

# 獨立感煙探測報警器

文件編號：WAS-1945TC

## 簡介

一般獨立感煙探測器需具備基本的感煙及報警功能，Holtek 獨立感煙探測報警器方案，除了有一般感煙型產品的功能，更有自檢、溫度補償、故障、電池欠壓狀態顯示等功能。MCU BA45F5220 具有高度集成感煙器應用電路，相較於傳統方案，省去許多外部元件；信號放大倍率可由軟體調節，提高訊號靈敏度；IR Driverx2 提供雙發單收的需求，可提供感煙探測報警器所需的完整功能。還有多種工作模式切換操作，可節省能耗。

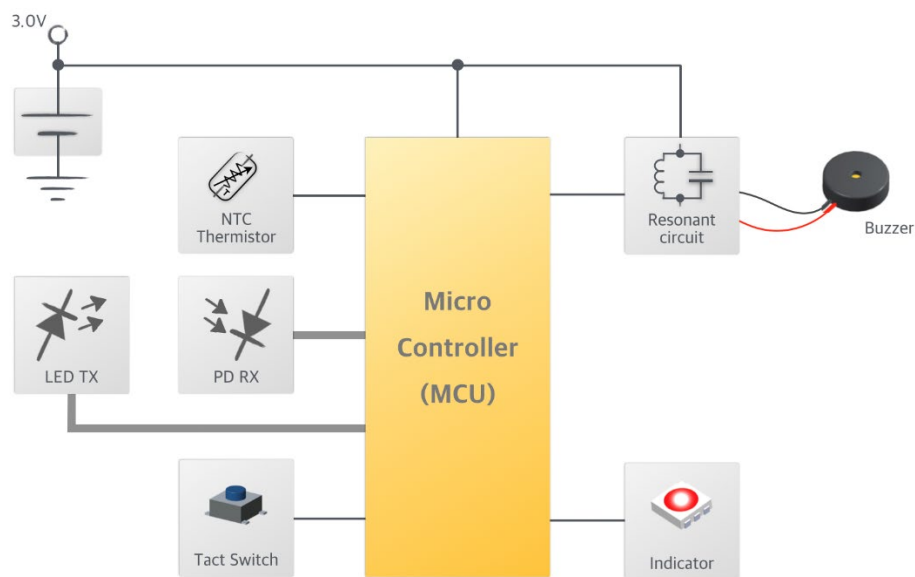


圖 1

## 應用領域

樓宇消防、感煙報警、家居安防。

## 方案特點

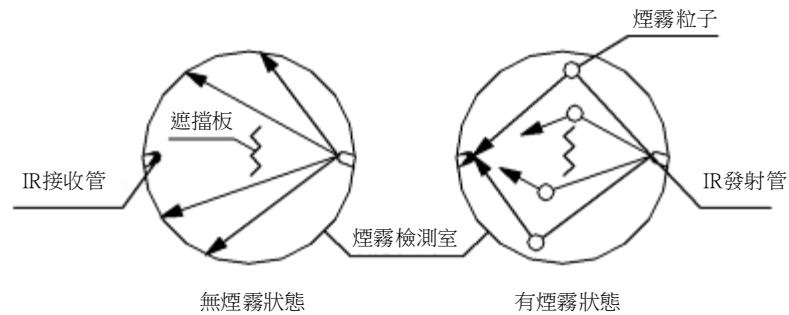
- 1、精簡元件：集成感煙探測器 AFE、IR 發射驅動電路。

BA45F5220 提供感煙器 AFE 電路，可用於感煙器應用的光學信號檢測，該電路包含兩個完全集成的運算放大器，光學信號可通過運算放大器檢測和處理。同時，BA45F5220 具有 Sink 電流發生器，無論  $V_{ISINK}$  電壓為 1.0V~4.5V 內何值，Sink 電流發生器都可以提供恆定的電流，範圍為 50mA~360mA，可用於驅動 IR LED。

## 2、溫度補償：結合溫度感測元件、報警門限自動調整。

預設報警門限值以常溫 25°C 為基準，本方案結合溫度感測元件，感測環境溫度，並透過 BA45F5220 內建 10-bit ADC 轉換的感測數據，在環境溫度 0~60°C 之間做報警門限值的溫度補償。

## 工作原理



本方案中感煙探測器採用光電型探測器，因其工藝簡單、穩定性好，是目前消防產品中主要使用的探測器。

感煙探測器(紅外發射、接收管)被安裝在光學迷宮內，當無煙霧進入迷宮時，接收管接收極微小的紅外光，此時輸出信號最小；當有煙霧進入迷宮時，接收管接收到足夠多的紅外光(因被煙霧折射、反射及散射)，透過 MCU 將煙霧信號傳送至內置運算放大器進行放大，再經過 ADC 採集得到煙霧資料。當煙霧資料到達報警門限時，就會進行聲光報警，使人們及早得知火情。

## 功能說明

### 方案特性

- 工作電壓：DC 2.7V~3.3V (兩節 AA 乾電池供電)
- 工作電流：待機耗電 6μA，報警耗電 32.4mA
- 報警靈敏度：約 0.14dB/m
- 報警響度：84dB (數據僅供參考，實際需結合外殼測試)
- 溫度條件：-10°C~60°C

### 方案功能

產品實物圖如下圖 2、圖 3。



圖 2

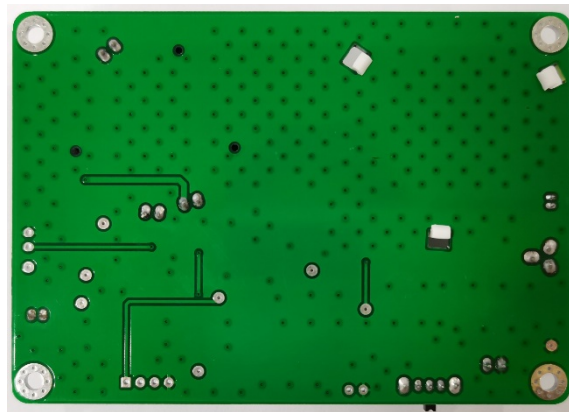


圖 3

本產品為感煙探測報警器，上電之後為待機模式，當感測到煙霧或按測試按鍵會有相對應的狀態。

### 感煙標定

上電時，需短接 BD 標定口(PA2 和 GND)，此時 LED 為常亮，當 BUZZER 叫一聲為標定完成，之後請將 BD 標定口斷開，斷開後 LED 閃 4 下，進入待機模式。

### 感煙報警

感測到額定煙霧濃度後將進行聲光報警(LED 閃爍和蜂鳴器間歇響)；報警時可按測試鍵停止聲音報警，但 LED 仍會閃爍報警，並維持 90 秒。

### 報警測試

按壓測試按鍵 LED 閃爍，蜂鳴器鳴叫，可視需要持續按壓測試鍵持續報警。

## 方案設計說明

本方案使用 BA45F5220 作為主控 MCU，內部提供 1K ROM Size 的程式儲存空間，4 個雙向 I/O 埠以及多個定時器模組供用戶使用。在感煙方面則提供感煙 AFE 電路與內部 Sink 電流發生器負責煙霧感測，並連接蜂鳴器來達到報警功能，以下針對硬體電路進行介紹。

### 硬體說明

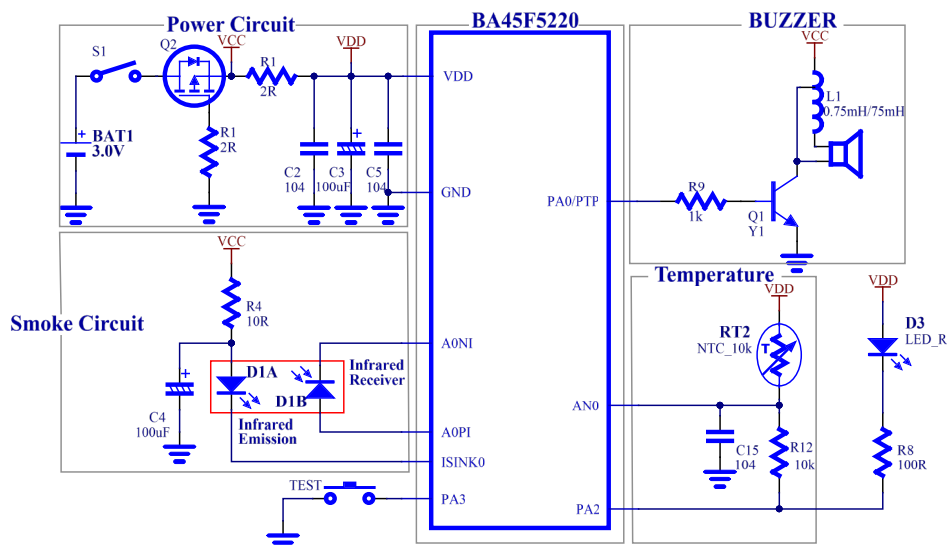


圖 4

感煙探測利用光電效應的原理偵測煙霧，主要元件為光學迷宮，迷宮中安裝有紅外對管(如圖 4 的 Smoke Circuit)。正常狀態下，紅外接收管接收不到紅外發射管發出的紅外光，當煙霧進入迷宮腔體時，煙霧粒子造成紅外線光束散射，使紅外接收端接收到光線。接收端接收到的光越多表示煙霧濃度越高，當達到預設的煙霧濃度門限值時，就會啟動報警。結合溫度感測元件(如圖 4 的 Temperature)來進行溫度補償提高感測精準度。

### Layout 及硬體注意事項

圖 5 及圖 6 為 PCB Layout 正反面圖示。

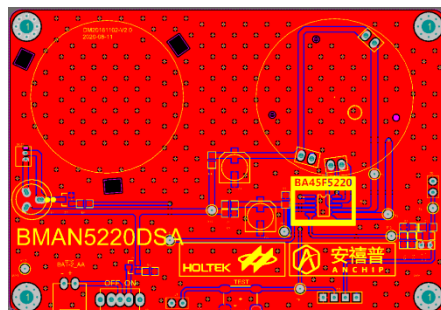


圖 5

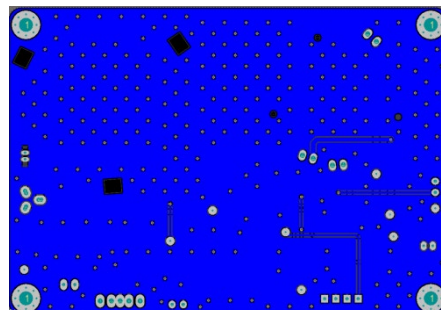


圖 6

PCB BOM 表

| Bill of Materials |                |                      |             |
|-------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Source Data From: |                | BA45F5220-A02.PrjPcb |             |
| Project:          |                | BA45F5220-A02.PrjPcb |             |
| Variant:          |                | None                 |             |
| Creation Date:    |                | 2020/12/10           | 上午 10:56:57 |
| Print Date:       |                | 10-Dec-20            | 2:03:49 PM  |
| Designator        | Comment        | VALUE                | Quantity    |
| BAT               | CON2           |                      | 1           |
| L1                | INDUCTOR5      | 0.75mH/75mH          | 1           |
| R1, R8, R9        | R              | 2R, 100R, 1K         | 3           |
| R3                | 10K            | 10K                  | 1           |
| RT1, RT2          | ZOV            | 10K 1%               | 2           |
| R4, R12           | RES            | 10R, 10K 1%          | 2           |
| C3, C4            | CAPACITOR_PC   | 100uF/16V            | 2           |
| C2, C5, C15       | CAP            | 104, 104, 102        | 3           |
| Q6                | A3SHB          | A3SHB                | 1           |
| U1                | BA45F5222-10SC | BA45F5220-10SC       | 1           |
| BUZZ              | BUZZ           | CON2-ZH1.5           | 1           |
| D3                | LED-S          | LED-R                | 1           |
| D5                | MIGING-3       | MIGING-3             | 1           |
| S3                | SW_SPDT        | SW SPDT              | 1           |
| TEST              | SW-PB          | SW-PB                | 1           |
| Q1                | NPN-S          | Y1                   | 1           |
|                   |                |                      | 23          |
| Approved          |                | Notes                |             |
|                   |                |                      |             |
|                   |                |                      |             |
|                   |                |                      |             |

表 1

## 軟體說明

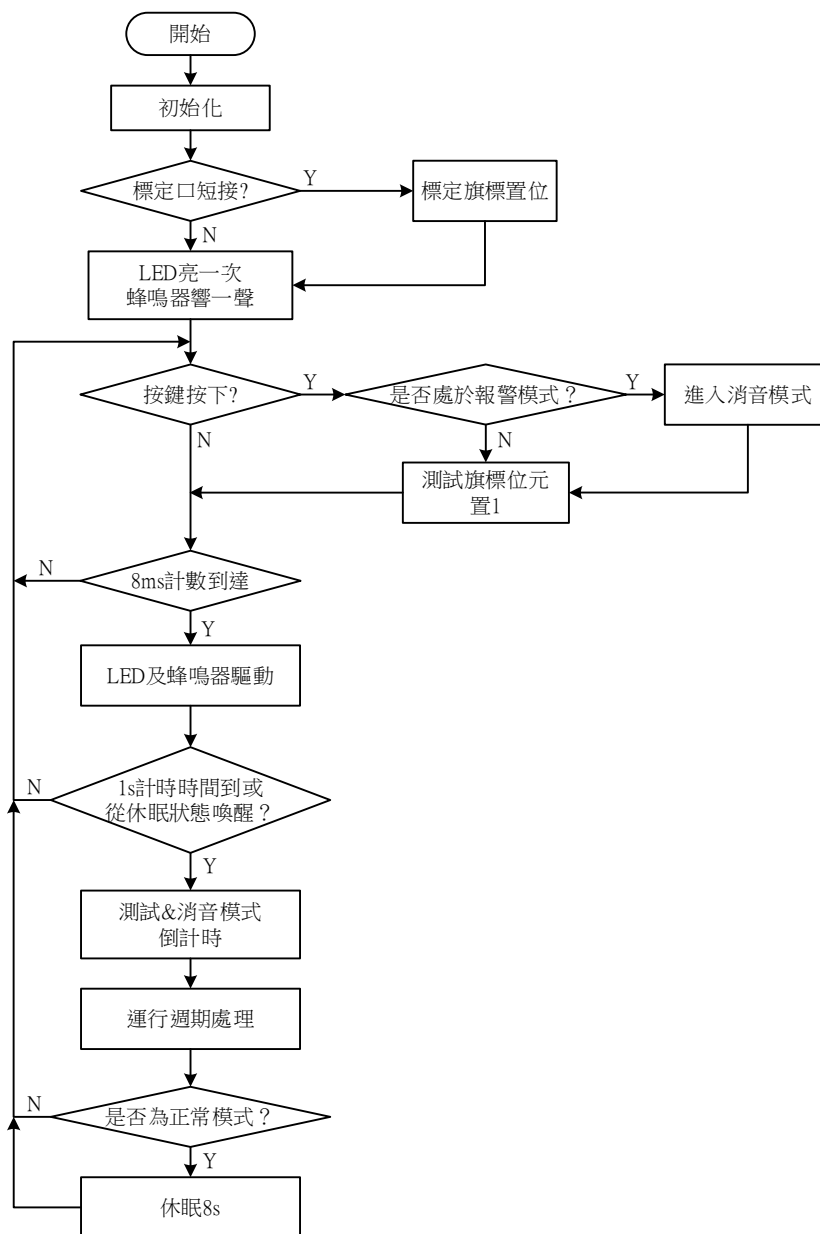


圖 7

### 初始化

初始化上電後，程式會先進行用戶相關數據初始化，包括是否已經標定等根據不同狀態會有亮閃燈等操作。

### 主循環

如圖 7 所示，程式在上電時會檢測標定接口是否短接，若標定接口短接，則把標定旗標置位，並在後續的運行週期處理中進入標定模式。

主循環中程式會先進行按鍵掃描，檢測 TEST 按鍵是否被按下，若按鍵按下則判斷目前是否為報警狀態，若處於報警狀態下，則令報警器消音。且不論是否為報警模式，按下按鍵都會令測試旗標置 1，並在後續的工作週期處理中進入測試模式。

之後報警器會執行 LED 及蜂鳴器的驅動程式。LED 和蜂鳴器會根據目前報警器所處的狀態進行不同的燈號顯示及鳴叫的動作，具體的動作可參考後續的運行週期處理介紹。蜂鳴器在動作前會判斷目前是否處於消音模式，若處於消音模式下，則不執行動作。

8ms 計時由 MCU Timer 完成，1s 計時由 8ms 計數完成。MCU 每次喚醒後，會把 1s 旗標位元置 1，以執行 1s 計時對應的動作。

測試模式和消音模式倒計時動作每 1s 執行一次，然後在程式中將各自計數值減 1 後離開。測試模式和消音模式分別會計數 2 次和 90 次，之後自動退出測試或消音模式。若在退出後再次檢測到按鍵按下，則會再次進入測試或消音模式。

### 運行週期處理

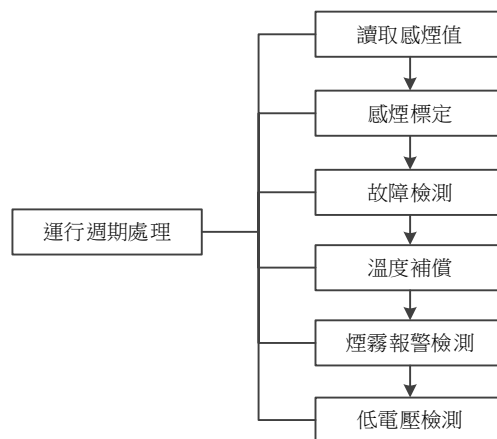


圖 8

如圖 8 所示，運行週期處理分為六個流程，分別為讀取感煙值、感煙標定、故障檢測、溫度補償、煙霧報警檢測及低電壓檢測判定。

讀取感煙值即量測紅外接收管兩端電壓差值。紅外接收管在受到光照時，會產生正向電壓，電壓差通過 A0NI、A0PI 引腳輸入到 IC 內部 OPA，放大後再由 A/D 轉換器讀取量測值。此處只讀取感煙值，未做報警判斷。

讀取感煙值後，MCU 會根據標定口是否短接以及是否已經進行標定而決定是否進入標定模式。

標定完成後 MCU 再進行煙道迷宮的故障檢測，確定無故障後，根據感測的溫度值進行感煙值的溫度補償，最後再根據得到的感煙值進行報警檢測，並檢測電源電壓是否低於 2.7V 以確保數據準確可靠。

如處於煙腔故障、標定、標定未完成或故障、報警等狀態，LED 及蜂鳴器會以不同方式動作，具體如下。

- 待機狀態：40s 閃一次紅燈
- 煙腔故障：40s 蜂鳴器響兩聲
- 標定狀態：紅燈閃爍
- 未標定或標定故障：紅燈常亮
- 低電壓：蜂鳴器響一聲
- 報警狀態：紅燈與蜂鳴器間歇響亮三次停 1s，之後迴圈

## 程式庫說明

| 函數名 | S_SM_INI |
|-----|----------|
| 功能  | 感煙器初始化。  |
| 輸入  | 無        |
| 輸出  | 無        |

| 函數名 | S_READ_SMOKE_DATA   |
|-----|---|
| 功能  | 讀取煙霧濃度 A/D 值。   |
| 輸入  | 無   |
| 輸出  | R_SM_ZERO_DATA(煙霧零點值)<br>R_SM_IR_DATA(紅外線發射值)<br>R_SM_DATA(紅外線發射差值) |

| 函數名 | S_SM_BD_AIR(空氣標定)<br>S_SM_BD_ZERO(零點標定), S_SM_BD_ALARM(報警點標定)   |
|-----|---|
| 功能  | 此為感煙器標定函數，透過使能位元判定是否要進行標定。<br>零點值若沒有超出限制，則零點標定通過，置位零點旗標位元。<br>標定變化量若在設定的變化量範圍內，則置位標定變化量旗標位元，標定通過。<br>零點標定與報警點標定，需觸發空氣標定或帶煙標定。 |
| 輸入  | 無   |
| 輸出  | F_SM_ADJ(1 為標定中，0 為無標定動作)<br>F_SM_BD_OK(1 為標定完成，0 為標定失敗)  |

| 函數名 | S_SM_IR_ERR_CHECK     |
|-----|-----------------------|
| 功能  | 感煙器故障檢測               |
| 輸入  | 無                     |
| 輸出  | F_SM_ERR(1 為故障，0 為正常) |

| 函數名 | S_SM_ALARM_CHECK          |
|-----|---------------------------|
| 功能  | 煙霧報警檢測                    |
| 輸入  | 無                         |
| 輸出  | F_SM_ALARM (1 為報警，0 為無報警) |

| 函數名 | S_V_CONVER |
|-----|------------|
| 功能  | 電壓補償計算     |
| 輸入  | 無          |
| 輸出  | 無          |

## 測試數據

| 測試項目   | 測試條件        | 實測值    |
|--------|-------------|--------|
| 待機模式耗電 | 無報警         | 6μA    |
| 報警模式耗電 | LED 閃爍及蜂鳴器響 | 32.4mA |

表 3



## 方案對比

|      | Holtek 方案                     | 傳統方案           |
|------|-------------------------------|----------------|
| 產品功能 | 感煙、報警、自檢、溫度補償等功能；故障、電池欠壓等狀態提示 | 感煙、報警          |
| 成本   | MCU AFE 高度集成電路                | OPA、比較器等大量外部元件 |
| 開發支援 | 提供完整的技術支援服務                   | —              |

表 4

## 結論

本文以 BA45F5220 主控 MCU 針對其自檢，故障、報警、電池欠壓等狀態提示的功能來詳細介紹 Holtek 獨立感煙探測報警器方案。BA45F5220 提供了感煙 AFE 電路與灌電流發生器，適用於感煙報警器產品。

## 參考資料

參考文件 BA45F5220 Datasheet。

AN0540TC -- BA45F5xxx 內建模擬前端於感煙探測器應用須知。

如需進一步瞭解，敬請瀏覽 Holtek 官網 [www.holtek.com](http://www.holtek.com)。

## 版本及修改資訊

| 日期         | 作者  | 發行    |
|------------|-----|-------|
| 2020.08.06 | 郭閔翔 | V1.00 |

## 免責聲明

本網頁所載的所有資料、商標、圖片、連結及其他資料等（以下簡稱「資料」），只供參考之用，盛群半導體股份有限公司及其關聯企業（以下簡稱「本公司」）將會隨時更改資料，並由本公司決定而不作另行通知。雖然本公司已盡力確保本網頁的資料準確性，但本公司並不保證該等資料均為準確無誤。本公司不會對任何錯誤或遺漏承擔責任。

本公司不會對任何人士使用本網頁而引致任何損害（包括但不限於電腦病毒、系統故障、資料損失）承擔任何賠償。本網頁可能會連結至其他機構所提供的網頁，但這些網頁並不是由本公司所控制。本公司不對這些網頁所顯示的內容作出任何保證或承擔任何責任。

### 責任限制

在任何情況下，本公司並不須就任何人由於直接或間接進入或使用本網站，並就此內容上或任何產品、資訊或服務，而招致的任何損失或損害負任何責任。

### 管轄法律

本免責聲明受中華民國法律約束，並接受中華民國法院的管轄。

### 免責聲明更新

本公司保留隨時更新本免責聲明的權利，任何更改於本網站發布時，立即生效。