

# PIR 感測器

## 1. 概述

近年因為溫室效應造成全球氣候異常，各產品就以能符合節能及綠能為設計目標，為達此目標，許多的電子電器產品就不能隨時的運作，只有在人接近或經過時才需要啟動相關功能，因此就需要一個感測器能偵測人體的紅外線，而熱釋電 Pyro-electric Infrared Detector(簡稱 PIR) 感測器就是最佳的解決方案，因為 PIR 感測器外殼有一片多層鍍膜可以阻絕大部分紅外線，只讓溫度接近 36.5 °C 的波長的紅外線通過，所以很適合用來做為人體紅外線的移動偵測；本文主要介紹基於矽統科技 HY10P 系列單片機的 PIR 感測器的應用。

## 2. 熱釋電感測器原理

當一些晶體受熱時，在晶體兩端會產生數量相等而符號相反的電荷，這種由熱變化產生的電極化現象，稱為熱釋電效應。通常，晶體自發極化所產生的束縛電荷被來自空氣中附著在晶體表面的自由電子所中和，所以自發極化電矩不能表現出來。當溫度變化時，晶體結構中的正負電荷重心相對移位，自發極化發生變化，晶體表面就會產生電荷耗盡，電荷耗盡的狀況正比於極化程度，圖 1 表示了熱釋電效應形成的原理。能產生熱釋電效應的晶體稱之為熱釋電體或熱釋電元件，其常用的材料有單晶（LiTaO3 等）、壓電陶瓷（PZT 等）及高分子薄膜（PVFZ 等）。

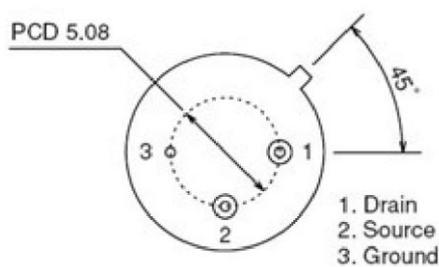


圖 1

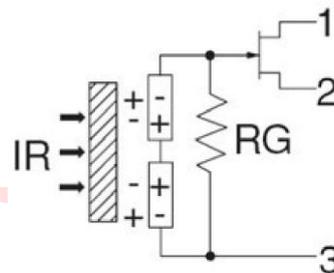


圖 2



圖 3

熱釋電感測器是利用熱釋電效應，是一種溫度感測器。它由陶瓷氧化物或壓電晶體元件組成，元件兩個表面做成電極，當感測器監測範圍內溫度有  $\Delta T$  的變化時，熱釋電效應會在兩個電極上會產生電荷  $\Delta Q$ ，兩電極之間產生微弱電壓  $\Delta V$ 。由於它的輸出阻抗極高，所以感測器中有一個場效應管進行阻抗變換。熱釋電效應所產生的電荷  $\Delta Q$  會跟空氣中的離子所結合而消失，當環境溫度穩定不變時， $\Delta T=0$ ，感測器無輸出。當人體進入檢測區時，因人體溫度與環境溫度有差別，產生  $\Delta T$ ，則有信號輸出；若人體進入檢測區後不動，則溫度沒有變化，感測器也沒有輸出，所以這種感測器能檢測人體或者動物的活動。熱釋電紅外感測器的結構及內部電路見圖 2 所示。感測器主要有外殼、濾光片、熱釋電元件 PZT、場效應管 FET 等組成。其中，濾光片設置

在視窗處，組成紅外線通過的視窗。濾光片為 6mm 多層膜干涉濾光片，對太陽光和螢光燈光的短波長（約 5mm 以下）可很好濾除。熱釋電元件 PZT 將波長在 8mm ~ 12mm 之間的紅外信號的微弱變化轉變為電信號，為了只對人體的紅外輻射敏感，在它的輻射照面通常覆蓋有特殊的菲涅耳濾光片，

使環境的干擾受到明顯的抑制作用。菲涅耳透鏡（圖 3）根據菲涅耳原理製成，把紅外光線分成可見區和盲區，同時又有聚焦的作用，使熱釋電人體紅外感測器（PIR）靈敏度大大增加。菲涅耳透鏡折射式和反射式兩種形式，其作用一是聚焦作用，將熱釋的紅外信號折射（反射）在 PIR 上；二是將檢測區內分為若干個明區和暗區，使進入檢測區的移動物體能以溫度變化的形式在 PIR 上產生變化熱釋紅外信號，這樣 PIR 就能產生變化電信號。如果我們在熱電元件接上適當的電阻，當元件受熱時，電阻上就有電流流過，在兩端得到電壓信號。

### 3. 系統結構和測量說明

矽統科技 HY10P 系列集成高精度  $\Sigma$ - $\Delta$  ADC 單片機, ADC OUTPUT RATE 可以達到 1KHZ, 可快速測量到瞬間變化信號; 傳統的測量方式都是採樣兩級 OP 放大的方式作比較來監測感測器的變化; 本系統是採用 ADC 直接讀取信號的變化, 根據信號的變化來判斷是否有熱源通過還是外接溫度變化引起的信號變化; 作為自動感應燈應用的光敏電阻, 傳統的 CDS 光敏電阻因為環保問題已經逐步被棄用, 現在絕大多是採用光敏三極管, 由於三級管特性為非線性元件, 傳統的 OP 放大或者 I/O 監測的方式無法準確的應用, 因此需要 ADC 對光敏三級的信號做測量; 因此 ADC 測量的應用方案勢必取代傳統的 OP 放大比較器比較的應用方案;

應用電路:

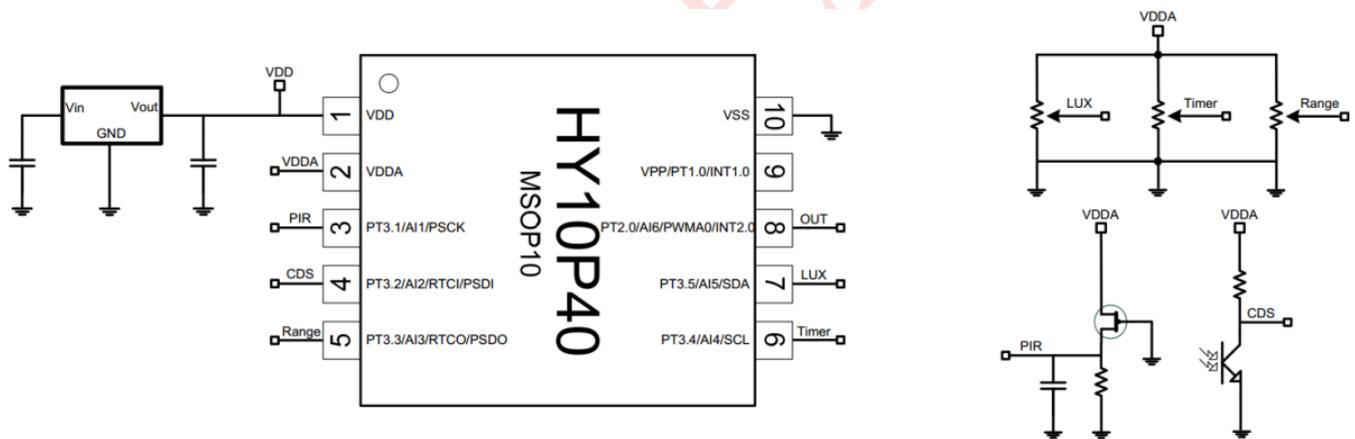


圖 4 HY10P40 PIR 應用電路

ADC 量測波形:

ADC 設置為採樣頻率 250K, 輸出頻率為 1K;



圖 5 ADC output 為 1KHZ · 凸波為有熱源經過時的信號

## 4. 應用架構

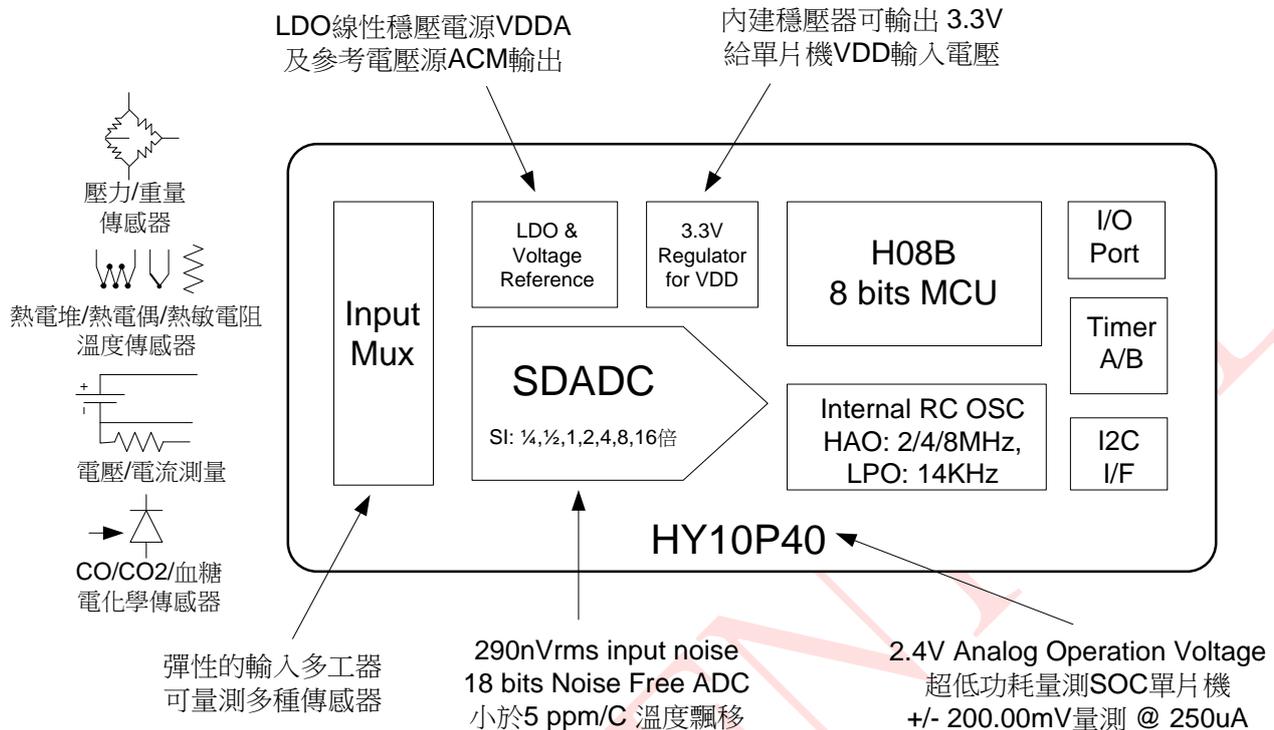


圖 6

而矽統科技所推出的 HY10P 系列 8 位元高性能 OTP 單片機，如圖 6。不但具有高解析度超取樣和差型類比數位轉換器(Over Sampling Sigma Delta Analog-to-Digital Converter)，還能大幅簡化方案之周邊電路，堪稱是高性能規格與高整合度的單片機：

- ◆ 內建 V<sub>REGIN</sub> 穩壓器(Regulator)，輸入電壓範圍可達 4V~24V，而輸出 3.3V 可直接供給 VDD 端當單片機的工作電壓源，如此在應用上可以節省一顆穩壓器。
- ◆ 2.2V to 3.6V 的 VDD 單片機工作電壓範圍，適合電池式產品使用，-40°C~85°C 工作溫度範圍更符合工業規格需求。
- ◆ 8-Bit RISC-like 微控制器，具有 46 條高性能指令集 H08B；晶片有 2K Word OTP (One Time Programmable) Type 程式記憶體，128 Byte 資料記憶體，足夠供演算法需求。
- ◆ 內建高精度可校正 RC 振盪器，可以節省外接振盪器的零件需求。

- ◆ 晶片具有彈性多種工作時脈切換選擇主頻率網路，可讓使用者達到最佳省電規劃，而 CPU 也支援待機模式及睡眠模式的指令驅動功能，更可以有效進行功率管理，使得非量測中模式更達省電效益。即使連續測量模式下，晶片功耗僅 2.25mW，進入深層睡眠模式也只有 2uW 的耗電，更適合節能省電的需求。
- ◆ 多重防當機功能，對於電源系統有啟動重置晶片功能，使得微控制器正常工作，並有硬體堆疊滿重置與看門狗重置功能，降低因外部干擾所產生晶片當機現象。
- ◆ 內建高解析度全差動輸入  $\Sigma\Delta$ ADC 類比數位轉換器：  
晶片主要核心為內建高解析度類比數位轉換器，該核心使得整合應用系統達到晶片化 (System on chip, SOC) 的目的。在輸入的類比訊號不放大的設定下，ADC 的性能可以高達 ENOB 有 20bits 的超高解析能力。其 ADC 內建可程式增益放大器功能，間接可省去傳統外接前置儀表放大器的功能，其內建放大倍率最大高達 16 倍率，等效可以解析 RMS Noise 約有 290nV 的小訊號分析能力。而在 ADC 取樣頻率為 250KHZ 設定下，更可以完整取樣訊號資料，不僅 ADC 的超取樣架構提高了整個訊號的解析，可程式數位超取樣的選擇，也使得 ADC 解碼輸出率可設定成從 8HZ 到 2KHZ 的訊號輸出速度，足以滿足許多應用取樣頻寬，其後端的二階疏狀濾波器搭配超取樣架構也扮演了低通濾波的功能。
- ◆ 多樣化的數位功能支援，達到完整的數位控制方案：  
豐富的多功能數位周邊，可以在有更多的應用想像空間，包含有 8-bit Timer A、16-bit Timer B 模組及內建支援數位訊號比較模組、擷取模組、脈衝寬度調變(Pulse-width modulation, PWM) 模組及頻率調變(Pulse-frequency divider, PFD) 功能等；其內建的 I2C 串列通訊模組，適合作為與其他 HOST 溝通的橋樑。

## 5. 結論

採用 HY10P 系列的 PIR 量測方案具有電路簡單；測量靈活多變，可實現不同的量測環境下的參數更改。

## 6. 參考文獻

[1] HY10P40 產品規格書.

[2] HY10P40 產品使用說明書.

CONFIDENTIAL