



I2C 接口的环境光传感电路 ST0613

产品概述

该产品是一颗内置环境光传感器（ALS）、接近传感器（PS）、发光管（IRED）并兼容 I2C 控制总线的光学传感电路，ALS 与 PS 独立工作并通过 I2C 与系统高速通讯（750KHz），带有软中断。

环境光传感器（ALS）有 5 种工作范围，以适应不同的应用和不同的光电机理。ALS 的输出数据可被直接读取，数据大小与环境光为比例关系。它有一个内置的 50Hz/60Hz 工频抑制，来抵消室内光源引起的闪变噪声。ALS 的最显著的特征是环境光检测器上的图层光谱响应几乎与人眼视觉一样，所以无需校正光源系数。

接近传感器（PS）采用了窄带、多层光学涂层，以抑制大多数红外背景。内置红外驱动同步，接近传感电路采用采样保持（T/H）和相关双采样（CDS）技术，拒绝接收非同步的红外信号和直流偏移。每一个接近的测量时间约为 0.8ms，睡眠时间可通过 I2C 接口来设置以降低整体功耗。

该产品有专门的中断休眠引脚，提高了系统效率。每当读取 ALS 或 PS 超过阈值时，将产生一个中断，中断阈值和持续时间可通过 I2C 接口设置。

功能特点

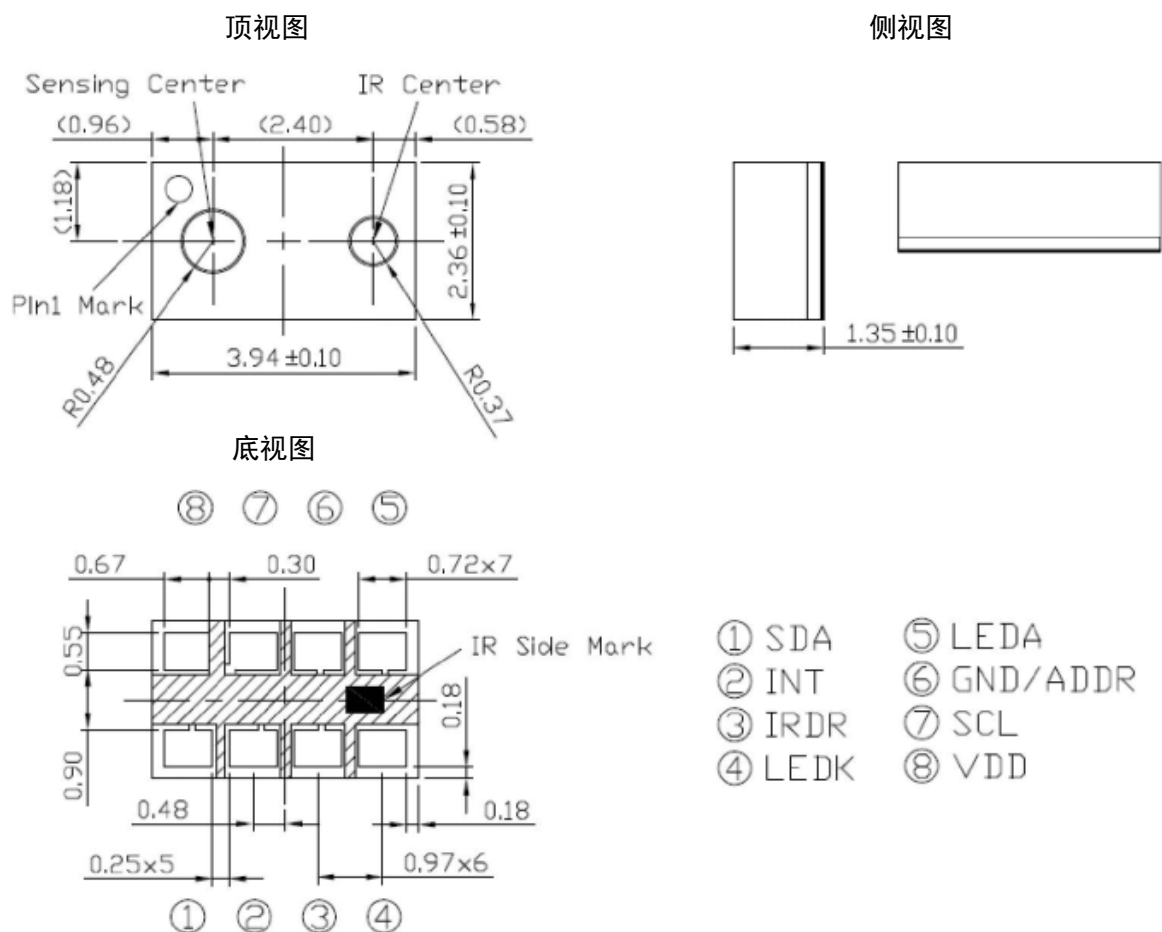
- ALS
 - 读取 LUX 比例
 - 室内光源工频抑制
 - 符合人眼感觉
 - 50/100/200/400/800 LUX 可选
- PS
 - 窄带红外光谱（850nm 的 IRED）
 - 可编程 IRED 强度
 - 100mA/200mA 的脉冲驱动电流
 - 测量间隔周期性睡眠
- 中断
 - 独立的 ALS/PS 中断阈值
 - 可调中断时间
- 绿色能耗
 - ALS/PS 探测电流小于 150uA
 - 待机电流小于 0.1uA
- 应用简便
 - 适合 I2C 总线接口
 - 中断管脚和标志

- 工作电压范围
 - I2C 输入电压范围 1.7V~3.6V
 - 电源输入电压 2.3~3.6V
- 工作温度范围
 - 环境温度 -40°C~85°C
- 封装尺寸
 - 3.9mm (L) × 2.36mm (W) × 1.35mm (H)

典型应用

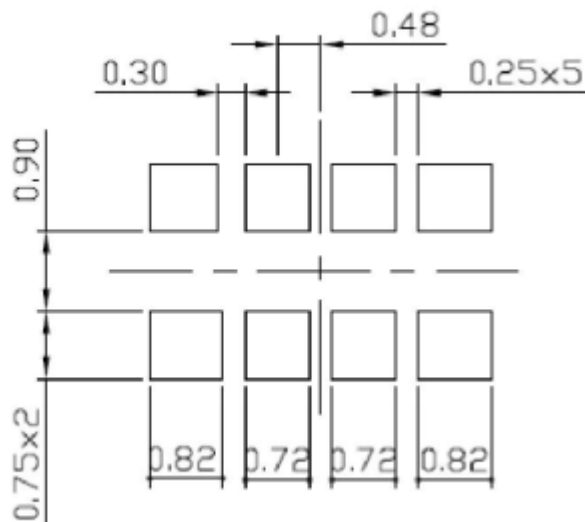
- 显示器、平板电脑环境光检测自动调节背光：
 - 移动平台：智能手机、PDA、GPS
 - 电脑：笔记本
 - 家用产品：LED-TV、数码相框、数码相机
- 工业医疗产品
 - 光线传感器、接近传感器

封装尺寸



单位：mm 公差：± 0.1mm

PCB 焊盘图

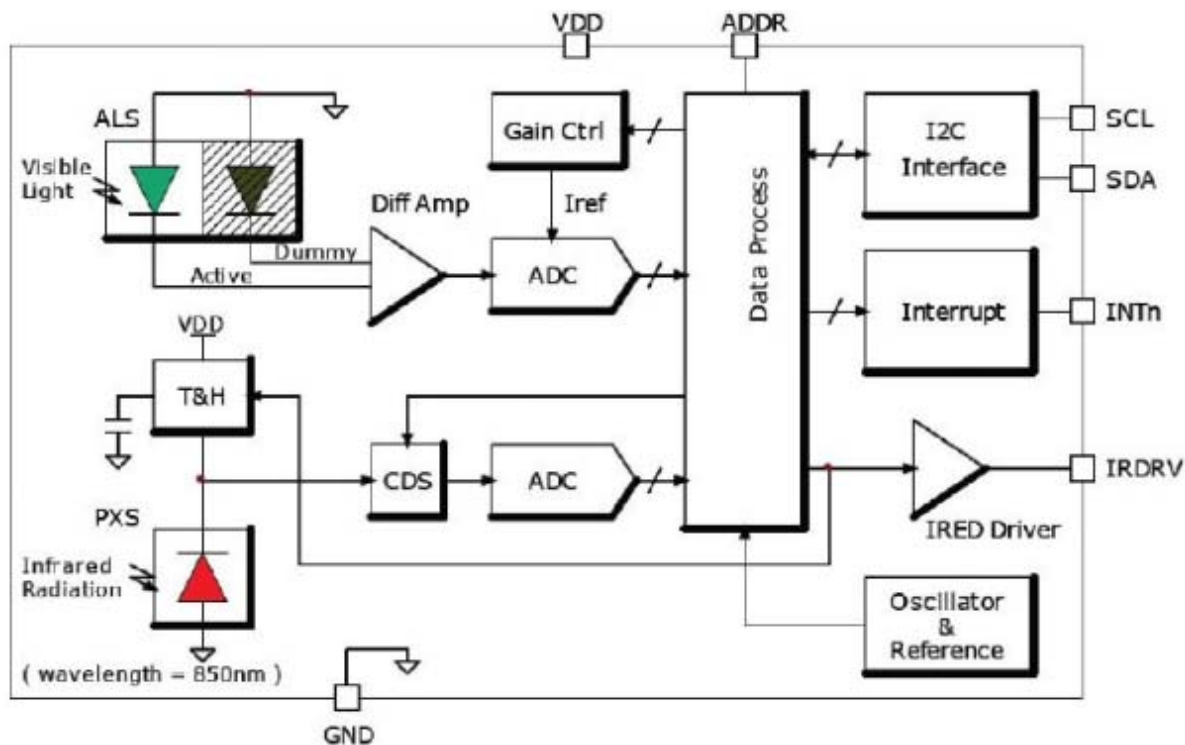


单位: mm 公差: $\pm 0.1\text{mm}$

管脚功能

引脚序列	引脚名	引脚功能
1	SDA	I2C 串行数据线
2	INT	中断脚: 低电压为中断唤醒. 该引脚为开漏输出.
3	IRDR	IR LED 驱动脚, 连接控制芯片外部 IR LED 的阴极.
4	LEDK	嵌入式 IR LED 的阴极, 需外部连接到 IRDR 管脚.
5	LEDA	嵌入式 IR LED 的阳极, 需外部连接到 VDD 管脚.
6	GND	芯片的地
7	SCL	I2C 串行时钟线
8	VDD	工作电压: 2.3V ~ 3.6V

主控芯片框图



典型应用线路图

图 1. ST0613 的输出可以直接接口 I2C 串行数据总线，与其他 I2C 设备并网使用。

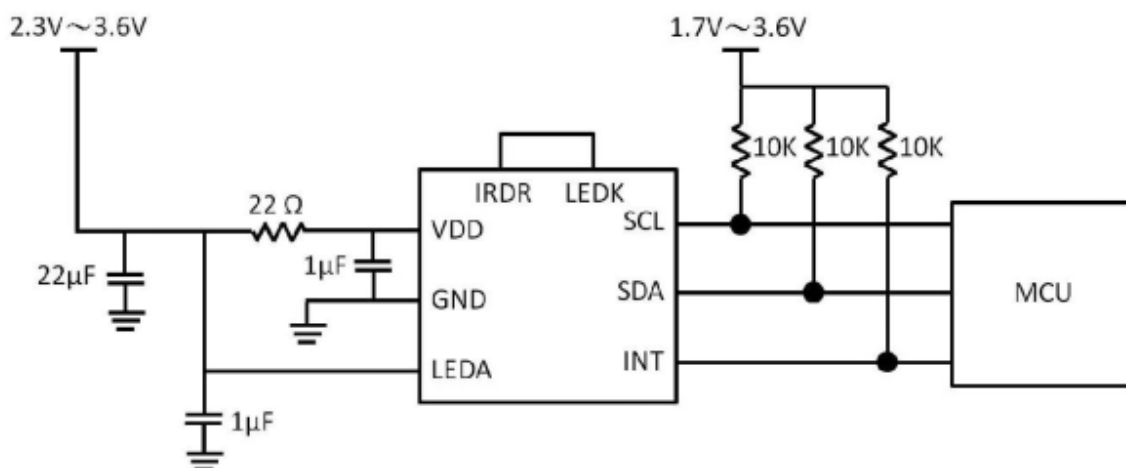


图 1：ST0613 典型应用

极限参数表 ($T_A=+25^{\circ}\text{C}$)

参 数	极限值	单位
VDD 电压	4.0	V
I ² C 总线电压 (SCL, SDA)	-0.5 to 4.0	V
IRDR 输入电压	5.5	V
ADDR 输入电压	-0.5 to VDD+0.5	V
INT 输入电压	-0.5 to 4.0	V
注意：长期工作在最大额定值时可能导致器件出现可靠性失效。		

电特性参数 (VDD=3.0V, $T_A=+25^{\circ}\text{C}$)

参 数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
V _{DD}	电源电压		2.3	3.0	3.6	V
SR_V _{DD}	上电电压摆率	VDD 上升沿 0.4V 到 2.3V	0.5	-	-	V/ms
I _{DD_OFF}	ALS 和 PS 关闭时的静态电流	ALS_EN = 0; PS_EN = 0	-	0.1	0.8	uA
I _{DD_NORM}	ALS 和 PS 的静态电流	ALS_RN = 1; PS_EN = 1	-	110	150	uA
I _{DD_PS}	PS 的静态电流 (ALS 关闭)	ALS_EN = 0; PS_EN = 1	-	80	-	uA
I _{DD_ALS}	ALS 的静态电流 (PS 关闭)	ALS_EN = 1; PS_EN = 0	-	90	-	uA
T _{inte_ALS}	12-bit ALS 转换时间		-	100	-	mS
T _{inter_PS}	8-bit PS 转换时间		-	0.8	-	mS
COUNT _{ALS_DK}	无光时 ALS 测量值	Ev = 0 lux, 量程 4	-	0	-	counts
COUNT _{ALS_FS}	ALS 输出满量程		-	4095	-	counts
COUNT _{ALS_0}	ALS 计数范围 0 (低分辨率)	Ev = 800 lux, 日光灯	-	4095	-	counts
COUNT _{ALS_1}	ALS 量程 1	Ev = 400 lux, 日光灯	-	4095	-	counts
COUNT _{ALS_2}	ALS 量程 2	Ev = 200 lux, 日光灯	-	4095	-	counts
COUNT _{ALS_3}	ALS 量程 3	Ev = 100 lux, 日光灯	-	4095	-	counts
COUNT _{ALS_4}	ALS 量程 4 (高分辨率)	Ev = 50 lux, 日光灯	-	4095	-	counts
COUNT _{PS_DK}	PS 测量值 (无遮挡)		-	0	-	counts
COUNT _{PS_FS}	PS 测量值 (全遮挡)		-	-	255	counts
tr	IRDR 吸收电流上升沿时间	Rload = 15Ω, 20% ~ 80%	-	0.5	-	uS
tf	IRDR 吸收电流下降沿时间	Rload = 15Ω, 80% ~ 20%	-	0.5	-	uS
f _{I2C}	I2C 时钟频率		-	-	750	KHz
V _{I2C}	I2C 电源电压		1.7	-	3.6	V
V _{IL}	SCL、SDA 输入低电平		-	-	0.55	V
V _{IH}	SCL、SDA 输入高电平		1.25	-	-	V
R _{pull-up}	SDA、SCL 系统总线上拉电阻	最大值由 t _r 和 t _f 决定	-	10	-	KΩ

注：I²C 总线协议请参考 NXP 公司的说明。

I2C 设备地址表

ADDR	指令地址	功能
下拉	0x88 (8-bits)	写命令
	0x89 (8-bits)	读命令

寄存器介绍

ST0613 有 11 个 8 位寄存器。寄存器 0x01、0x02 定义了设备的工作模式。当发生中断时寄存器 0x03~0x07 储存了各种 ALS/PS 阈值。寄存器 0x08~0x0A 储存了 ALS/PS 的返回 ADC 值。

寄存器地址	寄存器名	位								默认值
		7	6	5	4	3	2	1	0	
0x00	Product ID	Product ID Code for Communication Link Test (Write 0)								0x21
0x01	CONFIGURE	PS_EN	PS_SLP [2:0]		IRED_DR		ALS_EN	0	0	0xBC
0x02	INTERRUPT	PS_FLAG	PS_PRST [1:0]	0	ALS_FLAG	ALS_PRST [1:0]		INT_CTRL		0x8B
0x03	PS_LT	PS_LT[7:0]								0x00
0x04	PS_HT	PS_HT[7:0]								0xFF
0x05	ALS_TH1	ALS_LT[7:0]								0x00
0x06	ALS_TH2	ALS_HT[3:0]			ALS_LT[11:8]					0xF0
0x07	ALS_TH3	ALS_HT[11:4]								0xFF
0x08	PS_DATA	PS_DATA[7:0]								0x00
0x09	ALS_DT1	ALS_DATA[7:0]								0x00
0x0A	ALS_DT2	0			ALS_DATA[11:8]					0x00
0x0B	ALS_RNG	0					ALS_RANGE[2:0]			0x00

寄存器 0x01 (配置)

位 #	方式	命名	功能及操作
7	RW	PS_EN (PS Enable)	此位为 0 时, 距离感应 (PS) 关闭。此位为 1 时, 连续距离感应开启。此位设置为 1 后的 0.54ms 开始储存距离数据值。
6:4	RW	PS_SLP (PS Sleep)	[6:4]位 = (见下列说明) 111: PS IR LED 脉冲间隔 0ms (连续运行) 110: PS IR LED 脉冲间隔 12.5ms 101: PS IR LED 脉冲间隔 50ms 100: PS IR LED 脉冲间隔 75ms 011: PS IR LED 脉冲间隔 100ms 010: PS IR LED 脉冲间隔 200ms 001: PS IR LED 脉冲间隔 400ms 000: PS IR LED 脉冲间隔 800ms.
3	RW	IRDR_DR (PS Drive)	此位为 0, IRDR 工作脉冲电流为 100mA。 此位为 1, IRDR 工作脉冲电流为 200mA。
2	RW	ALS_EN (ALS Enable)	此位为 0, ALS 感应关闭。 此位为 1, ALS 持续工作, 每 100ms 出新数据。
1:0	RW	Unused (write 0)	未使用 - 写 0

寄存器 0x02 (中断)

位 #	方式	命名	功能及操作
7	FLAG	PS_FLAG (PS Flag)	此位为 0 时, 在上电或清零时不会产生 PS 中断。 此位为 1 时, 产生一个中断。 可以通过写 “0” 来清除标志。
6:5	RW	PS_PRST (PS Persist)	[6:5]位 = (见下列说明) 00: 出现 1 个超阈值的变化则设置 PS_FLAG。 01: 出现 4 个超阈值的变化则设置 PS_FLAG。 10: 出现 8 个超阈值的变化则设置 PS_FLAG。 11: 出现 16 个超阈值的变化则设置 PS_FLAG。
4	RW	Unused (write 0)	未使用 - 写 0
3	FLAG	ALS_FLAG (ALS FLAG)	此位为 0 时, 在上电或清零时不会产生 PS 中断。 此位为 1 时, 产生一个中断。 可以通过写 “0” 来清除标志。

2:1	RW	ALS_PRST (ALS Persist)	[2:1]位 = (见下列说明) 00: 每个 ALS 周期产生一个中断。 01: 出现 4 个超阈值的变化则设置 ALS_FLAG。 10: 出现 8 个超阈值的变化则设置 ALS_FLAG。 11: 出现 16 个超阈值的变化则设置 ALS_FLAG。
0	RW	INT_CTRL (Interrupt Control)	此位为 0 时, 如果 PS_FLAG 或 ALS_FLAG 位为高(逻辑或)时, 设置 INT 管脚为低。 此位为 1 时, 如果 PS_FLAG 和 ALS_FLAG 位为高(逻辑与)时, 设置 INT 管脚为低。

寄存器 0x03 (PS_LT)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RW	PS_LT (PS Threshold)	接近感应器 (PS) 8-bit 中断低阈值

寄存器 0x04 (PS_HT)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RW	PS_HT (PS Threshold)	接近感应器 (PS) 8-bit 中断高阈值

寄存器 0x05 (ALS_TH1)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RW	ALS_LT[7:0] (ALS Low Thr.)	光线感应器的中断低阈值的低 8 位 (共 12 位)

寄存器 0x06 (ALS_TH2)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:4	RW	ALS_HT[3:0] (ALS High Thr.)	光线感应器的中断高阈值的低 4 位 (共 12 位)
3:0	RW	ALS_HT[11:8] (ALS LOW Thr.)	光线感应器的中断低阈值的高 4 位 (共 12 位)

寄存器 0x07 (ALS_TH3)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RW	ALS_HT[11:4] (ALS High Thr.)	光线感应器的中断高阈值的高 8 位 (共 12 位)

寄存器 0x08 (PS_DATA)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RO	PS_DATA (PS Data)	8 位距离感应器 ADC 结果

寄存器 0x09 (ALS_DT1)

位 #	方式	命名	功能及操作
7:0	RO	ALS_DATA (ALS Data)	光线感应器 ALS 返回值的低 8 位 (共 12 位)

寄存器 0x0A (ALS_DT2)

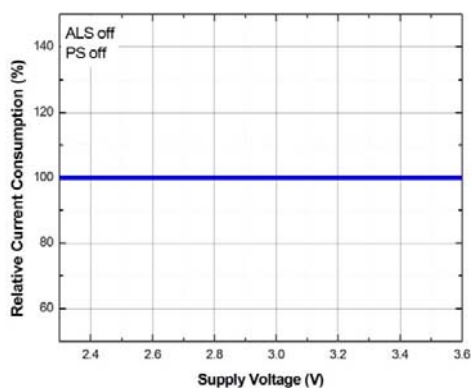
位 #	方式	命名	功能及操作
7:4	RO	Unused (write 0)	未使用 - 写 0
3:0	RO	ALS_DATA (ALS Data)	光线感应器 ALS 返回值的高 4 位 (共 12 位)

寄存器 0x0B (ALS_RNG)

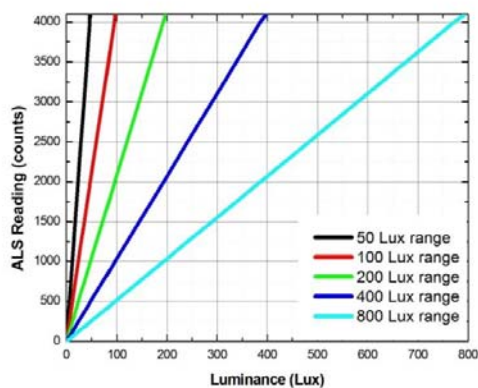
位 #	方式	命名	功能及操作
7:3	R/W	Unused (write 0)	未使用 - 写 0
2:0	R/W	ALS_RANGE [2:0]	[2:0]位 = (见下列说明) 000: ALS 在 800 lux 档 (0.195 lux / count) 001: ALS 在 400 lux 档 (0.098 lux / count) 010: ALS 在 200 lux 档 (0.048 lux / count) 011: ALS 在 100 lux 档 (0.024 lux / count) 100~111: ALS 在 50 lux 档 (0.012 lux / count)

典型的电光特性曲线 (VDD = 3.0V, TA = + 25°C)

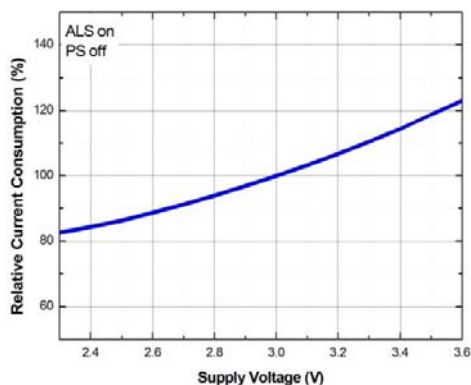
感应器关闭电流 vs 电源电压



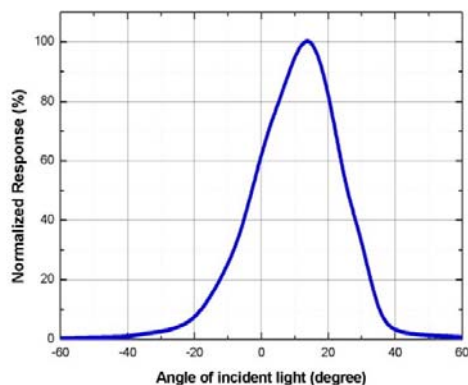
ALS 输出计数 vs 亮度



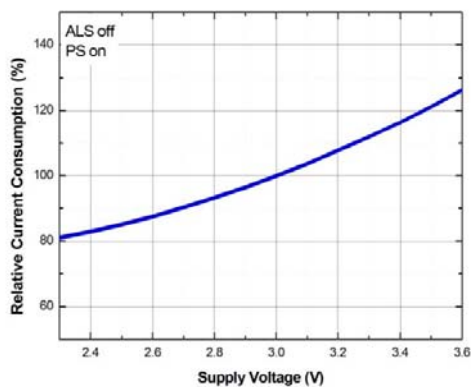
ALS 消耗电流 vs 电源电压



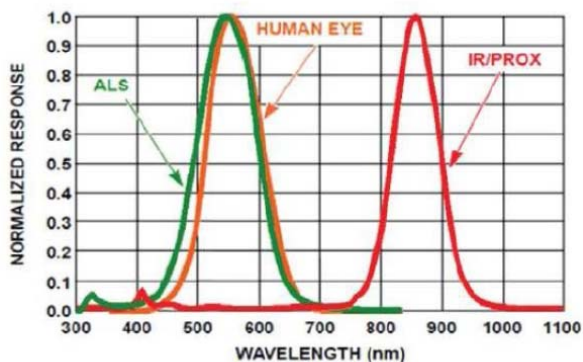
ALS 可视角



PS 消耗电流 vs 电源电压



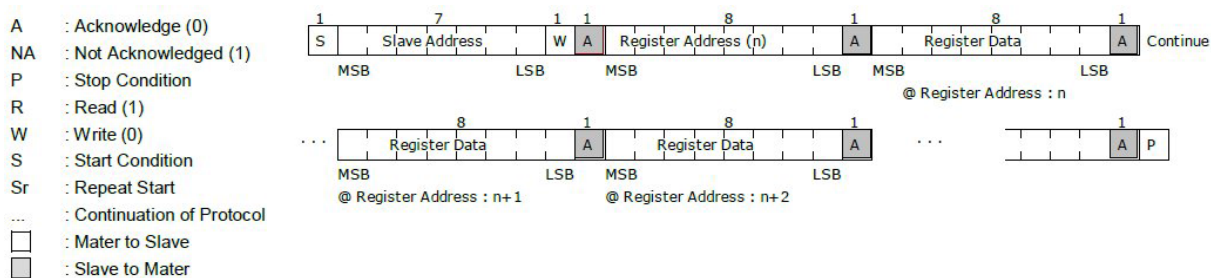
ALS & PS 光谱响应



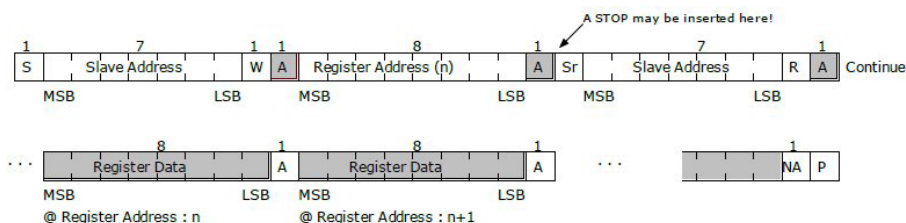
操作原理

I2C 读/写寄存器数据

ST0613 的 I2C 的写地址是 0x88，读地址是 0x89。请参考下图。



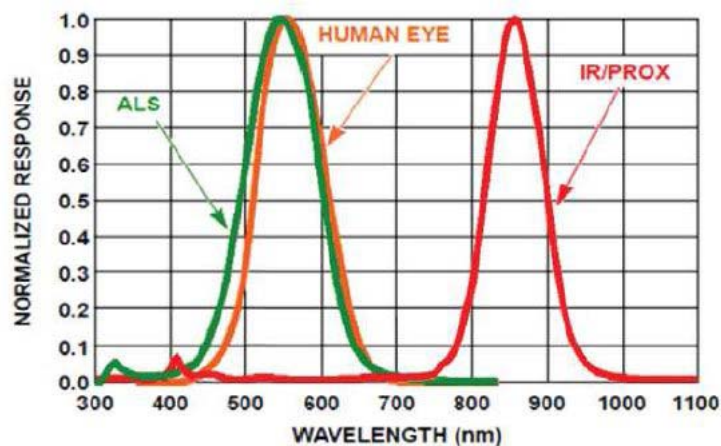
I2C 写寄存数据协议



I2C 读寄存数据协议

环境光传感

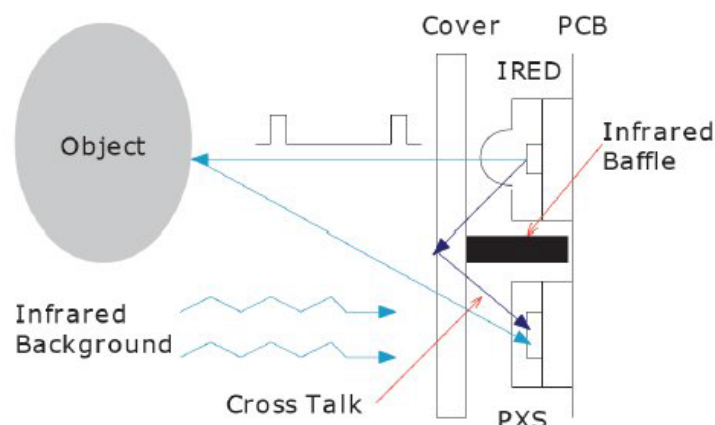
下图是 ST0613 环境光传感器的光谱，完全符合人眼的明视光谱响应曲线。同样的亮度（LUX）下，白炽光源（丰富的红外光）和荧光光源（无红外）的识别率约为 0.99。这意味着该产品的 ALS 可以正确表示环境光。数据 ALS_EN=1 时为环境光连续监测。



环境光谱响应

距离传感器

下图是 ST0613 距离传感器的工作原理，一个由 PS 电路驱动的红红外线发射器（IRED），发射红外脉冲同步信号。对光路的物体反射红外脉冲，通过 PS 与接近传感器窄带光学涂层检测，PXS 只接收红外波长在 850nm 附近的光线，过滤多数环境光干扰。通过使用跟踪和保持（T&H）和双采样（CDS）校正技术，使得该方法能够测量反射红外脉冲的强度。适当的 Infrared Baffle 挡板可以减小 IRED 到 PXS 的串扰。



距离感应

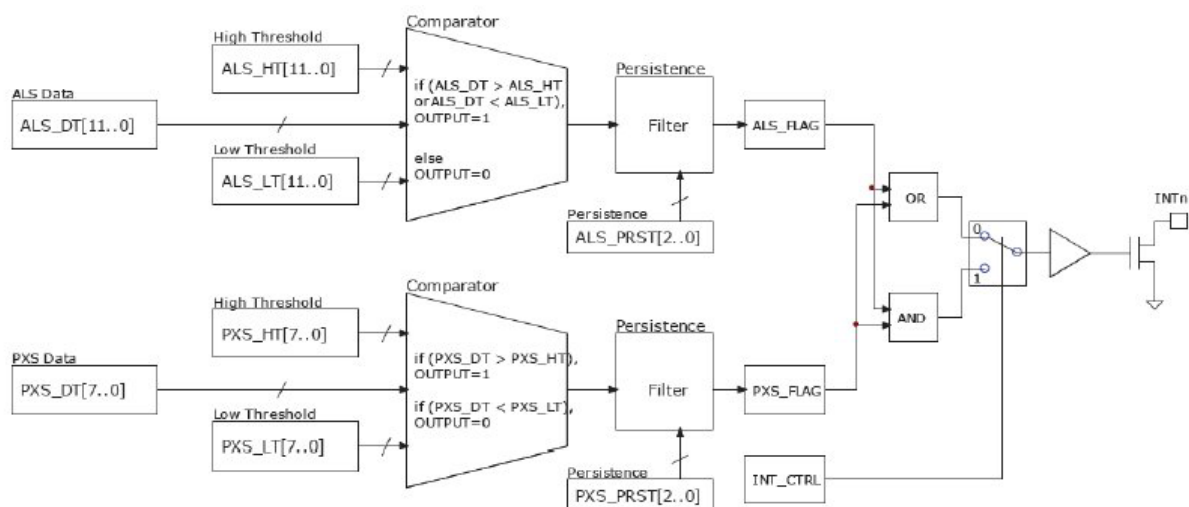
当 ST0613 接近传感器工作时（PS_EN = 1），PS 大约需要 0.54ms 测量一个值。IRED 的脉冲驱动电流可设置为 100mA（IRED_DR=0），或设置 200mA（IRED_DR=1）。间歇休眠时间可通过 PS_SLP 位设置。

中断功能

下图是 ST0613 距离传感器的逻辑图。四个中断阈值寄存器，允许用户根据所需光强和距离需求自由设置极限值。当 ALS 值（ALS_DT）超出光强范围则生成一个中断，其范围可由 ALS_LT 和 ALS_HT 来设定最小、最大值。同样的，距离感应 PS 数据（PXS_DT）超出阈值范围也将生成一个中断，其范围可由 PXS_LT 和 PXS_HT 来设定最小、最大值。

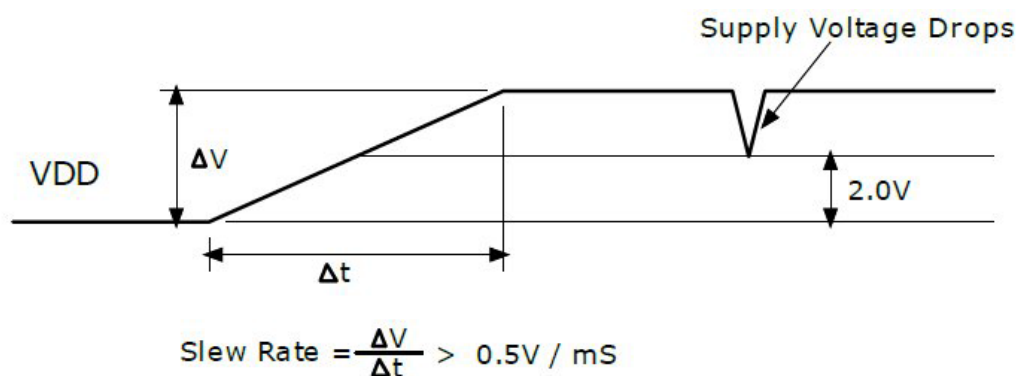
当中断出现，标识位会保留在 FILTER 中，并由用户设置是连续多少个中断作为一次触发输出。中断寄存器（0x02）允许用户设置 ALS_PRST 和 PS_PRST 来决定触发条件，此方法可以有效的防止误触发。一旦产生中断信号并导致 ALS_FLAG、PXS_FLAG 置高，则此标识位会保持直至被清零。

后级中断控制（INT_CTRL）是设置 PS 和 ALS 的 AND/OR 的逻辑门关系，最后由 BUFFER 驱动开漏输出。



电源上电

电源上电后，请确保 VDD 压摆率大于 0.5V/mS，在上电后要保证电源电压不要跌落了 2.0V。一旦出现此情况，为了确保逻辑数据不出问题，请关闭电源并等待 1 秒钟后再次开启设备。



电源掉电

如需要关闭该设备，使用者可以在寄存器 0x01 中设置 PS_EN 位和 ALS_EN 为 0，或者简单的把全部 0x01 的寄存器设置为 0x00。

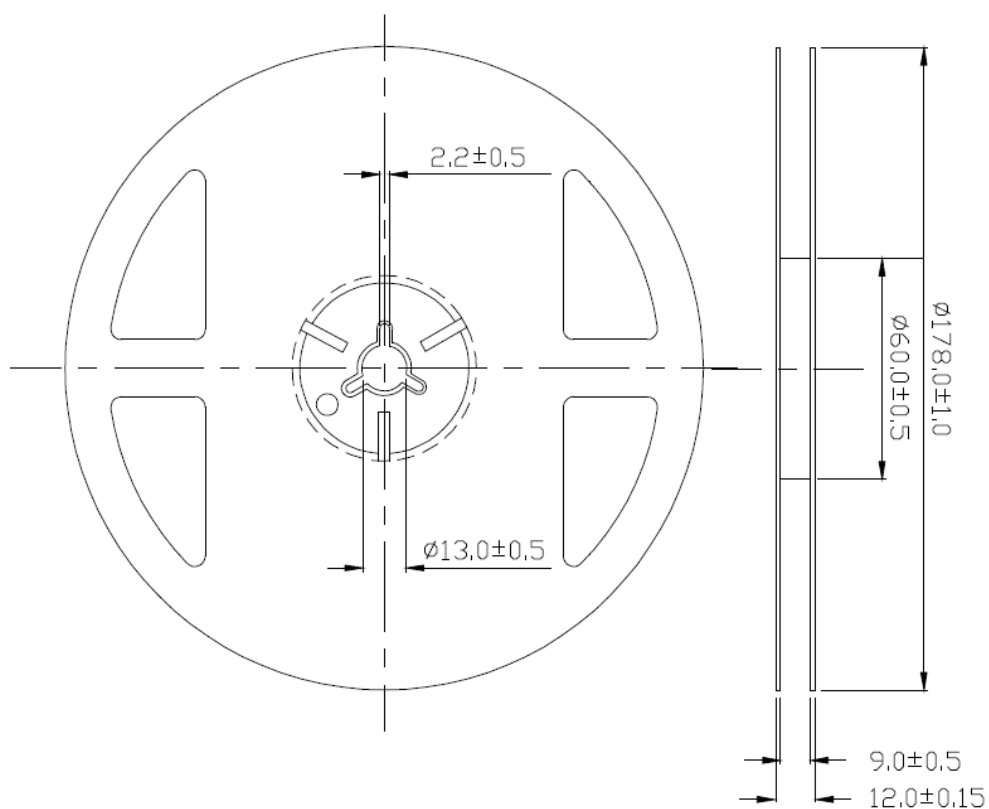
LUX 计算

在 ALS 模式下 ST0613 的 ADC 输出是正比于 LUX 强度，可由公式 $E_{calc} = \alpha \text{ RANGE} \times \text{OUTADC}$ 计算。其中 α 值是由 ALS_RANGE 值（寄存器 0x0B 的位 2:0）和光源种类来确定。见下表：

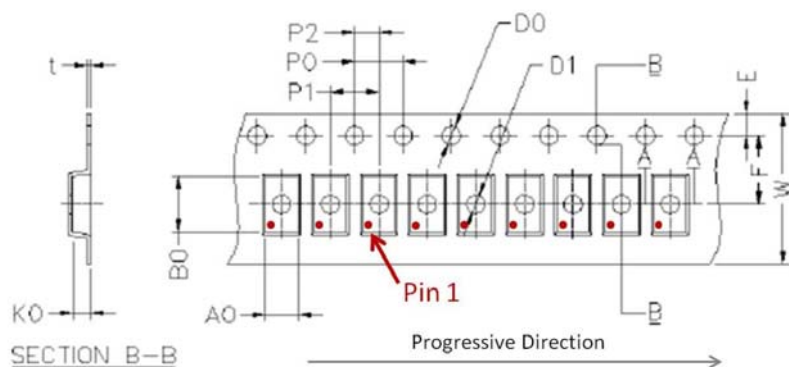
ALS_RANGE	α RANGE (LUX/count)
0	0.195
1	0.098
2	0.048
3	0.024
4~7	0.012

ALS 在不同档位下的灵敏度

圆盘尺寸

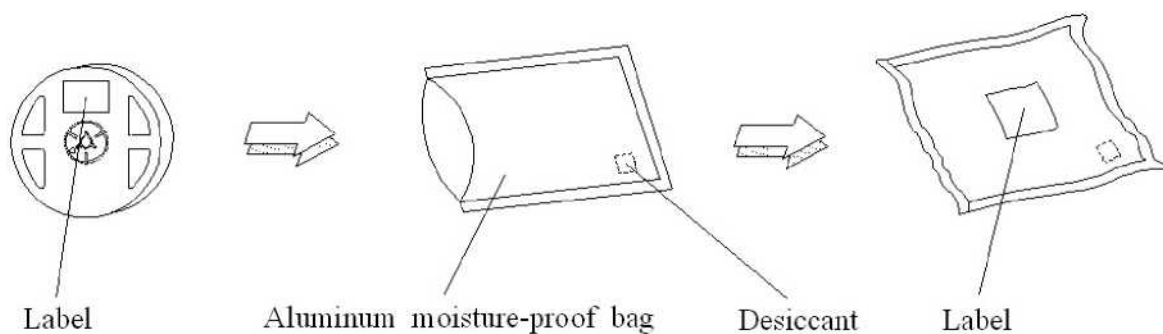


单位：mm 公差：± 0.1mm



Symbol Unit: mm		
W	E	F
12.00+0.1 - 0.3	1.75±0.10	5.50±0.1
D0	D1	P0
1.50+0.10 - 0	1.50+0.10 - 0	4.00±0.1
P1	P2	t
4.00±0.10	2.00±0.1	0.3±0.05
A0	B0	K0
2.7±0.1	4.5±0.1	1.9±0.1

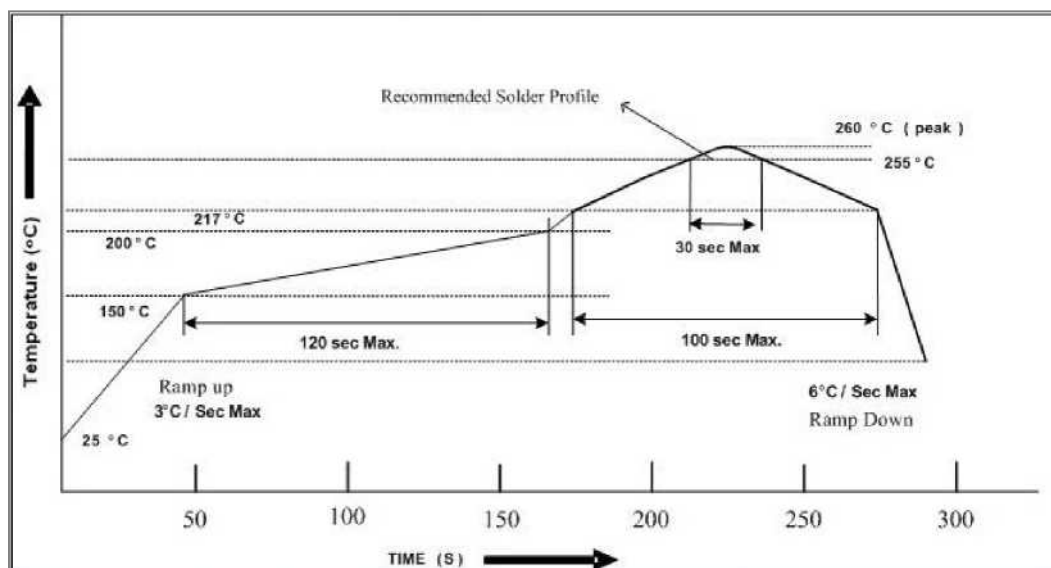
防潮包装工艺



推荐储存方法

- 1、在设备准备使用前不要打开防潮袋。
- 2、在密封袋中保存期限为 18 个月（10° C~30° C 和 90%RH）
- 3、打开包装后，必须将设备存放在 10° ~30° 和 <60%RH，在 168 小时内使用（极限时间）。
- 4、如果吸湿材料（干燥剂材料）已褪色或未开袋已超过保质期，或设备（出包装）已经超过了极限时间，请一定做烘干处理。
- 5、如果需要烘干，请参照 IPC / JEDEC J-STD-033 的烘烤过程或推荐以下条件：
192 个小时 40° C + 5 / -0° C <5% RH 或 96 个小时 60° C ±5° C <5% RH 。

推荐焊接条件



注意：

- 1、回流焊不应做 2 次以上。
- 2、在焊接时，不要在设备施加应力上。
- 3、焊接后不翘曲。
- 4。参考：IPC / JEDECJ-STD-0202D