

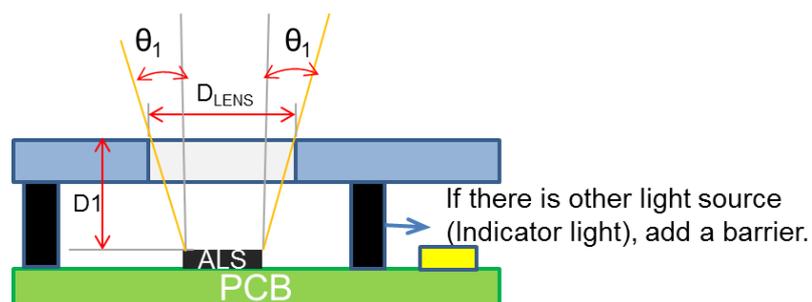
數位環境光感應器 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 應用手冊

一、 簡介：

環境光感應器(Ambient light sensor; ALS)可以感測到和人眼接收感覺類似的光源，並讓相關的應用產品根據感測到的光源資訊做相應的開、關及自動調整控制，以達到省電及安全的應用目的。類比環境光感應器靠調整負載電阻來改變切換門檻值且精確度較差，微處理器(MCU)可經由 I2C 介面對數位 ALS 的暫存器做讀、寫控制，藉此達到較準確的控制。而億光的 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 數位環境光感測器，因封裝內有兩組不同頻譜的光二極體(PD)感測元件，故可區分出不同的光源，以達到更高的準確度。

二、 機構開孔建議：

不管是在室內或室外使用 ALS，環境光通常都是從上方或是斜上方照下。故會建議開孔的方向朝上為最佳，朝前次之，盡量讓環境光直接照射到 ALS，一般來說較高的進光量可以得到較高的精確度也可加快量測速度，但須注意若在中午太陽光直射的情況下有可能會造成 ALS 飽和。有些時候為了 ID 設計美觀會讓開孔朝下，利用反射方式偵測環境光，但此種方式會受到反射物的反射率影響造成 ALS 的準確度下降。底下圖一是開孔朝上的建議開孔方式。

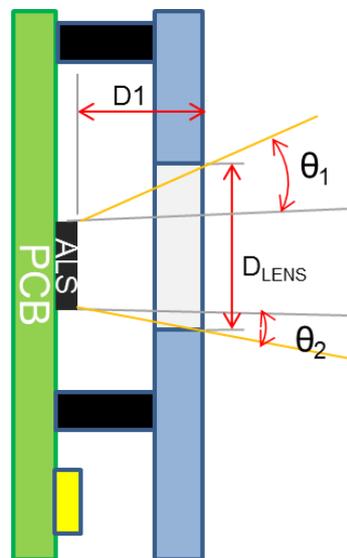


圖一、朝上開孔建議

基於進光量的考量

- θ_1 建議大於 35° 且 D1 建議小於 2.6mm。
- 可參考建議開孔公式 $D_{LENS} = \tan\theta_1 \times D1 \times 2 + \text{Package Width}$ 。
- 假設 $D1 = 1\text{mm}$, $\theta_1 = 35^\circ$ ，則 $D_{LENS} = \tan 35^\circ \times 1\text{mm} \times 2 + 2.0 = 3.4\text{mm}$ 。
- 增加開孔大小或是縮短 D1 的距離都可以增加進光量，使 ALS 量測更準確。

若開孔是朝前方的話，由於環境光多由斜上方照射，故可參考底下圖二，在同樣開孔大小下，讓 θ_1 的角度大於 θ_2 。



圖二、朝前開孔建議

另一般 ID 設計不會想讓使用者直接看到 ALS，所以通常會在 ALS 上方加半透明的 cover lens，Lens 透光度越高越好，最好不要低於 30%。

三、照度(Illuminance)轉換方式：

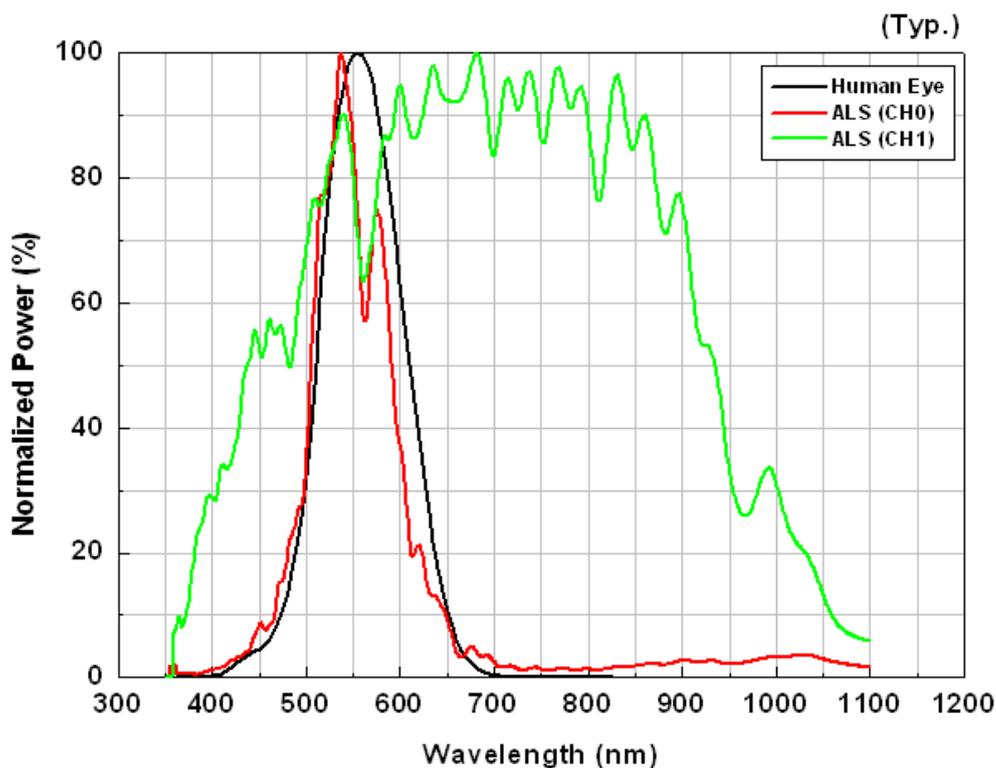
地球上充滿了各種波長的電磁波，依波長從短到長可分為紫外線(Ultraviolet; UV)、可見光(Visible Light)及紅外線(Infrared; IR)，而照度定義的可見光為人眼可見的電磁頻譜，其波長為 380~770nm，而 ALS 主要就是偵測此段波長的電磁波強度。



圖三、電磁波波長分類

在 380~770nm 的可見光波段中，在較明亮環境中人眼對 555nm 波長的綠色光最為敏感，假設其他可見光波長跟 555nm 的光產生同樣亮度感覺所需的光通量為 $X(\lambda)$ ，則 555nm 的光通量和其他 $X(\lambda)$ 的比值可描出所謂的視見函數(visual sensitivity function)。照度的定義是參考視見函數，因不同的光源在不同的波長會有不同的輻射強度，而 ALS 的鍍膜無法做到跟視見函數一模一樣，故 ALS 得到的 Count 值並不能直接換算成照度值(Lux)。

ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 內部有兩種不同鍍膜的 PD，如下圖四，此兩顆 PD 對不同光譜的光會有不同響應，利用此特性可區分出不同的光源並給予相應的換算公式，如此可解決上述相同照度下，不同光譜的光源得到不同換算照度值的問題。



圖四、ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 雙 PD 及人眼光譜響應圖

把 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 讀到的 count 值轉換成照度流程如下，

1. 準備不同的光源，例如：白光 LED、螢光燈、白熾燈及標準光源 D65...等，及標準件(標準照度計)。
2. 使用第一種光源照射 ALS 及照度計，紀錄照度計的讀值 E_v ，並適當調整暫存器 ALS_GAIN(0x04)及 ALS_TIME(0x05)的設定，同時記錄 ALS CH0(0x1C, 0x1D)及 CH1(0x1E, 0x1F)的讀值。調整時，需考量最大使用環境照度，設計當 ALS 的輸出飽和時的處理。

3. 把 CH0/CH1 的比值當成 R(1)。
 4. 計算係數 $K(1) = Ev/CH0$ 。
 5. 此光源的照度 $Lux = CH0 * K(1)$
 6. 切換不同光源並重複上述步驟 1~5，可得到不同的比值 R(n)及係數 K(n)。
 7. 把相對應的光源與其比值 R(n)及係數 K(n)搭配，可得到不同光源的 Lux 轉換公式。
- 計算係數 K(n)時，建議讓 K 值小於 2，若 K 值過大，可回到第 2 步調整暫存器 ALS_GAIN(0x04)及 ALS_TIME(0x05)的設定。

表一為 ALS 裸測得到的數據(無 cover lens)，參考表一可得以下的公式。

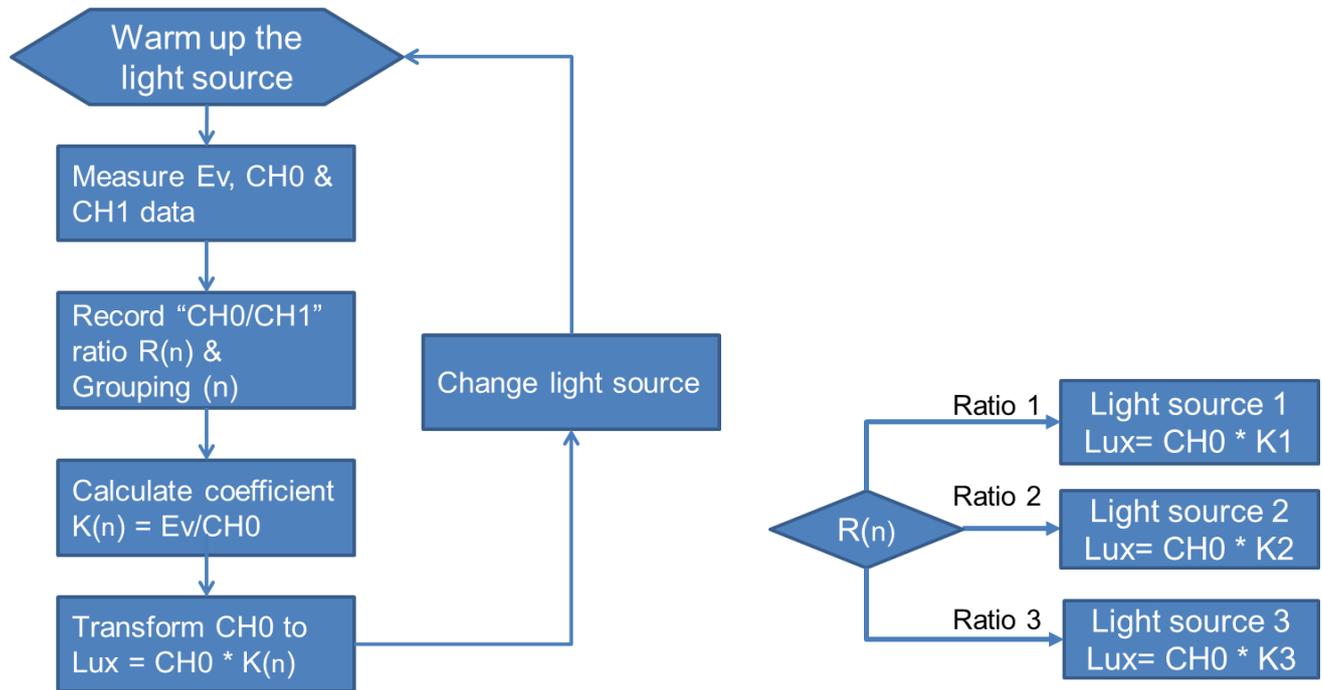
- If $CH0/CH1 \leq 0.42$, $Lux = CH0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 0.41$
- If $0.42 < CH0/CH1 < 0.66$, $Lux = CH0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 0.57$
- If $CH0/CH1 \geq 0.66$, $Lux = CH0/GAIN_value \times 64/(ALS_TIME+1) \times 1.58$

注意：每顆 ALS 鍍膜及製程都會有些微差異，換算出的 Lux 也會有誤差，故若要求精確度較高需再自行校正並修正公式。

表一、ALS 實際裸測(無 cover lens)數據

Light Source	Ev	CH0 / Gain	CH1 / Gain	R	Group	K	K	Lux (CH0 * K)	Error
				(CH0 / CH1)		(Ev / CH0)	AVG		
家用鎢絲燈	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%
螢光燈 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%
螢光燈 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 讀值轉換成照度的流程，請參考圖五。



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

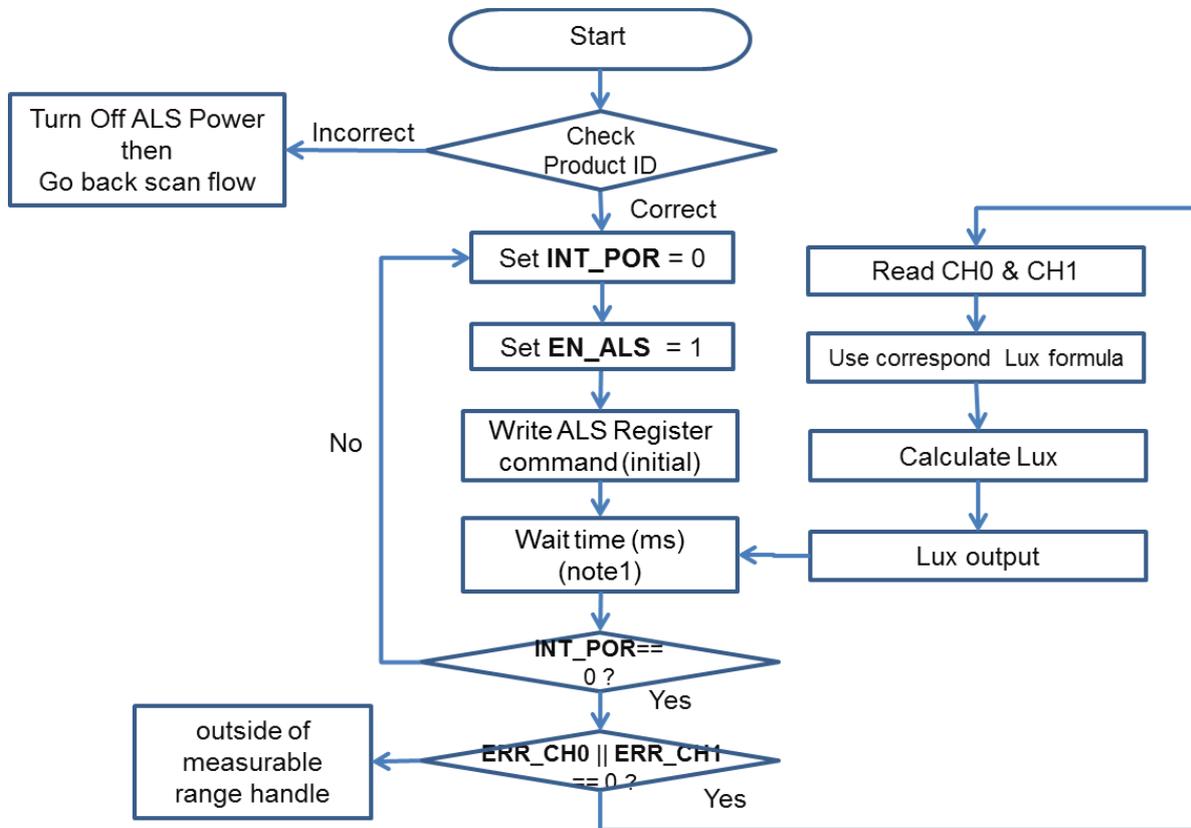
圖五、ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 讀值轉換成照度流程圖

四、基本暫存器說明及 Firmware 流程圖：

ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 的 I2C 位址為 0x38，而初始化步驟如下

1. 在系統開機穩定後可先讀 0xBC 及 0xBD 的值是否為 0x14 及 0x16，藉此判斷 I2C 是否有正常動作且打件的 ALS 是否正確。
 2. 設定 0x02 的 bit7 INT_POR = 0，此 bit 在開機後、電壓不穩或 ALS 重設時會被設為 1，所以在後續每次讀值前都須確認此 bit 是否為 0，若為 1 則表示 ALS 被重設回預設值，此時就須重新初始化 ALS。
 3. 設定 0x00 的 bit 0 EN_ALS=1 將 ALS 致能。
 4. 寫入 0x04 的 ALS_GAIN 及 0x05 ALS_TIME 的初始設定。
 5. 等待 ALS_TIME + WTIME ms 後，確認 INT_POR 是否為 0；若為 0 即可去讀取 0x1C~0x1F 的值來計算 Lux 值。
- ALS_TIME(暫存器 0x05)是 ALS 的 ADC 轉換時間，此暫存器值設越大表示積分時間越長，而輸出的解析度也會越高，此值最大為 0xFF，但只要設到 0x3F 就可得到 16 bit(0~65535)的最大輸出解析度。除非要量測非常低亮度的情況或是受限 ID 設計造成 ALS 進光量太少才須把值設超過 0x3F，此值越大 ALS 的量測時間也越久，詳細數字可參考規格書。
 - 要啟用 WTIME 功能需先把暫存器 0x00 的 bit 6 (EN_WAIT)設為 1，此功能為在非偵測時間將 IC 進入省電模式，藉此降低使用平均功耗。
 - ALS_GAIN(暫存器 0x04)則是調整 ALS 內部放大器的增益值(一般設定為 0x00 即可，除非進光量較小可設為 0x01)，此值越大，在同光源下的輸出值越大，此設定並不會增加 ALS 的量測時間。
 - ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 也有中斷觸發功能，若有需要使用，詳細的使用方式及暫存器設定方式可參考規格書。
 - 若 ALS 的應用是只抓幾個切換點，直接改變受控端的亮度(或其他動作)的話，建議加上 debounce 機制，避免當光源剛好落在切換點附近變化，會有抖動(閃爍)現象發生。

底下圖六為 ALS-DPDIC17-78C/L749/TR8 的 Firmware 流程圖。



圖六、Firmware 流程圖

本應用手冊資訊僅提供客戶設計參考，實際使用請客戶自行驗證，若有其他問題請與億光電子聯繫取得進一步技術支援。