读寄存器 I2C 通信图

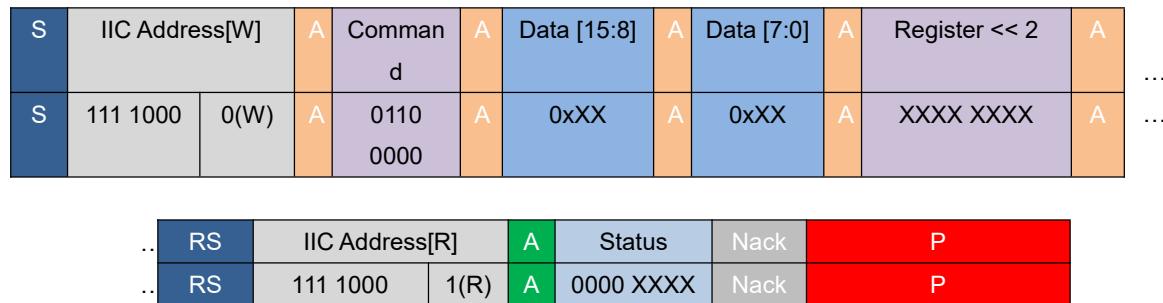


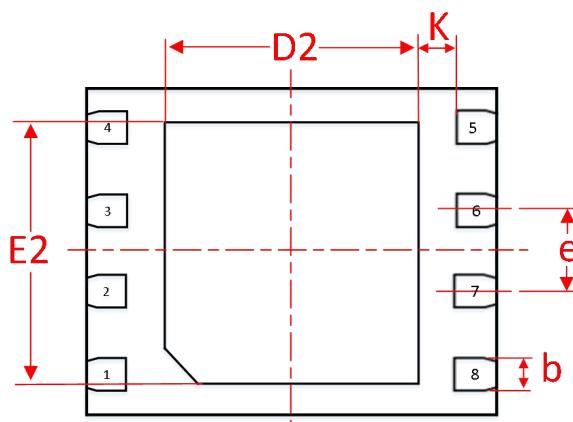
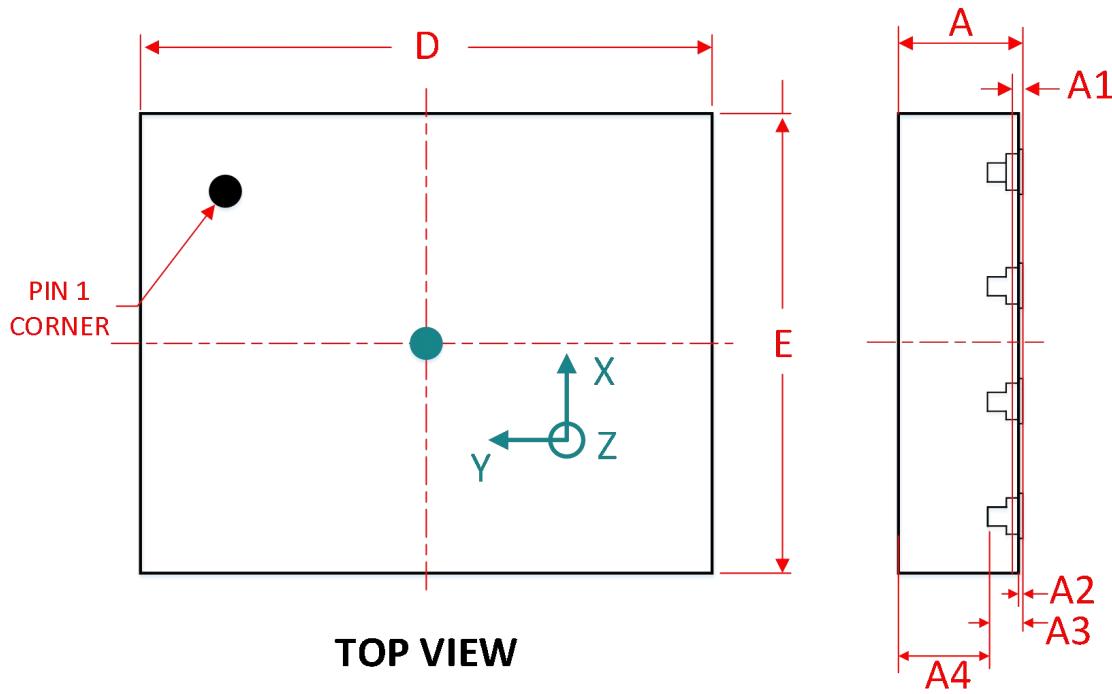
图 12-3 写寄存器 I2C 时序图

13 Register map说明

地址	默认值	位	位名	R/W	说明
0x06	0x00	7	RESERVED	R	此地址寄存器为状态寄存器, Status 说明可参见章节 8 芯片运行状态 (status) 说明。
		6	Cycle	R	
		5	Single	R	
		4	Failing	R	
		3 : 2	RESERVED	R	
		1	softRst	R	
		0	DRDY	R	
0x19	0x00	15 : 8	wxyTh	RW	当芯片检测到的 XY 平面角度大于 wxyTh 中的配置值时, INT 脚拉高, wxyTh 中写入角度的计算方式与读取芯片角度输出时计算方式一致。
		7 : 0	RESERVED	R	保留位
0x1B	0x00	15:14	gainSel	RW	由于组装公差或离轴应用等情况会出现两轴磁场幅值不同的情况, 可以通过该寄存器对选择的磁场幅值进行修正: gainSel = 0 时, 不进行幅值修正 gainSel = 1 时, 对 X 轴进行幅值修正 gainSel = 2 时, 对 Y 轴进行幅值修正 gainSel = 3 时, 对 Z 轴进行幅值修正
					根据相应的应用场景, 选择需要进行幅值校准的轴, 配置好 gainSel 后, 芯片内部计算当前平面角度的算法, 会根据 gainValue 的设定值, 对被选中轴检测到的磁场值进行调整, 进而达到用于进行角度计算的两轴磁场幅值相等的目的。
		13:0	gainValue	RW	gainValue 对 gainSel 中被选择的轴进行幅值修正。 gainValue = k * 8192 k 为当前用于计算平面角度的两轴的幅值比例。 如: 需要得到 YZ 平面角度, 存在 YZ 轴测量 sensitivity 不相同, 组装公差等因素, 导致 YZ 两轴磁场幅值不同如果希望对 Z 轴进行幅值修正, 使得旋钮旋转一周时 YZ 幅值一致, 则 gainSel 设为 3 则 $k = \frac{(By_{max} + By_{min})/2}{(Bz_{max} + Bz_{min})/2}$ $gainValue = \frac{(By_{max} + By_{min})/2}{(Bz_{max} + Bz_{min})/2} * 8192$ • 如果希望对 Y 轴进行幅值修正, 使得旋钮旋转一周时 YZ 幅值一致, 则 gainSel 设为 2

					<p>则 $k = \frac{(Bz_{max} + Bz_{min})/2}{(By_{max} + By_{min})/2}$</p> <p>gainValue = $\frac{(Bz_{max} + Bz_{min})/2}{(By_{max} + By_{min})/2} * 8192$</p> <p>注：推荐使用 $k < 1$ 的配置</p> <p>需要对哪一个轴的数据进行修改则 gainSel 选择哪一个轴， k 即为该轴需要修改的倍数，gainValue 为 $k * 8192$</p>					
0x1C	0x1570	15 : 14	AplaneSel	RW	角度输出平面选择。					
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>AplaneSel</th><th>功能</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>芯片输出 XY 平面磁场角度值</td></tr> <tr> <td>1</td><td>芯片输出 YZ 平面磁场角度值</td></tr> <tr> <td>2</td><td>芯片输出 XZ 平面磁场角度值</td></tr> <tr> <td>3</td><td>芯片输出 XY 平面磁场角度值</td></tr> </tbody> </table>	AplaneSel	功能	0	芯片输出 XY 平面磁场角度值	1
AplaneSel	功能									
0	芯片输出 XY 平面磁场角度值									
1	芯片输出 YZ 平面磁场角度值									
2	芯片输出 XZ 平面磁场角度值									
3	芯片输出 XY 平面磁场角度值									
13 : 11	RESERVED	R	保留位							
10 : 9	magn0sr	RW	磁场测量的 ADC 过采样率，对应两个 bit 从低至高分别代表一次性 32、64、128、256 个采样点。							
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>magn0sr</th><th>0x03</th><th>0x02</th><th>0x01</th><th>0x00</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>采样点个数</td><td>256</td><td>128</td><td>64</td><td>32</td></tr> </tbody> </table> <p>ADC 的总取点数 = $32 \times 2^{\text{magn0sr}} \times (2^{\text{digCtrl}} + 2)$，进行一次角度测量时间= (ADC 的取点数 + 69) * 2 μs</p>	magn0sr	0x03	0x02	0x01	0x00	采样点个数	256
magn0sr	0x03	0x02	0x01	0x00						
采样点个数	256	128	64	32						
8 : 7	RESERVED	R	保留位，必须保留出厂设置 2'b10							
6 : 3	RESERVED	R	保留位，默认值为 4'b1110							
2 : 0	digCtrl	RW	数字滤波控制参数。							
0x1D	0x00	15 : 10	RESERVED	R	保留位					
		9 : 6	measSel	RW	测量选通信号，当主机向芯片发送三个测量模式命令中没有选通，可以由 measSel 选通对应的 BA 的位。					
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>measSel</th><th>0xC</th><th>0xA</th><th>0x6</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>选通平面</td><td>YZ 平面</td><td>XZ 平面</td><td>XY 平面</td></tr> </tbody> </table>	measSel	0xC	0xA	0x6	选通平面
measSel	0xC	0xA	0x6							
选通平面	YZ 平面	XZ 平面	XY 平面							
5 : 0	maesTime	RW	在周期循环测量模式时，控制每两次测量之间的间歇等待时长（待机状态时长）。measTime 中设定的值对延时次数进行控制，1 个 1sb 对应 20ms 的等待延时。measTime 中的数值对应十进制设定为多少，就进行多少次延时。 如 measTime = 0x05，则在芯片两次测量之间的等待时长为 5 次 20ms 的延时， $5 \times 20\text{ms} = 100\text{ms}$ 。							
0x1E	0x8000	15	RESERVED	R	保留位					
		14 : 0	Zero[14:0]	RW	若想设定读到的 A[7 : 0] 为角度输出的零点值，那么需要将 $(256 - A[7 : 0]) * 2^7$ 的值写入 zero 寄存器中，例如将 8bit 角度值 0x80 设置为零点，则 zero 值为 0x4000。					

14 DFN2x2.5-8L封装尺寸图



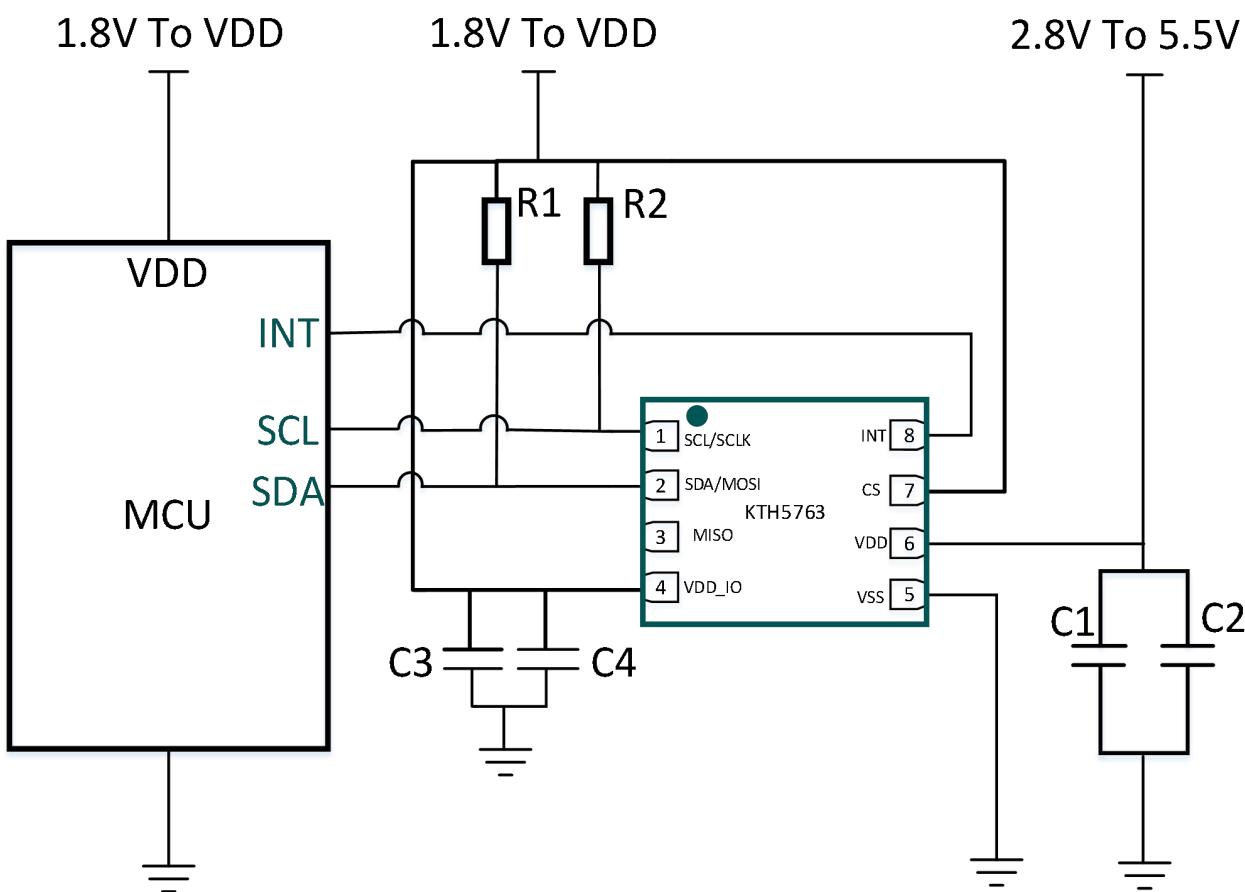
BOTTOM VIEW

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
D	2.5BSC		
E	2BSC		
A	0.50	0.55	0.60
A1		0.05	
A2	0	0.02	0.05
A3	0.152REF		
A4	-	0.4	-
D2	1.46	1.56	1.66
E2	1.5	1.6	1.7
K	0.22REF		
e	0.5BSC		
b	0.15	0.2	0.25

15 参考电路

注：PCB layout 时电容应该尽量靠近芯片。

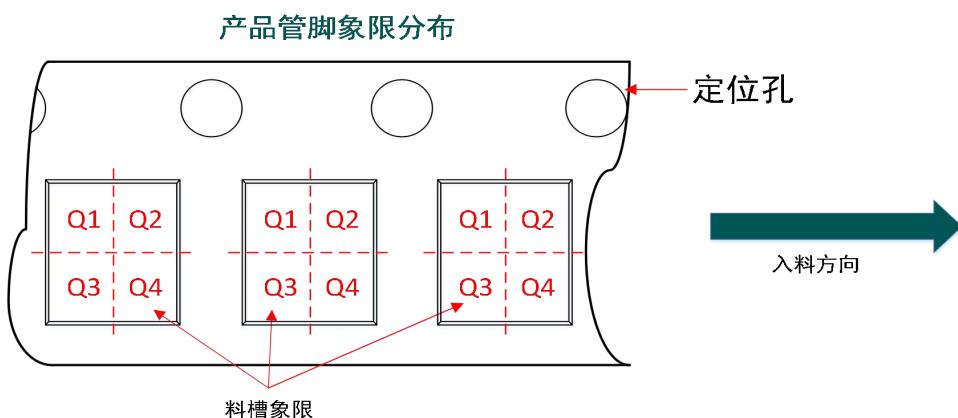
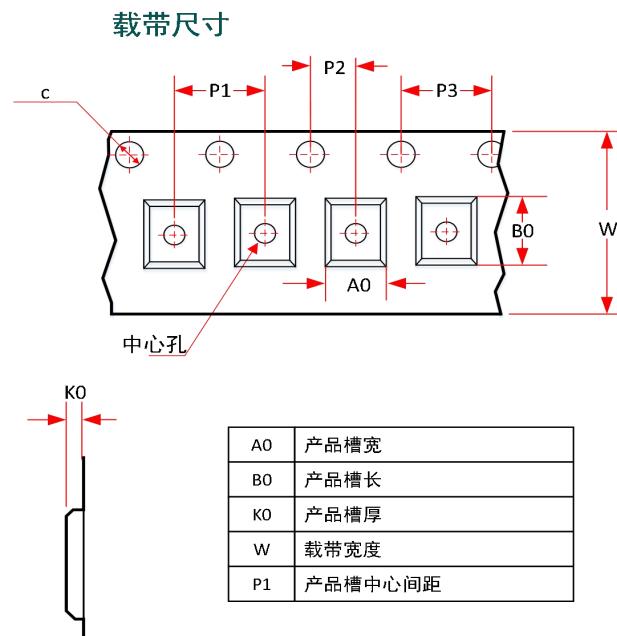
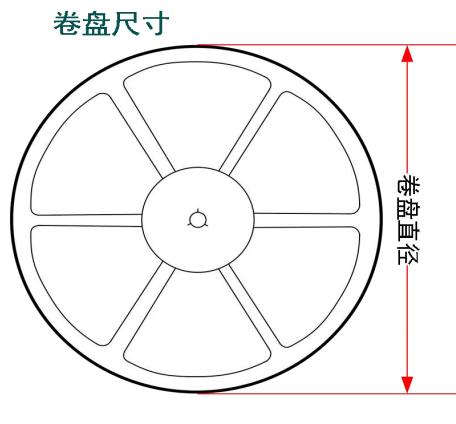
R1 = R2 = 4.7k ohm
 C1=C3=0.1μF
 C2=C4=10 μF
 I2C Address: 1111000R/W



16 订货信息

型号	封装形式	工作温度	应用场景	引脚数量
KTH5763AQ3DNE	DFN2x2.5-8L	-40°C ~ +85°C	消费级	8

17 载带和卷盘信息



Package Type	Pins	SPQ	卷盘直径	卷盘内宽	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	C 直径 (mm)	W (mm)	Pin1 方向
DFN2*2.5-8L	8	4000	180	9.5	2.25	2.75	0.7	4.00	2.00	4.00	1.5	8.00	Q2