

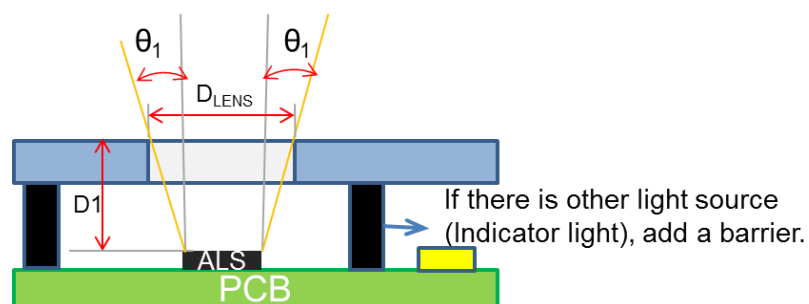
数位环境光感应器 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 应用手册

一、简介：

环境光感应器(Ambient light sensor; ALS)可以感测到和人眼接收感觉类似的光源，并让相关的应用产品根据感测到的光源资讯做相应的开、关及自动调整控制，以达到省电及安全的应用目的。类比环境光感应器靠调整负载电阻来改变切换门槛值且精确度较差，微处理器(MCU)可经由 I2C 介面数位 ALS 的暂存器做读、写控制，借此达到较准确的控制。而亿光的 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 数位环境光感测器，因封装内有两组不同频谱的光二极管(PD)感测元件，故可区分出不同的光源，以达到更高的准确度。

二、机构开孔建议：

不管是在室内或室外使用 ALS，环境光通常都是从上方或是斜上方照下。故会建议开孔的方向朝上为最佳，朝前次之，尽量让环境光直接照射到 ALS，一般来说较高的进光量可以得到较高的精确度也可加快量测速度，但须注意若在中午太阳光直射的情况下有可能会造成 ALS 饱和。有些时候为了 ID 设计美观会让开孔朝下，利用反射方式侦测环境光，但此种方式会受到反射物的反射率影响造成 ALS 的准确度下降。底下图一是开孔朝上的建议开孔方式。

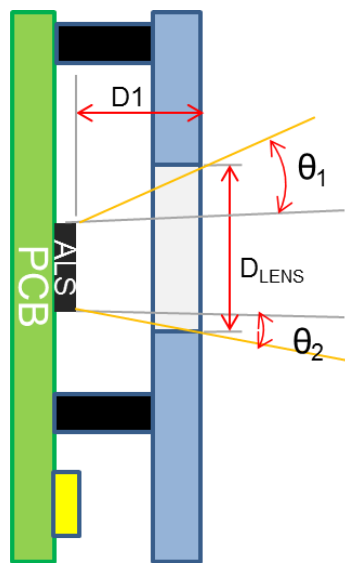


图一、朝上开孔建议

基于进光量的考量

- θ_1 建议大于 35° 且 $D1$ 建议小于 2.6mm 。
- 可参考建议开孔公式 $D_{LENS} = \tan\theta_1 \times D1 \times 2 + \text{Package Width}$ 。
- 假设 $D1 = 1\text{mm}$, $\theta_1 = 35^\circ$ ，则 $D_{LENS} = \tan 35^\circ \times 1\text{mm} \times 2 + 2.0 = 3.4\text{mm}$ 。
- 增加开孔大小或是缩短 $D1$ 的距离都可以增加进光量，使 ALS 量测更准确。

若开孔是朝前方的话，由于环境光多由斜上方照射，故可参考底下图二，在同样开孔大小下，让 θ_1 的角度大于 θ_2 。



图二、朝前开孔建议

一般 ID 设计不会想让使用者直接看到 ALS，所以通常会在 ALS 上方加半透明的 cover lens，Lens 透光度越高越好，最好不要低于 30%。

三、照度(Illuminance)转换方式：

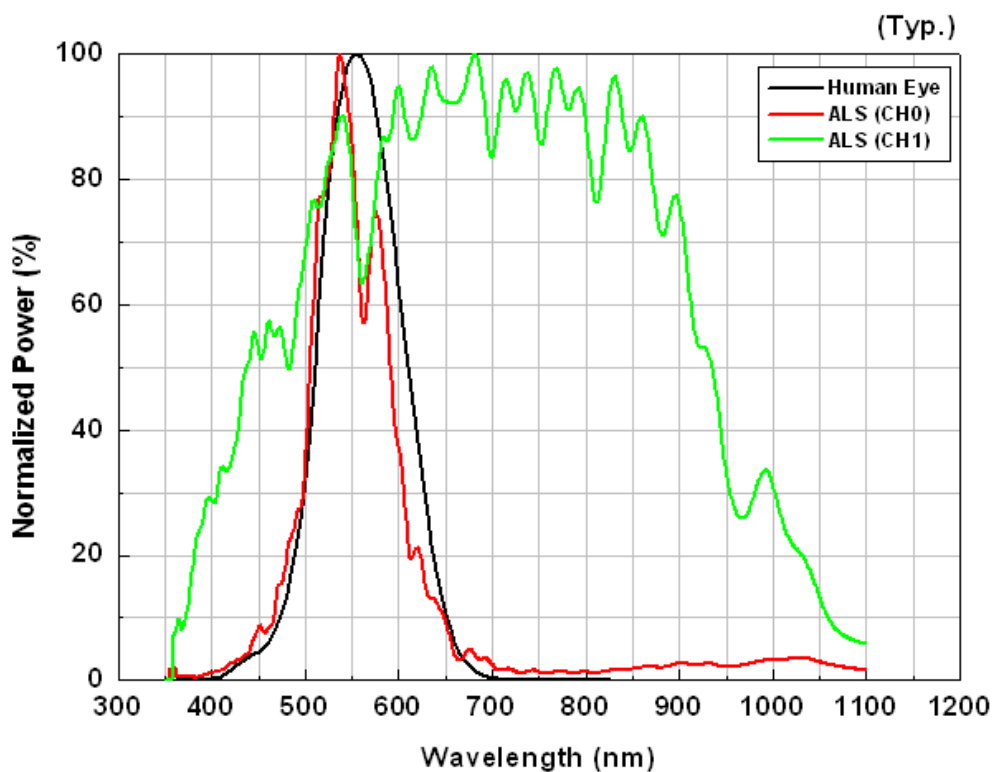
地球上充满了各种波长的电磁波，依波长从短到长可分为紫外线(Ultraviolet; UV)、可见光(Visible Light)及红外线(Infrared; IR)，而照度定义的可见光为人眼可见的电磁频谱，其波长为 $380\sim 770\text{nm}$ ，而 ALS 主要就是侦测此段波长的电磁波强度。



图三、电磁波波长分类

在 380~770nm 的可见光波段中，在较明亮环境中人眼对 555nm 波长的绿色光最为敏感，假设其他可见光波长跟 555nm 的光产生同样亮度感觉所需的光通量为 $X(\lambda)$ ，则 555nm 的光通量和其他 $X(\lambda)$ 的比值可描出所谓的视见函数(visual sensitivity function)。照度的定义是参考视见函数，因不同的光源在不同的波长会有不同的辐射强度，而 ALS 的镀膜无法做到跟视见函数一模一样，故 ALS 得到的 Count 值并不能直接换算成照度值(Lux)。

ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 内部有两种不同镀膜的 PD，如下图四，此两颗 PD 对不同光谱的光会有不同响应，利用此特性可区分出不同的光源并给予相应的换算公式，如此可解决上述相同照度下，不同光谱的光源得到不同换算照度值的问题。



图四、ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 双 PD 及人眼光谱响应图

把 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 读到的 count 值转换成照度流程如下，

1. 准备不同的光源，例如：白光 LED、荧光灯、白炽灯及标准光源 D65...等，及标准件(标准照度计)。
2. 使用第一种光源照射 ALS 及照度计，纪录照度计的读值 E_v ，并适当调整暂存器 ALS_GAIN(0x04)及 ALS_TIME(0x05)的设定，同时记录 ALS CH0(0x1C, 0x1D)及 CH1(0x1E, 0x1F)的读值。调整时，需考量最大使用环境照度，设计当 ALS 的输出饱和时的处理。

3. 把 CH0/CH1 的比值当成 R(1)。
 4. 计算系数 K(1) = E_v/CH_0 。
 5. 此光源的照度 $Lux = CH_0 * K(1)$
 6. 切换不同光源并重复上述步骤 1~5，可得到不同的比值 R(n)及系数 K(n)。
 7. 把相对应的光源与其比值 R(n)及系数 K(n)搭配，可得到不同光源的 Lux 转换公式。
- 计算系数 K(n)时，建议让 K 值小于 2，若 K 值过大，可回到第 2 步调整暂存器 ALS_GAIN(0x04)及 ALS_TIME(0x05)的设定。

表一为 ALS 裸测得到的数据(无 cover lens)，参考表一可得以下的公式。

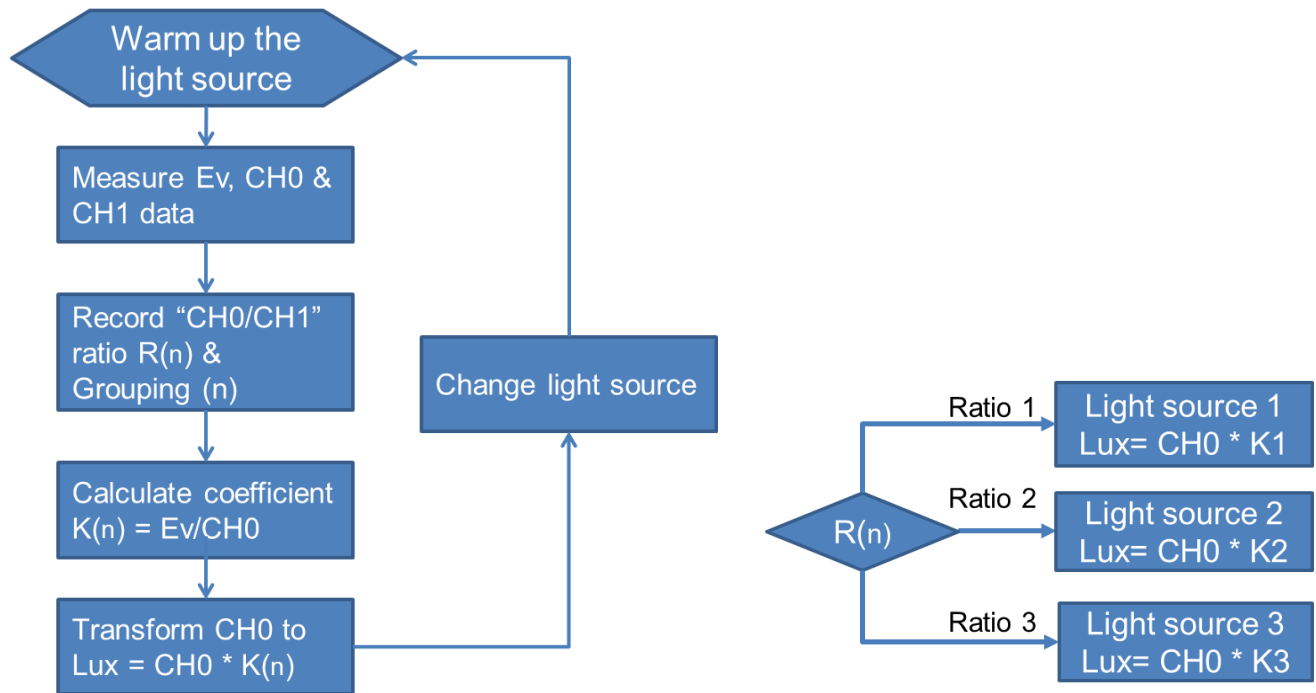
- If $CH_0/CH_1 \leq 0.42$, $Lux = CH_0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 0.41$
- If $0.42 < CH_0/CH_1 < 0.66$, $Lux = CH_0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 0.57$
- If $CH_0/CH_1 \geq 0.66$, $Lux = CH_0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 1.58$

注意：每颗 ALS 镀膜及制程都会有些微差异，换算出的 Lux 也会有误差，故若要求精确度较高需再自行校正并修正公式。

表一、ALS 实际裸测(无 cover lens)数据

Light Source	Ev	CH0 / Gain	CH1 / Gain	R	Group	K	K	Lux (CH0 * K)	Error
				(CH0 / CH1)		(Ev / CH0)	AVG		
家用钨丝灯	200	467	1520	0.31	R ≤ 0.42 (Group 1)	0.43	0.41	191.33	-4.53%
	600	1414	4385	0.32		0.42		579.74	-3.49%
	1000	2315	7023	0.33		0.43		949.15	-5.36%
D65	126	215	422	0.51	0.42 < R < 0.66 (Group 2)	0.59	0.57	122.65	-2.73%
	331	580	1129	0.51		0.57		330.58	-0.04%
	520	937	1815	0.52		0.56		534.08	2.58%
	1005	1789	3481	0.51		0.56		1020.00	1.50%
萤光灯 (2700K)	200	118	147	0.8	R ≥ 0.66 (Group 3)	1.69	1.58	187.03	-6.93%
	600	363	447	0.81		1.65		573.20	-4.67%
	1000	605	741	0.82		1.65		956.47	-4.55%
LED (3000K)	200	125	168	0.74		1.61		196.72	-1.67%
	600	375	512	0.73		1.60		593.07	-1.17%
	1000	626	853	0.73		1.60		988.93	-1.12%
萤光灯 (6500K)	200	124	149	0.83		1.61		195.75	-2.17%
	600	376	453	0.83		1.60		594.04	-1.00%
	1000	628	753	0.83		1.59		992.32	-0.77%
LED (6500K)	200	125	151	0.83		1.59		198.17	-0.92%
	600	381	458	0.83	1.58	601.79	0.30%		
	1000	635	765	0.83	1.58	1002.98	0.30%		

ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 读值转换成照度的流程，请参考图五。



Sensor		D65	CWF	A	TL84
CL200	Ev (Y)	Y _{d0...dn}	Y _{c0...cn}	Y _{a0...an}	Y _{t0...tn}
Sensor	CH0	CH0 _{d0...dn}	CH0 _{c0...cn}	CH0 _{a0...an}	CH0 _{t0...tn}
	CH1	CH1 _{d0...dn}	CH1 _{c0...cn}	CH1 _{a0...an}	CH1 _{t0...tn}

Ratio Range	y	x	K
CH0 / CH1 ≤ TH1	Y _{0...n}	CH0 _{0...n}	K ₁
TH1 < CH0 / CH1 < TH2	Y _{0...n}	CH0 _{0...n}	K ₂
CH0 / CH1 ≥ TH2	Y _{0...n}	CH0 _{0...n}	K ₃

Ratio Range	Lux Equation
CH0 / CH1 ≤ TH1 Group 1	Lux = K ₁ × CH0
TH1 < CH0 / CH1 < TH2 Group 2	Lux = K ₂ × CH0
CH0 / CH1 ≥ TH2 Group 3	Lux = K ₃ × CH0

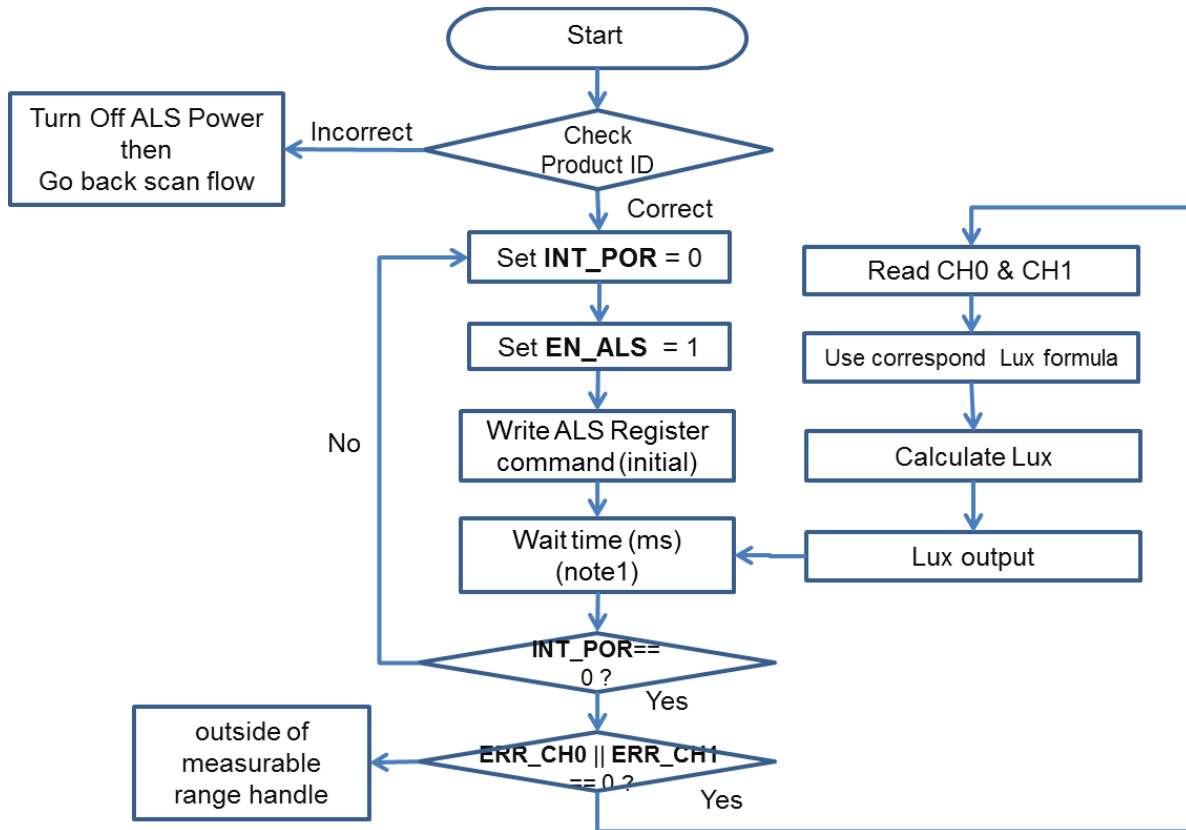
图五、ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 读值转换成照度流程图

四、基本暂存器说明及 Firmware 流程图：

ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 的 I2C 位址为 0x38，而初始化步骤如下

1. 在系统开机稳定后可先读 0xBC 及 0xBD 的值是否为 0x14 及 0x16，借此判断 I2C 是否有正常动作且元件的 ALS 是否正确。
 2. 设定 0x02 的 bit7 INT_POR = 0，此 bit 在开机后、电压不稳或 ALS 重设时会被设为 1，所以在后续每次读值前都须确认此 bit 是否为 0，若为 1 则表示 ALS 被重设回预设值，此时就须重新初始化 ALS。
 3. 设定 0x00 的 bit 0 EN_ALS=1 将 ALS 致能。
 4. 写入 0x04 的 ALS_GAIN 及 0x05 ALS_TIME 的初始设定。
 5. 等待 ALS_TIME + WTIME ms 后，确认 INT_POR 是否为 0；若为 0 即可去读取 0x1C~0x1F 的值来计算 Lux 值。
- ALS_TIME(暂存器 0x05)是 ALS 的 ADC 转换时间，此暂存器值设越大表示积分时间越长，而输出的解析度也会越高，此值最大为 0xFF，但只要设到 0x3F 就可得到 16 bit(0~65535)的最大输出解析度。除非要量测非常低亮度的情况或是受限 ID 设计造成 ALS 进光量太少才须把值设超过 0x3F，此值越大 ALS 的量测时间也越久，详细数字可参考规格书。
 - 要启用 WTIME 功能需先把暂存器 0x00 的 bit 6 (EN_WAIT)设为 1，此功能为在非侦测时间将 IC 进入省电模式，借此降低使用平均功耗。
 - ALS_GAIN(暂存器 0x04)则是调整 ALS 内部放大器的增益值(一般设定为 0x00 即可，除非进光量较小可设为 0x01)，此值越大，在同光源下的输出值越大，此设定并不会增加 ALS 的量测时间。
 - ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 也有中断触发功能，若有需要使用，详细的使用方式及暂存器设定方式可参考规格书。
 - 若 ALS 的应用是只抓几个切换点，直接改变受控端的亮度(或其他动作)的话，建议加上 debounce 机制，避免当光源刚好落在切换点附近变化，会有抖动(闪烁)现象发生。

下图六为 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 的 Firmware 流程图。



图六、Firmware 流程图

本应用手册资讯仅提供客户设计参考，实际使用请客户自行验证，若有其他问题请与亿光电子联系取得进一步技术支援。