

光敏電阻

光敏電阻器是一種感光式電阻器，稱作 Photo resistor、light dependent resistor、photoconductor、photoconductive cell 或者更簡單來稱作 photocell，它被廣泛的應用在低成本的光感元件，比如說攝影用的測光計、火災及煙霧警報器、防盜警報器、工業上控制電路中或者是燈具的自動開關上。光敏電阻已在我們生活中使用了許多年，而最先發現光敏電阻的材料特性是在西元 1873 年，一位叫做 Smith 的人，當時他是在做 selenium(硒)的光電導實驗所發現的，從那之後許多的光電元件慢慢地被開發出來。

當光敏電阻器受到光照射的時候，它的電阻器值會降低，因為光能使材料裡的電子脫離原子成為自由電子，所以增加了材料的導電性。因此當光的強度很高時，電阻器值就會很低。一般光敏電阻器的電阻器值可能由 10 MΩ（黑暗）降至大約 1 kΩ（陽光下）。如圖 8-1 所示為光敏電阻器的外型結構與符號。

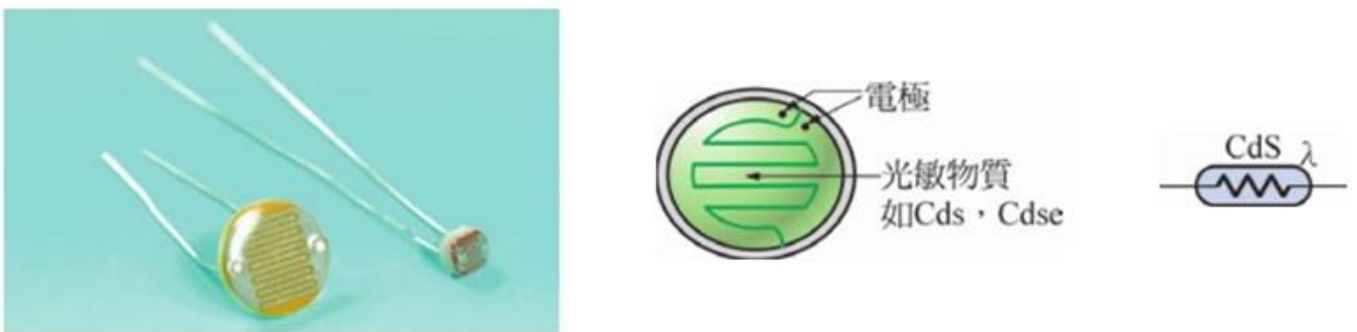


圖 1

光敏電阻器的製造方法，是在絕緣的底板上，塗上兩片像梳子一樣的金屬電極，形成一條彎曲的粗線在中間。表面是一層光敏材料，這些材料可以是光敏反應接近可見光的硫化鎘（CdS）或光敏反應接近紅外線的硒化鎘（CdSe），因為使用材料的關係，所以我們常以 CdS 代表光敏電阻器。如圖 2 所示可以看出不同的感光材料，對不同光譜光線的感應情況。

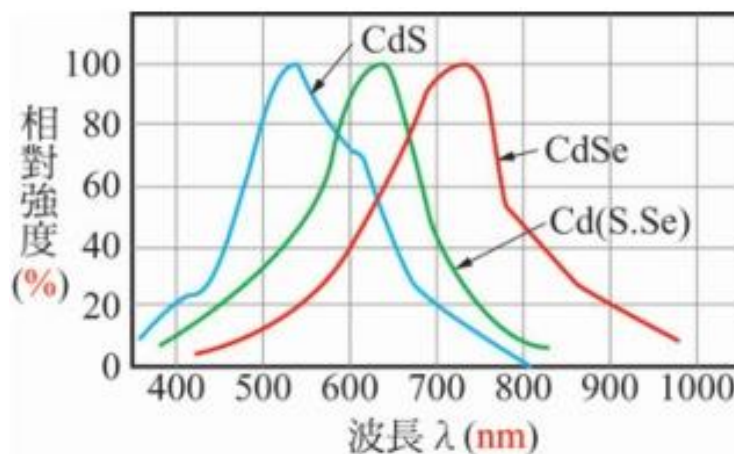


圖 2 同感光材料的光譜

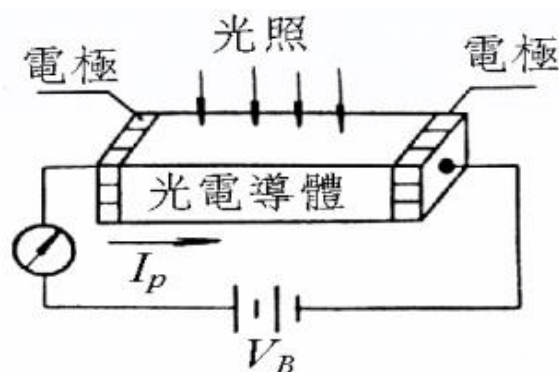
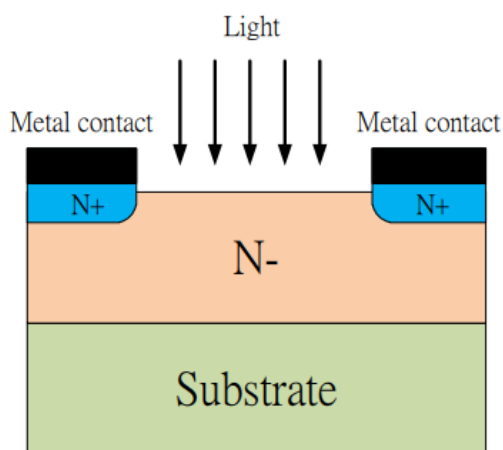
光敏電阻的工作原理

光敏電阻的原理就是光導的性質，當半導體材料吸收的光子後所產生移動的載子，使得電阻值有所改變。

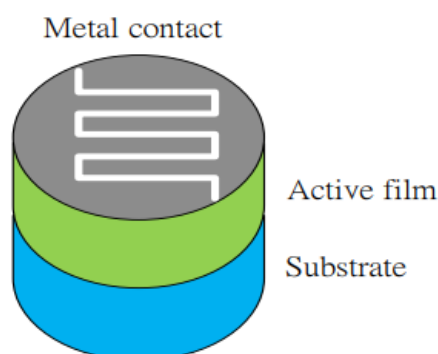
光敏電阻可分做兩種類型一種為本質型光敏電阻(Intrinsic photoresistor)另一種為外質(摻雜)型光敏電阻(Extrinsic photoresistor)：

- 本質型光敏電阻：入射光子能量等於或大於半導體材料的能隙寬度時才能激發出一個電子電洞對，在外加電場作用下形成光電流。
- 外質型光敏電阻：光子的能量只要等於或大於摻雜能階時，就能把電子激發到導電帶而形成導電電子，在外加電場作用下形成電流。
- 外質型光敏電阻通常設計於長波長的光，比如紅外光，因為光的能量不需要太大就能激發出電子電洞對。但為了避免熱產生的影響，因此需要操作在低溫下。

光敏電阻的元件結構為，對光敏感的電阻性材料長在絕緣的基板上，光可以直接打在電阻性材料上，而兩端以金屬接觸做出電極，如下圖所示。



光敏電阻的結構中，材料的電阻是一個重要的因素，為了確保光對電阻變化可以明顯地呈現出來，在金屬接觸的部分要盡量的減小阻抗，才不會影響結果，為了達到這個目標，在金屬接觸的部分以重摻雜來減小這部分的阻抗。在金屬接觸部分，通常會以鋸齒型(Zig Zag)或是交叉指型(interdigital)，這是為了增加受光面積與減小寄生電阻的產生，如下圖所示。



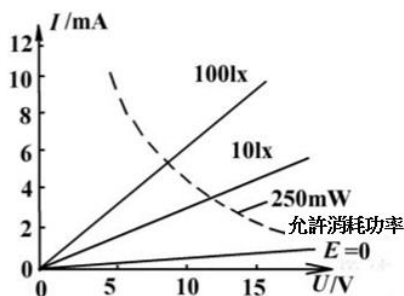
光敏電阻的主要參數:

1. 暗電阻、暗電流：光敏電阻之室溫條件下，全暗(無光照射)後經過一段時間量測的電阻，稱為暗電阻，此時給定電壓下流過的電流就暗電流。
2. 亮電阻、亮電流：光敏電阻知某一光照下的阻值，稱為亮電阻，此時流過的電流稱為亮電流。
3. 最高工作電壓：光敏電阻之額定功率下多允許承受的最大電壓。
4. 時間常數：是指光敏電阻從光照躍變開始上升到穩定亮電流的 63%時所需的時間。
5. 電阻溫度係數：光敏電阻在環境溫度改變 1°C 時，其電阻值的相應變化。
6. 靈敏度：指光敏電阻之有光照射和無光照射的電阻值相對變化。
 - 光敏電阻暗電阻越大，亮電阻越小則性能越好，靈敏度越高。

光敏電阻的特性

伏安特性

在一定照度下，光敏電阻兩端所加的電壓與光電流之間的關係稱為伏安特性。由下圖曲線可知，在給定偏壓下，光照度越大，光電流也越大。在一定光照度下，所加的電壓越大，光電流越大。而且無飽和現象。但是電壓不能無限地增大，因為任何光敏電阻都受額定功率、最高工作電壓和額定電流的限制。



光照特性

光敏電阻的光譜靈敏度與入射光強之間的關係稱為光照特性，有時光敏電阻的輸出電壓或電流與入射光強之間的關係也稱為光照特性，它也是光敏電阻應用設計時選擇參數的重要依據之一。

以下為某種光敏電阻的光照特性，不同類型光敏電阻光照特性不同，但是光照特性曲線均呈非線性，一般在自動控制系統中常作開關式光電信號感測元件。

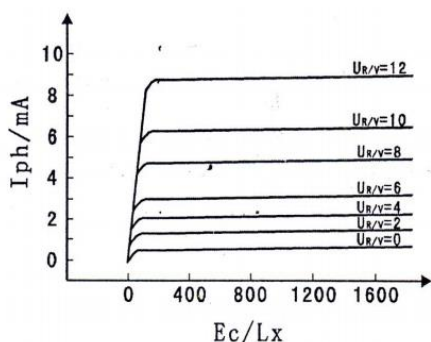


圖 4-1 光敏電阻器的電流—照度曲線

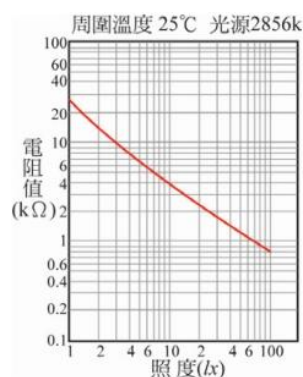


圖 4-2 光敏電阻器的電阻器—照度曲線

亮電流特性

以 CdS 材料為例，如圖 5 所示，可知光敏電阻器的外加電壓是有所限制的，且外加電壓與亮電流乘積，不應超過額定功率損耗，否則 CdS 將燒毀。

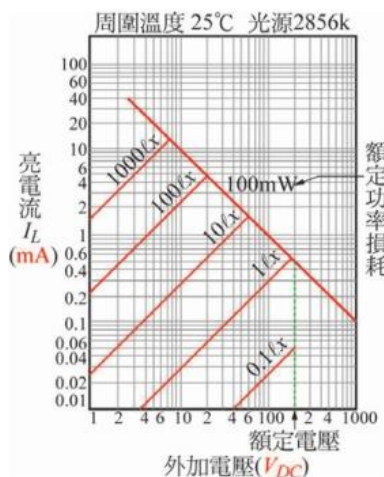


圖 5 Cds 光敏電阻器的電壓—亮電流特性

光敏電阻器的電阻器-溫度特性

以 CdS 材料為例，如圖 6 所示，可知光敏電阻器的電阻器變化量與溫度的變化成比，所以實用上也應留意 CdS 所使用的環境溫度，避免影響到 CdS 對照度的量測準確度。

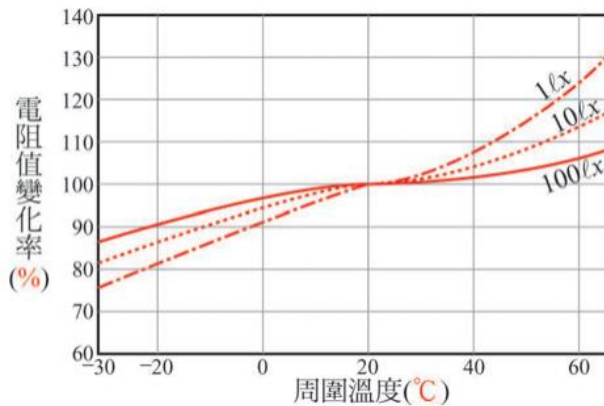
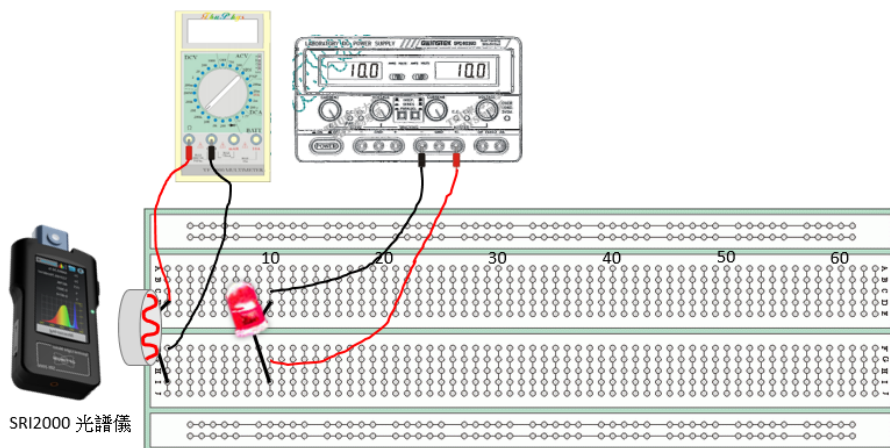


圖 6 光敏電阻器的電阻器—溫度特性

使用光敏電阻器應注意事項

- (1) CdS 為無極性元件。
- (2) CdS 亮電流與照度大小、元件的端電壓大小皆成正比。
- (3) CdS 的亮電流增加時，應注意不能超過元件的容許損失功率。
- (4) CdS 的指數越大，代表 CdS 對照度變化時，電阻器值變化越大。

項目三：光敏電阻的電阻器-照度值



- (1) 取一 10mm or 5mm 光敏電阻和 RGB LED 依照電路(如上圖)在麵包板上接好。
- (2) 光敏電阻必須面向光源。
- (3) RGB LED (使用紅光) 依電路置放在 10 的點置入暗房(請跟助教索取)，使用光譜儀量測照度並同時記錄電阻值，然後依序(10/20/30/40/50/60)記錄在表格裡。
- (4) 改變光源(藍光/綠光)如下表格，並依序記錄。

※實驗全程皆在暗房裡完成。

※請固定 RGB 三色光的初始照度值，利用電源供應器微調，切勿一次調整過大。

顏色	Red 光 (波長:_____nm)		Blue 光 (波長:_____nm)		Green 光 (波長:_____nm)	
量測值 位置	電阻值	照度值	電阻值	照度值	電阻值	照度值
10						
20						
30						
40						
50						
60						

思考點：什麼是照度? 什麼是流明?

備註：RGB 共陰 LED 特性

■ Typical Optical/Electrical Characteristics 光电特性参数

Parameter	unit	Min 最小值	Typ 典型值	Max 最大值
Light output(20mA)	R	700	800	/
	G	700	800	/
	B	300	400	/
Forward Voltage(20mA)	R	1.8	2.1	2.2
	G	3.0	3.2	3.4
	B	3.0	3.2	3.4
Wavelength (20mA)	R	620	622	625
	G	515	517	520
	B	465	467	470