



HY17M28

紅外線感測器應用說明書

**Infrared Thermopile
Measurement Application Note**

Table of Contents

1. 簡介	4
2. 原理說明	5
2.1. 紅外線波長介紹	5
2.2. 物體輻射	5
2.3. 量測光點與視窗	8
2.4. 感測器簡介	8
2.5. 控制晶片	10
3. 設計規劃	13
3.1. 硬體電路	13
3.2. 電路說明	14
3.3. 軟體說明	17
3.4. HY17M28 紅外測溫演示板介紹	23
4. 技術規格	27
5. 演示板相關檔案	29
6. 參考文獻	30
7. 修訂記錄	31

注意：

- 1、本說明書中的內容，隨著產品的改進，有可能不經過預告而更改。請客戶及時到本公司網站下載更新 <http://www.hycontek.com>。
- 2、本規格書中的圖形、應用電路等，因第三方工業所有權引發的問題，本公司不承擔其責任。
- 3、本產品在單獨應用的情況下，本公司保證它的性能、典型應用和功能符合說明書中的條件。當使用在客戶的產品或設備中，以上條件我們不作保證，建議客戶做充分的評估和測試。
- 4、請注意輸入電壓、輸出電壓、負載電流的使用條件，使 IC 內的功耗不超過封裝的容許功耗。對於客戶在超出說明書中規定額定值使用產品，即使是瞬間的使用，由此所造成的損失，本公司不承擔任何責任。
- 5、本產品雖內置防靜電保護電路，但請不要施加超過保護電路性能的過大靜電。
- 6、本規格書中的產品，未經書面許可，不可使用在要求高可靠性的電路中。例如健康醫療器械、防災器械、車輛器械、車載器械及航空器械等對人體產生影響的器械或裝置，不得作為其部件使用。
- 7、本公司一直致力於提高產品的品質和可靠度，但所有的半導體產品都有一定的失效概率，這些失效概率可能會導致一些人身事故、火災事故等。當設計產品時，請充分留意冗餘設計並採用安全指標，這樣可以避免事故的發生。
- 8、本規格書中內容，未經本公司許可，嚴禁用於其他目的之轉載或複製。

1. 簡介

常見的紅外線感測器應用可分為醫療、工業、消費性用途，如耳溫槍、額溫槍、工業用溫度儀、紅外線溫度計...等。在耳溫槍應用中，需注意紅外線感測器進入耳中的升溫效應、導波管與感測器的連接方式...等。在紅外線溫度計應用中，需注意待測物距離、透鏡的聚焦距離...等，本文僅說明如何使用紘康科技 HY17M28 晶片，以量測感測器轉成的電訊號，尤其需要注意範例程式 demo code 僅供應用時設計參考，不能直接作為實際生產用程式。

2. 原理說明

2.1. 紅外線波長介紹

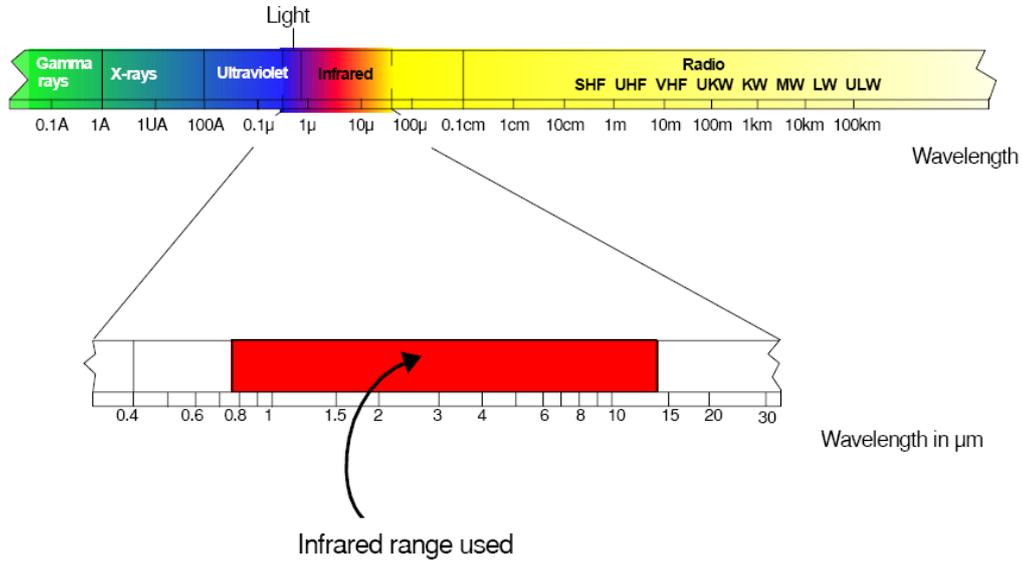


圖 1 波長頻譜圖 · 紅外線常用的量測波長範圍：700nm~14000nm

依紅外線的波長範圍和紅外線輻射源可區分

近紅外線(Near Infra-red, NIR) ; 700~2,000nm

中紅外線(Middle Infra-red, MIR) ; 3,000~5,000nm

遠紅外線(Far Infra-red, FIR) ; 8,000~14,000nm

2.2. 物體輻射

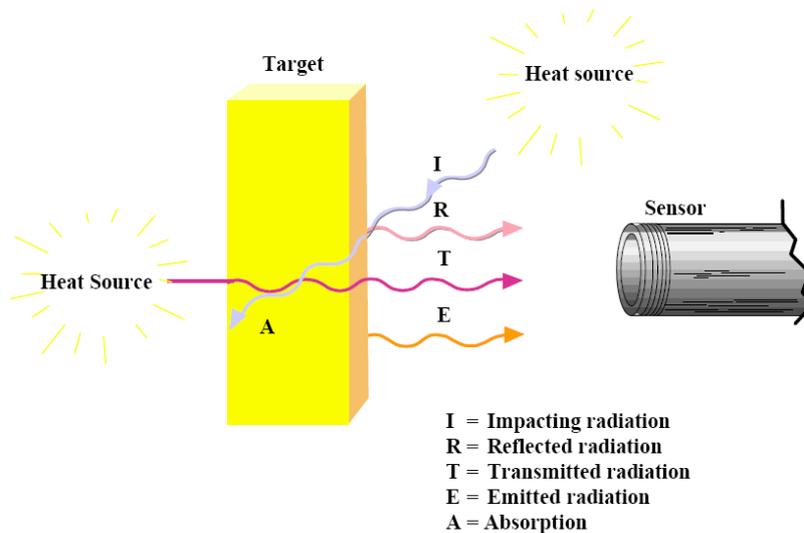


圖 2 物體輻射與感測器接受輻射的關係

感測器除了偵測到物體本身的輻射外，還會偵測到反射的輻射和讓輻射穿透，彼此間的輻射關係可用 $A+R+T=1$ 表示。

2.2.1 黑體與非黑體散射

以公式而言，固體 $T=0$

$$A + R = 1$$

$$\Rightarrow A = 1 - R$$

$$\Rightarrow E = 1 - R$$

黑體： $R=0$

非黑體： $R \neq 0$ ， $R=0.1$ 或 $0.2\dots$

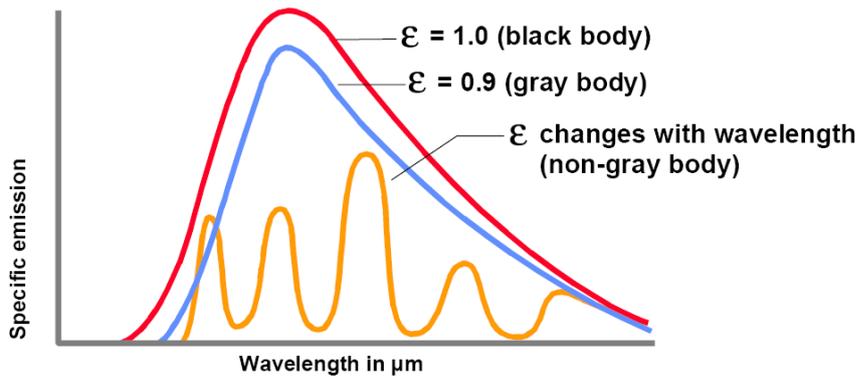


圖 3 黑體與灰體的波長與散射關係

2.2.2 金屬

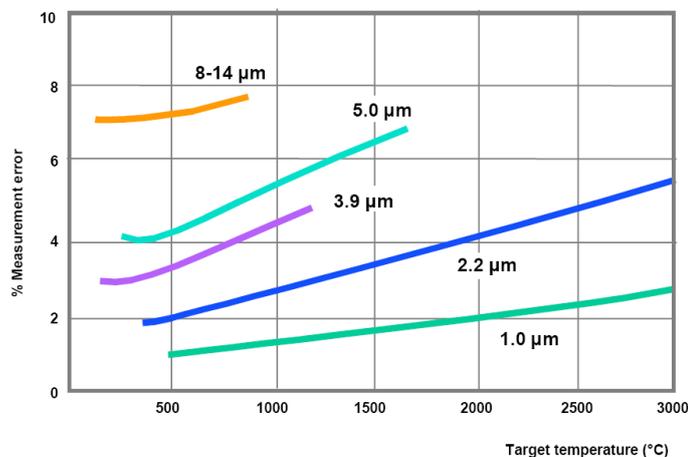


圖 4 金屬吸收波長在不同溫度下的量測誤差

由於金屬物質常反射，所以不容易散射，以特定的波長、溫度量測金屬物質，會造成金屬物質的高散射可能性，因此以特定波長、溫度會提高對金屬物質的量測準確性，金屬的散射與波長、溫度具有相當密切的關係。

2.2.3 塑膠

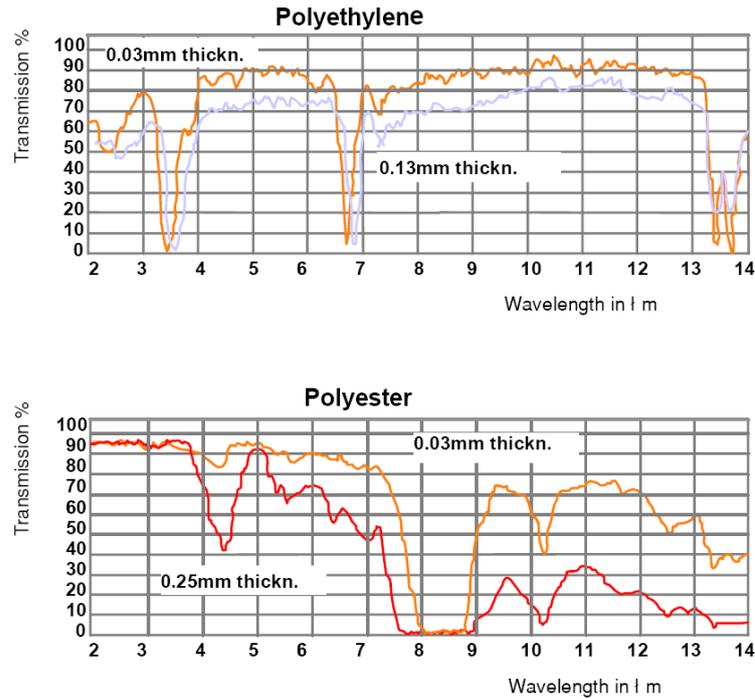


圖 5 不同厚度塑膠物質(聚丙烯、聚酯) 的波長與傳導比例的關係圖

特定厚度的塑膠物質，其傳導與波長有著相對的關係，量測塑膠物質的輻射，必須知道為何種物質與厚度，然後選擇相對應的波長光源，作為量測的來源。

2.2.4 玻璃

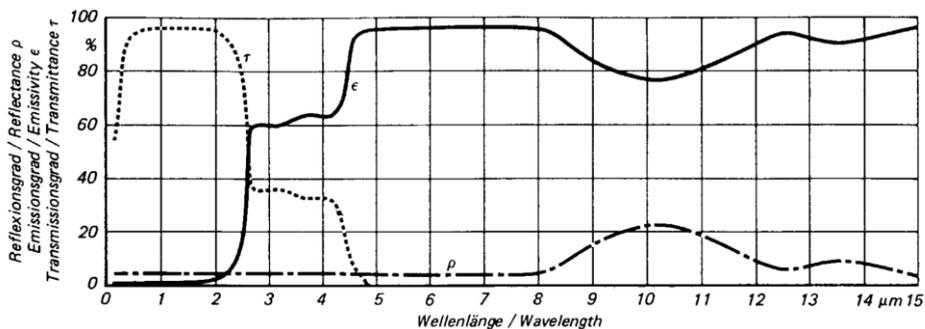


圖 6 在不同波長下，玻璃的反射、散射、傳導百分比的關係

量測玻璃的溫度時，反射係數與傳導為兩個重要的因素，選擇不同波長的光源，會直接影響量測的位置，例如：表面溫度(波長 $5\ \mu\text{m}$)或在某個厚度下的溫度(波長為 $1.0\text{-}2.2\text{-}3.9\ \mu\text{m}$)，量測玻璃的多種方法中，最重要的關鍵為”低反應時間”。

2.3. 量測光點與視窗

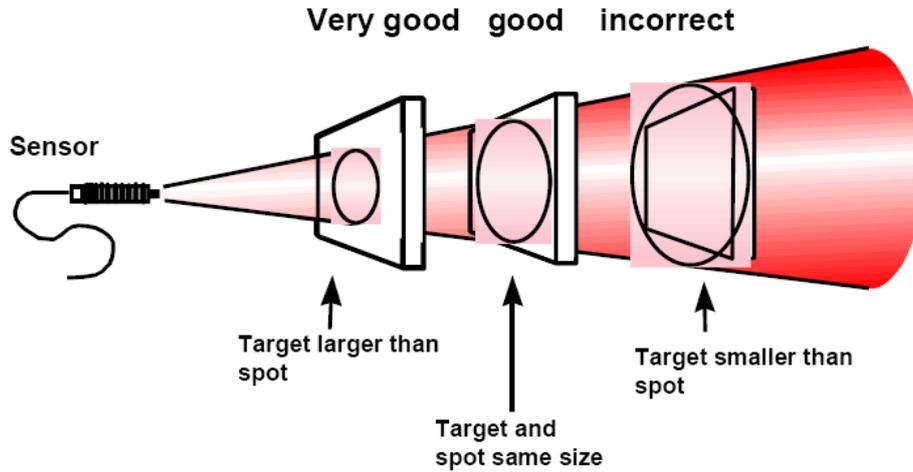


圖 7 目標物必須完全包含著光點，否則量測數據會錯誤

在光學系統中，量測目標物的能量唯一關鍵因素，因此目標物必須完全包含著光點，能量與量測的距離、光點面積大小存在著一定的關係，距離越遠偵測器接受到的能量越小，光點面積越大。

2.4. 感測器簡介

紅外線傳感器(IR sensor)簡介

由兩個介面元件組成，分別為 Thermopile(簡稱 TP)及 Thermistor(簡稱 TS)，兩者封裝如圖 8。



圖 8 PAF9616 紅外線溫度傳感器

Thermopile :

輸出小電壓，其電壓值由目標物溫度及 Thermopile 所在環境溫度決定((圖 9))。建議解析度 0.01°C 的精準度。使用於環溫 25°C 校正時絕對誤差在 ±0.03°C 內。其為半導體材料製作而成的感測器，故容易受溫度而影響其測量數值。良好的 IR Sensor 其 Thermopile 的數學模式如下

$$\begin{aligned} V_{out} &= K \times [(T_t + 273.13)^4 - (T_a + 273.13)^4] \\ &= K \times f(T_t, T_a) \quad \dots\dots\dots \text{公式(1)} \\ &= K \times [f(T_t, T_{ref}) - f(T_a, T_{ref})] \end{aligned}$$

Vout : Thermopile 輸出電壓

K : Sensitivity of Thermopile

Tt : Target Temperature (°C)

Ta : Ambient Temperature (°C)

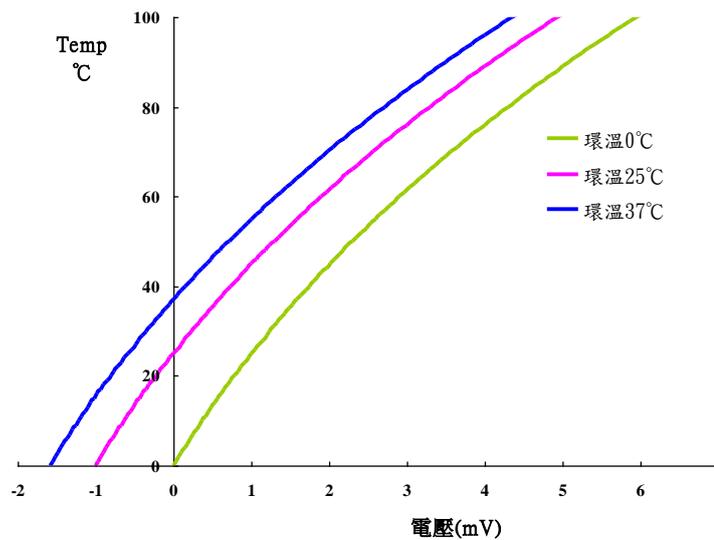


圖 9 Thermopile 電壓與溫度曲線

Good Thermopile 會有以下兩個特性

Tt=Ta 時, Vout=0

K 為常數, 不隨環境溫度而改變

Thermistor :

隨其所在之溫度改變而有電阻變化(圖 10)，用來監視 IR sensor 內部溫度。在此亦稱之為量測時的環境溫度。建議測量誤差及重複性 < 0.05°C。

Thermistor 的數學模式如下：

$$R_{th}(T) = R_{25} \times e^{\{B \times [(\frac{1}{T+273.13}) - (\frac{1}{25+273.13})]\}} \dots\dots\dots \text{公式(2)}$$

R_{th}(T) : Thermistor 變化電阻值

B : Sensitivity of Thermistor

R₂₅ : 25°C 電阻值

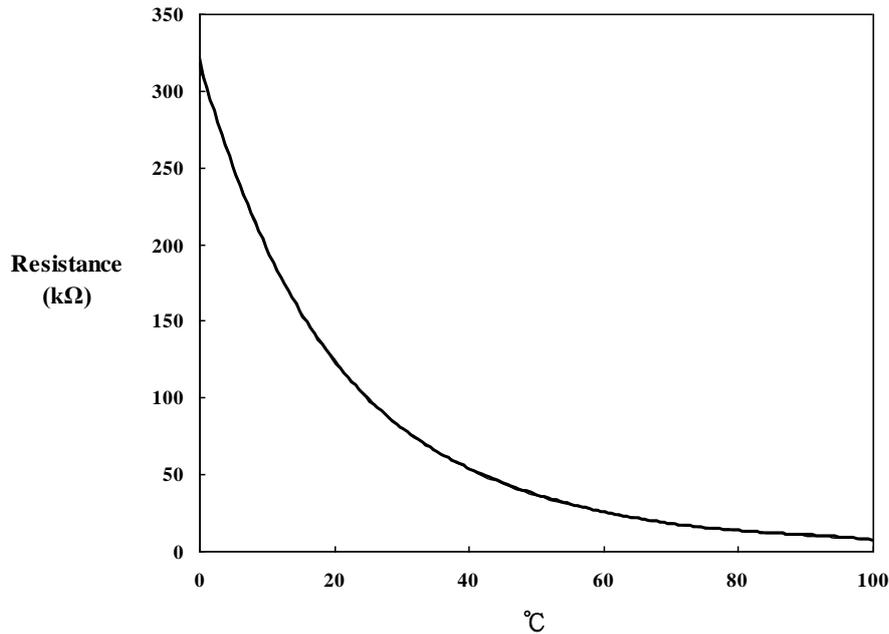


圖 10 Thermistor 電阻與溫度曲線

2.5. 控制晶片

利用紅外線傳感器(IR sensor)做為溫度訊號的擷取來源，轉換為電阻與微小電壓訊號輸出，再經由絨康科技的 8-bit MTP type 單片機”HY17M28 ”量測訊號、運算、數位輸出顯示，如圖 11，以最少的元件達成非接觸式紅外線溫度量測方案。

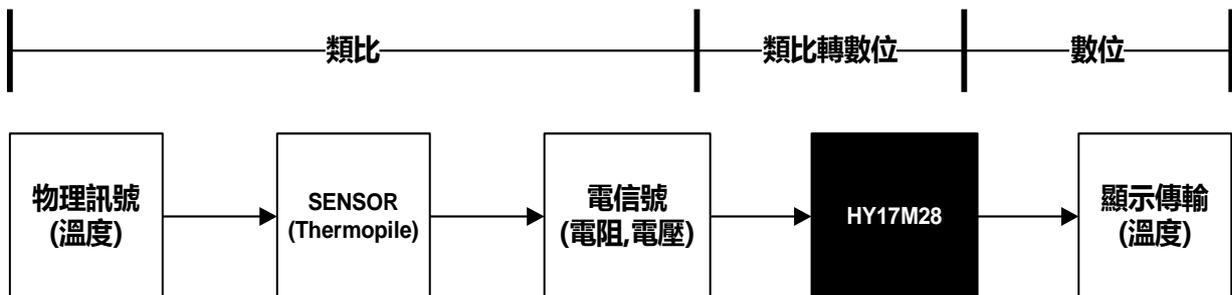


圖 11 類比與數位訊號轉換

單片機簡介

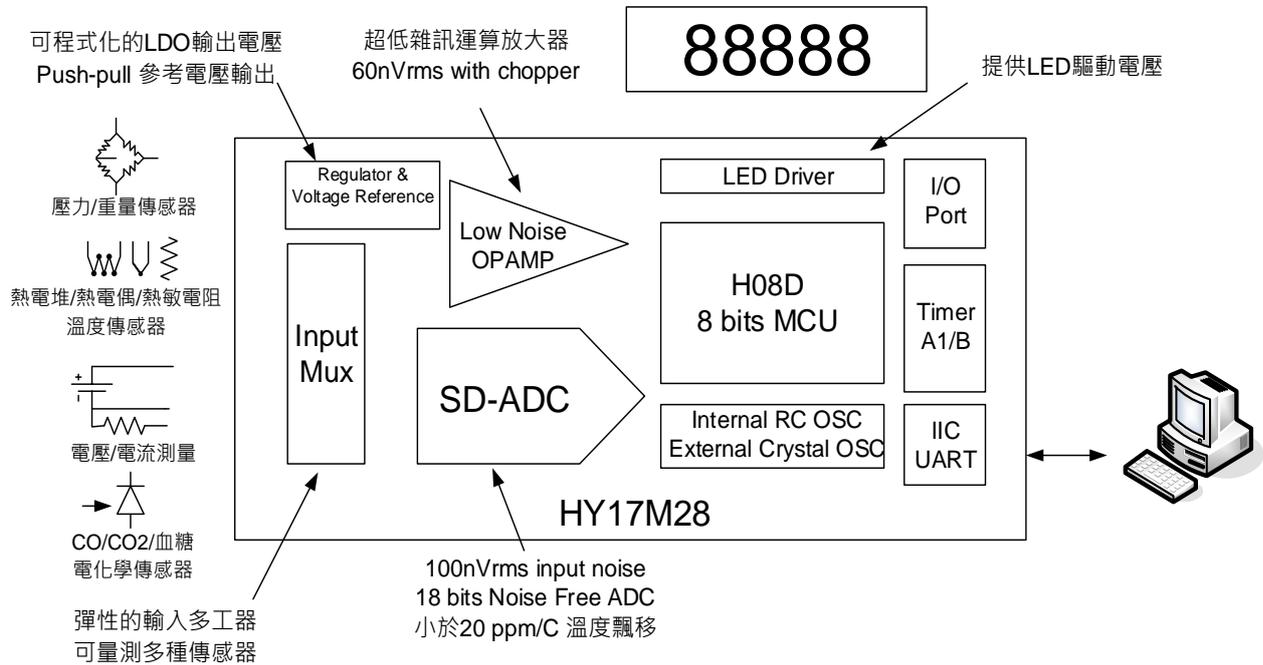


圖 12 HY17M28 系列 8 位元元高性能 MTP 單片機

- 8 位元元加強型精簡指令集，共有 71 個指令包含硬體乘法指令及查表指令，H08D 內核支援 C 語言程式設計。
- 1.9V to 5.5V 工作電壓範圍，-40°C~85°C 工作溫度範圍。
- 外部石英震盪器及內部高精度 RC 震盪器，6 種 CPU 工作時脈切換選擇，可讓使用者達到最佳省電規劃
 - ◆ 運行模式 785uA@4.147MHz
 - ◆ 待機模式 0.5uA@14.5KHz
 - ◆ 休眠模式 0.1uA
- 8KWord MTP 程式記憶體，512Byte SRAM 資料記憶體，32Bytes OR 64Bytes EEPROM 資料存儲區。
- Brownout and Watch dog Timer，可防止 CPU 進入死機模式
- 18-bit 全差動輸入 $\Sigma\Delta$ ADC 類比數位轉換器
 - ◆ 內置 有 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 倍 6 種輸入訊號放大倍率選擇
 - ◆ 內置輸入零點調整，可針對不同應用增加其量測範圍

- ◆ 內置高阻抗輸入緩衝器(32 以上輸入倍率不適用)
- ◆ 內置絕對溫度感測器
- 超低輸入雜訊(<1uVpp)運算放大器 LNPGA 可提供高輸出阻抗小訊號的放大及小電流的電壓轉換
- REFO 低溫飄係數參考電壓源輸出，具有 Push-Pull 驅動能力，可提供傳感器驅動電壓
- 10mA 低壓差穩壓電源輸出 VDDA，可有 2.4v~5.0v 共 8 種不同輸出電壓選擇
- 8x7 LED 驅動器
 - ◆ 支援 2~15mA 定電流驅動
 - ◆ Sink Current 80mA
- 8-bit Timer A1
- 16-bit Timer B 模組具 PWM 功能
- 串列通訊 UART 模組及 IIC 模組
介紹、特色、功能....

3. 設計規劃

3.1. 硬體電路

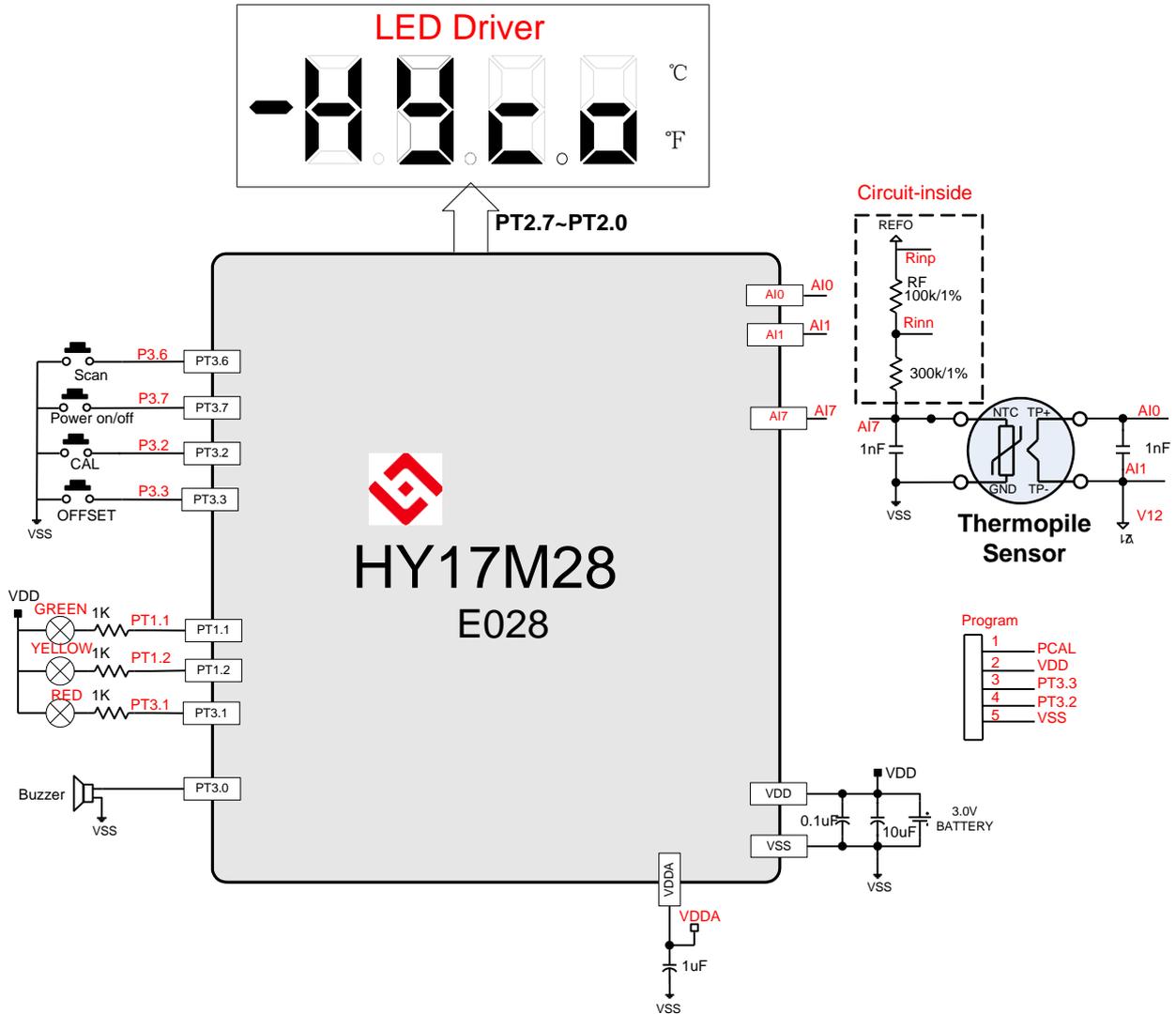


圖 13 紅外線溫度量測應用線路

主要元件介紹：

MCU：HY17M28-E028，功能為量測電訊號、控制、運算、顯示

BIEE：內部 EEPROM，功能為儲存校正參數

Sensor：PAF9616 TO-46，功能為溫度與電訊號轉換

3.2. 電路說明

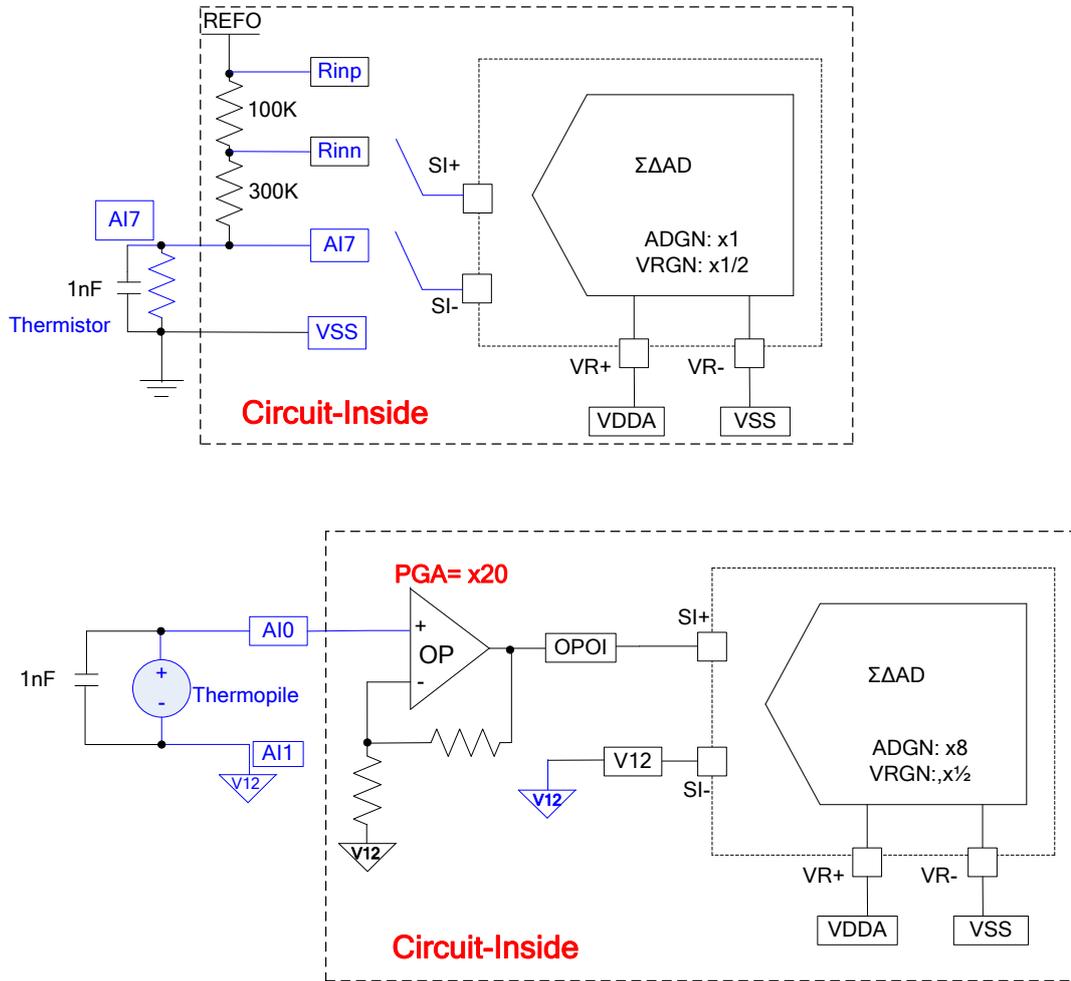


圖 14 HY17M28 紅外線溫度量測網路設定

因為 Thermopile 測量需要扣除 offset 的問題，需在測量過程使用軟體 Chopper 功能。Thermistor 隨著溫度變化會有不同電阻輸出，Thermopile 隨著目標物的熱輻射會改變小電壓的輸出，本文將使用紘康 HY17M28 量測訊號，可分為兩部分，一為電阻量測，另一為小電壓量測。

03BH	AD1CN0	ENAD1	FILTERN1	FILTERN0	OSR[3]	OSR[2]	OSR[1]	OSR[0]	CMFR
03CH	AD1CN1	ENBRCH	REFO1	VRGN	REFOS1	REFOS0	ADGN[2]	ADGN[1]	ADGN[0]
03DH	AD1CN2	ADSIPB	ADSINB	CHFLAG	SELVIN	DCSET[3]	DCSET[2]	DCSET[1]	DCSET[0]
03EH	AD1CN3	INP[3]	INP[2]	INP[1]	INP[0]	INN[3]	INN[2]	INN[1]	INN[0]
03FH	AD1CN4	VRH[1]	VRH[0]	VRL[1]	VRL[0]	INX[1]	INX[0]	VRIS	INIS
040H	AD1CN5	ENVCM	V12SEL	VCMS	LDOOPL	ENREFO	TPSCP	ENTPS	TPSCH
042H	LNAMP0	INP[4]	INN[4]	-	TR2CHOP	TR1CHOP	VRPOS	-	-
043H	LNAMP1	ENPGA	-	INPS[1]	INPS[0]	PGAG[1]	PGAG[0]	PGACH[1]	PGACH[0]
02EH	PWRCN	ENBGR	LDOC[2]	LDOC[1]	LDOC[0]	LDOM[1]	LDOM[0]	ENLDO	CSFON
06CH	MCCN1		VRSEL						
041H	LVDCN	DAFM	ENCH	-	-	-	-	-	-

表 1 HY17M28 紅外線溫度量測網路暫存器設定

測量網路共切換 6 次

- I) RF_Positive: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=
[84H, 2AH, C0H, 77H, 00H · 98H · 04H]
測量 Rref(100K)參考電阻訊號(Rinp-Rinn)的 ADC 值 RF_A;
- II) RF_Negative: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=
[84H, 2AH, C0H, 16H, 00H · 98H · 04H]
測量 Rref(100K)參考電阻訊號 (Rinn-Rinp) 的 ADC 值 RF_B · 且(RF_A - RF_B)/2
並扣除 offset 。
- III) RS_Positive: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=
[84H, 2AH, 80H, 5FH, 00H · 98H · 04H]
測量 Thermistor 訊號(AI7- VSS)的 ADC 值 RS_A ;
- IV) RS_Negative: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=
[84H, 2AH, 40H, 5FH, 0CH · 98H · 04H]
測量 Thermistor 訊號(VSS-AI7)的 ADC 值 RS_B,且(RS_A – RS_B)/2 並扣除 offset 。
- V) TP: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0, LNAMP1]=
[84H, 2DH, 00H, A8H, 00H · D8H · 04H · 84H]
測量 Thermopile 訊號(AI0-AI1,AI1=V12)的 ADC 值 TP_A ;
- VI) TPZ: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0, LNAMP1]=
[84H, 2DH, 00H, A8H, 00H · D8H · 0CH · 84H]
測量 Thermopile offset 訊號(AI0 - AI1,AI0=AI1=V12)的 ADC 值 TP_B · 且(TP_A –

TP_B)/2 並扣除 offset

電阻量測：

此量測電阻共切換 2 次網路開關，在每次切換網路開關後，硬體上設置 CMFR=1 後自動丟棄兩筆資料，且 ADC 硬體自動 chopper 功能會扣除 Offset；儲存四筆資料再取平均作為一筆資料的輸出。此量測方式為交替式電阻量測，第一次量測參考電阻 RF_count(RF)，第二次量測 thermistor 電阻 RS_count(RS)。

$$\frac{RF_count}{RS_count} = \frac{100k}{R} \dots \text{公式(3)}$$

將量測的 RF_count 與 RS_count 代入公式(3)，即可求出 R，再以 R 查表換算為溫度。

小電壓量測：

此量測電阻共切換二次網路開關，在每次切換網路開關後，硬體上設置 CMFR=1 後自動丟棄兩筆資料，並儲存四筆資料再取平均作為一筆資料的輸出。TPZ 網路開關目的為量測整個系統接地後的 ADC count，TP 網路為量測訊號(包含系統接地訊號)，TP_count (TPA-TPB/2)，V_R 為校正的電壓值，V_R 電壓設定為 [目標溫度相對應的電壓] – [環境溫度相對應的電壓]。

$$\text{Gain} = \frac{V_R}{TP_count} \dots \text{公式(4)}$$

將 TP_count × Gain=小電壓輸出，再去查表，並換算為溫度。

3.3. 軟體說明

3.3.1. 程式流程

此程式使用 PAF9616 紅外線 Sensor 的建立 Table，可使用 Sensor 校正後測量。

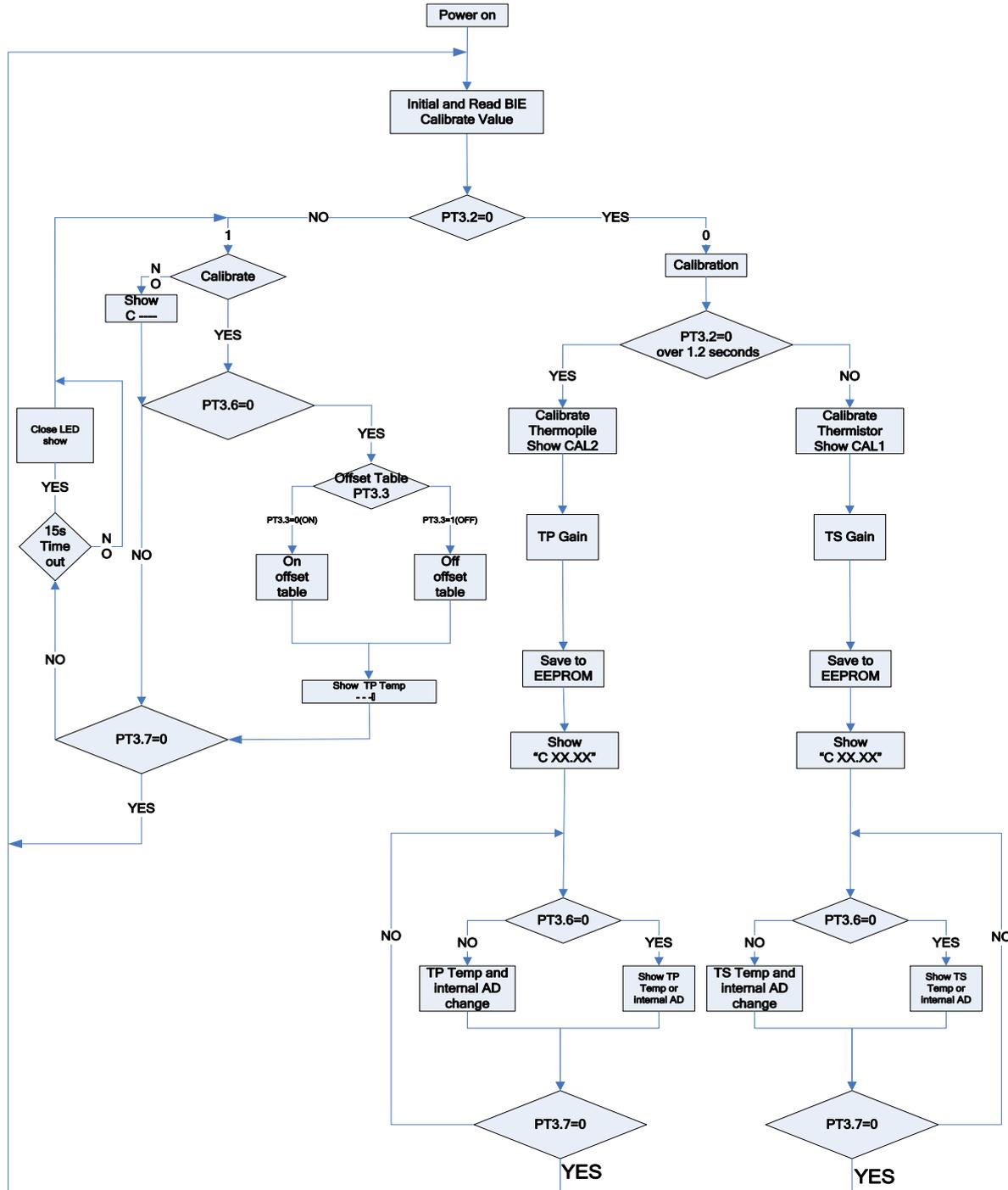
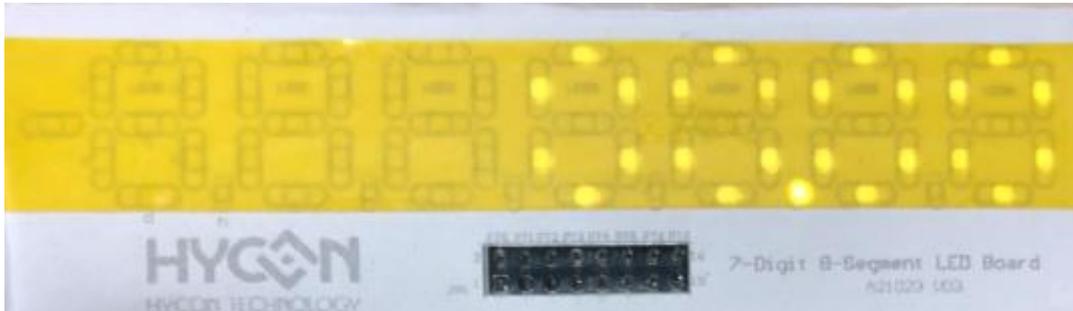


圖 15 程式流程

3.3.2. 操作流程

I) Normal 模式下

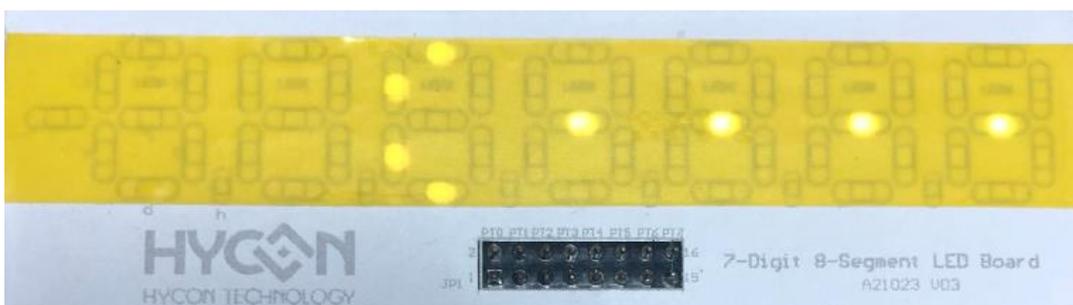
A) 上電開機，先響一聲，然後分別點亮 3 個 LED 燈，最後 LED 面板顯示“00.00°C”；



B) 按 PT3.7 就會進入 sleep 模式，且再按 PT3.7 可喚醒 IC ；

C) 按一下 PT3.6 (100ms 以上) 開始正常量測模式並顯示溫度 ；

如果 Thermistor 和 Thermopile 沒有經過校正，繼續顯示“C- - - -”；



如果 Thermistor 和 Thermopile 有經過校正，顯示目標溫度 XX.XX°C ；



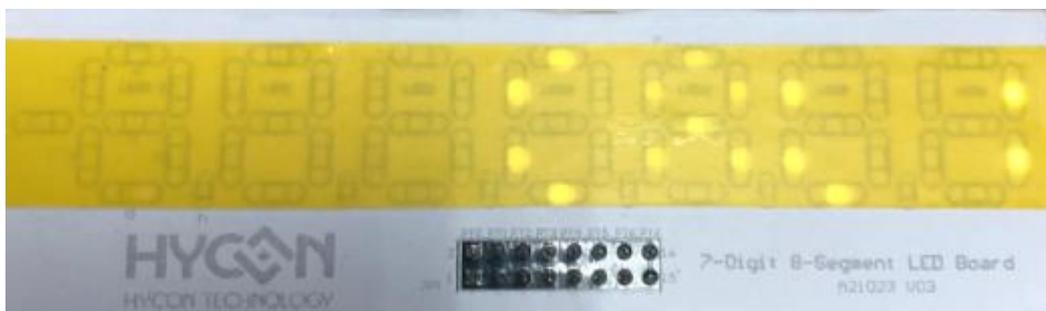
D) 測量過程是亮綠燈，測量完成後，就會蜂鳴器響一下表示測量完成，然後根據溫度值點亮不同的 LED：高溫點亮紅 LED ($TP > 37.5^{\circ}\text{C}$)；低溫點亮黃 LED ($TP < 32^{\circ}\text{C}$)，正常點亮綠 LED ($32^{\circ}\text{C} \leq TP \leq 37.5^{\circ}\text{C}$)。



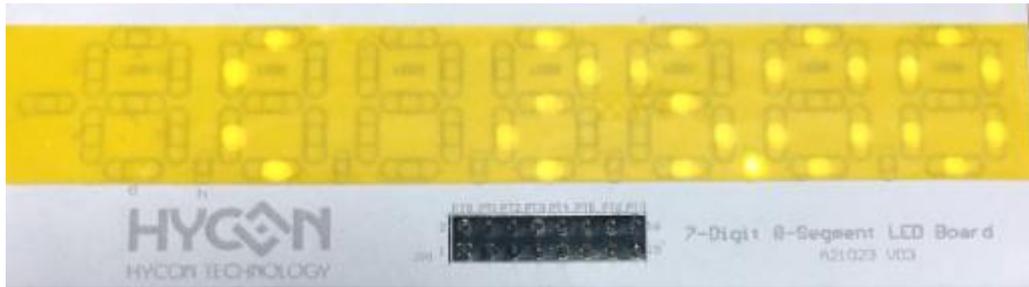
II) 校正模式

Thermistor 校正：

在上電前，按下 PT3.2 將『J5 CAL-VSS』端子短路約 0.5S 以內，等看到顯示'CAL P' 後鬆開就可以進入 NTC 校正模式並顯示'CAL1' (此時代表正在校正中，請勿移動校正中的樣機)，進入校正前需要準備好環境溫度到 25°C (或者在進入校正模式前需先接好電阻 ($100\text{k}/1\%$))，然後自動進行校正。



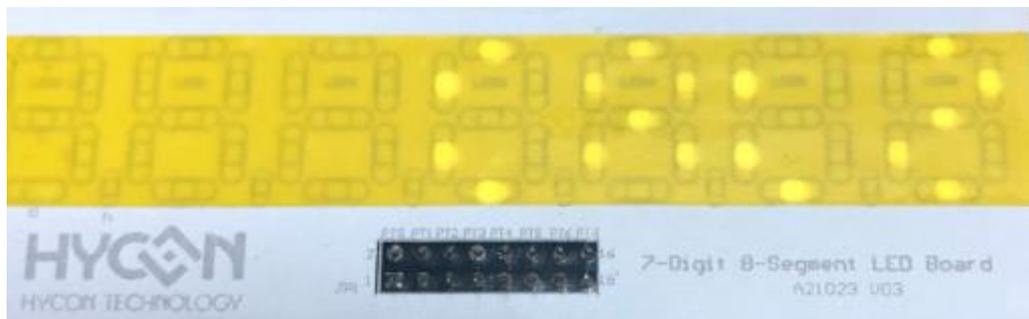
在校正完成後顯示 Thermistor 量測溫度 CXX.XX $^{\circ}\text{C}$ ，此時按下 PT3.6『SCAN/S1』鍵可切換顯示 ADC Raw data 與溫度值。



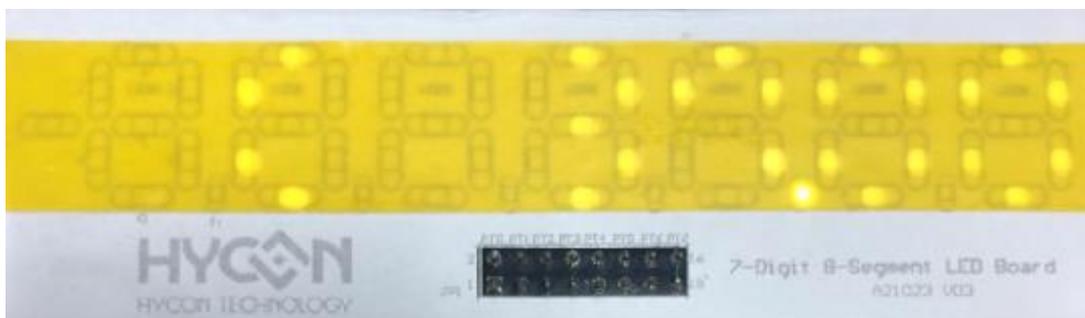
在 Thermistor 校正模式下按下 PT3.7 『Power/S2』 鍵即可退出校正模式，並保存校正資料，必須注意：不按 Power 鍵直接斷電，是不會保存校正資料。

Thermopile 校正：

在上電前按下 PT3.2，將『J5 CAL-VSS』端子短路約 1 秒以上，看到顯示‘CAL P’時繼續保持 J5(CAL)短路到 VSS，等到顯示‘CAL2’後鬆開，就可進入 TP 的校正模式（此時代表正在校正中，請勿移動校正中的樣機）；進入校正模式前需要準備目標溫度 37°C 及準備環溫（若用電阻替代 NTC 就需要一直接上電阻），若无溫度環境可以進入校正模式前，需要先給 TP 端準備好 37°C 電壓（0.989mv/25°C NTC）及接上 100k/1%（25°C NTC）；然後自動進行校正。



在校正完成後顯示 Thermopile 測量溫度 CbXX.XX°C，此時按下 PT3.6 『SCAN/S1』 鍵可切換顯示 ADC Raw data 與溫度值。



在 Thermopile 校正模式下按下 PT3.7 『Power/S2』 鍵即可退出校正模式，並保存校正資料，必須注意：不按 Power 鍵直接斷電，是不會保存校正資料。

iii) PT3.3 =high 『J6 OFFSET-VSS』端子開路：就會關閉溫度補償功能；PT3.3=low，『J6 OFFSET-VSS』端子短路：就會啟動溫度補償功能。

iv) 當目標溫度不在建表範圍之中時顯示“- - °C”。

v) 溫度補償功能只有在開啟並存有補償值後才有效，可以寫入驗證值 5AH，這樣可以進行是否有寫入補償值判斷。

注意：程式裡的 R2T/T2V/V2T Table 表是根據原始資料利用內插法建立，可參考 excel 表。

3.3.3. 程式 Table 建立

R2T 表建立：根據提供的 R-T 值，按照內差法，建立 R2T 表，每兩個溫度點間隔 256 點。

A) 將 R-T 標準值轉化為 Ω 單位，並將每個溫度對應的電阻值進行量化，即是乘以 0.08。

B) 將量化後的電阻值，轉化為 256 的倍數 $N = 256 * (\text{INT}(n/256) + 1)$ ，組建新的電阻表。

C) 按照 0°C 的電阻值為最大值，以 256 步長逐步減小，通過內插法根據新的電阻值建立程式用的 R2T Table 表；

用戶可以將傳感器的 R-T 表 R 值填入表的電阻值，即可產生新的 R2T 表，如下表黃色字即是原始 R 值。

Temp(°C)	Rst. (k Ω)	Rst. (Ω)	normalize	Temp.(°C)	Rst.(k Ω)	Rst. (Ω)	normalize
0	324.899	324899	25991.92	100	6.601	6601	528.08
1	308.903	308903	24712.24	99	6.802	6802	544.16
2	293.781	293781	23502.48	98	7.010	7010	560.8
3	279.483	279483	22358.64	97	7.226	7226	578.08
4	265.958	265958	21276.64	96	7.449	7449	595.92
5	253.161	253161	20252.88	95	7.680	7680	614.4
6	241.049	241049	19283.92	94	7.919	7919	633.52
7	229.582	229582	18366.56	93	8.167	8167	653.36
8	218.722	218722	17497.76	92	8.424	8424	673.92
9	208.435	208435	16674.8	91	8.691	8691	695.28
10	198.687	198687	15894.96	90	8.967	8967	717.36

T2V 表建立：根據 TP 的 T-V 值，按照內差法，建立 T2V 表，每兩個電壓點間隔 64 等分。

A) 將 T-V 標準值計算出每個溫度與零度的電壓差值，並將計算得到的差值進行量化，即是乘以 1000。

B) 從 0°C 開始，新建一個間隔 64 的溫度清單 E。

C) 根據新建的溫度值清單 E，根據內插法重建新的 T2V 表；

用戶可將傳感器的 V-T 值的 V 值填入 即可產生新的 T2V 表 如下表黃色字即為 TP 的 V 值。

BlackbodyTemp.[°C]	Output Voltage@25°C[mV]	Output Voltage@0°C[mV]	Output Voltage@0°C[uV]
0	-1.709	0.000	0.000
1	-1.649	0.060	59.994
2	-1.589	0.121	120.648
3	-1.527	0.182	181.968
4	-1.465	0.244	243.957
5	-1.402586556	0.307	306.620
6	-1.339	0.370	369.963
7	-1.275	0.434	433.991
8	-1.210	0.499	498.708
9	-1.145	0.564	564.119
10	-1.079	0.630	630.229

V2T 表建立：根據 TP 的 T-V 值，按照內差法，建立 V2T 表，每兩點溫度間隔 64 等分。

A) 將 T-V 標準值計算出每個溫度與零度的電壓差值，並將計算得到的差值進行量化，即是乘以 1000。

B) 從 0uV 開始，新建一個間隔 32 的電壓差清單 E；

C) 根據新建的電壓值清單 E，根據內插法新建一個 V2T 表。

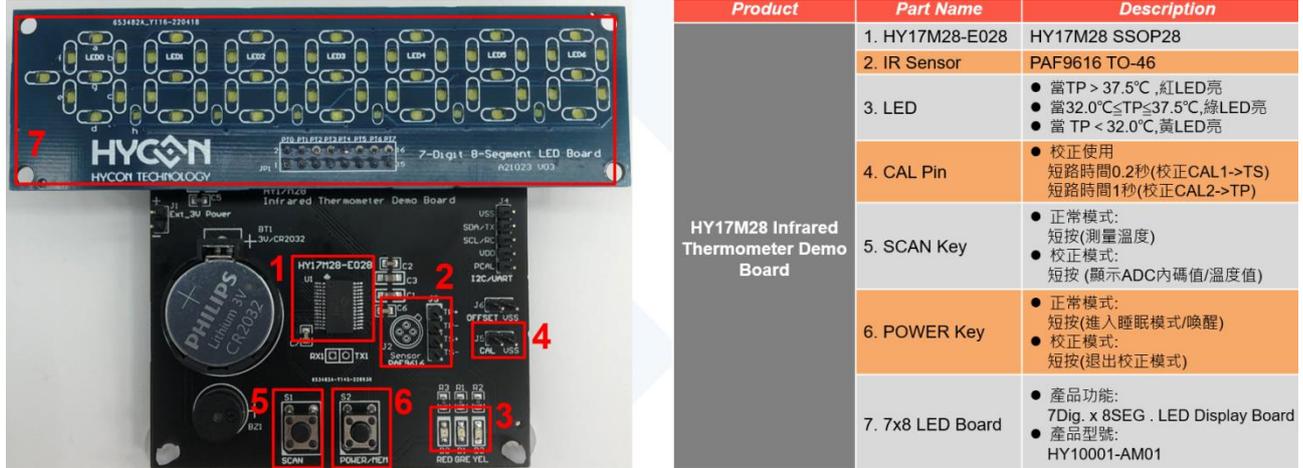
用戶可將傳感器的 V-T 值的 V 值填入 即可產生新的 V2T 表 如下表黃色字即為 TP 的 V 值。

BlackbodyTemp.[°C]	Output Voltage@25°C[mV]	Output Voltage@0°C[mV]	Output Voltage@0°C[uV]
0	-1.709	0.000	0.000
1	-1.649	0.060	59.994
2	-1.589	0.121	120.648
3	-1.527	0.182	181.968
4	-1.465	0.244	243.957
5	-1.402586556	0.307	306.620
6	-1.339	0.370	369.963
7	-1.275	0.434	433.991
8	-1.210	0.499	498.708
9	-1.145	0.564	564.119
10	-1.079	0.630	630.229

3.4. HY17M28 紅外測溫演示板介紹

3.4.1. 演示板說明

本應用說明書實際測試所使用的 HY17M28 紅外測溫演示板外觀如下圖左，主要是由兩部分組成，分別為 HY17M28 紅外測溫主控板(型號：HY17M28-AM02)及 7x8 LED 顯示板(型號：HY10001-AM01)。



I) 演示板使用注意說明：

- 板子使用的 HY17M28-E028 晶片，配置 IR 感測器介面 (J3/J2 都可以)，蜂鳴器、LED 指示燈以及校正功能 (J5 排針)。
- 板子不能線上調試，因為板子佔用 PT3.2/PT3.3 引腳作為其他功能使用，所以只能將程式燒錄後，離線運行程式。
- 溫度補償 (暫時沒開放)，只是預留功能開關。
 - 將『J6 OFFSET-VSS』端子開路：就會關閉溫度補償功能。
 - 將『J6 OFFSET-VSS』端子短路：就會啟動溫度補償功能。
- 因為開啟 LED 顯示後，板子整體功耗會比較大，所以建議程式上適當縮短 LED 顯示時間。因此供電建議使用筆芯電池，因為 CR2032 鈕扣電池容量小，在供電過程鈕扣電池電壓會出現下降現象。
- 程式 DemoCode 使用的感測器是 PAF9616 的 R-T/V-T 建表，所以客戶若要使用自己的感測器，就需要修改 R-T/V-T 表。PAF9616 感測器的 NTC 在 25°C 時電阻是 100kohm，Thermopile 在 37°C 時的輸入電壓是 0.989mV，可以通過類比訊號來進行校正和測量。

II) 演示板使用操作：

Normal 模式

- F) 上電時，蜂鳴器響一下，然後檢查紅燈、綠燈、黃燈，先後分別點亮，然後會顯示'00.00'。
若還沒做過校正，則會顯示'C---'，表示必須要做校正，先校正 TS，後校正 TP。
- G) 按一下『SCAN/S1』鍵後就會開始測量溫度，且測量過程是亮黃燈，LED 顯示'---'闪烁，
而當蜂鳴器響一聲就表示測量完成，然後根據溫度值點亮不同的 LED：高溫點亮紅 LED；
低溫點亮黃 LED，正常點亮綠 LED。
- H) 長按『Power/S2』鍵就會進入 sleep 模式，且按下『Power/S2』鍵可喚醒。

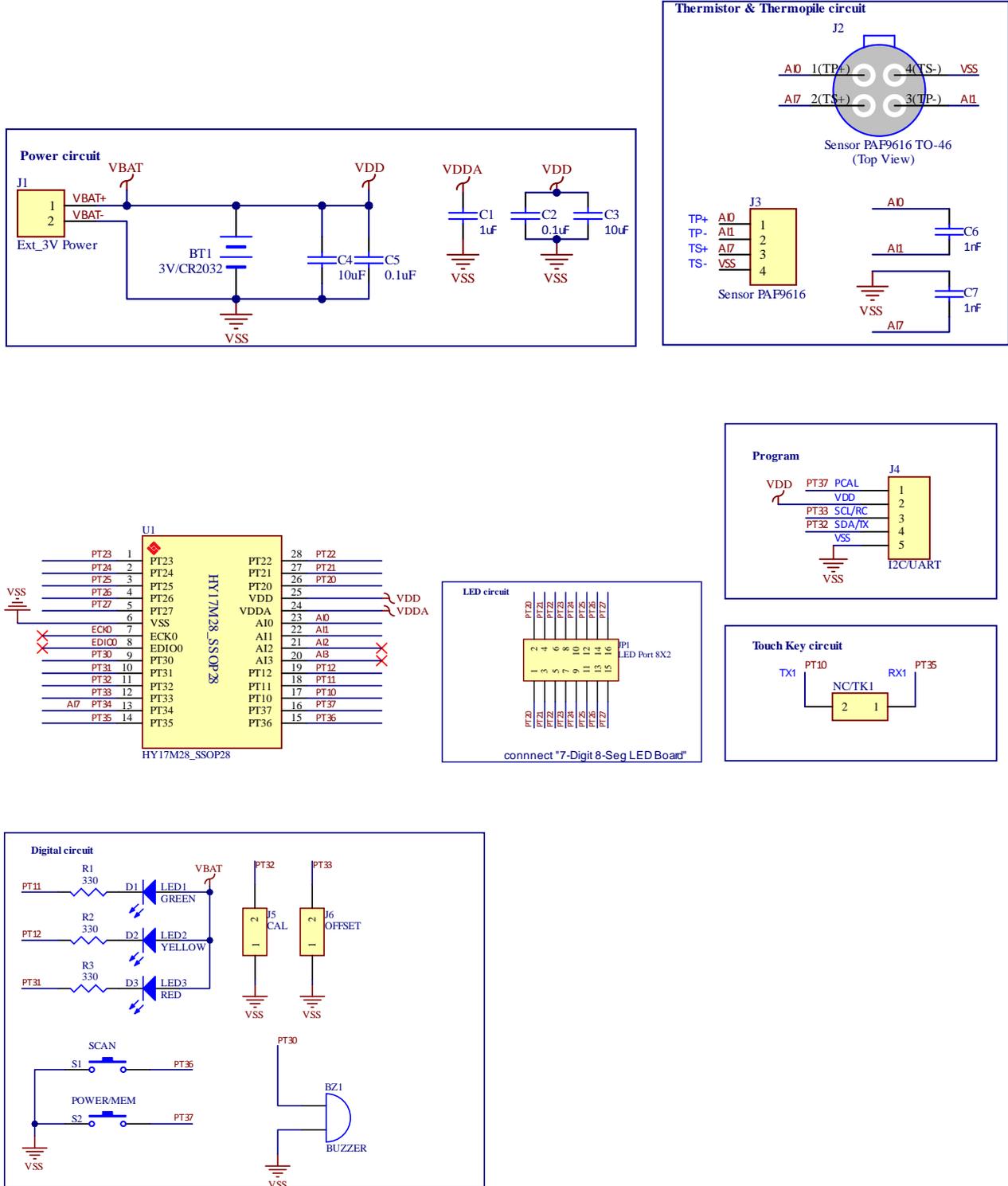
校正模式：

- I) NTC 校正：在上電前，將『J5 CAL-VSS』端子短路一下約 0.5S 以內，等看到顯示'CAL P'
後鬆開就可以進入 NTC 校正模式並顯示'CAL1' (此時代表正在校正中，請勿移動校正中的
樣機)；當自動完成校正後會顯示'Cxx.xx' °C 並顯示當前 NTC 測量溫度。
注意：在進入校正模式前需先接好電阻 (100k/1%)
- J) TP 校正：在上電前，將『J5 CAL-VSS』端子短路約 1 秒以上，看到顯示'CAL P'時繼續
保持 J5(CAL)短路到 VSS，等到顯示'CAL2' 後鬆開，就可進入 TP 的校正模式 (此時代
表正在校正中，請勿移動校正中的樣機)；當自動完成校正後會顯示'Cxx.xx' °C，並顯示
當前測量目標溫度。
注意：進入校正模式前，需要先給 TP 端準備好 37°C 電壓 (0.989mV/25°C NTC) 及接
上 100k/1% (25°C NTC)
- K) 校正完成後按下『Power/S2』鍵即可退出校正模式，並保存校正資料，必須注意：不按
Power 鍵直接斷電，是不會保存校正資料。

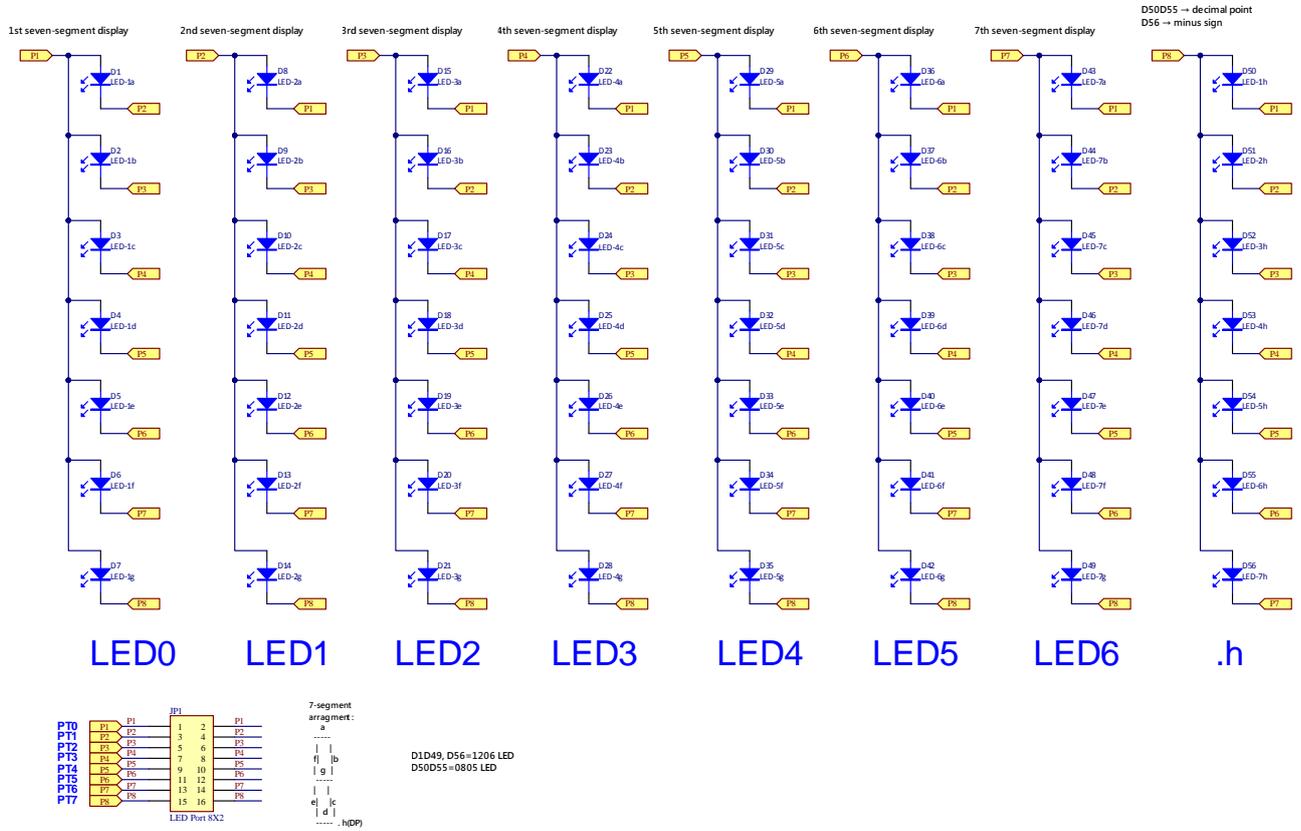
校正過程按下『SCAN/S1』鍵可切換顯示 ADC Raw data 與溫度值。

3.4.2. 電路圖

3.4.2.1. 主控板電路圖



3.4.2.2. 7x8 LED 顯示板電路圖



4. 技術規格

- ◆ Operation voltage : 2.6~5.5V
- ◆ Sleep mode current : 0.12uA
- ◆ Operation mode current : 6.8mA(With LED Always ON)
- ◆ Mode
 - Calibration mode
 - User mode
 - Measure range
- ◆ Environment Temperature : 0~50°C
- ◆ Target Temperature : 0~100°C
- ◆ Calibration
 - Environment Temperature : 25°C
 - Target Temperature : 37°C
- ◆ Resolution : 0.05°C
- ◆ HY17M28 演示板實驗資料

實驗條件: Thermistor 用 100k/1% 電阻替換, 用訊號發生器替換 Thermopile 輸入電壓值, 測量 32°C~43°C 的實際測量值。 注意: 程序沒有溫度補償功能。

测试条件 : VDD=3V, PGAG=x20, ADGN=x8, VRGEN=x1, HAO=1.843MHz, ADC output rate=61Hz NTC 用 100k 电阻 · TP 用小黄输入信号 ; 校正输入电压为 0.989mV					
Table 温度	TP_输入信号 (mV)	实际输入信号 (mV)	实测温度 T1 (°C)	实测温度 T2 (°C)	实测温度 T3 (°C)
32	0.562584	0.562	31.98	31.97	32.01
33	0.646182	0.646	32.99	32.99	33.01
34	0.730603	0.730	34.00	33.98	34.00
35	0.815853	0.815	34.99	34.97	34.98
36	0.901937	0.902	35.99	35.99	35.99
37	0.98886	0.989	36.99	37.00	36.99
38	1.076628	1.076	38.00	37.98	37.98
39	1.165246	1.165	39.00	38.99	38.99
40	1.25472	1.254	39.98	39.98	39.98
41	1.345056	1.345	41.00	41.00	40.99
42	1.436258	1.436	42.00	42.00	42.00
43	1.528332	1.528	43.00	42.99	43.00

使用黑體溫度儀器搭配實際傳感器 PAF9616 進行實體測溫實驗；具體測溫數據如下。

注意：程序上是沒有溫度補償功能。

測試條件：

VDD=3V, PGAG=x20, ADGN=x8, VRGEN=x1, HAO=1.843MHz, ADC output rate=61Hz

Thermopile sensor PAF9616, 在常溫下 37 度當校正點，測量黑體溫度，溫度顯示更新速度 800ms.

注意：下表實驗數據只有做 37 度校正，程式並沒有執行任何的溫度補償

Table 溫度	實測溫度 T1/°c	實測溫度 T2/°c	實測溫度 T3/°c
32	31.44	31.42	31.37
33	32.55	32.52	32.54
34	33.65	33.67	33.68
35	34.71	34.65	34.68
36	35.80	35.73	35.69
37(校正溫度)	37.00	36.98	36.99
38	38.05	38.09	38.06
39	39.09	39.11	39.11
40	40.37	40.35	40.32
41	41.57	41.54	41.51
42	42.50	42.52	42.52
43	43.53	43.52	43.51

5. 演示板相關檔案

主程式檔案：APD-HY17M003_DemoCode_V02.zip

組譯檔：MAIN.c



APD-HY17M003_Demo
Code_V02.zip

主程式檔案:



A22016 V01.zip

主板原理圖及 PCB 檔案：



PAF9616 IR

PAF9616 相關檔案：Sensor Materials.z

6. 參考文獻

[1] “Principles of Noncontact Temperature Measurement” · www.raytek.com

[2] <http://www.pixart.com> · 原相科技股份有限公司

[3] <http://www.hycontek.com/> · 紘康科技股份有限公司

7. 修訂記錄

以下描述本檔差異較大的地方，而標點符號與字形的改變不在此描述範圍。

版次	頁次	日期	摘要
V01	ALL	2022/12/16	初版發行