

ZSIR1110 智能热释电传感控制器

目录

目录	2
1 特性	4
2 应用	4
3 封装信息与管脚定义	5
3.1 封装信息	5
3.2 管脚定义	7
4 功能框图	8
5 参数列表	9
5.1 极限参数	9
5.2 电气特性	9
5.3 滤波器特性	10
5.4 敏感元特性	11
5.5 视场角 (标准滤光片)	12
5.6 视场角 (大尺寸滤光片)	13
6 I ² C 通讯接口	15
7 寄存器	16
7.1 寄存器表	16
7.2 寄存器描述	17
8 PIR 触发条件	24
9 用户交互	24
9.1 手动开关	24
9.2 亮度调节	24
9.3 色温调节	24
9.4 输出维持时间配置 (即亮灯时间)	25
9.5 灵敏度配置	25
9.6 用户控制模式选择	26
9.7 工作模式切换	26
10 环境光检测	27
10.1 数字环境光检测	27
10.2 模拟环境光检测	27
10.3 太阳能环境光检测	27

11	低压保护	28
12	锂电池充电功能	28
12.1	USB 充电模式	28
12.2	太阳能充电模式	28
12.3	辅助充电	28
13	主从工作模式	29
13.1	或模式	29
13.2	与模式	29
13.3	从节点配置	29
14	熔丝（非易失存储器）操作	29
14.1	熔丝写入	29
14.2	熔丝加载	30
15	型号列表	31
	联系方式	32
	修订历史纪录	32
	法律声明	33

1 特性

- 在单一封装内集成智能热释电控制器芯片以及热释电敏感元，传感+控制
- 具有数字滤波器和运动检测算法的数字信号处理电路，实现高灵敏度、高抗干扰性
- 多种输出时间配置以及灵敏度配置模式
 - ◆ 工厂预配置模式
 - 出厂烧录配置
 - 零外部配置元件
 - ◆ 用户数字配置模式
 - 用户应用态可配置
 - 零外部配置元件（仅需按键）
 - 无 MCU 需求
- 用户按键交互界面
 - ◆ 可用于负载控制
 - ◆ 也可用于参数配置
 - ◆ 实现无 MCU 的智能产品设计
- 兼容多种环境光传感器
 - ◆ 包括光敏电阻、光敏三极管、硅光电池
 - ◆ 环境光极性 & 阈值可配置
- 多种输出模式
 - ◆ 标准的开关量输出，用于通用负载
 - ◆ LED 灯组的 MOS 驱动信号输出
 - 具备最大占空比限制功能
 - 调光功能及渐亮渐灭功能
 - 第二组输出，用于色温控制（仅部

分封装)

- ◆ 中断信号输出，用于具备 MCU 的应用场合
 - 灵活的滤波器与输出配置
 - 中断独立或复用 I²C SDA
- 主从工作模式（仅部分封装）
 - ◆ 大角度多探头覆盖
 - ◆ 红外/微波双鉴
- I²C 通讯接口用于配置和信号读取
- 集成恒流充电功能（仅部分封装）
 - ◆ 具有 USB 与太阳能两种充电模式
 - ◆ 适配三元锂与磷酸铁锂电池
- 多种探头封装形式
 - ◆ TO5-6 封装
 - ◆ LCC-8 表贴封装
- -40°C 至 85°C 宽工作温度范围
- 电源
 - ◆ 工作电压 2.4V 至 5.5V
 - ◆ 工作电流 4.3μA (@3.3V)

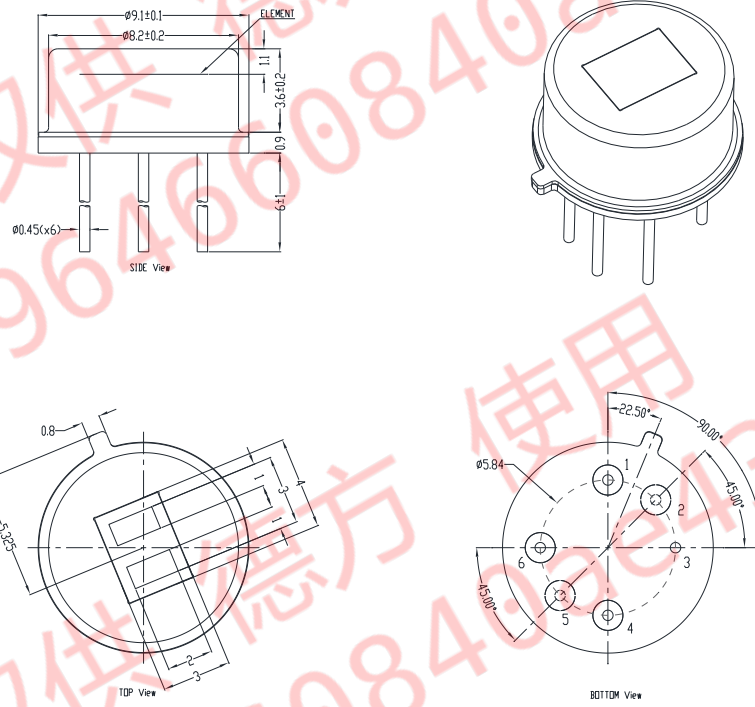
2 应用

- 人体感应灯
- 智能开关
- 安防监控
- 其它人体感应设备

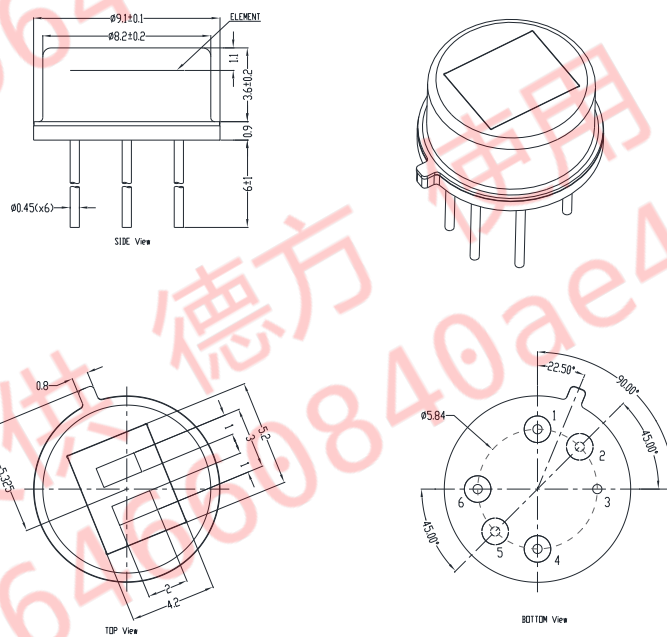
3 封装信息与管脚定义

3.1 封装信息

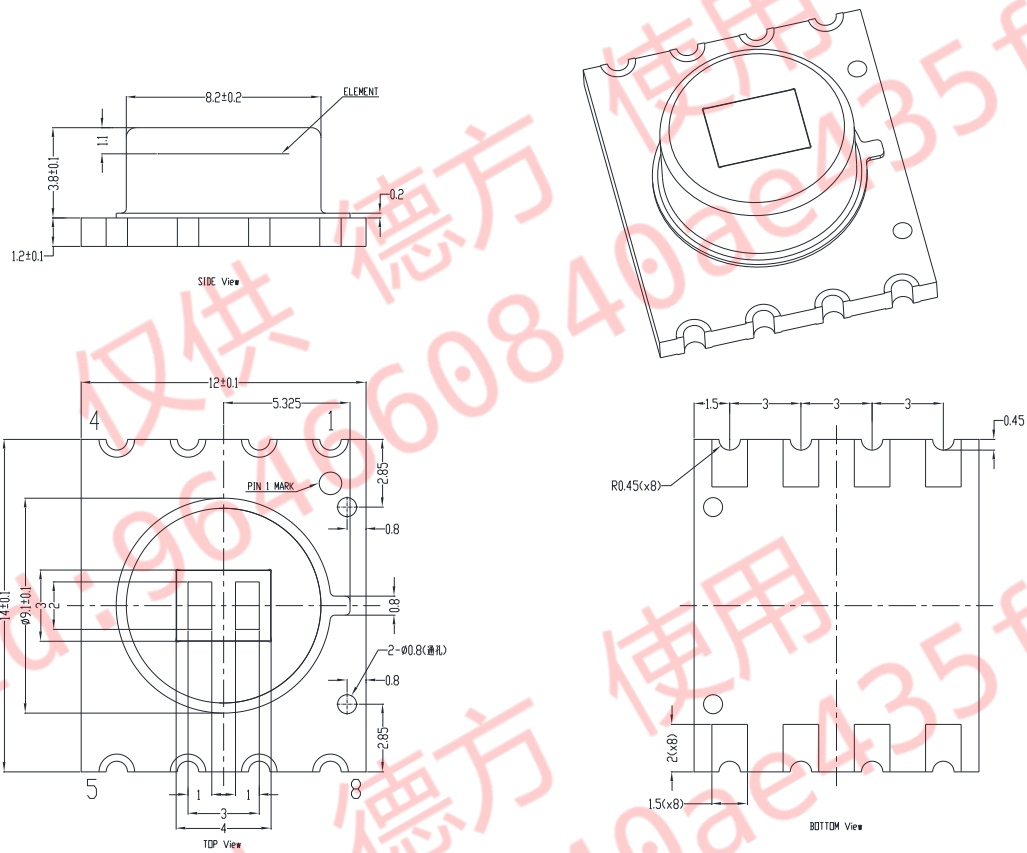
TO5-6 封装，标准滤光片，图中所有尺寸标注单位为毫米（millimeters）。



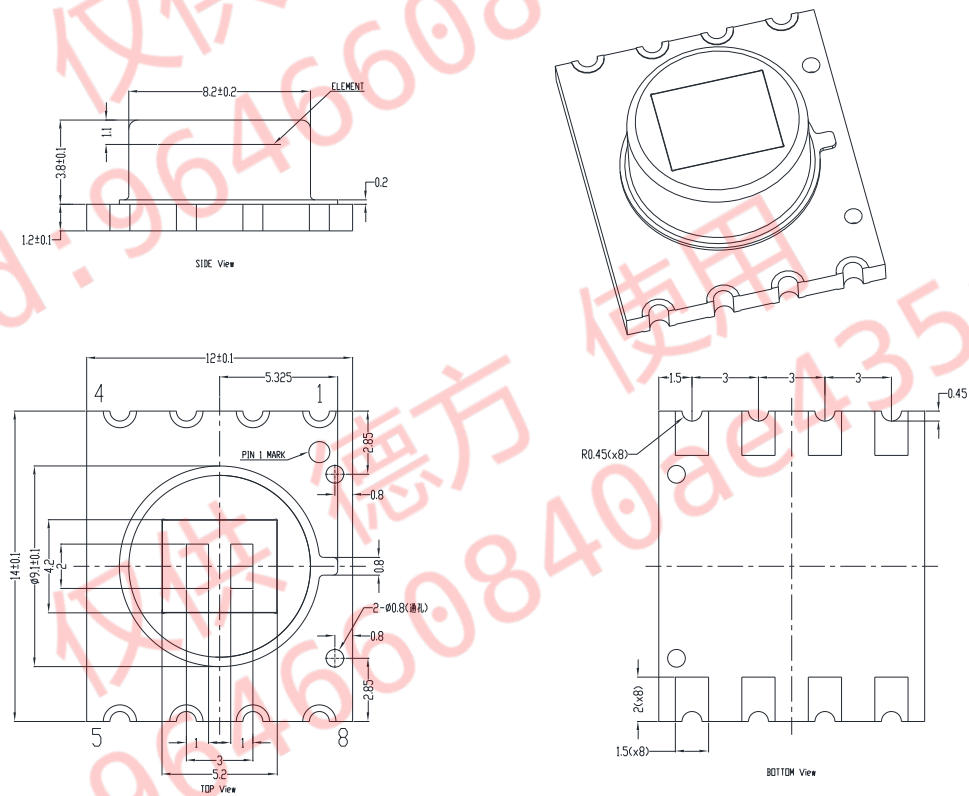
TO5-6 封装，大尺寸滤光片，图中所有尺寸标注单位为毫米（millimeters）。



LCC-8 封装，标准滤光片，图中所有尺寸标注单位为毫米（millimeters）。



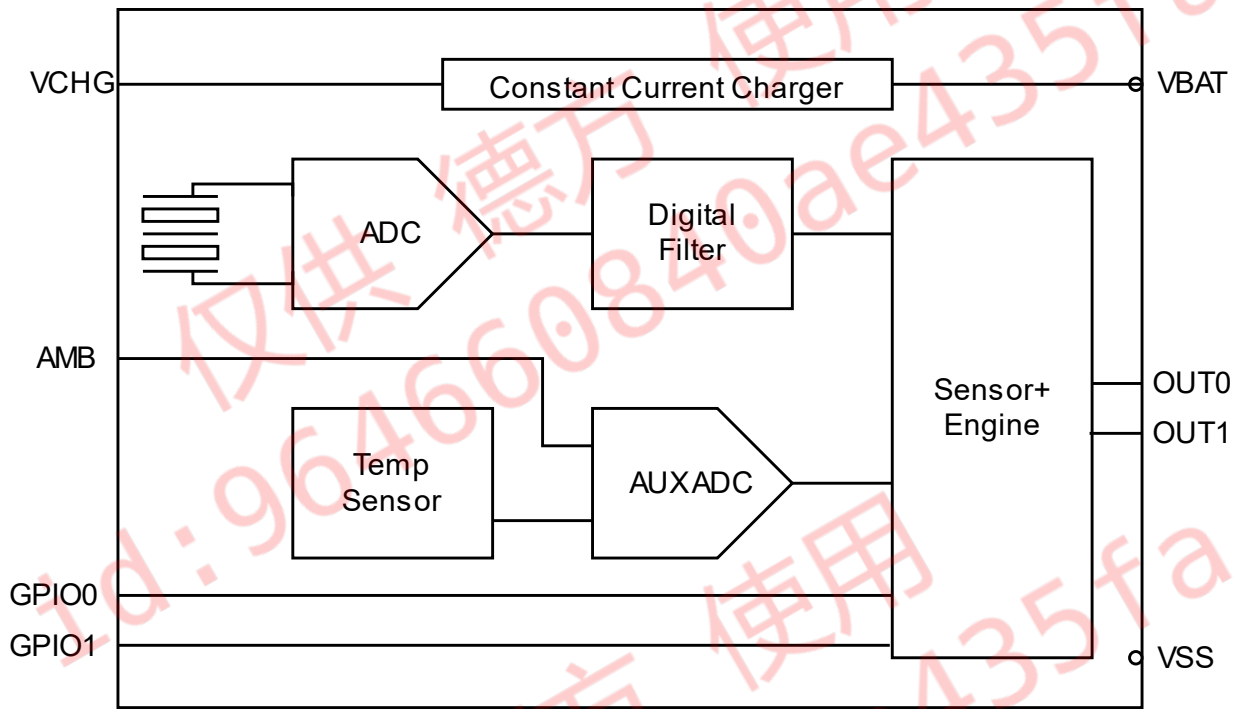
LCC-8 封装，大尺寸滤光片，图中所有尺寸标注单位为毫米（millimeters）。



3.2 管脚定义

管脚序号 (TO5-6)	管脚序号 (LCC-8)	名称	类型	描述
6	1	GPIO1	DIO	用户操作界面输入 1 / I ² C SDA
1	2	GPIO0	DI	用户操作界面输入 0 / I ² C SCL
2	3	AMB	DI/AI	环境光传感器输入
3	4	VSS	S	接地
-	5	VCHG	S	充电电源输入
4	6	VBAT	S	电源 / 充电输出
-	7	OUT1	DIO	辅助灯控输出 / 主从模式信号输入
5	8	OUT0	DO	灯控/中断输出

4 功能框图



5 参数列表

5.1 极限参数

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电源电压	VBAT/VCHG	-0.3		5.5	V	到 VSS
IO 电压	V _{IO}	-0.3		5.5	V	到 VSS
存储温度	T _S	-45		125	°C	
工作温度	T _C	-40		85	°C	
静电放电 (HBM)	ESD _{HBM}	4000			V	
静电放电 (CDM)	ESD _{CDM}	1000			V	

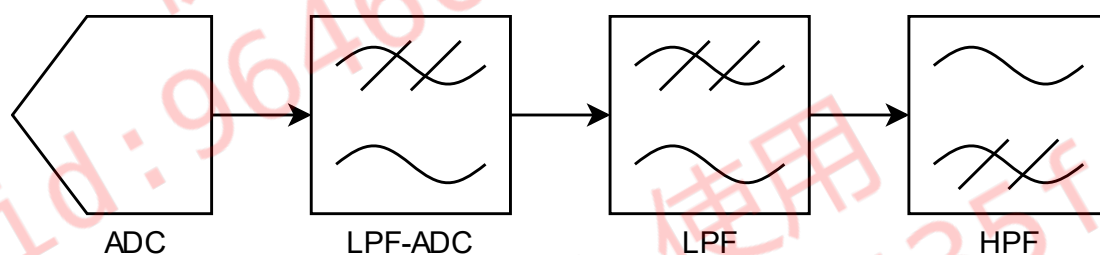
5.2 电气特性

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电源						
工作电压	VBAT	2.4		5.5	V	VBAT to VSS
工作电流	I _{VBAT}		4.3		μA	VBAT = 3.3V, T _C = 25°C
熔丝写入电压	VBAT _{fuse}		5.5		V	VBAT to VSS
熔丝写入电流	I _{fuse}			60	mA	VBAT = 5.5V
充电电压	VBAT _O			4.2	V	
充电电流	I _{CHG}		100		mA	VCHG to VBAT
模拟输入 (AMB)						
输入电压范围	V _{AI}	0		VBAT		AMB
数字输入 (GPIO/OUT1)						
输入电压范围	V _{DI}	0		VBAT	V	
施密特触发低到高	V _{T+}		2.0		V	VBAT = 3.3V
施密特触发高到低	V _{T-}		1.3		V	VBAT = 3.3V
内部上拉电阻	R _{PU}	39	63	109	KΩ	
数字输入 (AMB)						

输入电压范围	V_{DI}	0	V_{BAT}	V	
施密特触发低到高	V_{T+}	1.8		V	$V_{BAT} = 3.3V$
施密特触发高到低	V_{T-}	1.5		V	$V_{BAT} = 3.3V$
数字输出					
输出低电平	V_{OL}		0.4	V	$V_{BAT} = 3.3V$
输出高电平	V_{OH}	2.4		V	$V_{BAT} = 3.3V$
低电平输出电流	I_{OL}	9.4	14.1	mA	$V_{OL} = \max, DS=0$
		18.8	28.1		$V_{OL} = \max, DS=1$
高电平输出电流	I_{OH}	7.0	9.3	mA	$V_{OH} = \min, DS=0$
		13.9	18.6		$V_{OH} = \min, DS=1$

5.3 滤波器特性

参数	符号	值	单位	备注
ADC 输出低通滤波器截止频率	$F_{LPE-ADC}$	15	Hz	
二级低通滤波器截止频率	F_{LPE}	7	Hz	
高通滤波器截止频率	F_{HPF}	0.2	Hz	根据 HPF_CFG 决定
		0.4		

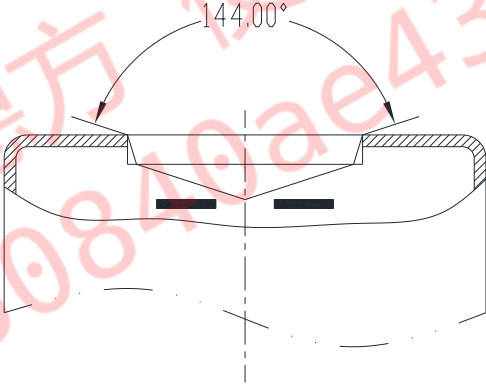
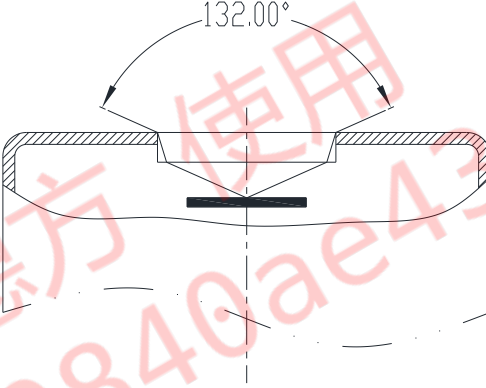
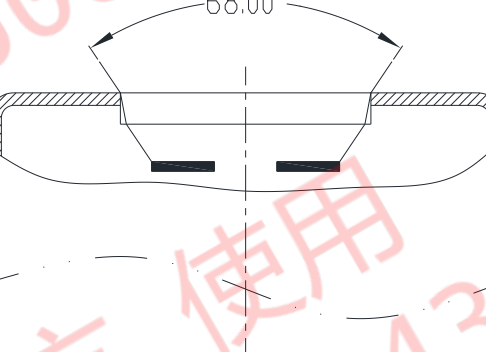
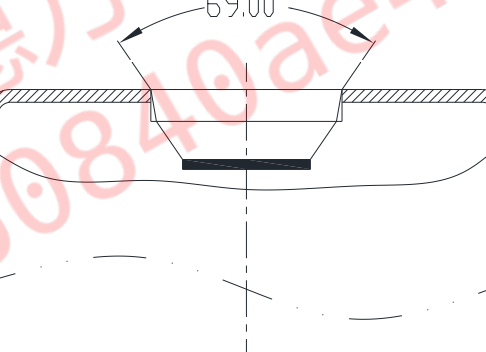


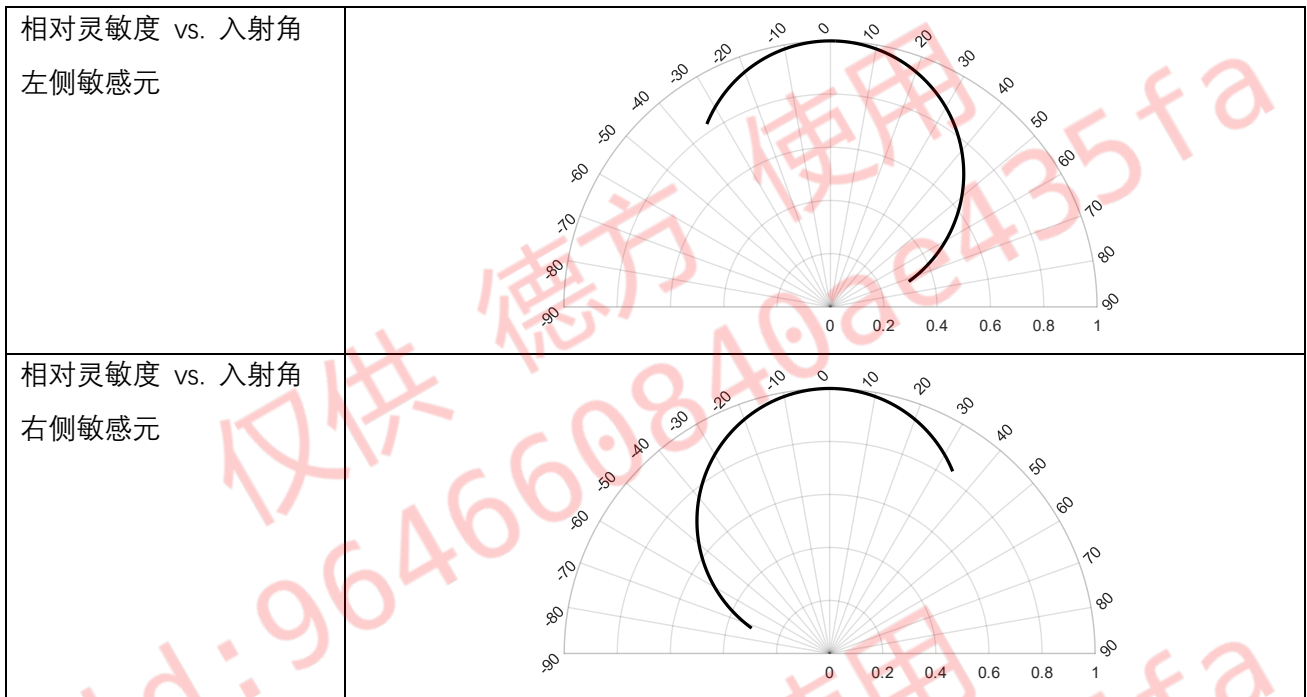
数字信号处理流程图

5.4 敏感元特性

参数	值
敏感元尺寸	2mm×1mm, 2 个敏感元
滤光片尺寸	4mm×3mm (标准滤光片) 5.2mm×4.2mm (大尺寸滤光片)
滤光片通带波长	5-14μm (标准滤光片) 8-14μm (窄带滤光片)
滤光片通带透过率	≥75%
灵敏度 (响应率)	≥3300V/W
不平衡度	<10%

5.5 视场角 (标准滤光片)

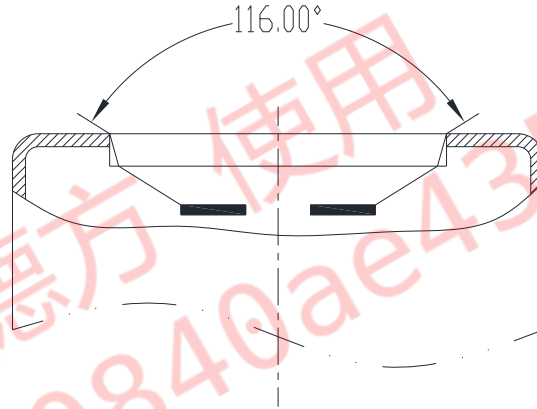
参数	值
水平视场角	
垂直视场角	
水平全共模抑制视场角 (此角度下外敏感元等效光学深度为距上表面0.74mm)	
垂直全共模抑制视场角	



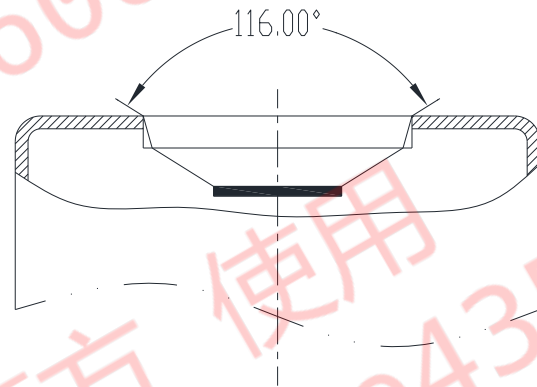
5.6 视场角 (大尺寸滤光片)

参数	值
<p>水平视场角</p>	
<p>垂直视场角</p>	

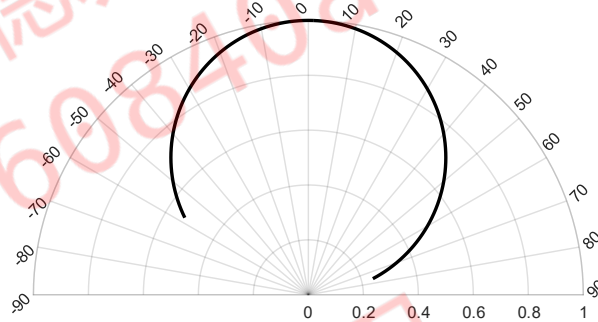
水平全共模抑制视场角
(此角度下外敏感元等效光学深度为距上表面0.69mm)



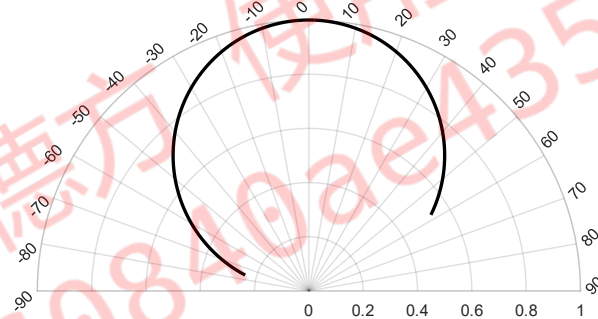
垂直全共模抑制视场角



相对灵敏度 vs. 入射角
左侧敏感元



相对灵敏度 vs. 入射角
右侧敏感元



6 I²C 通讯接口

器件地址：0x2A+读写位（默认地址时）

读写位：0 为写寄存器，1 为读寄存器。

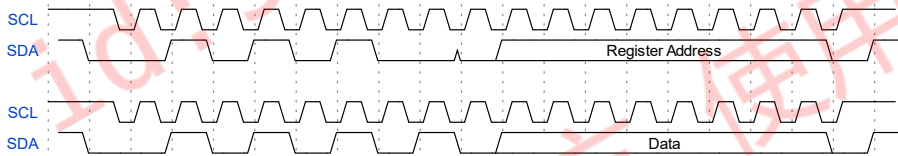
即写地址为 0x54，读地址为 0x55。

8 位寄存器地址，8 位寄存器数据。

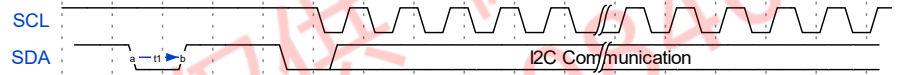
寄存器写时序：



读寄存器时序：



复用 SDA 输出中断信号时（SDA_INT=1）的中断时序：



输出中断时（a 时刻），器件将 SDA 拉低，随后于（b 时刻）释放，持续时间 $t_1=15\mu s$ 。SDA 被释放后，主机端即可发起通讯，读取数据。此状态在 I²C 协议中意味着器件产生了一个 START 条件并紧接着产生了 STOP 条件，不会引发总线异常。

注意，请在器件上电完成 200ms 后进行数据通讯，200ms 内器件会进行初始数据加载、自检等动作，此时访问寄存器，可能取得非预期的结果。

7 寄存器

7.1 寄存器表

重要信息：任何标识为“RESERVED”的寄存器位，用户都应保持其初始值不变。如需修改包含“RESERVED”位的寄存器，应首先读取其初始值，修改非“RESERVED”位，保留“RESERVED”的初始值，并写回相应寄存器。任何对“RESERVED”位内容的修改，都可能导致无法预期的后果。

地址	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
0x00	INT_SRC_SEL	INT_EN	OUT0_P OL	CROSS_0 _DIS	HPF_CFG	SOFT_OF F_DIS	SOFT_O N_DIS	UI_INPUT _MODE
0x01	BLIND_TIME [3:0]				PULSE_CNT [1:0]		WINDOW_TIME [1:0]	
0x02	PIR_THRESHOLD [7:0]							
0x03	AMB_PO L	RESERVED			DELAY_OFF_TIME [3:0]			
0x04	COLOR_ TEMP	PWM_DI S	PWM_MAX_CODE [5:0]					
0x05	AMB_THRESHOLD [7:0]							
0x06	RESERVED						CHARGE_MODE [1:0]	
0x07	RESERVE D	SOFT_ON_SPEED [1:0]		RESERVE D	PIR_THR D_CAL_B Y_TEMP	AMB_TH RD_CAL_ BY_TEMP	UI_MOD E	RESERVE D
0x08	CHG_CURRENT [1:0]		CHG_VOLT_LMT [1:0]		CHG_OVER_TEMP [1:0]		CHG_LED [1:0]	
0x09	OUT1_P OL	GPIO1_D S	MASTER_ EN	MASTER_ MODE	SINGLE_ PULSE_O N	MID_LIGHT_SEL [1:0]		LOW_LIG HT_SEL
0x0A	RESERVED				AMB_THRESHOLD_INTERVAL [3:0]			
0x0B	RESERVE D	OUT1_PE	OUT1_O D	OUT_DS	OUT0_PE	OUT0_O D	UI_MODE_BITMAP [9:8]	
0x0C	UI_MODE_BITMAP [7:0]							
0x0D	IIC_DEV_ ADDR_SE L	LVP2_SEL	LVP1_SEL	LVP_DIS	AMB_BY_ VCHG	RESERVE D	LPF_BY_P ASS	RESERVE D
0x0E	RESERVED							
0x0F	RESERVED			ANALOG _AMB_D	RESERVE	AMB_DE	RESERVED	

			ET	D	T_CYCLE			
0x10	PIR_DATA [15:8]							
0x11	PIR_DATA [7:0]							
0x12	AMB_DATA [7:0]							
0x13	TEMP_DATA [7:0]							
0x14	PIR_DATA_SEL	RESERVE_D	SDA_INT	EFUSE_LOAD	SOFT_RESET	EFUSE_ERRO	EFUSE_ERR1	EFUSE_PERRG

7.2 寄存器描述

名称	位宽	初值	读写	描述
INT_SRC_SEL	1	0	R/W	中断源选择。 0: PIR_ADC 数据就绪 1: PIR 满足触发条件
INT_EN	1	0	R/W	中断使能。 0: OUT0 输出灯控信号 1: OUT0 输出中断信号
OUT0_POL	1	0	R/W	OUT0 输出极性。 0: 灯控模式高有效，中断模式低有效 1: 与 0 相反
CROSS_0_DIS	1	0	R/W	PIR 触发条件的脉冲计数是否要求过阈值脉冲与相邻的上一次有效脉冲极性相反。 0: 要求 1: 无此要求
HPF_CFG	1	0	R/W	高通滤波器参数设置。 0: 0.4Hz 截止频率 1: 0.2Hz 截止频率
SOFT_ON_DIS	1	0	R/W	渐亮功能禁用。 0: 启用渐亮功能 1: 禁用渐亮功能
SOFT_OFF_DIS	1	0	R/W	渐灭功能禁用。 0: 启用渐灭功能 1: 禁用渐灭功能
UI_INPUT_MODE	1	0	R/W	用户输入模式选择。 0: 按键模式 1: 拨动开关模式
BLIND_TIME	4	0x0	R/W	封锁时间。

				0: 2 秒 其它: (BLIND_TIME-1)*0.5 秒
PULSE_CNT	2	00	R/W	PIR 触发条件要求的有效过阈值脉冲数。 00: 2 01: 1 10: 3 11: 4
WINDOW_TIME	2	00	R/W	PIR 触发条件的窗口时间。 00: 4 秒 01: 2 秒 10: 6 秒 11: 8 秒
PIR_THRESHOLD	8	0x00	R/W	PIR 触发阈值。 触发阈值电压 = PIR_THRESHOLD*6.2μV 0x00 等同于 0x0F
AMB_POL	1	0	R/W	环境光检测极性。 0: 高电平为环境光暗 1: 低电平为环境光暗
DELAY_OFF_TIME	4	0x0	R/W	亮灯时间。 0: 30 秒 1: 3 秒 2: 5 秒 3: 10 秒 4: 15 秒 5: 20 秒 6: 30 秒 7: 45 秒 8: 1 分钟 9: 1.5 分钟 10: 2 分钟 11: 3 分钟 12: 5 分钟 13: 10 分钟 14: 15 分钟 15: 30 分钟
COLOR_TEMP	1	0	R/W	色温控制使能。 0: 不启用色温控制 1: 启用色温控制
PWM_DIS	1	0	R/W	PWM 输出关闭。

				0: 使用 PWM 输出 1: 使用开关量输出
PWM_MAX_CODE	6	0x00	R/W	PWM 输输出的最大占空比限制。 0x3F 为 100% 以下依次按比例, 即占空比为: (PWM_MAX_CODE+1)/64 0x00 等同于 0x3F
AMB_THRESHOLD	8	0x00	R/W	模拟环境光状态转换阈值。 当启用模拟环境光检测, 环境光数据通过此阈值时, 产生环境光状态切换。 详见“环境光检测”章节。 0x00 等同于 0x72
CHARGE_MODE	2	00	R/W	充电使能/充电模式设置。 00/11: 不启用充电功能 01: USB 充电模式 10: 太阳能充电模式
SOFT_ON_SPD	2	00	R/W	灯光渐变速度选择。 00: 1 秒 01: 0.5 秒 10: 1.4 秒 11: 2 秒
PIR_THRD_CAL_BY_TEMP	1	0	R/W	PIR 触发阈值温度补偿使能。 0: 不对 PIR 触发阈值进行温度补偿 1: 对 PIR 触发阈值进行温度补偿
AMB_THRD_CAL_BY_TEMP	1	0	R/W	环境光阈值温度补偿使能。 0: 不对环境光阈值进行温度补偿 1: 对环境光阈值进行温度补偿
UI_MODE	1	0	R/W	用户控制模式选择。 0: 标准模式 (用于智能开关、小夜灯) 1: 庭院灯模式
CHG_CURRENT	2	00	R/W	最大充电电流选择。 00: 100mA 01: 75mA 10: 50mA 11: 25mA
CHG_VOLT_LMT	2	00	R/W	充电截止电压选择。 00: 4.2V 01: 4.15V 10: 3.6V

				11: 3.65V
CHG_OVER_TEMP	2	00	R/W	充电过热保护温度选择。 00: 100°C 01: 80°C 10: 90°C 11: 110°C
CHG_LED	2	00	R/W	充电指示设置。 00: OUT1 作为充电指示 LED 输出 10: 通过灯控输出呼吸灯效果 X1: 没有充电指示
OUT1_POL	1	0	R/W	OUT0 输出极性。 0: 灯控模式高有效 1: 与 0 相反
GPIO1_DS	1	0	R/W	GPIO0 输出驱动能力选择。 0: 低驱动能力 1: 高驱动能力
MASTER_EN	1	0	R/W	主从工作模式主节点使能。 0: 独立工作模式 (或从节点) 1: 主从工作模式的主节点
MASTER_MODE	1	0	R/W	主从工作模式选择。 0: 或模式 1: 与模式
SINGLE_PULSE_ON	1	0	R/W	单次脉冲触发功能。 0: 不使能 1: 当 PIR 信号脉冲峰值大于 5 倍 PIR_THRESHOLD 时, 立即引发触发条件, 而无论 PULSE_CNT 设置为何值
MID_LIGHT_SEL	2	00	R/W	中亮模式输出占空比选择。 00: 10% 01: 15% 10: 7.5% 11: 5%
LOW_LIGHT_SEL	1	0	R/W	低亮模式输出占空比选择。 0: 2% 1: 3%
AMB_THRESHOLD_INTERVAL	4	0x0	R/W	模拟环境光状态转换滞回区间。 模拟环境光状态转换阈值变化的滞回区间。 详见“环境光检测”章节。 0x00 等同于 0x0C

OUT1_PE	1	0	R/W	OUT1 内部上拉使能。 0: 不启用内部上拉 1: 启用内部上拉
OUT1_OD	1	0	R/W	OUT1 Open-Drain 模式使能。 0: Push-Pull 模式 1: Open-Drain 模式
OUT_DS	1	0	R/W	OUT0/1 输出驱动能力选择。 0: 低驱动能力 1: 高驱动能力
OUT0_PE	1	0	R/W	OUT0 内部上拉使能。 0: 不启用内部上拉 1: 启用内部上拉
OUT0_OD	1	0	R/W	OUT0 Open-Drain 模式使能。 0: Push-Pull 模式 1: Open-Drain 模式
UI_MODE_BITMAP	10	0x000	R/W	工作模式选择。(位图选择) 详见“工作模式选择”章节 0x000 等同于 bit3/5/8/9 置位, 即 0x328
IIC_DEV_ADDR_SEL	1	0	R/W	I ² C 从模式器件地址选择。 0: 0x2A 1: 0x2C
LVP2_SEL	1	0	R/W	二级低压保护电压选择。 0: 2.6V 1: 2.4V
LVP1_SEL	1	0	R/W	一级低压保护电压选择。 0: 3.0V 1: 2.8V
LVP_DIS	1	0	R/W	低压保护禁用。 0: 启用低输入电压保护模式 1: 禁用低输入电压保护模式
AMB_BY_VCHG	1	0	R/W	环境光信号源选择。 0: 从 AMB 获取环境光数据 (光敏模式)。 1: 从 VCHG 获取环境光数据 (太阳能模式)。
LPF_BYPASS	1	0	R/W	屏蔽 PIR 数据二级低通滤波器 (Fc=7Hz)。 0: PIR 数据经过低通滤波器 1: PIR 数据跳过低通滤波器
ANALOG_AMB_DET	1	0	R/W	当使用 AMB 作为环境光信号源时, 检测模式选择。 0: 数字环境光检测

				1: 模拟环境光检测 (从 VCHG 获取环境光数据时, 只能使用模拟环境光检测模式)
AMB_DET_CYCLE	1	0	R/W	模拟环境光检测判断次数。 0: 2 次 1: 1 次
PIR_DATA	16		RO	PIR 数据。16 位有符号数据, 实际有效位数为 14 位, 刷新频率 62.5Hz。 PIR 传感器实际电压为: $PIR_DATA * 6.2\mu V$
AMB_DATA	8		RO	环境光数据。8 位无符号数, 刷新频率 0.2Hz。 AMB 管脚电压值为: $(AMB_DATA/255)*VDD$
TEMP_DATA	8		RO	温度数据。8 位有符号数, 刷新频率 0.2Hz。 实际温度数值为: $TEMP_DATA*0.672+35.725$ (°C)
PIR_DATA_SEL	1	0	R/W	PIR 数据输出选择。 0: 使用二级低通滤波器输出 (如 LPF_BYPASS 置位, 则为 ADC-LPF 输出) 1: 使用高通滤波器输出
SDA_INT	1	0	R/W	复用 SDA 输出中断。 0: 中断通过 OUT0 输出, I ² C 为标准模式 1: 在 SDA (GPIO1) 管脚上输出中断信号
EFUSE_LOAD	1	0	R/W	加载熔丝 (非易失存储器) 数据到寄存器。 写 1: 启动数据加载程序 读 1: 数据加载中 读 0: 数据加载完毕
SOFT_RESET	1	0	W	芯片软复位。 写 1: 复位芯片
EFUSE_ERR0	1	0	RO	熔丝写入错误 0。 读 0: 正常 读 1: 错误的写入数据 (试图改变已经为 1 的 bit)
EFUSE_ERR1	1	0	RO	熔丝写入错误 1。 读 0: 正常 读 1: 写入程序执行失败 (内部错误)
EFUSE_PRG	1	0	R/W	将寄存器数据写入熔丝。 写 1: 启动数据写入程序 读 1: 数据写入中 读 0: 数据写入完毕

仅供德方使用
id:964660840ae435fa

仅供德方使用
id:964660840ae435fa

仅供德方使用
id:964660840ae435fa

8 PIR 触发条件

通过 PIR_THRESHOLD 寄存器设置 PIR 触发电压，当 PIR 差分输入电压由 0 方向向绝对值增大方向超过(\pm PIR_THRESHOLD)时，记录为一次过阈值事件。当在 WINDOW_TIME 设置的时间内，发生 PULSE_CNT 设置的数量次数的过阈值事件时，将产生 PIR 触发事件。产生触发事件后，根据配置，将产生灯控输出或中断信号输出。

产生 PIR 触发事件后，在 BLIND_TIME 设置的时间内，将不会再次产生触发事件。

特别地，当 CROSS_0_DIS=0 时，要求相邻的过阈值事件极性相反，即相邻两次过阈值事件必须为一次过(+PIR_THRESHOLD)而另一次过(-PIR_THRESHOLD)。同极性的连续过阈值事件，只会被记录一次，后续过阈值事件将被忽略，直至极性相反的过阈值事件出现。而当 CROSS_0_DIS=1 时，没有极性交替要求，所有过阈值事件都将被计数。

特别地，当 SINGLE_PULSE_ON=1，且 PIR 差分输入电压绝对值超过 PIR_THRESHOLD*5 时，将忽略 PULSE_CNT 次数要求，直接产生 PIR 触发事件。

9 用户交互

9.1 手动开关

按键模式或拨动开关模式取决于 UI_INPUT_MODE。

按键模式

按键模式下，通过将 GPIO0 短时拉低实现手动开关功能。即无灯控输出时（即关灯状态）拉低 GPIO0 启动输出功能（即开灯状态），有输出时拉低 GPIO0 关闭输出。“短时”拉低指 20 毫秒至 3 秒之间的操作，低于 20 毫秒将作为干扰或抖动过滤，超过 3 秒将进入亮度调节状态。

拨动开关模式

拨动开关模式下，GPIO0 持续拉低强制启动输出，GPIO1 持续拉低强制关闭输出。GPIO0/1 都处于释放状态时，芯片处于正常感应控制状态。

强制启动输出状态的亮度，受到 UI_MODE 位的控制。当 UI_MODE=0，即标准模式时，以高亮度模式输出（用户设置占空比，默认值 100%）。而当 UI_MODE=1，即庭院灯模式时，以中亮度模式输出。

9.2 亮度调节

仅在按键模式下启用，且依赖于 PWM_DIS=0。GPIO0 拉低超过 3 秒，进入亮度调节状态。此时 OUT 输出占空比将在高低之间循环扫描。当 GPIO0 释放时，OUT 输出占空比停留在当前值。此后 OUT 输出均以此占空比输出。亮度调节的最大占空比和初始占空比取决于 PWM_MAX_CODE。

9.3 色温调节

仅在按键模式下启用，且依赖于 PWM_DIS=0 和 COLOR_TEMP=1。GPIO1 拉低超过 3 秒，进入色温调

节状态。此时 OUT0/1 输出占空比的比例将循环扫描。当 GPIO1 释放时，OUT0/1 输出占空比的比例停留在当前值。OUT0/1 输出的总占空比取决于亮度调节。色温调节的初始比例为 50:50。

色温调节需要额外的 OUT1 管脚，仅部分封装可实现。

9.4 输出维持时间配置（即亮灯时间）

GPIO0 保持拉低的情况下，多次短时拉低 GPIO1 进行配置。GPIO0/1 释放后，根据 GPIO0 拉低的次数确定配置。详见下表。出厂默认值 30 秒，可通过熔丝写入的方式进行修改（DELAY_OFF_TIME）。

按键次数	维持时间
1	5 秒
2	10 秒
3	20 秒
4	30 秒
5	1 分钟
6	5 分钟
7	15 分钟
8	30 分钟

9.5 灵敏度配置

GPIO1 保持拉低的情况下，多次短时拉低 GPIO0 进行配置。GPIO0/1 释放后，根据 GPIO1 拉低的次数确定配置。详见下表。出厂默认值 93 μ V，可通过熔丝写入的方式进行修改（PIR_THRESHOLD）。

按键次数	触发阈值 (μ V)
1	56
2	74
3	93
4	118
5	161
6	217
7	298
8	422

9.6 用户控制模式选择

用户控制模式受到 UI_MODE 位控制，UI_MODE=0 为标准模式，UI_MODE=1 为庭院灯模式。标准模式下，开灯时（低亮模式除外）不进行环境光检测。庭院灯模式下，持续进行环境光检测。特别地，UI_MODE 位还会影响拨动开关开灯亮度以及 UI_MODE_BITMAP [0] 位所对应模式的低亮状态亮度。

9.7 工作模式切换

仅在按键模式下启用。多次短时拉低 GPIO1 进行配置。GPIO1 释放 2 秒后，根据 GPIO1 拉低的次数确定配置。通过将 UI_MODE_BITMAP 的对应 bit 置位来使能一种工作模式，具体的模式见下表。按键选择时，将按照 0-9 的顺序，从已经使能的模式中选择。

举例，如 UI_MODE_BITMAP [9:0] 配置为 1101010000，则按键 2 次选中 bit6 所对应的工作模式。

功能说明：

灭灯状态 PIR 感应使能，是指在灯光关闭的状态下，能够通过人体感应触发开灯。

亮灯状态 PIR 感应顺延亮灯时间，是指在灯光打开并进行延时关灯计时的情况下，如果产生触发，会重置延时关灯计时。举例说明，设置 30 秒灭灯，亮灯后 15 秒再次产生触发条件。如果亮灯状态 PIR 感应顺延亮灯时间不启用，则 15 秒后灯光将关闭。如果亮灯状态 PIR 感应顺延亮灯时间启用，则灯光会继续亮 30 秒。

延时关灯使能，是指亮灯后进行关灯延时计时，并在计时到达时自动关灯。如果没有使能，灯光只能手动关闭或因环境光条件改变而关闭。

环境光检测使能，是指进行环境光亮度检测。当此项功能不使能时，芯片默认处于环境光“暗”状态。此项功能的具体运作模式，参见“环境光检测”章节。

低亮模式使能，是指在环境光检测为“暗”状态，且没有触发开灯的情况下，会以“低亮模式”照明，芯片 OUT 脚将以 LOW_LIGHT_SEL 设置的占空比输出灯控信号。当此功能不使能时，同等状态下将输出关灯电平。

特别地（下表中【注】所示），如果选择了 UI_MODE_BITMAP [0] 位所对应的工作模式，且 UI_MODE=1，则此时的“低亮模式”会变为“中亮模式”。“中亮模式”设计用于庭院灯的夜间持续照明功能，OUT 脚将以 MID_LIGHT_SEL 设置的占空比输出灯控信号。

位图序	灭灯状态 PIR 感应使能	亮灯状态 PIR 感应顺延亮灯时间	延时关灯使能	环境光检测使能	低亮模式使能
bit 0	×	×	√	√	√ (注)
bit 1	√	√	√	√	√
bit 2	√	×	√	√	√
bit 3	√	√	√	√	×
bit 4	√	×	√	√	×

bit 5	√	√	√	×	×
bit 6	√	×	√	×	×
bit 7	×	√	√	×	×
bit 8	×	×	√	×	×
bit 9	×	×	×	×	×

10 环境光检测

通常而言, 应用中通过光敏电阻、光敏三极管作为环境光传感器检测环境光。传感器与固定电阻对 VBAT 电压进行分压后, 由 AMB 管脚输入。检测环境光为“暗”状态时, 芯片正常工作。如检测环境光状态为“亮”, 且根据 UI_MODE_BITMAP 选择的模式具有“环境光检测使能”, 则芯片停止检测 PIR 触发信号。

10.1 数字环境光检测

默认配置下, AMB 管脚为具有施密特触发的数字输入管脚, 即当输入电压由低向高越过 1.8V 时, 认为进入“高”状态而当输入电压由高向低越过 1.5V 时, 认为进入“低”状态。这两个电压之间作为“滞回区间”, 防止电压在临界点附近时状态频繁异常切换。输入信号用于实现环境光检测功能。数字环境光检测模式下, AMB 管脚电平的翻转将实时改变芯片的环境光亮度状态。

电平与亮暗的极性取决于 AMB_POL 位的设置, 当 AMB_POL=0 时, 输入低电平表示环境光亮, 输入高电平表示环境光暗。当 AMB_POL=1 时反之。

数字环境光模式下, AMB 也可以作为芯片的使能信号使用, 直接由外部开关或数字信号进行控制。如不使用环境光检测与使能功能, 应当将 AMB 管脚固定接入 VBAT 电压。

10.2 模拟环境光检测

当 ANALOG_AMB_DET 置位时, AMB 管脚为模拟信号输入管脚, 通过 ADC 采样进行环境光检测。模拟环境光数据可以在 AMB_DATA 寄存器读取, 此值为 AMB 管脚电压与 VBAT 电压之比, 即 $AMB_DATA = (AMB/VBAT) * 255$ 。亮暗状态变化阈值由阈值中心 AMB_THRESHOLD 和阈值滞回 AMB_THRESHOLD_INTERVAL 共同决定, 即下阈值为 $AMB_THRESHOLD - AMB_THRESHOLD_INTERVAL$, 上阈值为 $AMB_THRESHOLD + AMB_THRESHOLD_INTERVAL$ 。极性同样取决于 AMB_POL 位。

模拟环境光检测每 5 秒钟进行一次, 芯片的环境光亮度状态在连续检测到 1-2 次连续确定的环境光亮度超过阈值后进行切换。具体的次数由 AMB_DET_CYCLE 位决定, 默认值为 2 次。因此, 默认条件下, 模拟环境光检测的状态将在外部光线改变后的 5~10 秒间改变。

10.3 太阳能环境光检测

在庭院灯等太阳能充电应用中, 可以使用太阳能电池板的开路电压来代替专门的环境光传感器。此模式由 AMB_BY_VCHG 位来启用。这种模式下, 无需将太阳能电池板的开路电压连接到 AMB 管脚, 芯片内部将自动使用 VCHG 电压来进行环境光检测。充电状态下, 为了获得准确的环境光数据, 在检测期间将短暂的停止充电。

太阳能环境光检测工作于模拟检测模式，太阳能环境光数据可以在 AMB_DATA 寄存器读取，此值与 VCHG 管脚上连接的太阳能电池板的开路电压成比例关系，即 $AMB_DATA = VCHG(V) * 9.1$ 。阈值中心、阈值滞回及极性的定义与模拟环境光检测一致。

11 低压保护

为延长使用寿命，保护电池防止过放电，芯片默认开启低压保护功能。通过 LVP1_SEL 和 LVP2_SEL 选择保护电压。当 VBAT 电压低于 LVP1_SEL 设置值时，开灯、低亮模式下的输出占空比将降低到正常状态下的一半。当 VBAT 电压低于 LVP2_SEL 设置值时，芯片将停止 PIR 感应检测、也不会产生灯控输出，以尽可能延长寄存器数据保存时间。

可通过置位 LVP_DIS 寄存器来屏蔽低压保护功能。

12 锂电池充电功能

设置 CHARGE_MODE 可启用锂电池充电功能，并通过 CHG_CURRENT、CHG_VOLT_LMT、CHG_OVER_TEMP、CHG_LED 四组寄存器设置最大充电电流、充电截止电压、热保护温度以及充电指示灯模式。

满足充电进入条件时，充电模块将以 CHG_CURRENT 位设置的电流进行恒流充电。充电截止电压的档位设置可适用于不同种类的锂电池。当充电电压达到充电截止电压时，会自动降低电流至下一档位继续进行恒流充电，直至以最低一档恒流充电且充电电压达到充电截止电压，此时充电停止。为保护电池，充电完成后至电池电压降低至 $(CHG_VOLT_LMT - 0.2V)$ 之间时，不会再次启动充电。

通过 CHARGE_MODE 可配置 USB 充电模式和太阳能充电模式，具体如下。

12.1 USB 充电模式

当 VCHG 电压大于 4.5V，且 $VBAT < (CHG_VOLT_LMT - 0.2V)$ 时，进入充电状态。当电池充至停止条件，或 VCHG 电压低于 4.5V 时，停止充电。USB 充电模式的启动不受环境光状态影响。

12.2 太阳能充电模式

当环境光状态为“亮”， $VCHG > 4.75V$ ，且 $VBAT < (CHG_VOLT_LMT - 0.2V)$ 时，进入充电状态。当电池充至停止条件，或 $VCHG < VBAT$ 时，停止充电。除恒流充电到达充电截止电压触发充电电流降档外，当充电过程中 $(VCHG - VBAT) < 0.2V$ 时也会自动降低一档充电电流。降档后，如压差回复至大于 0.2V，5 分钟后芯片会再次尝试提高一档充电电流。

12.3 辅助充电

当 VBAT 电压低于 LVP2_SEL 设置的电压时，芯片不会进行任何检测动作。因此，在这种情况下即使提供 VCHG 电压也不会进入充电模式。因此芯片特别设计了辅助充电功能，用于 VBAT 低于正常工作电压下的充电。辅助充电并非恒流充电，会随 VCHG 和 VBAT 电压变化，典型条件下 ($VBAT = 2.5V / VCHG = 5.0V$)，辅助充电电流为 8mA。

13 主从工作模式

主节点配置

通过使能 MASTER_EN 来将一个传感器配置为主节点。主节点的 OUT1 管脚会被自动配置为输入模式，用于连接从节点的 OUT0 信号输出。

13.1 或模式

通过将 MASTER_MODE 置 0 来将主节点配置为“或模式”。或模式下，各从节点以及主节点自身的触发信号被以“或”逻辑处理。或模式通常用于多个同类传感器扩展感应角度等应用。

13.2 与模式

通过将 MASTER_MODE 置 1 来将主节点配置为“与模式”。与模式下，各从节点以及主节点自身的触发信号被以“与”逻辑处理。与模式通常用于不同感应类型的传感器配合实现“双鉴”功能，以减少误触发的发生。

13.3 从节点配置

从节点需配置为阈值触发中断输出模式，即 INT_EN=1、INT_SRC_SEL=1，将 OUT0 输出的中断信号接入主节点的 OUT1 管脚即可工作。需要多个从节点的应用场景，可通过 OUT0_OD 将 OUT0 配置为 Open-Drain 模式直接并联实现“线与”。

14 熔丝（非易失存储器）操作

寄存器地址 0x00~0x0F 共计 16 个寄存器与 eFuse 存储器存在映射关系。芯片上电自检时，将自动从熔丝存储器加载预存的配置数据放入 0x00~0x0F 寄存器。而用户可以通过 I2C 接口将修改后的寄存器配置写入熔丝存储器，或重新加载熔丝存储的配置至寄存器。此功能可用于用户修改相应寄存器的上电初始值，从而实现改变“出厂默认配置”的功能。

14.1 熔丝写入

注意，基于熔丝存储器的特性，需要注意以下两项：

- 在写入操作时，任何熔丝 bit 均只能由 0 更改为 1，或维持原有值不变，无法由 1 更改为 0。
- 在写入操作时，应对 VBAT 管脚施加 VBATfuse 电压（见电气特性表）。

将 0x00~0x0F 寄存器数据修改为目标配置后，对 EFUSE_PRG 置位。随后循环检测 EFUSE_ERR0、EFUSE_ERR1、EFUSE_PRG，当 EFUSE_PRG 被自动清零，且 EFUSE_ERR0、EFUSE_ERR1 均未置位，即表明数据写入成功。

EFUSE_ERR0 置位表明检测到了试图由 1 更改为 0 的 bit，导致熔丝写入失败。

EFUSE_ERR1 置位表明熔丝写入发生了内部错误导致失败。

14.2 熔丝加载

对 EFUSE_LOAD 置位，待 EFUSE_LOAD 位自动清零后，即表明已经完成了熔丝存储器的读取，读取的数据会覆盖原有寄存器的值。

15 型号列表

型号	封装	备注
ZSIR1110-T56	6 管脚 TO5 型封装 标准滤光片	不支持充电，不支持级联主模式色温控制。
ZSIR1110-LC	8 管脚 LCC 型封装 标准滤光片	全功能。
ZSIR1110N-T56	6 管脚 TO5 型封装 窄带滤光片	不支持充电，不支持级联主模式色温控制。
ZSIR1110N-LC	8 管脚 LCC 型封装 窄带滤光片	全功能。
ZSIR1110L-T56	6 管脚 TO5 型封装 大尺寸滤光片	不支持充电，不支持级联主模式色温控制。
ZSIR1110L-LC	8 管脚 LCC 型封装 大尺寸滤光片	全功能。
ZSIR1110NL-T56	6 管脚 TO5 型封装 大尺寸窄带滤光片	不支持充电，不支持级联主模式色温控制。
ZSIR1110NL-LC	8 管脚 LCC 型封装 大尺寸窄带滤光片	全功能。

联系方式

总部地址：北京市门头沟区莲石湖西路 98 号石龙阳光大厦 23 层

电话：010-60802986

深圳分公司/销售中心地址：深圳市南山区科技中二路软件园一期 1 栋 3 楼 302-7

业务联系邮箱：sales@zettasensing.com

修订历史纪录

日期	版本	说明
2022 年 03 月 03 日	1.0	首次发布。
2022 年 06 月 30 日	1.1	增加寄存器描述，增加敏感元及滤光片参数。
2022 年 07 月 21 日	1.2	增加滤波器特性说明，修正寄存器描述。
2022 年 09 月 30 日	1.3	修正工作模式说明。
2022 年 11 月 04 日	1.4	更新 SDA 复用中断通讯时序，部分寄存器描述，部分光学特性。
2022 年 01 月 10 日	1.5	更新按键操作描述。

法律声明

北京泽声科技有限公司（以下简称泽声科技）保留随时对产品规格及本文档进行修改而不另行通知的权力。用户购买泽声科技产品或基于泽声科技产品进行设计前，应与泽声科技联系以取得最新的信息。

本文档信息仅供用户参考，泽声科技不对包括但不限于信息的准确性、完整性、知识产权等做任何明示或暗示的保证。泽声科技不对因使用本文档信息所造成的任何损失担负赔偿责任。

在系统中使用、整合泽声科技产品的人员（以下简称开发人员）应理解并同意，开发人员应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性。开发人员的应用应符合所有适用的法律与行业规范。

除明确指出外，泽声科技不对产品达到或符合任何特定行业标准或安全标准做出暗示的保证，也不对产品未达到任何特定行业标准或安全标准而承担任何责任。如泽声科技宣称产品“有助于”、“适用于”特定行业标准或安全标准，意味着该产品设计上旨在帮助客户开发自己的符合相关特定行业标准或安全标准的产品，而不说明泽声科技的产品具有任何安全保证功能。开发人员必须确保其设计遵守适用于其应用的相关标准和安全要求。除非获得针对特定产品应用的授权，否则开发人员不可将泽声科技产品用于关乎性命的医疗设备（指出现故障会导致严重身体伤害或死亡的医疗设备）。