

# 透過近接感測功能提供更智慧型的移動裝置電源管理

光電近接感測器(proximity sensor)領域的進步使智慧型移動裝置設計人員能夠改善電源管理及增添新功能

■作者：Bob Kirk/安森美半導體影像感測器業務部(策略業務拓展)

## 簡介

智慧型移動裝置正在快速地演進，提供範圍日益拓寬之網路及媒體功能，令使用者幾乎可以持續不斷地維持網路連接及娛樂狀態。因此，需要更高成本效益比的電源管理來提供可令使用者接受的電池使用時間。

在不使用時將螢幕背光等電路關閉是一種有效的省電方法。設計人員使用不同技術來保持背光電路盡可能地關閉，同時不干擾使用者，例如在檢測到移動裝置的翻蓋(flip-cover)關閉時或在使用者在一定量的時間內未觸摸螢幕時關閉背光電路。

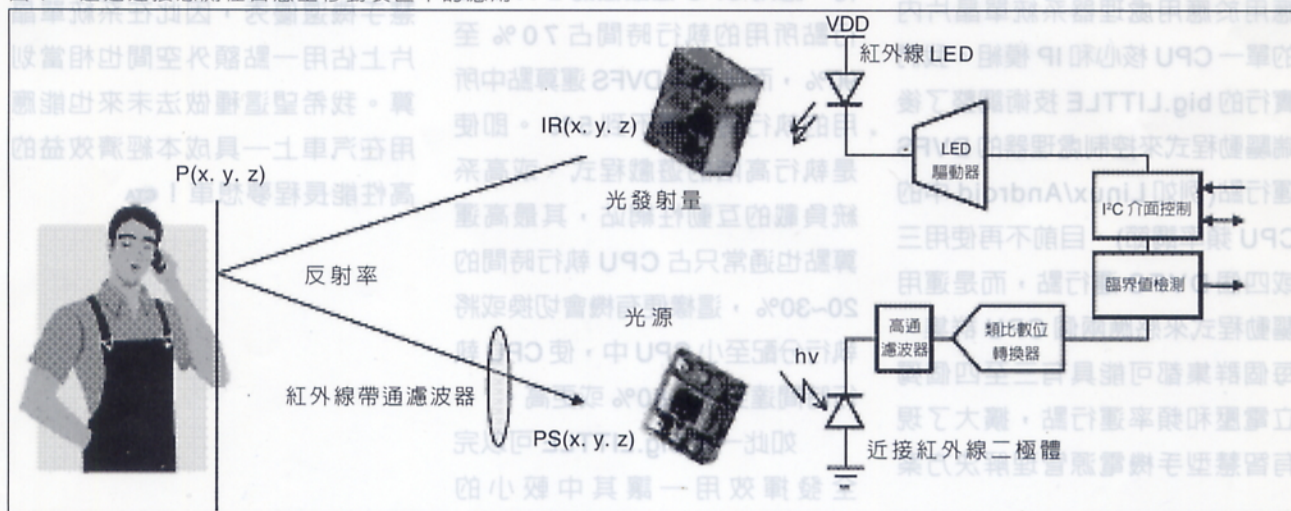
一項新近的進展是檢測出裝置無須使用螢幕背光的時候，如裝置在通話期間置於耳旁時。在要

求螢幕背光的模式中，能透過將背光亮度降低至可接受的最低水平方式來省電。在變暗的環境中，螢幕可以大幅調暗，省電效果顯著。近接感測器可以幫助改善這兩種途徑。

## 近接與電源管理

近接感測器在工業自動化領域已經應用多年。最基本的感測器可以確定是否存在某個生產元件(production unit)從通道(path)或傳送帶(conveyor)的相反方向干擾在感測器上閃耀的光束。更複雜的感測器將光從目標反射回光源附近的光電感測器。此方法可以歸類為遠近檢測器(near-far detector)，因為它可以檢測物體(item)是否接近感測器。

圖 1：遠近近接感測在智慧型移動裝置中的應用。





這樣的遠近感測可以運用在智慧型移動裝置中。最基本形式的遠近感測可以確定翻蓋(flip-lid)或鍵盤架(keyboard tray)是否關閉，亦可用於檢測手機是否置於接近人臉的位置。紅外線(Ir)發光二極體(LED)以僅超出可見光波段的 875 奈米(nm)近紅外(NIR)波長範圍工作，能耗相對較低，適合用於電池供電的裝置。擁有寬廣頻譜回應範圍的矽光電二極體在檢測此波段區域的光發射方面極為有效。

為了有效地使用近接感測器，必須從陽光、白熾燈及螢光燈等光源濾除可見光及紅外光。除了運用光電濾波器，還能以相對高的頻率來提供 LED 脈波，並在光電二極體訊號路徑上運用高通濾波器(HPF)，如圖所示。

接收的訊號被取樣及整合，用於判定距離目標對象是近或是遠。在恰當校準及已知目標(如使用者的頭部或耳朵)的反射率(reflectivity)的條件下，可以計算出距離。反射率依賴於是否存在有礙精確計算距離的珠寶或頭髮等不可預知因素。但是，能夠進行假設來創建遠近感測器，支援在手機接近人耳時關閉螢幕背光，以及在手機移近或遠離人耳時進行自動的揚聲器模式及音量控制。

市場上有幾種類型的近接感測器。類比感測器通常使用一顆外部電阻來設定檢測閾值，並使用另一顆外部電阻來設定 LED 驅動電流。數位感測器通常更加複雜，採用類比數位轉換器(ADC)及數位訊號處理(DSP)來進行訊號濾波，提供藉 I<sup>2</sup>C 介面控制的不同檢測臨界值選擇。數位感測器能夠透過 I<sup>2</sup>C 介面來獲取感測器讀數，並且通常利用一個中斷接腳來提供簡單的遠 / 近輸出訊號。

用於驅動紅外 LED 的功率等級極低，感測器接受到的光量會因距離而大幅削弱。對於要求精確位置檢測的進階應用而言，近接感測器的解析度也變得更加重要。

## 更智慧的調光

矽光電二極體寬廣頻譜的回應使其能夠用於

環境光感測器(ALS)，調節螢幕背光。為了避免誤判讀數，防止在低光照條件調暗，可以使 ALS 最佳化，模仿人眼的適光(photopic)回應，而人眼對位於可見光頻譜中間範圍的波長的回應最為敏捷。可以使用適光性光電濾波器來提供令人滿意的效果。

ALS 元件已經用於智慧型移動裝置，能夠降低整體背光功耗超過 75%。通常情況下，ALS 置於螢幕的黑色玻璃區域下面，衰減入射光(incident light)多達 90%。這就要求擁有 0.1 至 100 勒克司(lux，光照度單位)範圍敏感度及約 0.1 勒克司解析度的低光照度(low-lux)元件。在如此低的光等級，矽片中的熱雜訊源產生的低接收器電流或暗電流(dark current)會導致嚴重的量測誤差。因此，在選擇低光照度 ALS 元件時，暗電流補償是一項關鍵考量因素。

類比 ALS 通常包含光電二極體、轉阻(transimpedance)放大器及暗電流補償電路。輸出為電流源，可能以外部電阻轉換為電壓。某些 ALS 提供多種增益範圍，從而在有交迭的各種光強度範圍內提供最佳的性能。

數位 ALS 整合類比數位轉換器(ADC)，通常以 I<sup>2</sup>C 介面來進行轉換結果通信。大多數數位 ALS 也提供 ADC 的線性二進位輸出，稱為計數(count)，並提供一些方式來調節計數，使其等於光照度。另一種調節方式是在 I<sup>2</sup>C 主處理器中使用乘法運算。

某些 ALS 元件產生對數形式的光強度回應，密切模仿人眼的非線性回應。平方根(square-root)回應也已顯示出其實用性。很多情況下線性至對數或線性至平方根轉換在 I<sup>2</sup>C 主處理器中進行。

ALS 及近接感測器能夠整合，透過共用光學封裝及 I<sup>2</sup>C 連接，提供極有價值的物料單(BOM)縮減及相關成本節省效益。不需要額外接腳。然而，整合 LED 就不怎麼具備優勢了，因為 LED 要求的矽製程的複雜程度要低許多，並且與感測器相比，佔用的裸片面積相當可觀。



### 手勢檢測(Gesture Detection)

圖 1 中的光學系統的照度公式可以表示為下述等式：

$$E_v = \frac{\rho M_v}{(D_{IR} + D_{PS})^2}$$

其中， $\rho$  是對目標的反射率

$M_v$  是紅外線 LED 的亮度

$D_{IR}$  及  $D_{PS}$  是從 LED 到目標以及從目標到近接感測器的距離。

由於目標的反射率因目標的不同而有差異，單憑此等式并不能精確地判定離目標的距離。然而，增加另一條光路徑，就提供兩個等式，可以解算出這兩個等式，揭示出距離及反射率。

圖 2：採用 4 條光路徑來量測距離。

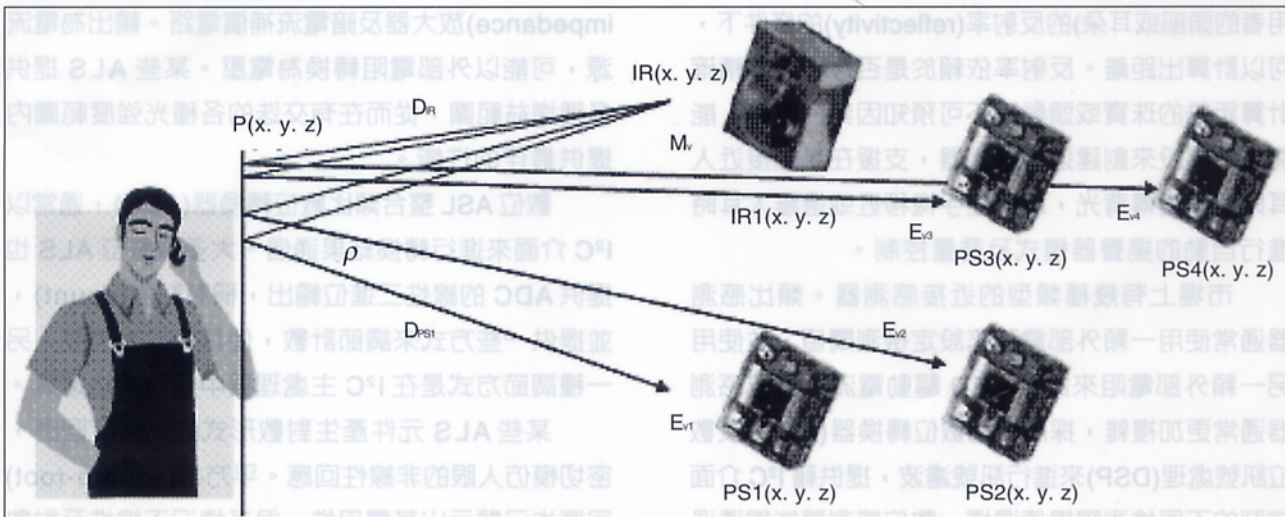


圖 2 顯示了如何使用 4 條光路徑來確定目標在 x、y 及 z 軸的位置。這樣的解決辦法使光電近接感測器能夠支援像簡單的手勢檢測等功能，而不需要使用者接觸玻璃。使用三角測量法，就能夠確定使用者的手指是從左移向右或是從下移向上，產生拖曳(pan)手勢。類似的是，也能夠藉手指移向接近螢幕或是遠離螢幕來提供縮放(zooming)功能。包括三度空間(3D)手勢等其它手勢模式也可以實現。

### 結論

整合型環境光及近接感測器等新世代光電感測器可以幫助改善電源管理，顯著降低功耗及延長電池使用時間。近接感測技術的進步也為新穎的免接觸式 3D 手勢檢測開啓了機會之門。CTA