

高精度的，可选增益和I²C接口的数字光电传感器

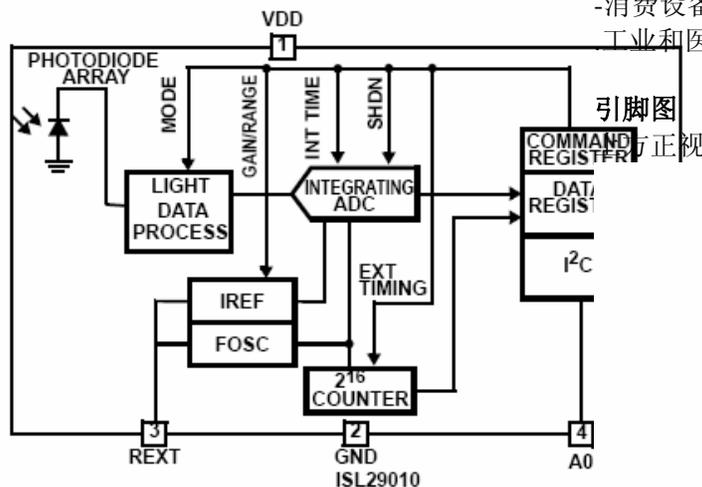
ISL29010是一个集成的光电传感器，拥有I²C接口。该器件有内置的一体化的基于转换自动平衡技术的有符号15位ADC。该ADC能抑制由外源造成的50hz和60hz的闪烁。可选的LUX范围允许对使用者对LUX范围编程最优选择。在正常工作模式下，电源消耗典型值为250uA。而在省电模式下，通过I²C软件编程，电源消耗可以减少到1uA以下。

注意事项

器件标号	温度范围 (摄氏度)	铅含量
ISL29010IROZ-T7*	-40~+85	6LD ODFN
ISL29010IROZ-EVALZ	评估版	

*详情请查阅使用说明TB347

备注：这些无铅封装的器件使用特殊的无铅封装设备，
方框图



特征

I2C范围选择

- 范围1: 0 LUX ~ 2,000 LUX
- 范围2: 0 LUX ~ 8, 000 LUX
- 范围3: 0 LUX ~ 32,000 LUX
- 范围4: 0 LUX ~ 128,000 LUX

.人眼的光谱反应(540nm 峰值灵敏)

.温度补偿

.有符号15位转换

.可调转换：可达20/LUX

.一位I²C地址选择

.简易代码输出，与LUX成直接比列

.红外和紫外(UV)衰减

.50Hz/60Hz衰减

.2.5V~3.3V供电

.六引脚ODFN封装

.无铅封装（符合RoHS测试）

.工作温度：-40 C ~ +85 C

应用

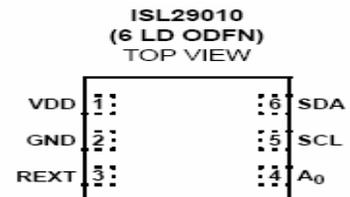
.显示亮度和按键背光调暗

-移动设备：智能电话，PDA,和GPS

-计算机设备：笔记本PC，UMPC web pod

-消费设备：LCD面板、数码相框和数码相机

工业和医疗传感



最大绝对额定范围值 (TA = +25°C)

VDD 供电范围 VDD~GND之间.....3.6V

I²C总线电压 (SCL,SDA)-0.2V~5.5V

I²C总线电流 (SCL,SDA)<10mA

A0,REXT间电压.....-0.2V~VDD

ESD范围

人体模式.....2kV

机械模式.....200V

重要备注：

所有的参数拥有最小或最大只说明是有保证的。典型值信息仅供参考。除非另有说明，所有的

热量信息

热电阻（典型状态1） θJA (°C/W)

6LD ODFN.....125

最大死区温度.....+90 C

储存温度.....-40C~+100C

工作温度.....-40C~+85C

无铅回流焊接.....查看网络链接

<http://www.intersil.com/pbfree/PB-Free Reflow.asp>

测试都是在特定的温度下，而且是脉冲作用下测试的，因此：Tj=Tc=Ta

电气说明

参数	描述	条件	最小	典型	最大	单位
Ee	可见光输入强度			2.5k~10k		lux
Vdd	供电电压范围		2.50		3.30	V
Idd	供电电流		0.25		0.33	mA
Idd1	耗散电流	软件耗散		0.1	1	uA
f _{ocs1}	内部振荡频率	增益范围=1或2	308	342	377	kHz
f _{ocs2}	内部振荡频率	增益范围=3或4	616	684	754	kHz
f _{I2C}	I ² C时钟范围			1~400		kHz
DATA0	黑暗ADC编码	E=0 lux, 增益=1		0	6	Counts
DATA1	满额输出			32767		Counts
DATA2	亮Counts输出	E=300 lux 荧光亮度, 增益=1(备注2)	3300	4400	5600	Counts
DATA3	亮Counts输出	E=300 lux 荧光亮度, 增益=2(备注2)		1100		Counts
DATA4	亮Counts输出	E=300 lux 荧光亮度, 增益=3(备注2)		275		Counts
DATA5	亮Counts输出	0 lux 荧光亮度, 增益=4(备注2)		69		Counts
VREF	基准电压		0.490	0.515	0.540	V
VTL	SCL,SDAandA0Threshold LO	(备注3)		1.05		V
VTH	SCL,SDA and A0 Threshold HI	(备注3)		1.95		V
ISDA	SDA 电 流 和 Sinking Capability		3		5	mA

备注:

- 2: 荧光亮度是生产期间用一只绿色的中心峰值波长为525nm的LED代替的。
- 3: SDA和SCL的电压极值是由电源决定的, Vtl=0.35*Vdd, Vth=0.65*Vdd

引脚描述

引脚序号	引脚名	描述
1	VDD	电源正极，通常由该引脚输入2.5V~3.3V
2	GND	接地引脚。散热片连接在GND引脚。
3	REXT	连接外部电阻为ADC基准电源，通过一个100K欧姆1%精度的电阻连接该引脚到GND
4	A0	I ² C的地址0位
5	SCL	I ² C串行时钟 I ² C总线可以被拉高到VDD,最大5.5V
6	SDA	I ² C串行数据

工作原理

光电二极管

ISL29010含有两个将光转化为电流的光电二极管阵列。部分二极管不仅对可见光敏感而且对红红外线也敏感，另外的只对红外线敏感。用光线中的红外的一部分作为基线，可见光线可以被滤出。对光谱波长的响应显示在10页第7点的“典型性能曲线”中。在光信号转换为电流的光数据处理过程之后，电流会被15位符号的集成模数转换器（ADC）转换为数字信号。I²C指令逐位读出可见光强数据。

转换器是一个自动电荷平衡集成一体化有符号的15位ADC.提供的是转换微小电流和同步抑制50Hz和60Hz线性交流噪声的设计的方案，参见第7页“综合时间或转换时间”和第8页的“噪声抑制”。

内置的ADC提供给用户在综合时间和转换时间上的灵活性。有两种时间模式：内置时间模式和外部时间模式。在内部时钟模式，综合时间由内部倍频振荡器决定，并且ADC内置n位计数器（n=4, 8, 12, 16）。在外部时钟模式，综合时间由两个连续的I²C外部时间模式指令决定。参见外部时钟模式的例子。对于可选结果而言综合时间的优质的平衡响应和判断是必须的。

对于不同的光照条件，该ADC有四个I²C可编程范围。对于特别暗的条件，ADC可以被设定为最小的范围内。对于特别亮的环境，ADC可以设定为最大范围。

I²C接口

ISL29010拥有8位可用的寄存器。指令和控制寄存器中定义设备的操作。在重新写入之前指令和控制寄存器中的内容会保持不变。8位的寄存器可以设定高和低的的中断极限。四个8位只读数据寄存器中两字节用于读传感器另外两字节用做计时器。数据寄存器装有ADC最新的输出的数字信号和前一个综合周期中时间周期的个数。

ISL29010有一个7位I²C接口的从地址。6位最高位为内部hardwired的100010，最低有效位A0通过连接到GND或VDD来实现选择地址1000100或1000101.当启动信号后1000100x或1000101x（其中x为R或W）被发送后，设备将准备一字节中的开始的7位数据到对应的地址中。

例1中读取一字节的示例。例2中展示写一字节的示例。例3为外部控制模式的同步I²C时序图。为了使主或从设备能使用SDA线，I²C总线必须一直驱动SCL线。例2为写器件示例。每一次I²C转换以主设备发出起始信号开始（SDA下降沿，SCL保持高电平）。接下来的一字节为主设备使用，传送从器件的地址和读或者写的位。接收的器件在识别期间通过拉低SDA线作为响应。每一次I²C操作以主器件发出结束信号为止（SDA上升沿，SCL保持高电平）。

更多关于I²C的规范，请参考Philips@I²C使用说明书。

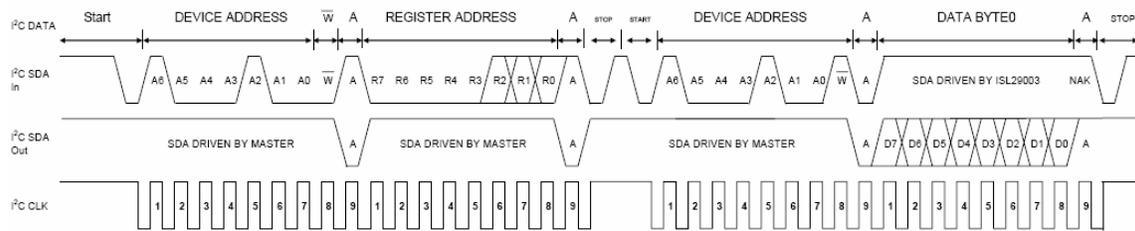


FIGURE 1. I²C READ TIMING DIAGRAM SAMPLE

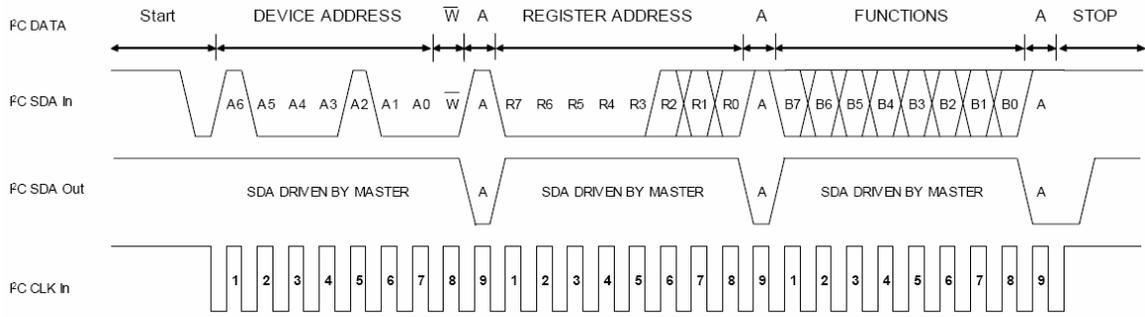


FIGURE 2. I²C WRITE TIMING DIAGRAM SAMPLE

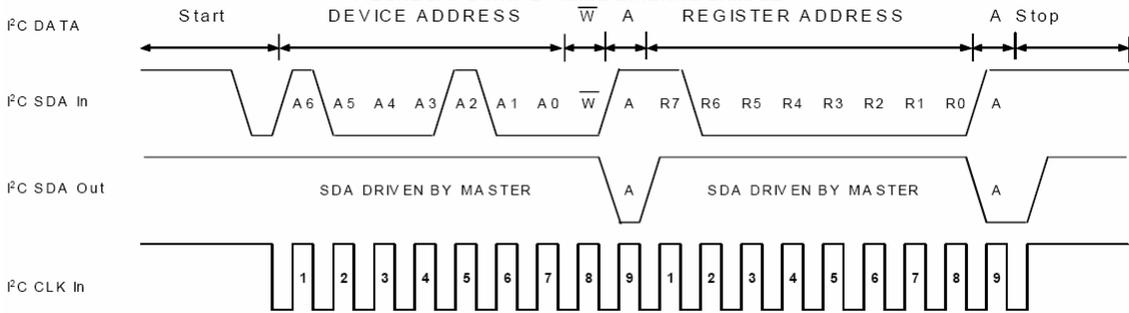


FIGURE 3. I²C SYNC_I²C TIMING DIAGRAM SAMPLE

寄存器设置

ISL29010中有8个可用寄存器。表1中总结了可用寄存器以及其对应订的功能。

表1.寄存器设置

地址	寄存器名称	位								默认值
		7	6	5	4	3	2	1	0	
00h	指令	ADCE	ADCPD	TIMM	0	ADCM1	ADCM0	RES1	RES0	00h
01h	控制	0	0	0	0	GAIN1	GAIN0	0	0	00h
04h	传感器低位	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	00h
05h	传感器高位	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	00h
06h	计时器低位	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0	00h
07h	计时器高位	T15	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8	00h

表2只写寄存器

地址	寄存器名称	功能描述
b1xxx_xxxx	sync_I2C	仅用于外部时钟模式下，对该地址写逻辑“1”用于结束ADC的该次电流转换开始下一个转换
bx1xx_xxxx	clar_int	对该位写逻辑“1”用于清除中断

指令寄存器00 (hex)

读/写指令寄存器有5像功能:

1. 使能: Bit7.该项功能用于复位ADC或者在正常操作中使能ADC。逻辑“0”可以禁止ADC的复位模式。逻辑“1”使能ADC为正常模式。

表3.使能

BIT7	操作
0	禁止ADC的复位模式
1	使能ADC为正常模式

2. ADCPD:Bit6.该项功能使器件进入掉电模式。逻辑“0”使器件进入正常模式。逻辑“1”使器件掉电。

表4.ADCPD

BIT6	操作
0	正常模式 (禁止)
1	掉电

3. 时钟模式: Bit5.功能由积分时间由内部或外部设定的。内部时钟模式,综合时间由内部的倍频振荡器和内置的ADC的n (n=4, 8, 12, 16) 位计数器决定。外部时钟模式,综合时间由三个连续的外部同步的sync_I²C脉冲指令的时间决定。

表5.时间模式

BIT5	操作
0	内部时钟模式,综合时间由内部的倍频振荡器决定
1	外部时钟模式,综合时间由I2C主机决定

4. 光电二极管选择模式: Bit3和Bit2.设置Bit3和Bit2从1到0使能ADC输出光转换数据。

表6.光电二极管选择模式: Bit2和3

Bits 3: 2	模式
0: 0	禁止ADC
0: 1	禁止ADC
1: 0	有符号 (n-1) *位光数据输出
1: 1	无操作

*n=4, 8, 12, 16, 取决于时钟周期数功能

5. 数据宽度: Bit1和0. 该功能决定每次转换所需的时钟周期数。改变四中的周期数就改变转换的精度和分辨率。也影响到积分时间,也就是模数转换器采样每lux电流信号的精度。

表7.数据宽度

Bits 1: 0	时钟周期数
0: 0	2 ¹⁶ = 65,536
0: 1	2 ¹² = 4,096
1: 0	2 ⁸ = 256
1: 1	2 ⁴ = 16

控制寄存器01 (hex)

读/写控制寄存器有一个功能:

1. 范围/增益: Bit3和2.满量程可以由外部电阻REXT或由I²C用范围/增益功能来调整。范围/增益有四个值,范围k (k: 0~4)。表8列出了范围k的可能值和典型REXT电阻值时的满标度量程结果。

表8.范围/增益 典型lux满标度量程

BITS	K	范围K	满标度量程REXT =	满标度量程REXT =	满标度量程REXT =
3:2			100k	50k	500k

0: 0	1	2, 000	2, 000	4,000	400
0: 1	2	8, 000	8,000	16,000	1,600
1: 0	3	32, 000	32,000	64,000	6,400
1: 1	4	128, 000	128,000	256,000	25,600

I2C传感器数据寄存器04 (hex) 和05 (hex)

当设备被指定输出一个有符号的15位数据时，最高位字节被接收在04 (hex)，最低位字节数据被接受在05 (hex)。传感器数据寄存器将在每个积分时间周期后更新。

时间数据寄存器06 (hex) 和07 (hex)

要注意的是计数器的值只有在用外部的时钟模式下才是有效的。06 (hex) 和07 (hex) 分别与传感器最新读的值的时间对应的16位计数器为低位字节和高位字节的值。在每次综合时间期间的最后，计数器的值在I²C上是有效的。该值可以用于滤除因外部时钟不稳而引入的细微的不同步误差。例如微控制器经常不能快速准确地逐条指令地计时，该值可以用于滤除由此而带来的误差。

表9.数据寄存器

地址 (hex)	内容
04	最新读取的传感器的低位字节
05	最新读取的传感器的高位字节
06	符合最新读取的传感器的时钟信号的低位字节
07	符合最新读取的传感器的时钟信号的高位字节

照度计算

IS29010输出的编码数据是与lux直接成比例的。

$$E = \alpha \times \text{DATA} \quad (\text{EQ. 1})$$

比例参数a是由满量程范围FSR和用户指令定义的n-bitADC共同决定的。该比例参数也可以用于评价精度和分辨率。器件所能测量的最小的lux的a在等式2中。

$$\alpha = \frac{\text{FSR}}{2^n} \quad (\text{EQ. 2})$$

满量程FSR由指令寄存器中的软件编程的范围/增益和外部的比例电阻（参考100k欧姆）条件下的。

$$\text{FSR} = \text{Range}(k) \times \frac{100\text{k}\Omega}{R_{\text{EXT}}} \quad (\text{EQ. 3})$$

转换功能对于每一种时钟模式都是有效的，为：

内部时钟模式：

$$E = \frac{\text{Range}(k) \times \frac{100\text{k}\Omega}{R_{\text{EXT}}}}{2^n} \times \text{DATA} \quad (\text{EQ. 4})$$

外部时钟模式：

$$E = \frac{\text{Range}(k) \times \frac{100\text{k}\Omega}{R_{\text{EXT}}}}{2^n} \times \text{DATA} \quad (\text{EQ. 4})$$

$n=3, 7, 11, \text{ 或 } 15$ 为指令寄存器中编程的时钟周期数。

Range(k)为用户定义的指令寄存器中的范围/增益值。

REXT为连接在REXT脚上的外部量程电阻值。

DATA为传感器在有效计数时读取了存在数据寄存器中的输出值。

2^n 代表在内部时钟模式下的可计数的最大值。对于外部时钟模式，这个技术的最大值COUNTER存在数据寄存器中。

COUNTER为外部时钟模式下在综合时间之间的增量数值。

增益/范围, Range(k)

增益/范围可以在控制寄存器中通过编程设定Range(k)来决定FSR.注意Range(k)不是FSR (参见注意3)。Range(k)提供四个决定于编程的k值(由REXT来衡量)的常量。与REXT不同的是, Range(k)是连续弹性可变的影响FSR。这项功能对于那些要求光线变化强烈而又要很高的分辨率的应用情形。

时钟周期数, n-bit ADC

时钟周期数决定了n-bit ADC中的“n”； $2n$ 时钟周期为一个n-bitADC。n是在指令寄存器的宽度功能中设定的。基于这种应用，n就提供了速度和分辨率之间的良好匹配。对于快速的测量，选择最小的 $n=3$ 。对于不考虑时间的最大分辨率选择 $n=15$ 。表10比较了在综合时间和分辨率之间的折衷。综合时间和n之间的关系参见注意10和11。n和分辨率间的关系参见注意3。

表10 分辨率和综合时间选择

n	RANGE1		RANGE4	
	$f_{OCS=32kHz}$	$f_{OCS=655kHz}$	$f_{OCS=32kHz}$	$f_{OCS=655kHz}$
	t _{INT} (ms)	RESOLUTION (LUX/COUNT)	t _{INT} (ms)	RESOLUTION (LUX/COUNT)
15	200	0.06	100	2
11	12.8	1.0	6.4	62.5
7	0.8	15.6	0.4	1,000
3	0.05	250	0.025	16,000

REXT = 100kΩ

外部比例电阻REXT和focs

ISL29010利用了外部电阻REXT来设定内部的振荡频率，focs。因此，REXT决定focs，综合时间和器件的FSR.focs为二倍频的振荡器，与REXT成反比。对于用户简单的应用时，推荐使用的电阻为100kΩ和655kHz:

$$f_{osc1} = \frac{1}{2} \times \frac{100k\Omega}{R_{EXT}} \times 655kHz \quad (EQ. 6)$$

$$f_{osc2} = \frac{100k\Omega}{R_{EXT}} \times 655kHz \quad (EQ. 7)$$

fOSC1为设定为Range1或者Range2时的振荡频率。当REXT为100k欧姆时通常为327kHz。

fOSC2为设置为Range3或者Range4时的振荡频率。当REXT为100k欧姆时通常为655kHz。

当范围/增益位设置为Range1或者Range2时focs只为设定为Range3或者Range4时的一半。

$$f_{osc1} = \frac{1}{2}(f_{osc2}) \quad (EQ. 8)$$

当检测非常低的照度信号时，自动地调整振荡频率对于提高信噪比是十分有意义的。

积分时间和转换时间

积分时间为器件ADC转换采样的一照度分度光电二极管电流信号的时间周期，换句话说就是完成一次模拟光电二极管的电流信号为一个数字信号的时间。

积分时间影响到测量的分辨率。为了得到更好的分辨率，要用长一些的积分时间。为了满足快速的转换要用短一些的积分时间。

ISL29010提供给用户积分时间在平衡分辨率、速度和噪声抑制间的灵活性。积分时间可以内部或者外部设定和在指令寄存器00（hex）位编程设定。

内部时钟模式中的积分时间

这种时钟模式可以在指令寄存器的00（hex）的第5位。大多数应用都会用这种模式。当采用内部时钟模式，focs和n-bits分辨率决定了积分时间。tint是振荡频率和时钟周期的函数。

$$t_{INT} = 2^m \times \frac{1}{f_{osc}} \quad \text{for Internal Timing Mode only} \quad (\text{EQ. 9})$$

m=4, 8, 12和16.n是分辨率的位数。

2^m因此为时钟周期数。n可以在指令寄存器00（hex）的1和0位设定。

因为focs为基于范围/增益位的倍频，tint也是双倍的时间。积分时间是Rext的函数在等式10中：

$$t_{INT1} = 2^m \times \frac{R_{EXT}}{327\text{kHz} \times 100\text{k}\Omega} \quad (\text{EQ. 10})$$

t_{INT1}为器件被设定为内部时钟模式和范围/增益设定为Range1或Range2时的积分时间。

$$t_{INT2} = 2^m \times \frac{R_{EXT}}{655\text{kHz} \times 100\text{k}\Omega} \quad (\text{EQ. 11})$$

t_{INT2}为器件被设定为内部时钟模式和范围/增益设定为Range3或Range4时的积分时间。

表11 典型REXT值对应的内部时钟

REXT (kΩ)	RANGE1 RANGE2		RANGE3 RANGE4	
	n=15-BIT	n=11-BIT	n=11-BIT	n=3
50	100	6.4	3.2	0.013
100**	200	13	6.5	0.025
200	400	26	13	0.050
500	1000	64	32	0.125

*积分时间为毫秒。

**推荐的Rext阻值。

外部时钟模式下的积分时间

这种模式可以在指令寄存器00（hex）的Bit5中编程设定。当积分时间能与外部信号比如PWM能消除噪声时推荐采用外部时钟模式。

为了得到照度数据DATA的输出，器件完成每次测量需要3个sync_I2C指令。第一个sync_I2C指令启动二极管阵列1的转换，第二sync_I2C指令完成二极管阵列1的转换并且启动二极管阵列2.第三个sync_I2C指令结束二极管阵列2的转换，输出光照度数据DATA,再启动开始二极管阵列1的转换。

积分时间，tint，是三个同步脉冲之间两个相同的时间间隔的总和。tint由等式12决定：

$$t_{INT} = \frac{k_{OSC}}{f_{OSC}} \quad (EQ. 12)$$

其中 f_{ocs} 为内部I2C操作的频率， $kocs$ 为从计数器数据寄存器获得内部时钟周期数。
内部振荡器， $focs$ ，在内部和外部时钟模式都是一样的操作，都同等地依赖于 $Rext$ 。但是在外部时钟模式，每次积分的时钟周期数不再固定为 $2n$ 。时钟周期数随积分时间而变化，最大限为 $2^{16}=65,536$ 。为了避免读错照度数据，积分时间必须足够短以避免计数寄存器溢出。

$$t_{INT} < \frac{65,535}{f_{OSC}} \quad (EQ. 13)$$

$f_{OSC} = 327kHz * 100k \Omega / REXT$. 当Range/Gain设定为Range1 或Range2.

$f_{OSC} = 655kHz * 100k \Omega / REXT$. 当Range/Gain设定为Range3 或Range4.

噪声抑制

整体上，对于周期性的频率为积分时间的整数倍的噪声源，集成一体的ADC有良好的噪声抑制。例如，一个60Hz的干扰信号从0ms到 $k * 16.66ms$ ($k = 1, 2, \dots, ki$)为0.

同样的，设定器件的积分时间为周期性噪声的整数倍可以明显地提高照度传感器输出信号的噪声抑制。

平口镜头的设计

开口镜头将必然限制了ISL29010的视角。该窗口应该被放置在器件的顶端。镜头的厚度应该尽量在最小地减少由于反射造成的能量损失，而且尽量减少塑料材质的能量吸收。推荐设计厚度 $t=1mm$ 的镜头。镜头的直径越大，ISL29010的视角就会越大。表12显示了对剑的光学镜头的直径，能保证35度和45度的视角。这些是直径值是基于厚度为1.0mm折射率为1.59的镜头。

表12.平口镜头推荐设计

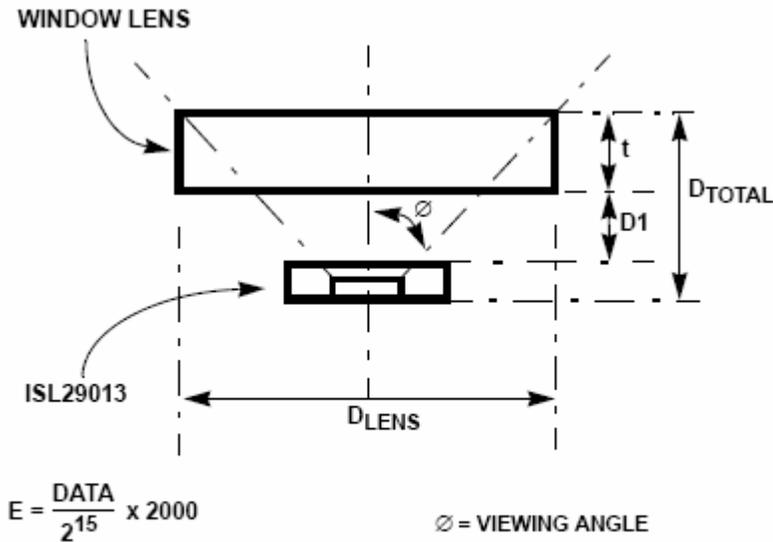


FIGURE 4. FLAT WINDOW LENS

TABLE 12. RECOMMENDED DIMENSIONS FOR A FLAT WINDOW DESIGN

DTOTAL	D1	DLENS @ 35 VIEWING	DLENS @ 45 VIEWING ANGLE
--------	----	--------------------	--------------------------

		ANGLE	
1.5	0.50	2.25	3.75
2.0	1.00	3.00	4.75
2.5	1.50	3.75	5.75
3.0	2.00	4.30	6.75
3.5	2.50	5.00	7.75

t=1 镜头的厚度

D1 ISL29010和镜头内表面的距离

Dlens 镜头的直径

Dtotal ISL29010和镜头外表面间的限制距离

*所有的尺寸均为mm。

光窗口的设计指导

在保持一个ISL29010视角有效的宽度又想窗口更小些时，就需要圆形的透明塑料来聚焦和引导器件上的光线。因此这个光导器件就是光导管。这个管子应该直接放在距离器件D1=0.5mm的地方来获得最好的效果。光导管的最小直径为1.5mm来保证将传感器完全暴露在光中，参见第5点。

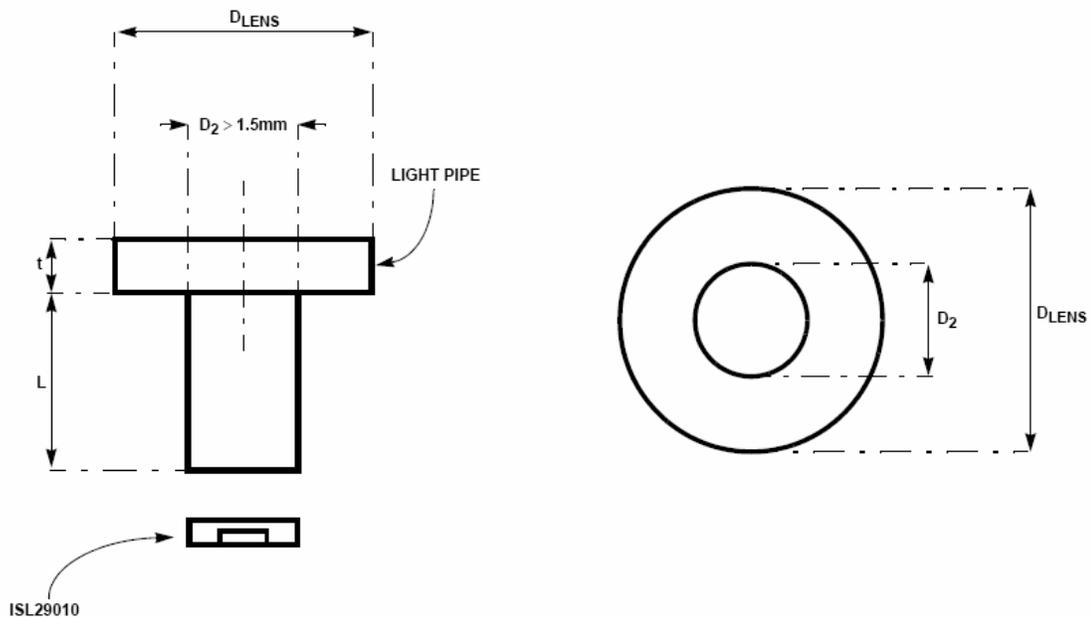


FIGURE 5. WINDOW WITH LIGHT GUIDE/PIPE

推荐的PCB焊盘

在开始ODFN产品的焊板前，用户需查阅“ODFN的表面封装指导手册”。

<http://www.intersil.com/data/tb/TB466.pdf>

布线考虑

ISL29010对于布线不是很敏感。和其他I2C器件一样，即使在干扰很明显的环境下也提供良好的效果。为了得到良好的效果只需很少的考虑。

供电和I2C数据线尽量远离干扰源。在靠近器件旁用 $4.7\mu\text{F}$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 两个退耦电容。

焊接考虑

回流焊接中推荐对流加热的方式，不推荐直接红外加热。ODFN封装的塑料并不需要用户回流焊接侧面和超过 $+260^\circ\text{C}$ 。焊接侧面推荐标准回流焊接的最大值为 $+260^\circ\text{C}$ 。

典型电路

ISL29010典型的应用电路在第6章中。ISL29010的I2C地址内部硬连线为1000100。器件可以看、和其他I2C从器件挂在系统的I2C总线上。

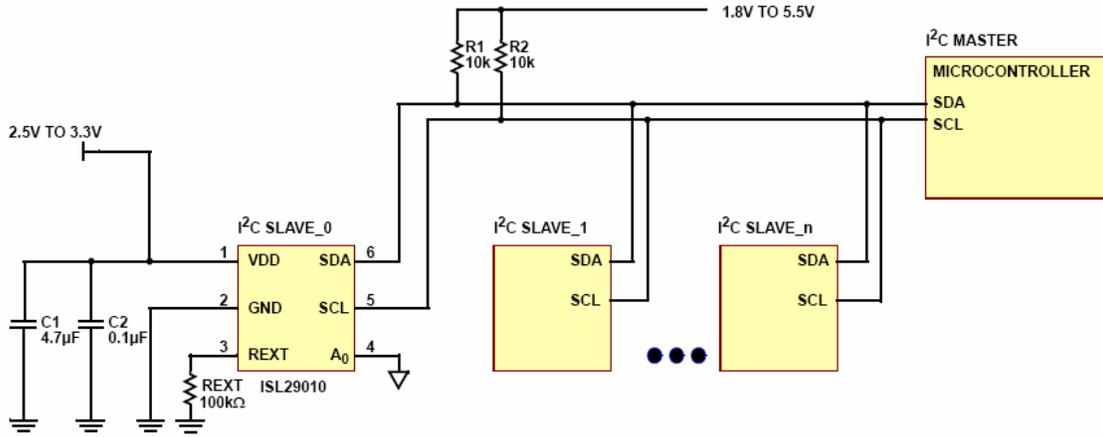


FIGURE 6. ISL29010 TYPICAL CIRCUIT

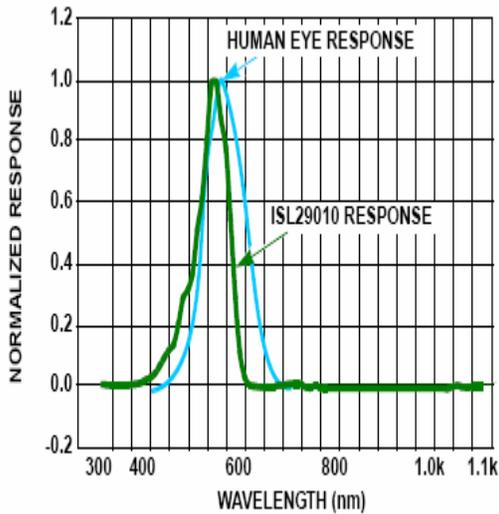


FIGURE 7. SPECTRAL RESPONSE

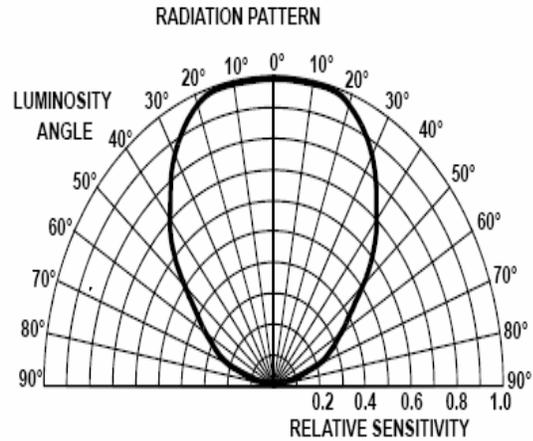


FIGURE 8. RADIATION PATTERN

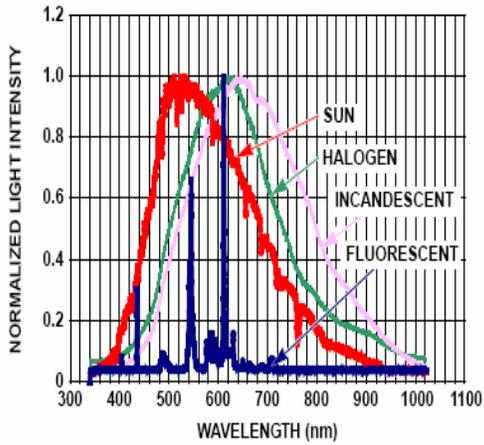


FIGURE 9. SPECTRUM OF LIGHT SOURCES FOR MEASUREMENT

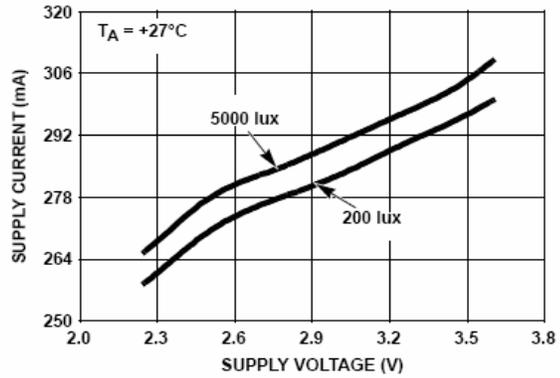


FIGURE 10. SUPPLY CURRENT vs SUPPLY VOLTAGE

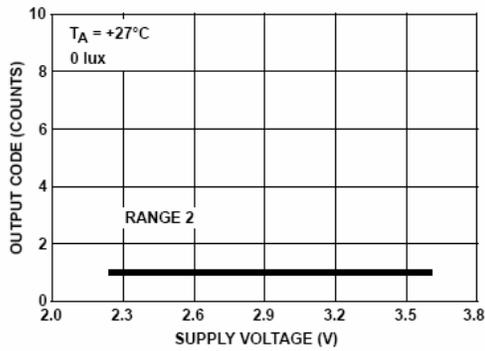


FIGURE 11. OUTPUT CODE FOR 0 LUX vs SUPPLY VOLTAGE

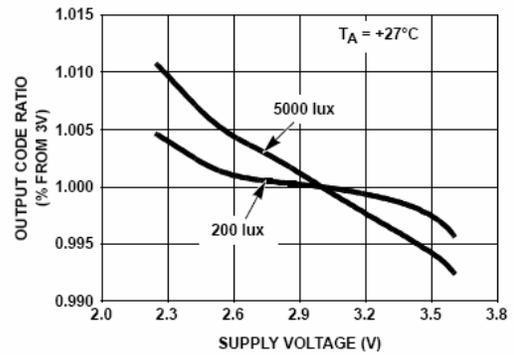


FIGURE 12. OUTPUT CODE vs SUPPLY VOLTAGE

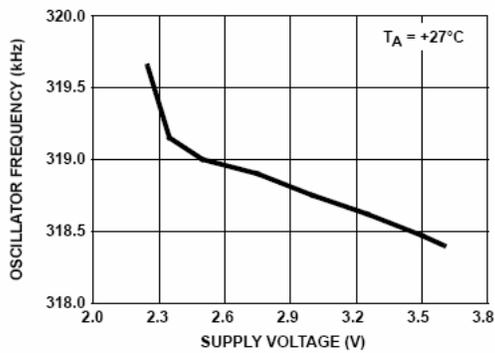


FIGURE 13. OSCILLATOR FREQUENCY vs SUPPLY VOLTAGE

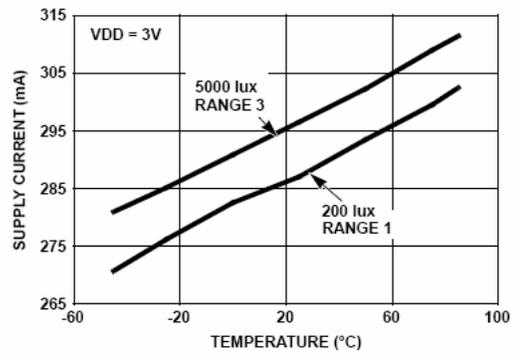


FIGURE 14. SUPPLY CURRENT vs TEMPERATURE

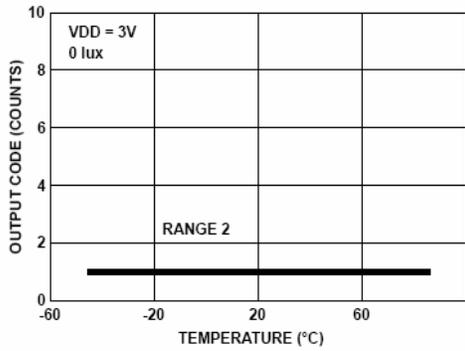


FIGURE 15. OUTPUT CODE FOR 0 LUX vs TEMPERATURE

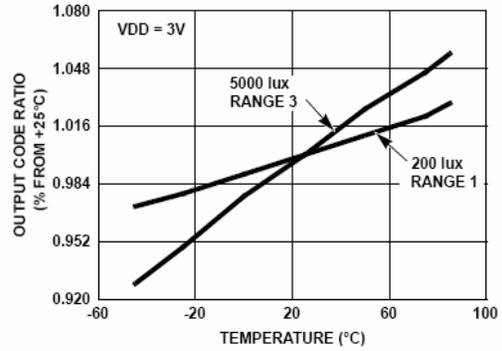


FIGURE 16. OUTPUT CODE vs TEMPERATURE

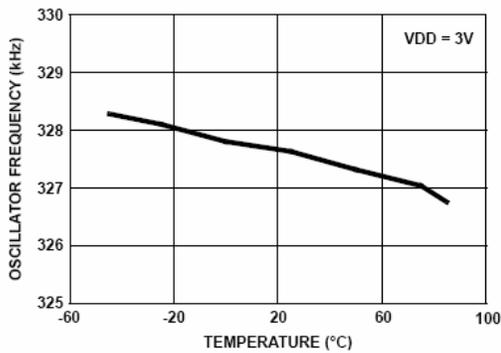


FIGURE 17. OSCILLATOR FREQUENCY vs TEMPERATURE

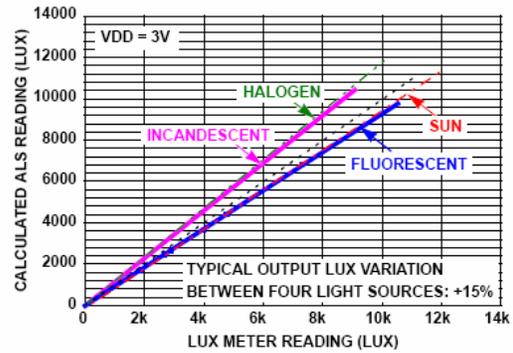


FIGURE 18. LIGHT SENSITIVITY vs LUX LEVEL

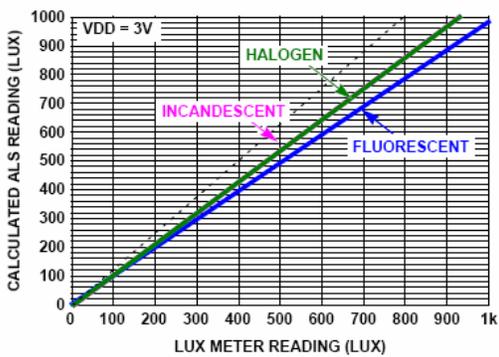


FIGURE 19. LIGHT SENSITIVITY vs LUX LEVEL

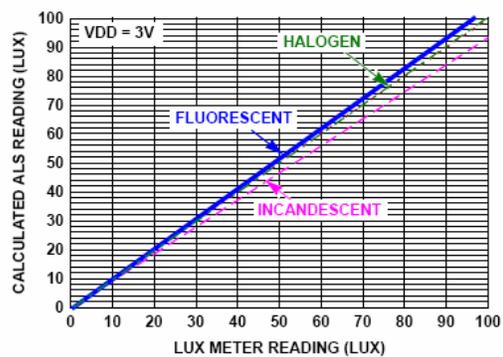
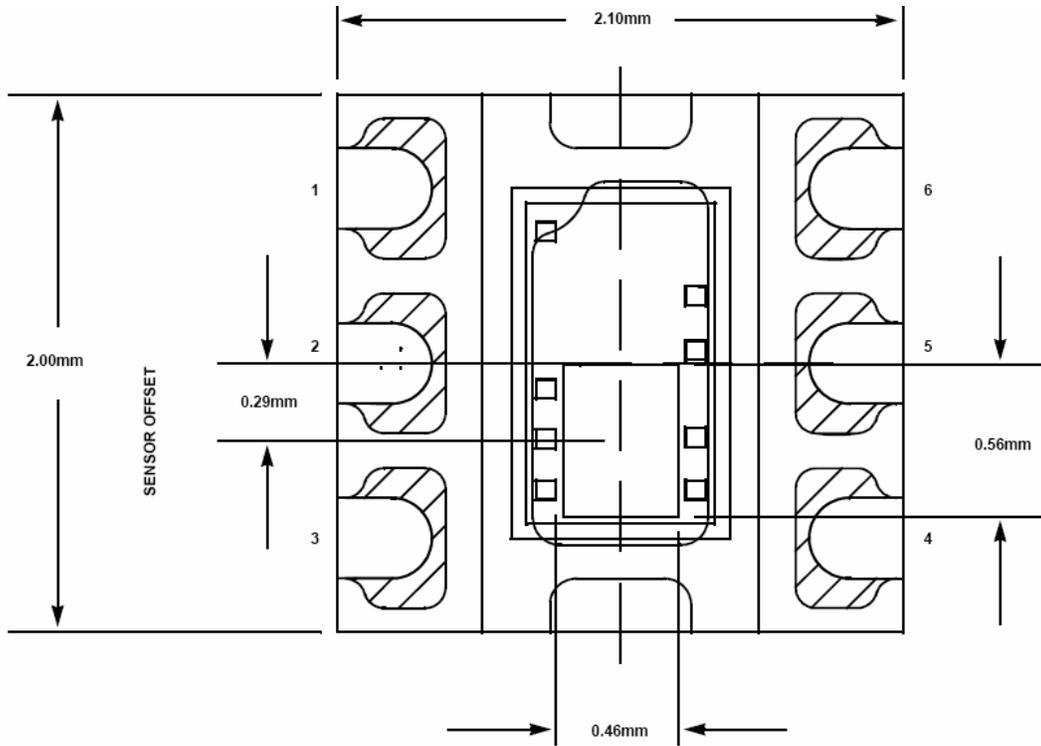
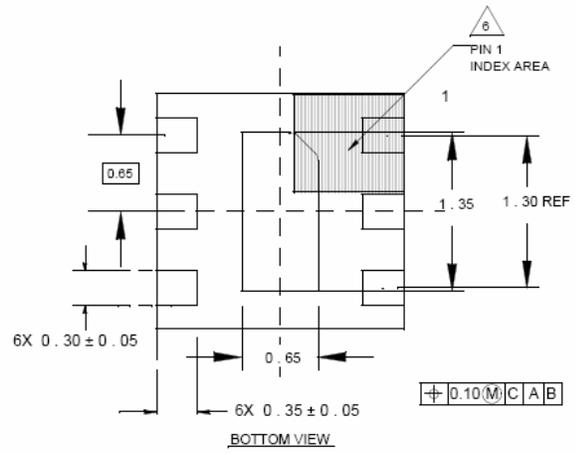
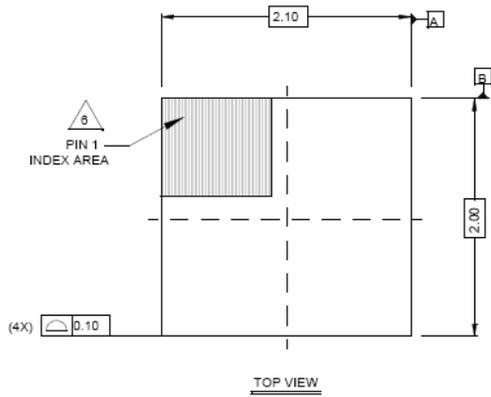
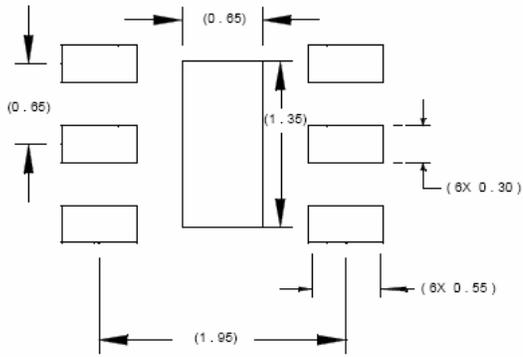


FIGURE 20. LIGHT SENSITIVITY vs LUX LEVEL

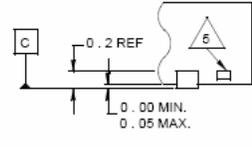
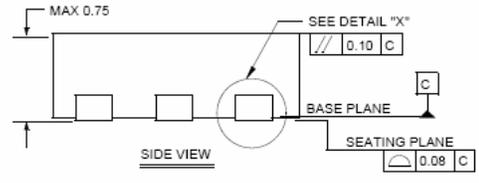


Rev 0, 9/06





TYPICAL RECOMMENDED LAND PATTERN



DETAIL "X"