

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

智慧浴室排風扇

Intelligent Bathroom Exhaust Fan

學生 組長：郭又豪

組員：麥光廷

組員：吳祺楨

組員：許靖

指導老師：楊仁元

中華民國 107 年 1 月

臺北市立大安高工電子

專題報告：

智慧浴室排風扇

學生：0404126	郭又豪	_____
0404125	許 靖	_____
0404131	麥光廷	_____
0404104	吳祺楨	_____

期末專題報告合格，特予證明

指導老師：楊仁元 _____

科主任：黃建中 _____

中華民國○○○ 年○○月

摘要

近年來一氧化碳的中毒事件不斷出現，我們希望可以做出能降低一氧化碳中毒機率的東西，所以我們選擇了「智慧浴室排風扇」這個專題。

智慧浴室排風扇可以偵測多種一氧化碳及可燃性氣體以及 PM2.5，並在達到有害標準時進行排風，排除有害氣體且有設計警示燈及警示音來提醒，讓聽障或視障人士可以更容易察覺危險。

關鍵字:排風扇、MQ-9、PM2.5

Abstract

In recent years, there has been a continuous occurrence of carbon monoxide poisoning. We hope we can make things possible to reduce the risk of carbon monoxide poisoning. Therefore, we have chosen the topic of Intelligent Bathroom Exhaust Fan.

Intelligent Bathroom Exhaust Fan can detect a variety of carbon monoxide and flammable gas and PM2.5, and in harmful standards when the exhaust, remove harmful gases and design warning lights and warnings to remind, so that hearing impaired or visually impaired can be easier Detect danger.

Keywords : Exhaust Fan 、MQ-9 、PM2.5

目錄

摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第 1 章 前言.....	1
1-1 專題製作背景及目的.....	1
1-2 預期成果.....	1
第 2 章 理論探討.....	2
2-2 硬體介紹.....	2
2-3 軟體介紹.....	10
第 3 章 實驗設計.....	13
3-1 系統架構.....	13
3-2 流程圖.....	14
3-3 甘特圖.....	15
第 4 章 模擬或實驗成果.....	16
4-1 問題與解決.....	16
4-2 專題成果.....	17
第 5 章 結論與建議.....	23
5-1 結論.....	23
5-2 建議.....	23
參考文獻.....	24
附錄.....	26
附錄一 程式碼.....	26

附錄二 設備清單	32
附錄三 材料清單	33
附錄四 研究成員簡歷	34

表目錄

表 1 PMS3003 通訊表.....	4
----------------------	---

圖目錄

圖 1	Arduino Pro Mini 重要接腳.....	2
圖 2	PMS3003 外觀.....	3
圖 3	PMS3003 接腳.....	3
圖 4	PMS3003 工作原理.....	4
圖 5	MQ-9 外觀.....	5
圖 6	MQ-9 接腳.....	5
圖 7	MQ-9 內部電路(1).....	6
圖 8	MQ-9 內部電路(2).....	6
圖 9	WS2812 外觀.....	7
圖 10	WS2812 資料傳遞方式.....	8
圖 11	WS2812 接腳.....	8
圖 12	SS2403DZ 外觀.....	9
圖 13	軟體流程圖.....	10
圖 14	系統架構.....	13
圖 15	流程圖.....	14
圖 16	甘特圖.....	15
圖 17	成品外觀(正面).....	17
圖 18	成品外觀(45 度).....	17
圖 19	成品外觀(俯視).....	18
圖 20	成品外觀(警示燈).....	18
圖 21	PMS30003 綠色(優).....	19
圖 22	PMS30003 黃色(良).....	19
圖 23	PMS30003 橙色(輕度汙染).....	20
圖 24	PMS30003 紅色(中度汙染).....	20

圖 25 PMS30003 紅色(中度汙染).....	21
圖 26 風扇啟動.....	21
圖 27 MQ-9 安全(綠).....	22
圖 28 MQ-9 危險(紅).....	22

第1章 前言

1-1 專題製作背景及目的

最近看新聞常看到一氧化碳中毒的事件造成許多遺憾，所以我們選擇這個專題，希望可以做出有警示功能的排風扇，減少遺憾的發生。再加上最近空氣品質不斷的下陷所以多加了偵測 PM2.5 懸浮微粒的功能。

希望能夠在做專題的過程，能夠學到團隊合作的重要，也藉著專題學習一些更精進的東西，不論在寫程式、硬體架構的規劃，還有資料的查詢及消化並轉變成自己的知識，這都是我們所希望得到的。

1-2 預期成果

1. 希望當管道間有一氧化碳或可燃氣體時，能利用 MQ-9 氣體感測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。
2. 希望當有人在浴室抽菸時，香煙會透過管道進入浴室，能利用 MQ-9 氣體感測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。
3. 希望當浴室內空氣懸浮粒子濃度達到危險值，能利用 PMS3003 懸浮微粒偵測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。

第2章 理論探討

2-2 硬體介紹

(1) Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini 是一個微控制器電路板。它有 14 個數位 I/O 接腳(其中 6 個可作為 PWM 輸出)，8 個模擬輸入，一個 16MHz 的震盪器，一個. 復位按鈕，安裝孔接腳頭，針腳需要自行焊接。

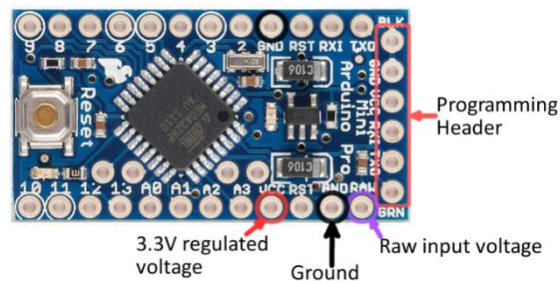


圖 1 Arduino Pro Mini 重要接腳

(2) PMS3003 G3

PMS3003 如圖 2 採用鐳射散射原理。當鐳射照射到檢測位置的顆粒物時會造成微弱的光 散射，在特定方向上的光散射波形會與顆粒直徑有關，通過分類統計及換算不同 粒徑的波形，可以得到不同粒徑顆粒物的數量濃度，並按照標定方法得到跟官方 單位統一的質量濃度。

特點：

- 數據準確：鐳射檢測，穩定、一致性好
- 響應快速：場景變換響應時間小於 10 秒
- 便於集成：串口輸出（或 IO 口輸出可定制），自帶風扇
- 解析度高：分辨顆粒最小直徑達 0.3 微米



圖 2 PMS3003 外觀

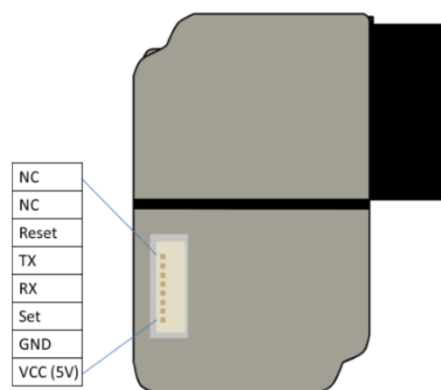


圖 3 PMS3003 接腳

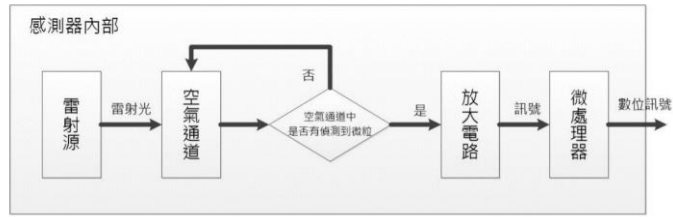


圖 4 PMS3003 工作原理

Data0 資料開頭 1	0x42
Data1 資料開頭 2	0x4d
Data2 Data3	未用到
Data4	工業環境下，pm1.0 濃度 單位 ug/m3
Data5	
Data6	
Data7	工業環境下，pm2.5 濃度 單位 ug/m3
Data8	
Data9	
Data10	一般環境下，pm1.0 濃度 單位 ug/m3
Data11	
Data12	
Data13	一般環境下，pm2.5 濃度 單位 ug/m3
Data14	
Data15	
Data16-22	未用到
Data23	檢查碼 = Data0+Data1+...+Data14+Data15
Data24	

表 1 PMS3003 通訊表

(3) MQ-9

MQ-9 氣體傳感器如圖 5 所使用的氣敏材料是在清潔空氣中電導率較低的二氧化錫(SnO_2)。採用高低溫循環檢測方式低溫(1.5V 加熱)檢測一氧化碳，傳感器的電導率隨空氣中一氧化碳氣體濃度增加而增大，高溫(5.0V 加熱)檢測可燃氣體甲烷、丙烷並清洗低溫時吸附的雜散氣體。



圖 5 MQ-9 外觀

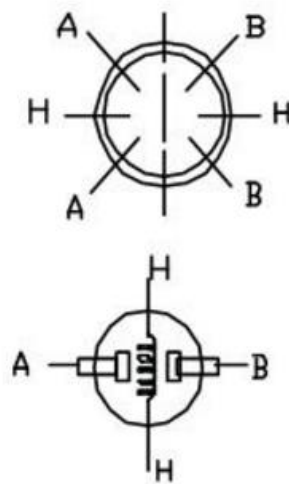


圖 6 MQ-9 接腳

氣體感測器 MQ-9 主要特點及應用：

1. 對一氧化碳/可燃氣體有良好的靈敏度。
2. 長壽命、低成本。
3. 簡單的驅動電路即可，並具有信號輸出指示。
4. 雙路信號輸出（類比量輸出及 TTL 電平輸出）

5. TTL 輸出有效信號為低電平。
6. 類比量輸出 0~5V 電壓，濃度越高電壓越高。

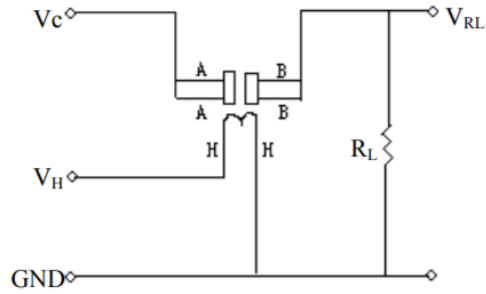


圖 7 MQ-9 內部電路(1)

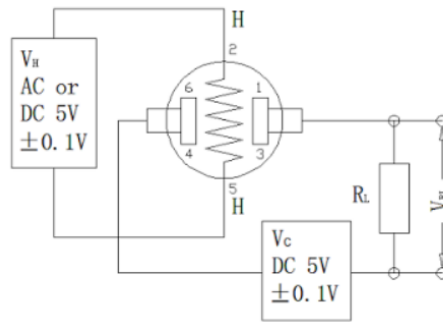


圖 8 MQ-9 內部電路(2)

(4) 串列式 RGB LED

WS2812 如圖 9 是一個集「控制」和「發光電路」於一體的智能外控 LED 光源，

每一個元件即為一個像素點，內部包含智能數字、接口數據、鎖定信號、整形放大驅動電路，和高精密度的內部震盪器以及可定電流控制部分，能有效保證光的顏色亮度一致，LED 具有低電壓驅動、環保、亮度高、散射角度大、一致性好、低功率和壽命長等優點，將控制電路裝設於 LED 上面，能使電路更加簡單，體積更小，安裝更加方便。



圖 9 WS2812 外觀

1. 特性

- (1) 電源反接防護，如電源不慎反接不會損毀 IC。
- (2) 控制晶片和 LED 共用一組電源。
- (3) 內建信號整形電路，確保其不會擴大失真。
- (4) 內建電壓重置電路，電壓並不會隨著串接數增多而減小。
- (5) 每個 RGB 光點有 256 級亮度顯示，全部共 1677 萬種全彩顯示。
- (6) 串列傳輸介面，只需一條訊號線做資料的傳輸及解碼。
- (7) 任兩點傳輸距離不超過 5 公尺，不需增加任何電路。
- (8) 800Kbps 的速率傳送資料。

2. 外型及接腳

接腳如圖 11 所示，WS2812B 分別有 4 個接腳：VDD、VSS、DIN、DOUT。

VDD 的電壓範圍為+3.5V~+5.3V；VSS 為參考電位；DIN 為控制訊號輸入；DOUT

為控制訊號輸出。本專題使用的 WS2812B 包裝外型如圖 8 所示，若要串接，只要將 Dout 接到下一級的 Din 就可以了。若接成矩陣，預注意箭頭方向，順序像蛇形一樣，第一排從左到右，則下一排為右到左，以此類推。

3. 資料傳遞方式

在第一顆 LED 接收到好幾筆(串接的 LED 數)24bits 的資料後，會截下第一筆的串列資料，再把第二筆後的資料給第二顆 LED；第二顆 LED 則會截下第二筆串列資料，再把第三筆後的資料給第三顆 LED，以此類推。直到送到最後一顆 LED，最後一筆資料則為重置碼，低電位訊號，大於等於 50 微秒，以此達到重置。

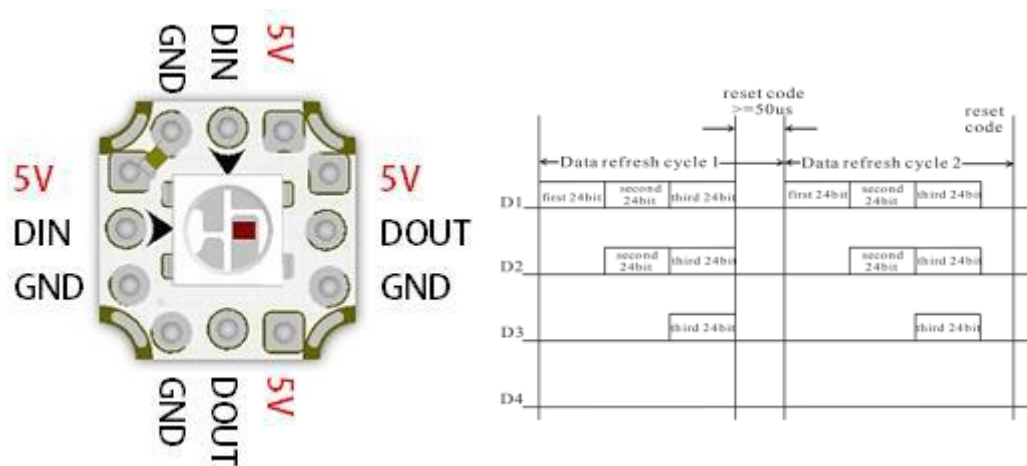


圖 10 WS2812 資料傳遞方式

圖 11 WS2812 接腳

(4) SS2403DZ

SS2403DZ 如圖 12 是一個 SSR。SSR 即是固態繼電器(Solid State Relay)的簡稱，也就是無可動接點部分的繼電器(無接點繼電器)。其動作上雖然與有接點繼電器沒有差異，但 SSR 則是指使用了矽控整流器、雙向三極體、二極體、電晶體等半導體開關元件的繼電器。此外，SSR 使用稱為光耦合器的半導體來進行輸出輸入之間的絕緣。光耦合器可在絕緣的空間內傳輸光的訊號，其特徵便是絕緣性佳且傳輸速度快。由於 SSR 是由無接點的電子零件組合而成，因此具備許多有接點零件所沒有的優點。其中最大的優點就是不會像有接點繼電器般因開關而產生磨耗。尤其能因應高速、高頻率的開關、無故障接觸的狀況、產生的雜訊極小、動作時無聲等，因此適用於廣泛的用途。



圖 12 SS2403DZ 外觀

(6) 電路板設計

我們使用 Altium designer 製作電路板，此軟體可以讓使用者根據零件要求繪製出符合規格的零件庫，並且將複雜的電路以精簡的方式製作成一塊 PCB 電路，電路板大小也可以依據需求製作出理想的尺寸和形狀。

2-3 軟體介紹

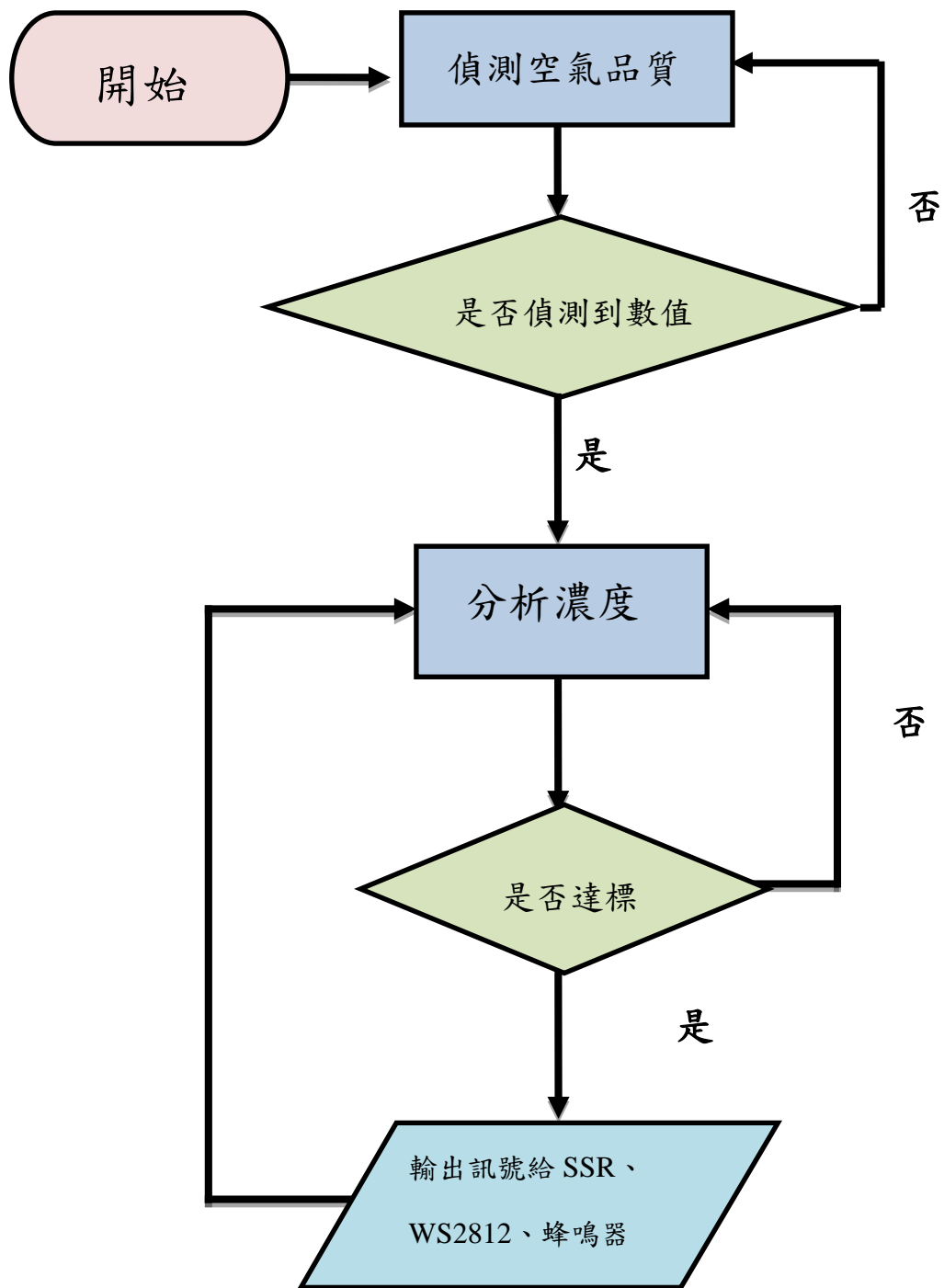


圖 13 軟體流程圖

```
/******PM2.5 主要偵測程式******/
```

```
while(Serial.available()){
```

```
    D=Serial.read();
```

```
    if((data==0 && D!=0x42)|| (data==1 && D!=0x4d)){ //判斷
```

資料

```
        是否正確
```

```
        Serial.println(" failed");
```

```
        break;
```

```
    }
```

```
    if(data>15){ //Data15 以後用不到
```

```
        Serial.println(" complete");
```

```
        break;
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    if(data==4||data==6||data==8||data==10||data==12||data==14)H = D;
```

```
        else if(data==13){
```

```
            pm25 = 256*H + D;
```

```
            Serial.print("PM2.5=");
```

```
            Serial.print(pm25);
```

```
            Serial.println("ug/m3");
```

```
        }
```

```
        data++;
```

```
    }
```

```
/******MQ-9 主要偵測程式******/
```

(當傳回數值 100 即達標)

```
sensorValue =analogRead(A0); //取的 MQ-9 的傳回的數
```

值 0~1023

```
sensor_volt = sensorValue/1024*5.0;//取的電壓 因為偵測到
```

0~1023 及電壓最大

為 5V

```
Serial.print("sensor_volt = ");
```

```
Serial.print(sensor_volt);
```

```
Serial.println("V");
```

第3章 實驗設計

3-1 系統架構

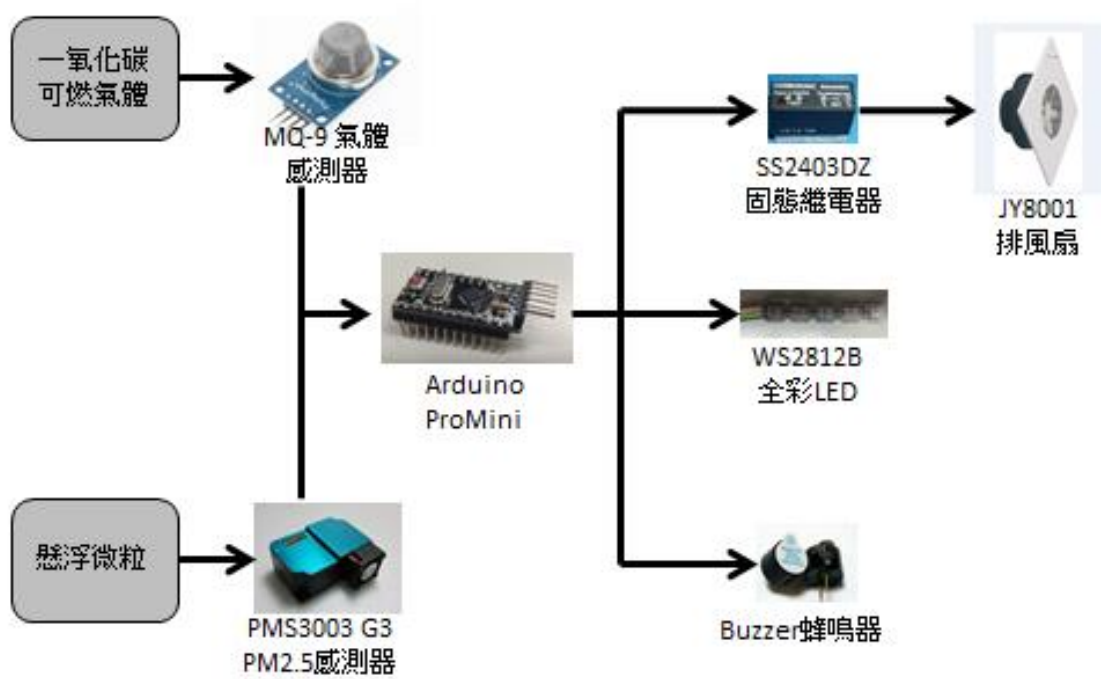


圖 14 系統架構

3-2 流程圖

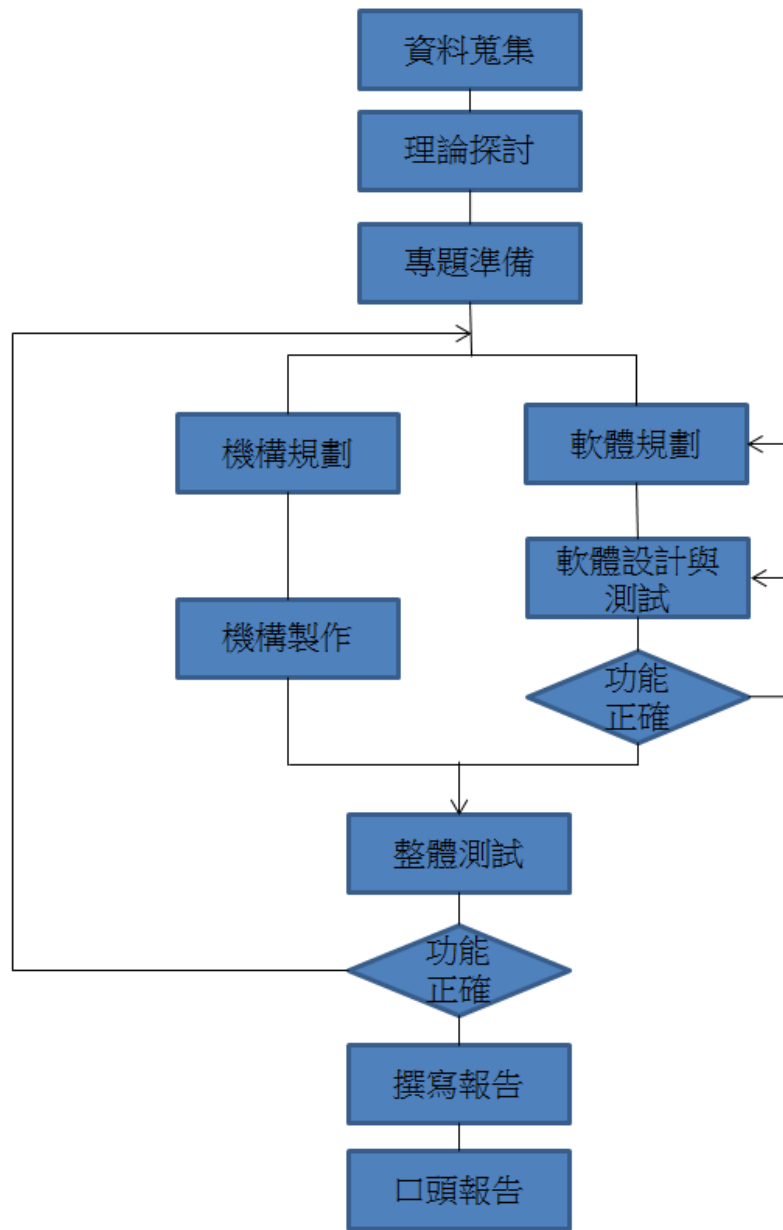


圖 15 流程圖

工作項目	週次																		負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
資料蒐集	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				郭、許
理論探討	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				吳、麥
專題準備		■	■	■	■														郭、許、吳、麥
機構規劃					■	■	■	■	■	■	■	■	■						郭、許、吳、麥
機構製作					■	■	■	■	■	■	■	■	■						郭、許、吳、麥
軟體規劃					■	■	■	■	■	■	■	■	■						吳、麥
軟體製作及測試					■	■	■	■	■	■	■	■	■						吳、麥
整體測試													■	■	■	■	■	■	郭、許、吳、麥
電路製作										■	■	■	■						郭、許、吳、麥
報告撰寫				■	■		■	■		■		■		■	■				郭、許、吳、麥
口頭報告						■			■		■		■			■			郭、許、吳、麥
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	累積百分比%

圖 16 甘特圖

第4章 模擬或實驗成果

4-1 問題與解決

問題(1)：MQ-9 氣體偵測器的靈敏度不夠，導致我們在偵測可燃氣體的時候，無法輕易的偵測到。

解決：拿著打火機在很近的距離對著它釋放瓦斯。

4-2 專題成果

- 成品外觀

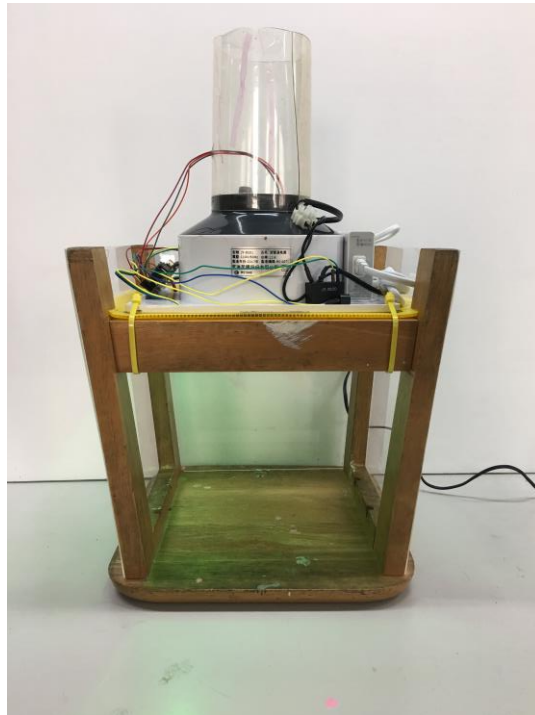


圖 17 成品外觀(正面)

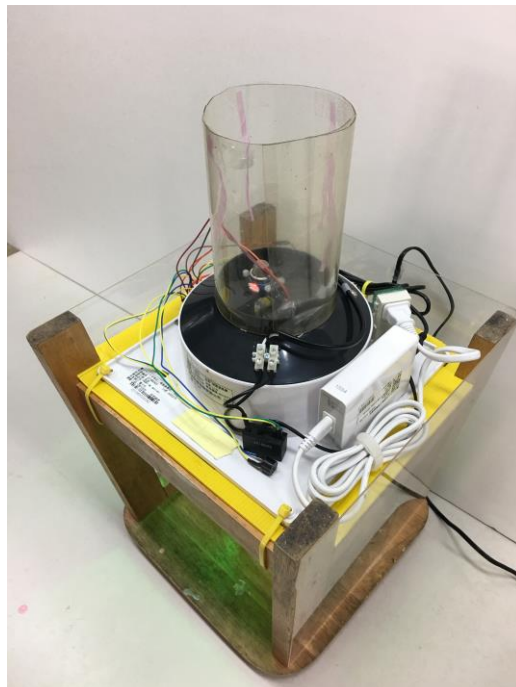


圖 18 成品外觀(45度)



圖 19 成品外觀(俯視)

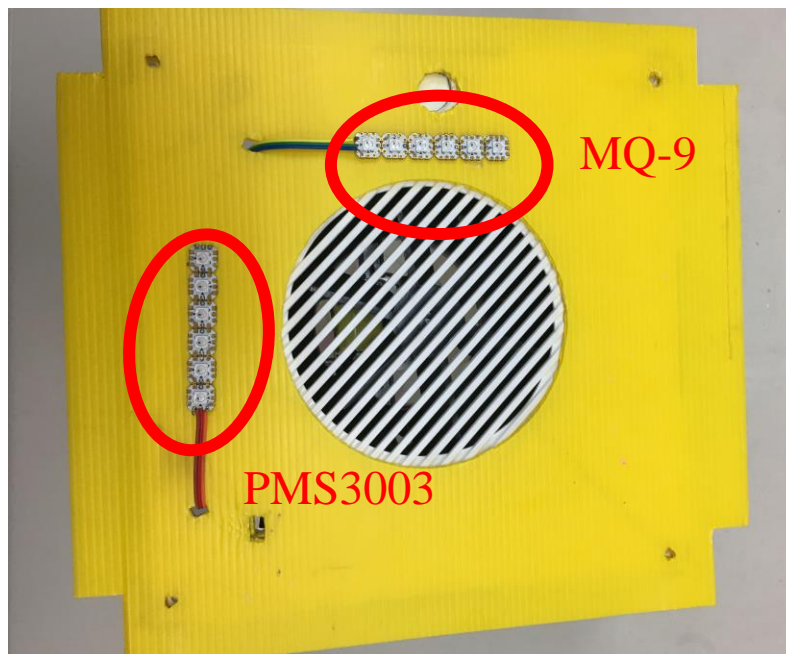


圖 20 成品外觀(警示燈)

- 當 PMS30003 G3 偵測 懸浮粒子 時的情況下外觀裝置
綠色(優)

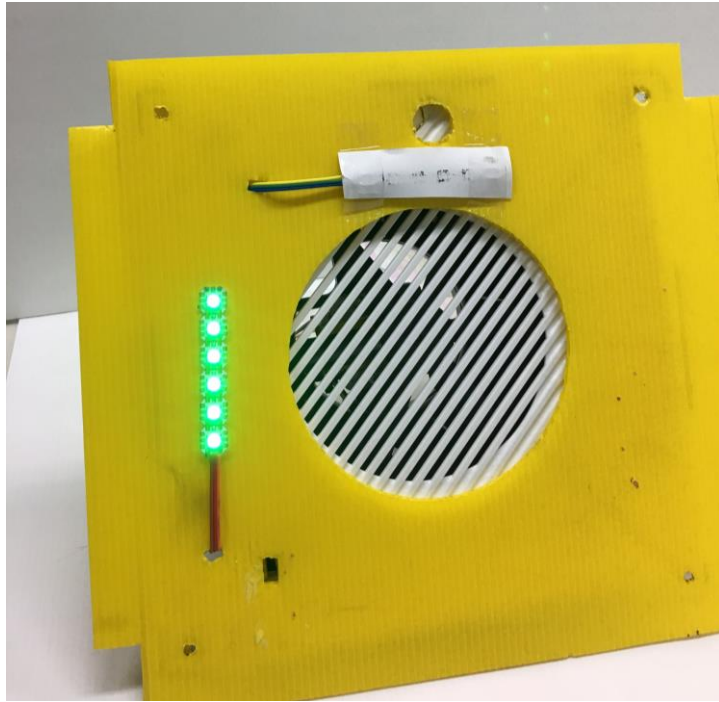


圖 21 PMS30003 綠色(優)

黃色(良)

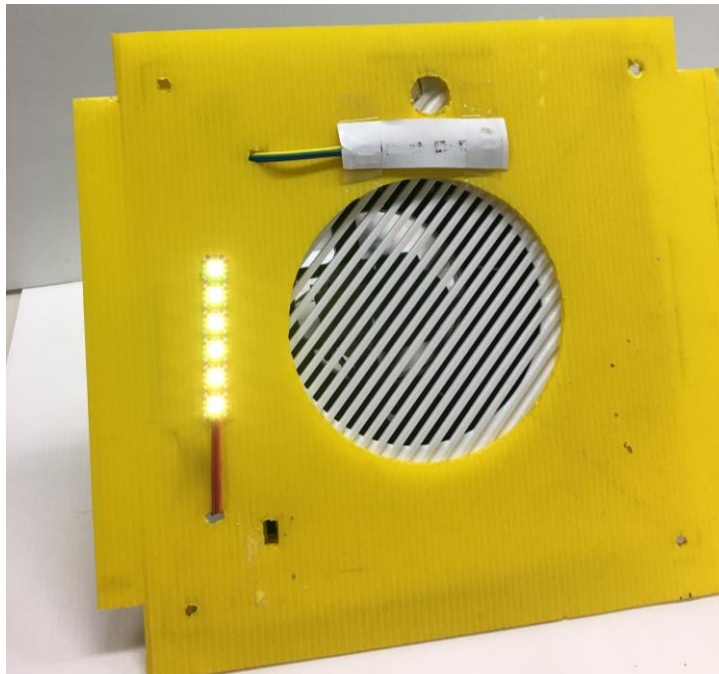


圖 22 PMS30003 黃色(良)

橙色(輕度汙染)

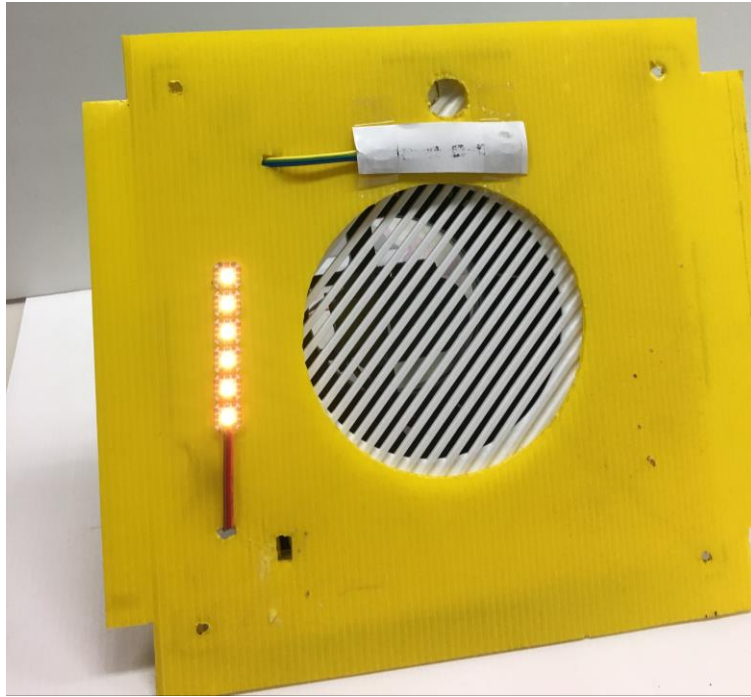


圖 23 PMS30003 橙色(輕度汙染)

紅色(中度汙染)

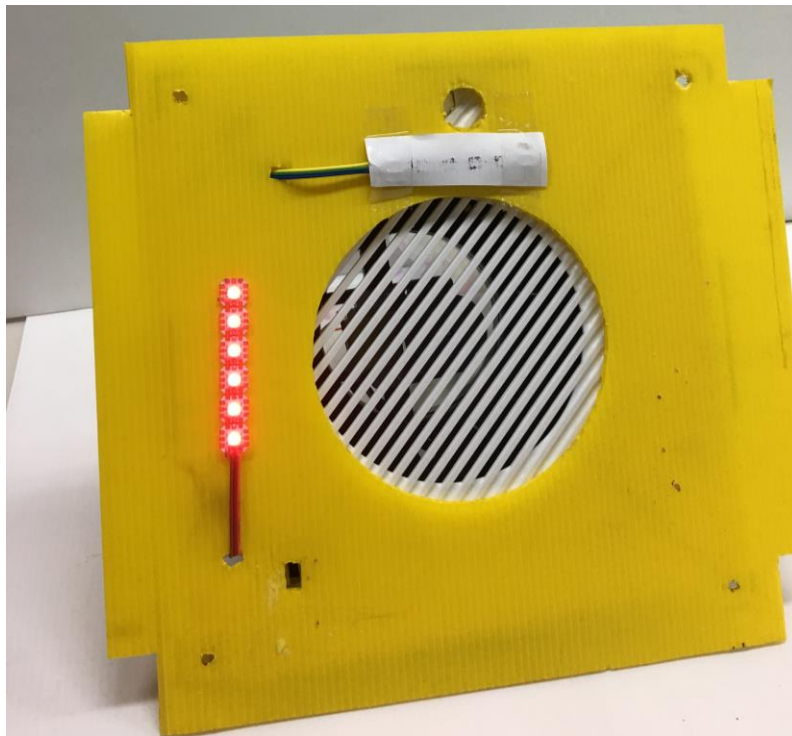


圖 24 PMS30003 紅色(中度汙染)

紫色(重度汙染)

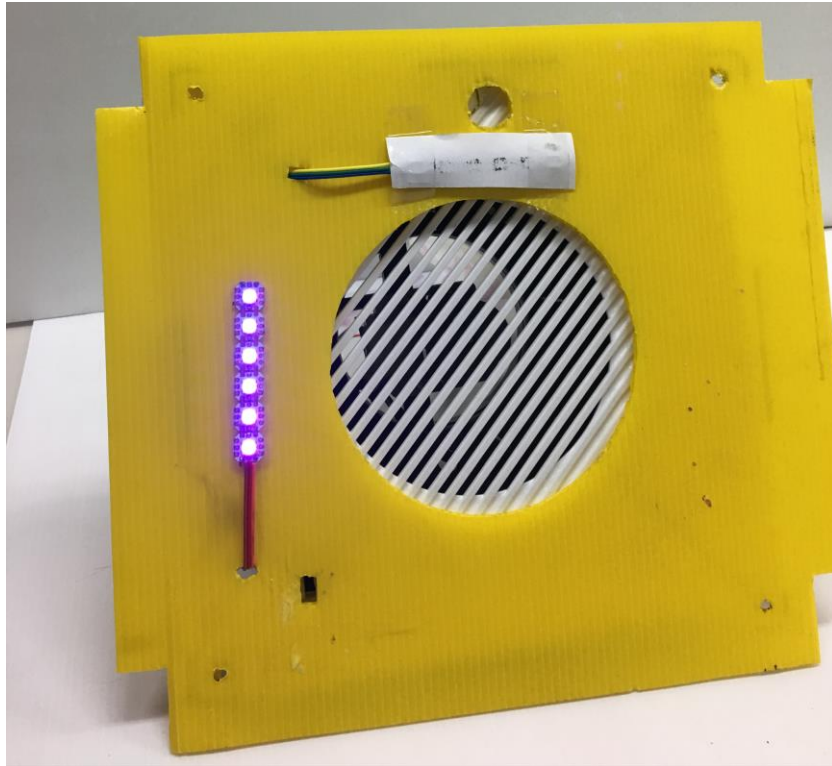


圖 25 PMS30003 紅色(中度汙染)

風扇啟動



圖 26 風扇啟動

- 當 MQ-9 偵測 可燃氣體 或 一氧化碳 時的情況下外觀裝置
安全(綠)

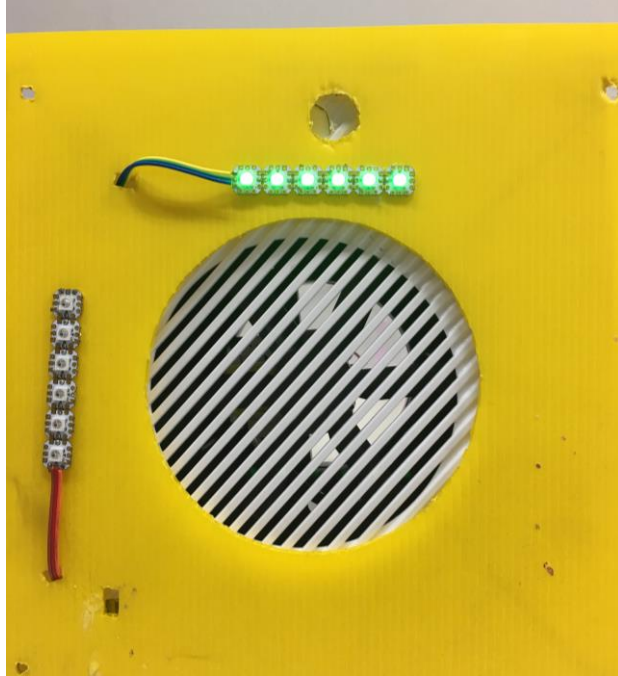


圖 27 MQ-9 安全(綠)

危險(紅)

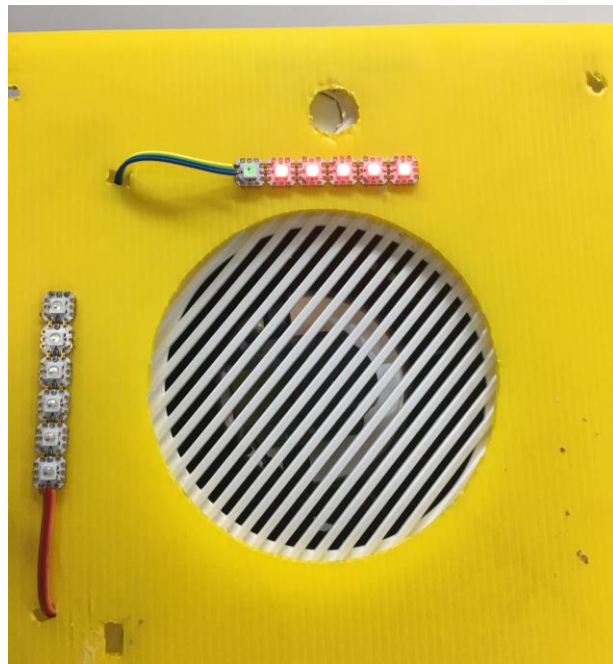


圖 28 MQ-9 危險(紅)

第5章 結論與建議

5-1 結論

4. 管道間有一氧化碳或可燃氣體時，能利用 MQ-9 氣體感測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。
5. 若有人在浴室抽菸時，香煙會透過管道進入浴室，能利用 MQ-9 氣體感測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。
6. 當浴室內空氣懸浮粒子濃度達到危險值，能利用 PMS3003 懸浮微粒偵測器進行偵測，並啟動風扇達到排風的效果，同時利用 WS2812 顯示與數值相對應的顏色來表示危險等級，並使蜂鳴器發出警示聲響。

5-2 建議

1. 使用 MQ-9 感測器時，若能預先加熱再進行偵測，獲得的數值會比較準確。
2. 可以在浴室門上也加裝一個風扇，當偵測到危險的時候可以同時啟動兩個風扇，迅速吸入新鮮空氣，從天花板上的風扇排出危險氣體，達到對流的效果。
3. 警報器可以加裝在門外，讓在室外的人也可以察覺到危險，以便進行幫助。

參考文獻

- [1] 蔡永忠(民 105 年 2 月 26 日)：智慧家庭：PM2.5 空氣感測器（感測器篇）。

取自：<https://vmaker.tw/archives/3812>。

- [2] 柯博文：自製氣體監視器，避免氣爆事件和瓦斯爆炸。取自：

<http://www.powenko.com/wordpress/?p=5688>http://www.86duino.com/?page_id=2255&lang=TW。

- [3] Unumobile(民 103 年 9 月 7 日)：Arduinod 開發版介紹。取自：

<http://web.unumobile.com/unu/?p=77>。

- [4] 柯博文：Arduino 硬體外觀。取自：

<http://www.powenko.com/wordpress/?p=4394>。

- [5] Cubie(民 100 年 7 月 19 日)：用麵包板組裝 Arduino 微電腦實驗板。取自：

<https://swf.com.tw/?p=264>。

- [6] buyIC 電子零件、電子材料採購網。取自：

http://www.buyic.com.tw/product_info.php?products_id=6339。

- [7] seeed Grove-Gas Sensor(MQ9)。取自：

http://wiki.seeed.cc/Grove-Gas_Sensor-MQ9/。

[8] ELECROW Analog CO/Combustible Gas Sensor(MQ9)。取自：

[https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=Analog_CO/Combustible_Gas_Sensor\(MQ9\)](https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=Analog_CO/Combustible_Gas_Sensor(MQ9))。

[9] 高雄市政府環境保護局：PM2.5 的認識。取自：

<http://air.ksepb.gov.tw/Article/Detail/3>。

[10] 阿玉 maker 研究區：8-bit WS2812 RGB LED。取自：

<https://sites.google.com/site/wenyumaker/30-qi-ta/02--8-bit-2812-rgb-led>。

[11] NATIONAL INSTRUMENTS(民 106 年 5 月 10 日)：如何選擇正確的繼電

器？取自：<http://www.ni.com/white-paper/6150/zht/#toc1>。

[12] Ziv2013(民 104 年 9 月 13 日)：攀藤 G3。取自：

<http://www.lab-z.com/pantengg3/>。

附錄

附錄一 程式碼

(一)引入函式庫

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h> //WS2812 函式庫  
#include "pitches.h" //蜂鳴器函式庫
```

(二)宣告變數

```
int buzzer = 2; //蜂鳴器接腳  
long pm25 = 0; //pm2.5 預設數值  
int ssr = 3; //SSR 接腳  
Adafruit_NeoPixel strip1 = Adafruit_NeoPixel( 6, 9, NEO_GRB +  
NEO_KHZ800 ); //PMS3003 LED  
Adafruit_NeoPixel strip2 = Adafruit_NeoPixel( 6, 8, NEO_GRB +  
NEO_KHZ800 ); //MQ-9 LED  
//設定 WS2812 個數及接腳, RGB 順序  
//PMS3003 G3  
uint32_t color0 = strip1.Color(0, 255, 0); //綠  
uint32_t color1 = strip1.Color(255, 255, 0); //黃  
uint32_t color2 = strip1.Color(255, 128, 0); //橘  
uint32_t color3 = strip1.Color(255, 0, 0); //紅  
uint32_t color4 = strip1.Color(75, 0, 130); //紫  
//MQ-9  
uint32_t color5 = strip2.Color(0, 255, 0); //綠  
uint32_t color6 = strip2.Color(255, 0, 0); //紅
```

(三) Setup 設定

```
Serial.begin(9600);  
strip1.begin();  
strip1.show();  
strip2.begin();  
strip2.show();  
pinMode(ssr, OUTPUT);  
pinMode(buzzer, OUTPUT);
```

(四) 偵測程式

```
int data = 0;          //PMS3003 資料  
unsigned char D;      // data23  
unsigned char H;      //回傳資料  
  
float sensor_volt;    //設定感測電壓  
float sensorValue;    //MQ-9 偵測的數值  
/*****PM2.5 偵測程式*****/  
while(Serial.available()){  
    D=Serial.read();  
    if((data==0 && D!=0x42)|| (data==1 && D!=0x4d)){ //判斷  
資料是否正確  
        Serial.println(" failed");  
        break;  
    }  
    if(data>15){ //Data15 以後用不到  
        Serial.println(" complete");
```

```

        break;
    }
    else
if(data==4||data==6||data==8||data==10||data==12||data==14)H = D;
    else if(data==13){
        pm25 = 256*H + D;
        Serial.print("PM2.5=");
        Serial.print(pm25);
        Serial.println("ug/m3");
    }
    data++;
}
while(Serial.available())Serial.read();
Serial.println();
delay(500);

/*****MQ-9 偵測程式*****/
    (當傳回數值 100 即達標)
    sensorValue =analogRead(A0);          //取的 MQ-9 的傳回的數
值 0~1023
    sensor_volt = sensorValue/1024*5.0;//取的電壓 因為偵測到
0~1023 及電壓最大
    為 5V

    Serial.print("sensor_volt = ");
    Serial.print(sensor_volt);
    Serial.println("V");

```

```
delay(500);
```

```
/******分析數值******/
```

```
if(sensor_volt<0.5){
```

```
    strip2.setPixelColor(0, color5);
```

```
    strip2.setPixelColor(1, color5);
```

```
    strip2.setPixelColor(2, color5);
```

```
    strip2.setPixelColor(3, color5);
```

```
    strip2.setPixelColor(4, color5);
```

```
    strip2.setPixelColor(5, color5);
```

```
    strip2.show();
```

```
}
```

```
if(sensor_volt>0.5){
```

```
    strip2.setPixelColor(0, color6);
```

```
    strip2.setPixelColor(1, color6);
```

```
    strip2.setPixelColor(2, color6);
```

```
    strip2.setPixelColor(3, color6);
```

```
    strip2.setPixelColor(4, color6);
```

```
    strip2.setPixelColor(5, color6);
```

```
    strip2.show();
```

```
}
```

```
if(pm25 < 50){
```

```
//安全 綠色
```

```
    strip1.setPixelColor(0, color0);
```

```
    strip1.setPixelColor(1, color0);
```

```
    strip1.setPixelColor(2, color0);
```

```
stripl. setPixelColor(3, color0);
stripl. setPixelColor(4, color0);
stripl. setPixelColor(5, color0);
stripl. show();
}
if(pm25 > 50 && pm25 < 100){ //普通 黃色
    stripl. setPixelColor(0, color1);
    stripl. setPixelColor(1, color1);
    stripl. setPixelColor(2, color1);
    stripl. setPixelColor(3, color1);
    stripl. setPixelColor(4, color1);
    stripl. setPixelColor(5, color1);
    stripl. show();
}
if(pm25 > 100 && pm25 < 150){ //對敏感族群不健康 橘色
    stripl. setPixelColor(0, color2);
    stripl. setPixelColor(1, color2);
    stripl. setPixelColor(2, color2);
    stripl. setPixelColor(3, color2);
    stripl. setPixelColor(4, color2);
    stripl. setPixelColor(5, color2);
    stripl. show();
}
if(pm25 > 150 && pm25 < 200){ //對所有族群不健康 紅色
    stripl. setPixelColor(0, color3);
    stripl. setPixelColor(1, color3);
```

```

    strip1.setPixelColor(2, color3);
    strip1.setPixelColor(3, color3);
    strip1.setPixelColor(4, color3);
    strip1.setPixelColor(5, color3);
    strip1.show();
}

if(pm25 > 200 ){ //非常不健康 紫色
    strip1.setPixelColor(0, color4);
    strip1.setPixelColor(1, color4);
    strip1.setPixelColor(2, color4);
    strip1.setPixelColor(3, color4);
    strip1.setPixelColor(4, color4);
    strip1.setPixelColor(5, color4);
    strip1.show();
}

if(pm25>100 || sensor_volt>0.5){
    digitalWrite(ssr, HIGH);
    tone(buzzer, NOTE_F5, 800);
    delay(500);
    tone(buzzer, NOTE_C5, 800);
}


else if(pm25<100 || sensor_volt<0.5){
    digitalWrite(ssr, LOW);
}
}


```


附錄三 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
相關配備	PMS3003G3 PM2.5	個	1	偵測空氣中0.3~1.0微米懸浮顆粒物濃度	
相關配備	MQ-9 氣體傳感器	個	1	偵測一氧化碳、甲烷、液化氣等	
相關配備	Promini ATmega328	個	3	執行程式	
相關配備	燒錄器	個	3	燒錄程式	
相關配備	排針 40PIN	排	2	設備連接	
相關配備	排針線	條	30	設備連接	
相關配備	電路板	片	1	設備連接	
相關配備	JY-8001 排風扇	台	1	排出氣體	
	以下空白				

附錄四 研究成員簡歷

姓名	郭又豪	班級	電子三甲	
曾修習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機與實習 5. 電子電路與實習 6. 程式設計實習 7. 電路繪圖實習 8. 單板電腦實習 			
參與 專題工作 項目	組長、硬體製作、零件採購、報告製作			
經歷 簡介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 擔任過內掃衛生幹事 2. 擔任過外掃衛生幹事 3. 擔任過班長 4. 擔任過學藝股長 5. 擔任過工廠安全衛生股長 6. 工業電子丙級術士 7. 擔任過地理小老師 			

姓名	麥光廷	班級	電子三甲	
曾修 習 專業 科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機與實習 5. 電子電路與實習 6. 程式設計實習 7. 電路繪圖實習 8. 單板電腦實習 			
參與 專題 工作 項目	程式設計、報告製作			
經歷 簡介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業電子丙級術士 2. 擔任過英文小老師 			

姓名	吳祺楨	班級	電子三甲
曾修 習 專業 科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機與實習 5. 電子電路與實習 6. 程式設計實習 7. 單板電腦實習 8. 電路繪圖實習 		
參與 專題 工作 項目	程式設計、報告製作		
經歷 簡介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業電子丙級術士 2. 擔任過副班長 3. 擔任過公民小老師 4. 擔任過化學小老師 5. 擔任過環保幹事 		



姓名	許靖	班級	電子三甲	
曾修專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機與實習 5. 電子電路與實習 6. 程式設計實習 7. 電路繪圖實習 8. 單板電腦實習 			
參與專題工作項目	報告製作、零件採購、硬體製作			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業電子丙級術士 2. 擔任過學藝股長 3. 擔任過體育股長 4. 擔任過國文小老師 			