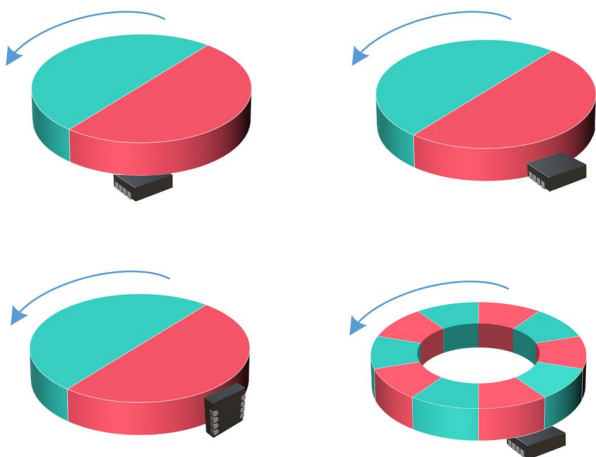


1 产品特点

- 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 $\pm 65\text{mT}$ ，XZ/YZ平面 $\pm 40\text{mT}$ ^{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 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

2 典型应用

- 电子手表旋钮



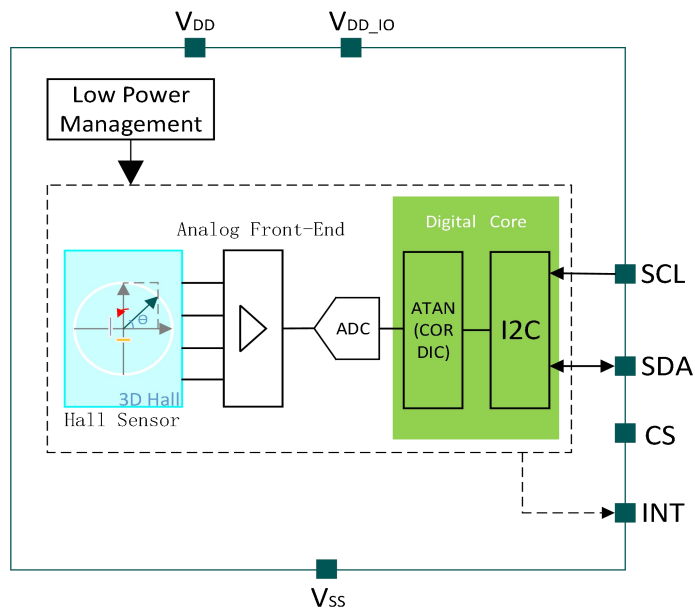
3 概述

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

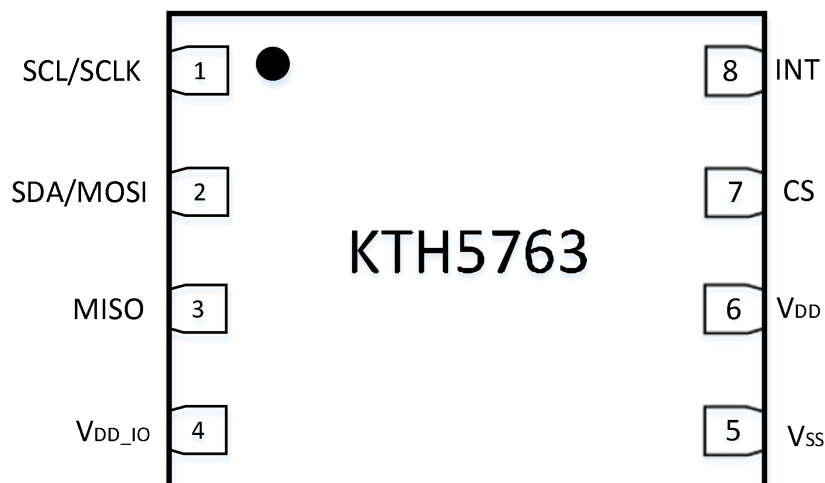


图 5-1 DFN2x2.5-8L 顶视图

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℃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	℃
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	℃

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	V _{DD} =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℃，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		μs
SCL Clock High Time	tw (SCLH)	4		0.6		μs
SDA Setup Time	tsu (SDA)	250		100		ns
SDA Data Hold Time	th (SDA)		3.45		0.9	μs
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		μs
REPEATED START Condition Setup Time	tsu (SR)	4.7		0.6		μs
STOP Condition Setup Time	tsu (SP)	4		0.6		μs
Bus Free Time Between STOP and START Condition	tw(SP:ST)	4.7		1.3		μs

表 9-1 I2C 通信参数

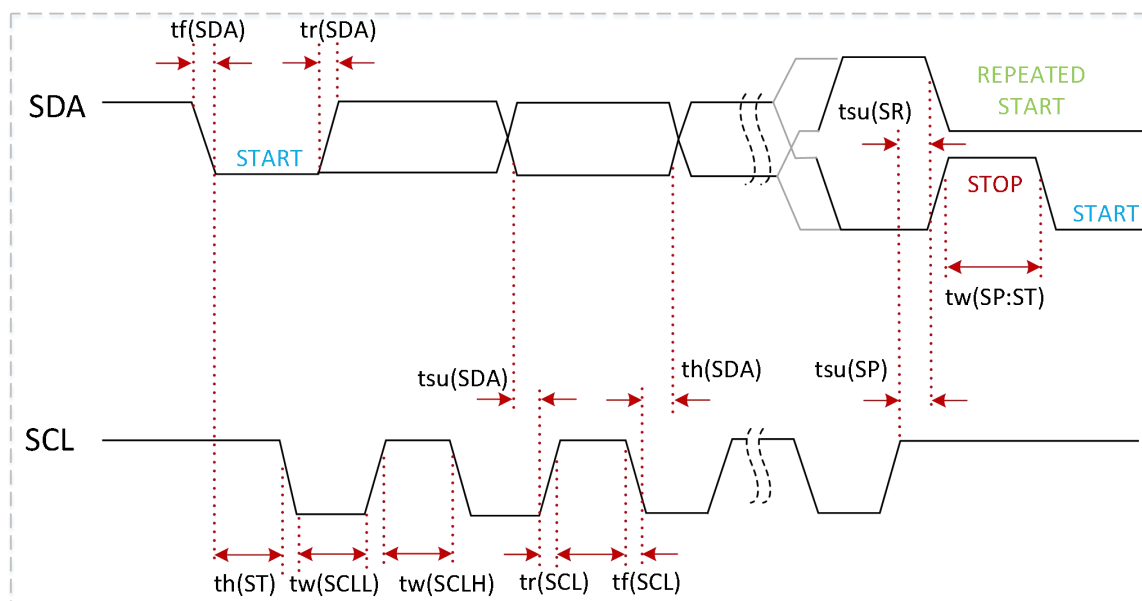


图 9-2 I2C 时序图

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	IIC Address[R]		A	Status	NACK	P
S	111 1000	0(W)	A	1000 0000	A	R	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: $\frac{B[15:0]*0.60725}{Sensitivity}$, 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。

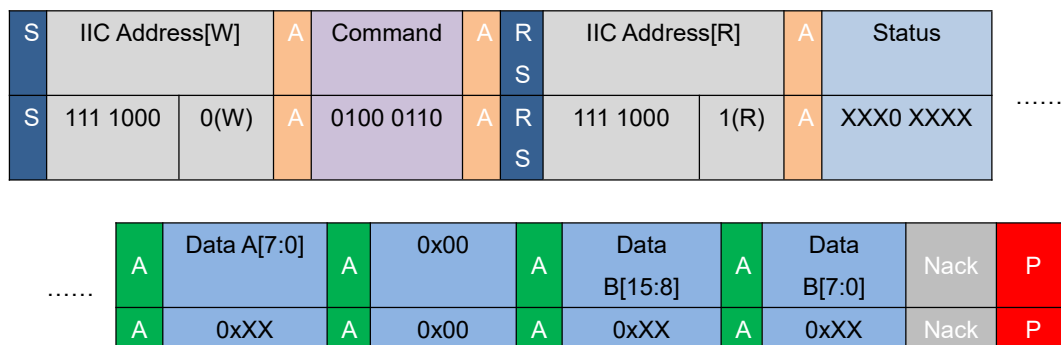


图 12-1 数据回读 I2C 通信图

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。

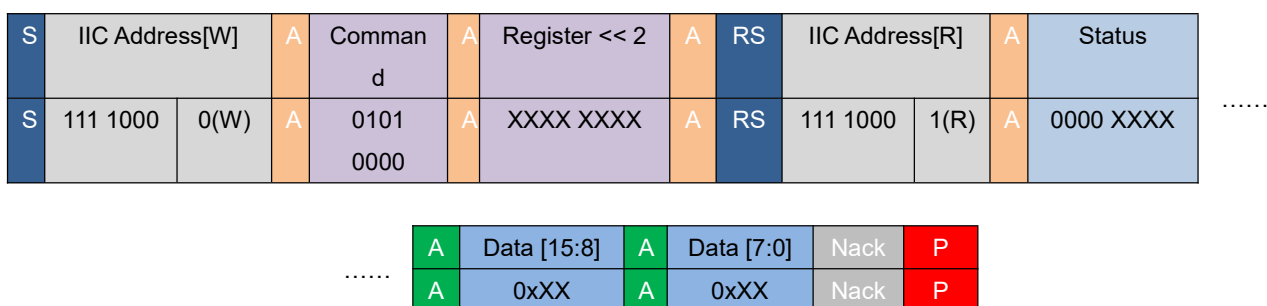


图 12-2 读寄存器 I2C 通信图

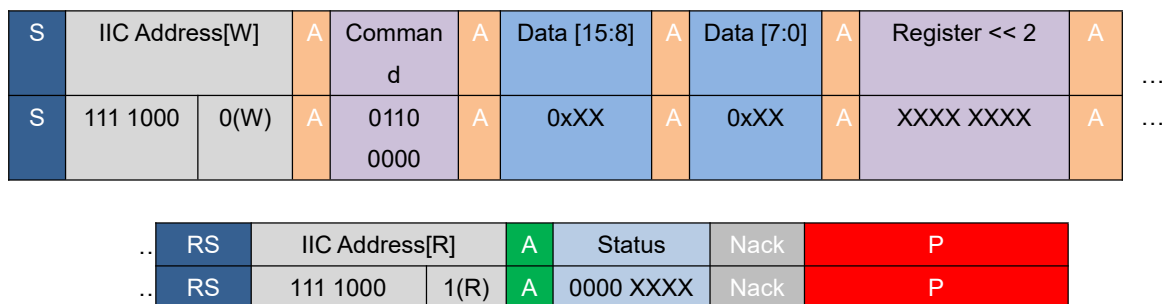


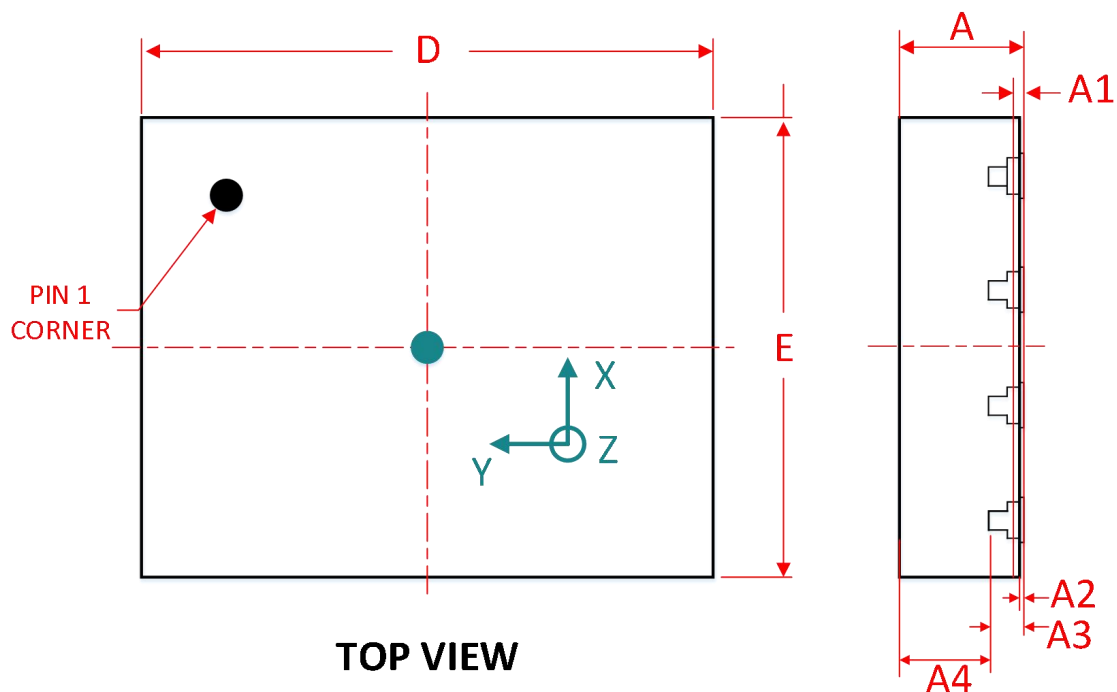
图 12-3 写寄存器 I2C 时序图

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	<p>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</p> <p>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。</p>
		13:0	gainValue	RW	<p>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</p> $\text{则 } k = \frac{(By \max + By \min) / 2}{(Bz \max + Bz \min) / 2}$ $\text{gainValue} = \left\lceil \frac{(By \max + By \min) / 2}{(Bz \max + Bz \min) / 2} * 8192 \right\rceil$ <p>•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>

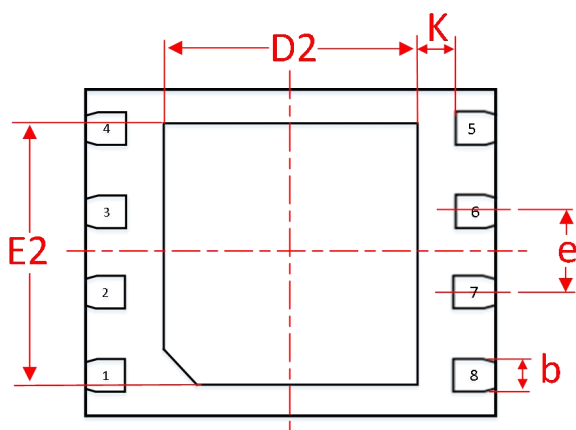
					<div>则 $k = \frac{(Bz\ max + Bz\ min) / 2}{(By\ max + By\ min) / 2}$</div> <div>$gainValue = \frac{(Bz\ max + Bz\ min) / 2}{(By\ max + By\ min) / 2} * 8192$</div> <div>注：推荐使用 $k < 1$ 的配置</div> <div>需要对哪一个轴的数据进行修改则 gainSel 选择哪一个轴，k 即为该轴需要修改的倍数，gainValue 为 $k * 8192$</div>										
0x1C	0x1570	15 : 14	AplaneSel	RW	<div>角度输出平面选择。</div> <table><tr><td>AplaneSel</td><td>功能</td></tr><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></table>	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
		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	magnOsr	RW	<div>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。</div> <table><tr><td>magnOsr</td><td>0x03</td><td>0x02</td><td>0x01</td><td>0x00</td></tr><tr><td>采样点个数</td><td>256</td><td>128</td><td>64</td><td>32</td></tr></table> <div>$ADC\ 的总取点数 = 32 \times 2^{magnOsr} \times (2^{digCtrl} + 2)$，进行一次角度测量时间=（ADC 的取点数 + 69）* 2 μs</div>	magnOsr	0x03	0x02	0x01	0x00	采样点个数	256	128	64	32
magnOsr	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	<div>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。</div> <table><tr><td>measSel</td><td>0xC</td><td>0xA</td><td>0x6</td></tr><tr><td>选通平面</td><td>YZ 平面</td><td>XZ 平面</td><td>XY 平面</td></tr></table>	measSel	0xC	0xA	0x6	选通平面	YZ 平面	XZ 平面	XY 平面		
		measSel	0xC	0xA	0x6										
选通平面	YZ 平面	XZ 平面	XY 平面												
5 : 0	maesTime	RW	<div>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 lsb 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。</div> <div>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*20ms=100ms。</div>												
0x1E	0x8000	15	RESERVED	R	保留位										
		14 : 0	Zero[14:0]	RW	<div>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。</div>										

14 DFN2x2.5-8L封装尺寸图



TOP VIEW

SIDE VIEW



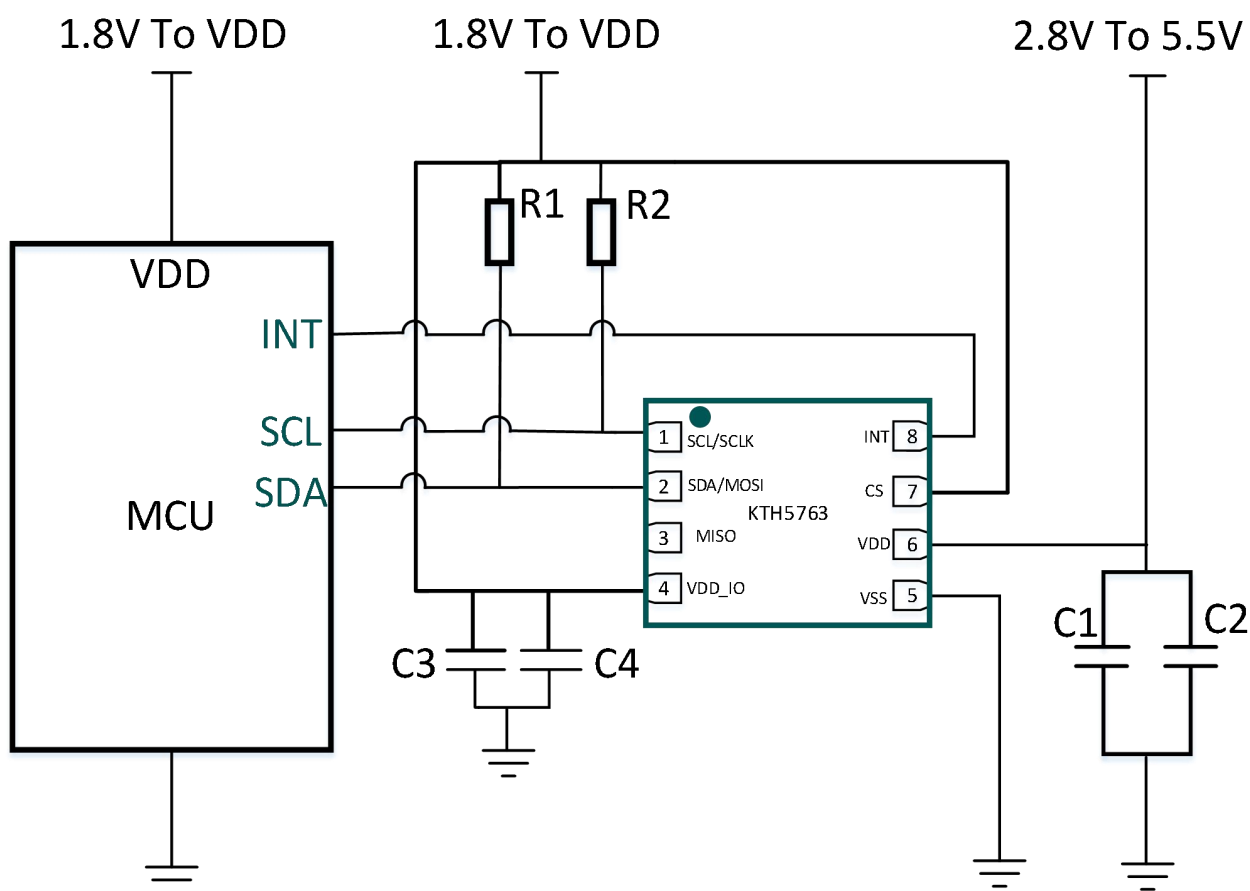
BOTTOM VIEW

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。

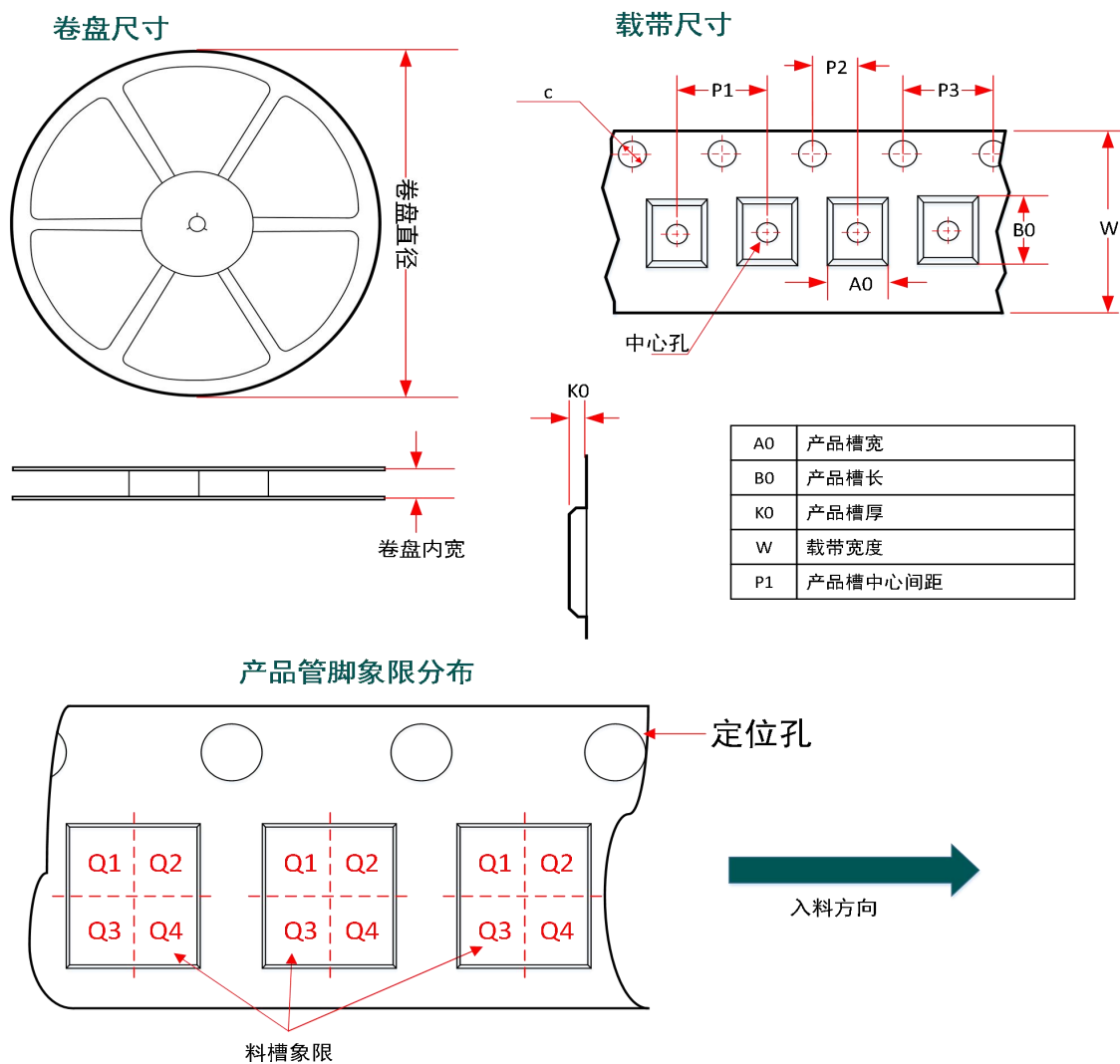
R1 = R2 = 4.7k ohm
C1=C3=0.1μF
C2=C4=10 μF
I2C Address: 1111000R/W



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℃ ~ +85℃	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