

# 智慧家庭：PM2.5 空氣感測器（硬體組裝上篇）

三月，2016

文\曹永忠

本篇主要是教大家如何組立空氣粒子感測裝置硬體組裝，但是為了讓讀者簡化實驗，並不讓讀者自行設計與製作空氣粒子感測裝置外部產品硬體結構，而是採用市面上各個相關模組來設計出空氣粒子感測裝置。

## 空氣粒子感測裝置基本組成要素

首先，我們先將購買所需的元件，由下圖可以見到所有零件的一覽圖：

對於開發版部份的元件，我們購入瑞昱半導體公司的阿米巴(Ameba)開發版，如下圖所示，來當作本裝置控制核心，讀者可以參考 iCShop 網站購買：[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/21291](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/21291)，購買相關零件，對於零件使用上，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)』:Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』（曹永忠，許智誠，& 蔡英德，2015a, 2015b）。

對於 PM2.5 感測器部份的元件，我們購入偵測空氣懸浮粒子感測器，如下圖所示，來當作 PM2.5 感測器元件，讀者可以參考 iCShop 網站購買：[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/20460](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/20460)，購買相關零件，對於零件使用上，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)』:Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』（曹永忠 et al., 2015a, 2015b）。

對於時間讀取與控制部份的元件，我們購入 RTC 時鐘下圖 DS1307 I2C RTC 模組來當作 Arduino 開發版的時鐘元件，讀者可以參考 iCShop 網站購買：[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/12421](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/12421)，購買相關零件，對於零件使用上，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)』:Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』（曹永忠 et al., 2015a, 2015b）、『Arduino 電風扇設計與製

作』(曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2013)、『Arduino 电风扇设计与制作』(曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014)、『Arduino RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on RFID Technology』(曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014c)、『Arduino RFID 門禁管制機設計: Using Arduino to Develop an Entry Access Control Device with RFID Tags』(曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014b)、『Arduino EM-RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on EM-RFID Card』(曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014a; 曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於顯示資訊部份的元件, 我們使用 LCD2004 顯示器加上 I2C 控制器, 如下圖 LCD 2004 液晶顯示器模組來當作 Arduino 開發版的顯示器, 讀者可以參考 iCShop 網站購買:

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/5746](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/5746),

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/21335](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/21335), 購買相關零件, 若讀者仍不熟悉, 可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT 篇)』: Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)、『Arduino RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on RFID Technology』(曹永忠, 許智誠, et al., 2014c)、『Arduino RFID 門禁管制機設計: Using Arduino to Develop an Entry Access Control Device with RFID Tags』(曹永忠, 許智誠, et al., 2014b)、『Arduino EM-RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on EM-RFID Card』(曹永忠, 許智誠, et al., 2014a; 曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於溫濕度模組部份的元件, 我們使用 DHT22 溫濕度模組來感測溫溼度, 如下圖 DHT22 溫濕度模組, 讀者可以參考 iCShop 網站購買:

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/20659](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/20659), 購買相關零件, 若讀者仍不熟悉, 可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT 篇)』: Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於迷你小麵包板的元件, 我們使用迷你小麵包板來擴充所需要連接的電路, 如迷你小麵包板, 讀者可以參考 iCShop 網站購買:

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/11516](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/11516), 購買相關零件, 若讀者仍不熟悉, 可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT 篇)』: Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於單心線部份的元件, 我們使用 0.5mm~0.8mm 的單心線, 如下圖單心線, 讀者可以參考 iCShop 網站購買:

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/1435](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/1435), 購買相關零件, 若讀者仍不熟悉, 可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT

篇)):Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於杜邦線部份的元件，我們使用 20cm 長度以上的雙公杜邦線，如下圖雙公杜邦線，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/2191](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/2191)，購買相關零件，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)):Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於狀態顯示燈號的元件，我們使用 5mm 的 LED 燈泡(綠、藍、橙、紅、黃等色)，如下圖狀態顯示燈號，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/2511](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/2511)，購買相關零件，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)):Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於外接電源的線材，我們使用 MICRO USB 線，如下圖 MICRO USB 線，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

[http://www.icshop.com.tw/product\\_info.php/products\\_id/6672](http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/6672)，購買相關零件，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)):Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

對於裝置外殼，由於本裝置是作者設計，所以作者委託國內最大的電子零件供應商：iCShop 老闆：黃文辭先生設計與製作，如下圖外殼，讀者可以參考 iCShop 網站購買：<http://www.icshop.com.tw/index.php/cPath/1796>，購買相關零件，若讀者仍不熟悉，可以參考拙作『Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發(MQTT 篇)):Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT』(曹永忠 et al., 2015a, 2015b)。

此外，本書所有的零件，會以零件包的方式出版，並跟國內最大的電子零件供應商：iCShop 合作，在網址：

<http://www.icshop.com.tw/index.php/cPath/1796>，進行銷售，讀者若有任何需要，請逕行與該公司接洽。



(a). 偵測空氣懸浮粒子感測器  
PMS3003



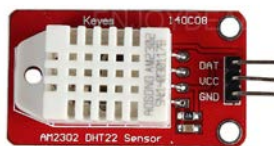
(b). Realtek 阿米巴開發  
版



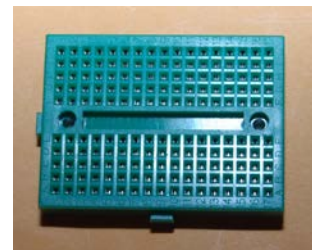
(c). LCD2004 顯示模組



(d). DS1307 RTC 時鐘模組



(e). DHT22 溫濕度模組



(f). 迷你小麵包板



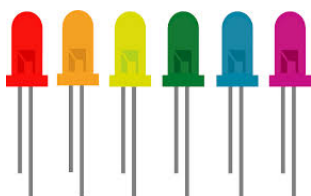
(g). 單心線



(h). 雙公杜邦線



(i). 一公一母杜邦線



(j). 狀態顯示燈號



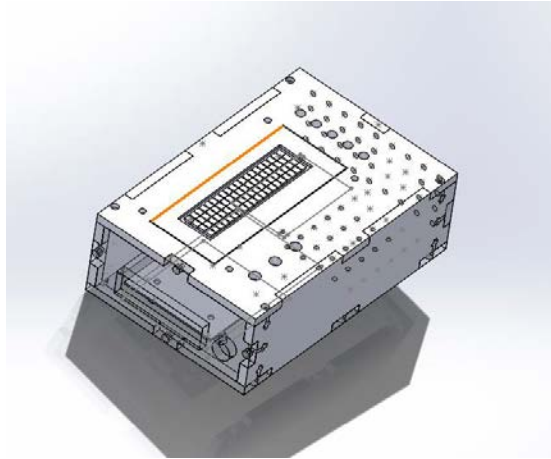
(k). 220 歐姆電阻



(l). MICRO USB 線



(m). 泡棉膠



(z). 外殼

圖 1 空氣粒子感測裝置組成元件一覽圖

## 安裝阿米巴開發版

首先，我們先行安裝瑞昱半導體公司的阿米巴(Ameba)開發版(如圖 1 所示)(曹永忠, 2016; 曹永忠 et al., 2015a, 2015b)，如下圖所示，我們先拿出外殼(如圖 1 所示)的四顆塑膠螺絲柱與四顆塑膠螺絲。



圖 2 阿米巴開發版固定柱



如下圖所示，我們先拿出外殼底板(如圖 1 所示)，並將上圖所示之的四顆塑膠支柱與四顆塑膠螺絲，鎖於如下圖所示之底板上。



圖 3 將固定柱鎖於外殼底板

如下圖所示，我們先拿出瑞昱半導體公司的阿米巴(Ameba)開發版(如圖 1 所示)，將置於上圖所示之的塑膠支柱上，並拿出與四顆塑膠螺絲帽，將瑞昱半導體公司的阿米巴(Ameba)開發版固定鎖緊。

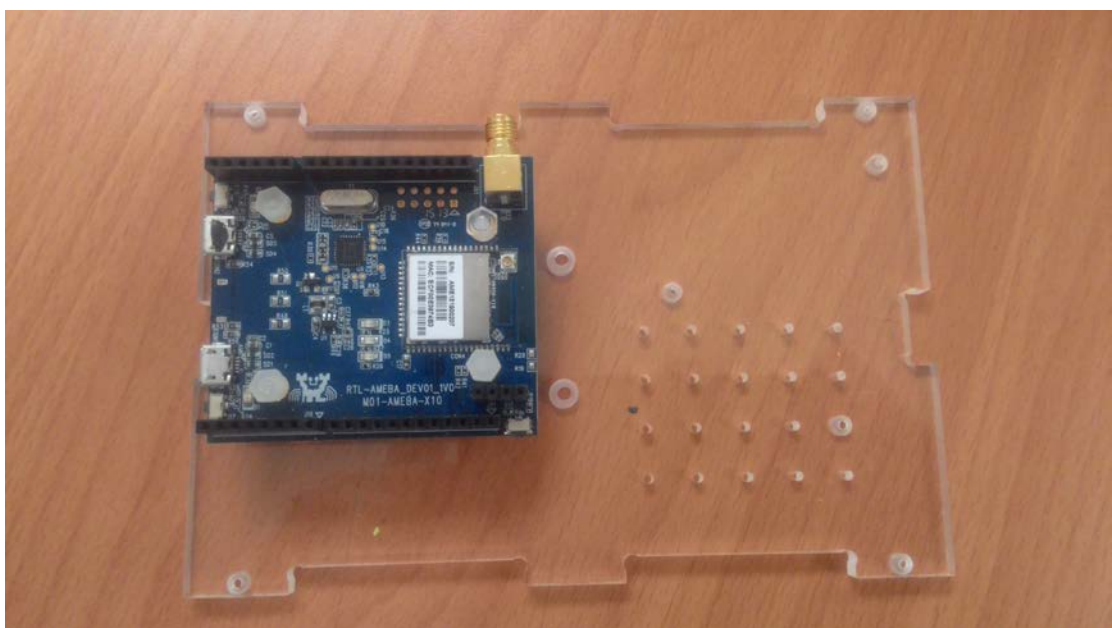


圖 4 將阿米巴開發版鎖於外殼底板

如上圖所示，我們完成出瑞昱半導體公司的阿米巴(Ameba)開發版之裝設。

## 安裝偵測空氣懸浮粒子感測器

下一步我們將裝設明攀藤科技(Plantower)<sup>1</sup>的PMS3003 空氣懸浮粒子感測器(曹永忠, 2016; 曹永忠 et al., 2015a, 2015b)，首先我們拿出如圖 1 所示之外殼元件內的小螺絲與小螺絲帽，如下圖所示，先放於桌面上。

---

<sup>1</sup>北京攀藤科技有限公司是一家專注於空氣品質感測器研發、生產與銷售的高科技企業，作為行業領跑者，公司通過不斷創新和品質追求，已與國內外多家知名企業建立了良好的戰略合作夥伴關係(<http://www.plantower.com/>)。



圖 5 固定 PM 感測器之螺絲

如下圖所示，我們拿出如圖 1 所示之偵測空氣懸浮粒子感測器(PMS3003)，並且先將塑膠膜拆開，可以看到如下圖所示之對稱的兩個螺絲孔。



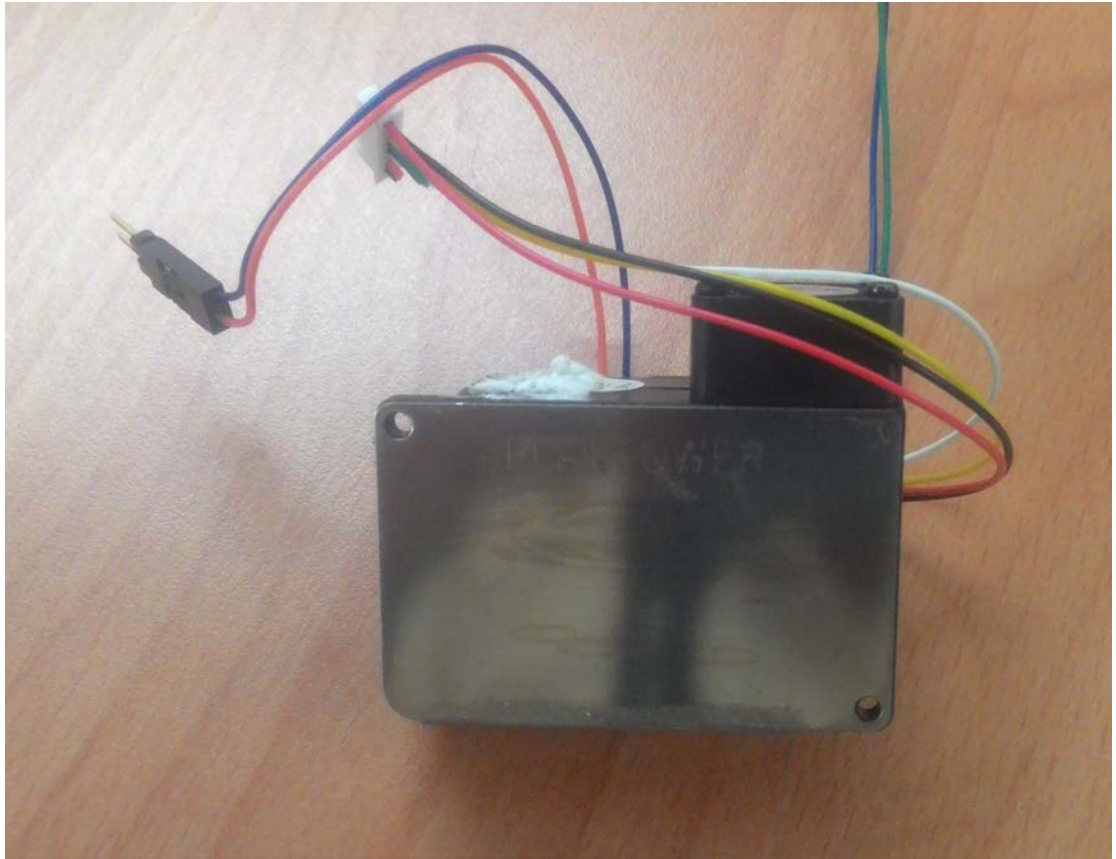


圖 6 空氣懸浮粒子感測器

如下圖所示，我們將如上圖所示之對稱的兩個螺絲孔，對齊圖 1 所示之外殼底板之右上方兩個螺孔，位置如下圖所示之位置。

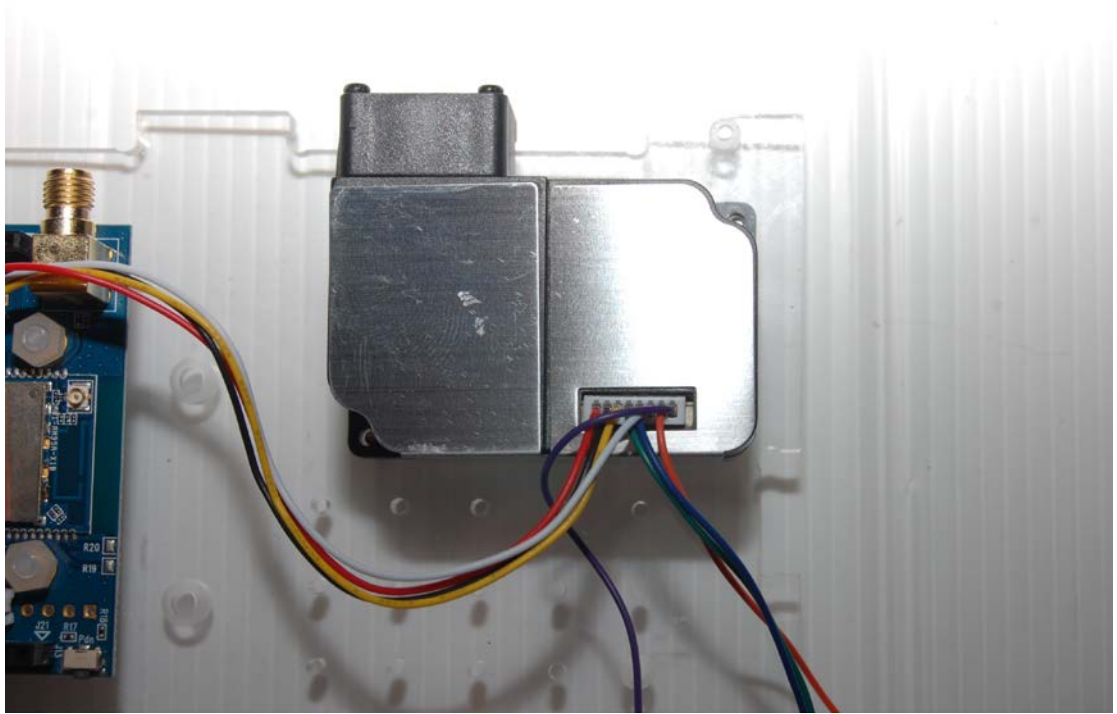


圖 7 安裝空氣懸浮粒子感測器於底板上

如下圖所示，我們將螺絲由圖 1 所示之外殼底板之右上方兩個螺孔往上插入後，如下圖所示，將螺絲帽旋緊。

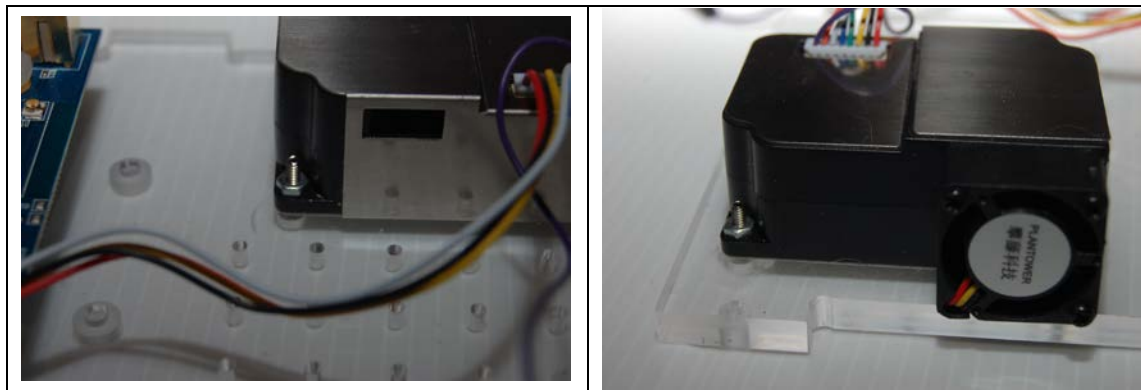


圖 8 鎖緊空氣懸浮粒子感測器螺絲

完成裝置偵測空氣懸浮粒子感測器(PMS3003)之後，整個外觀如下圖所示。

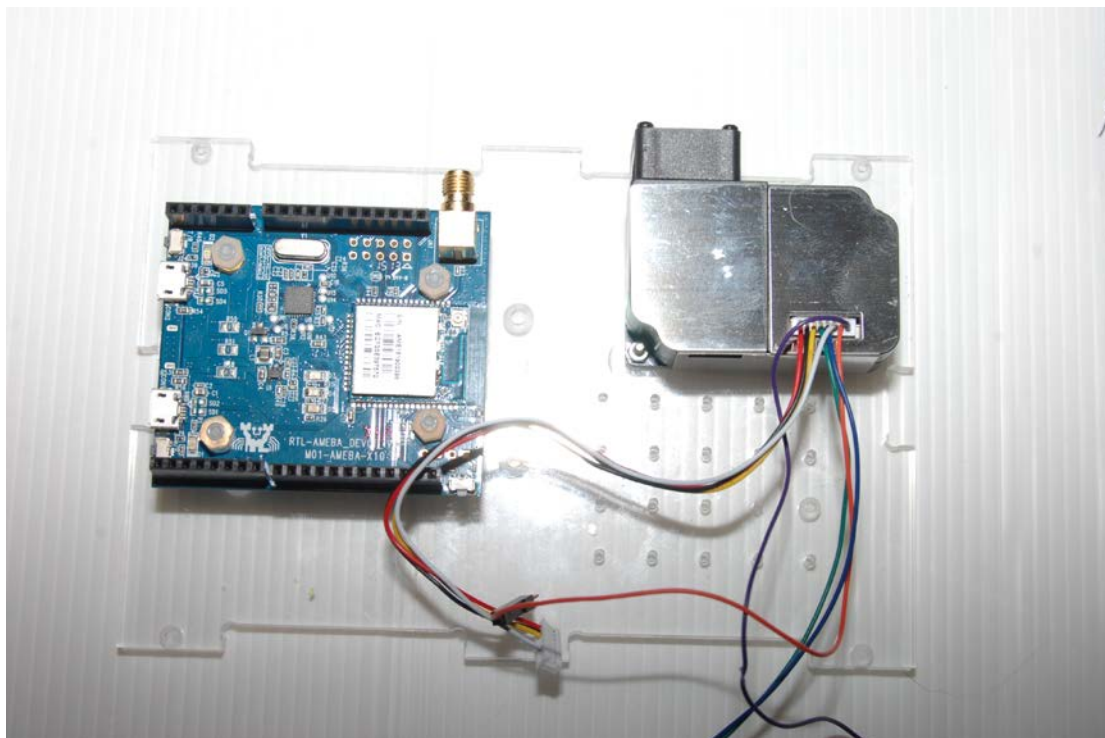


圖 9 空氣懸浮粒子感測器安裝完成

## 安裝麵包板

下一步我們將裝設如圖 1 所示之小型麵包板，因為我們必須裝設許多元件，如果所有元件都直接連接到阿米巴開發版，恐怕無法同時連接這麼多必要的元件，所以我們必須透過麵包板來擴充可以連接的元件，特別是每一個元件都需要電力供應，而阿米巴開發版無法同時供應這麼多的元件電源插孔。

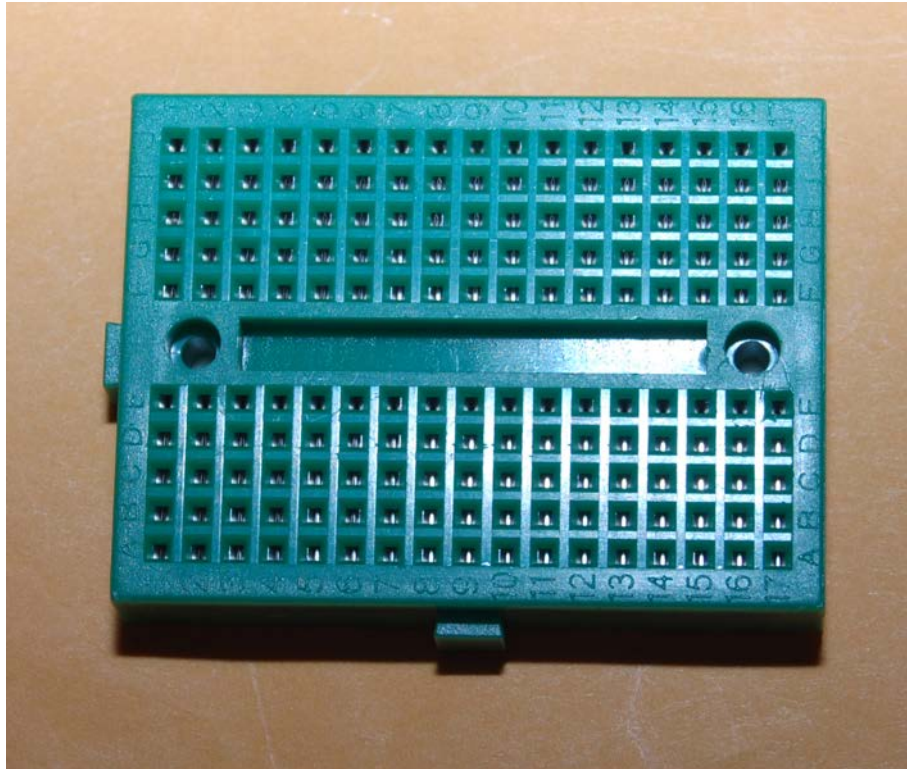


圖 10 麵包板

為了擴充麵包板，我們先拿出圖 1 所示之單心線，如下圖所示，先將單心線進行裁剪。



圖 11 單心線



如下圖所示，我們先把上圖所示之單心線，如下圖所示，進行裁剪單心線為五條 45mm~55mm 長度，並使用撥線鉗或斜口鉗將五條單心線雙邊各剝去 6mm~8mm 長度的外皮，使之露出金屬的單心銅線。



圖 12 五條單心線

如下圖所示，將五條剝去外皮單心線依序插入下圖所示之麵包板，使之橫跨五個雙邊通道，使之導通。



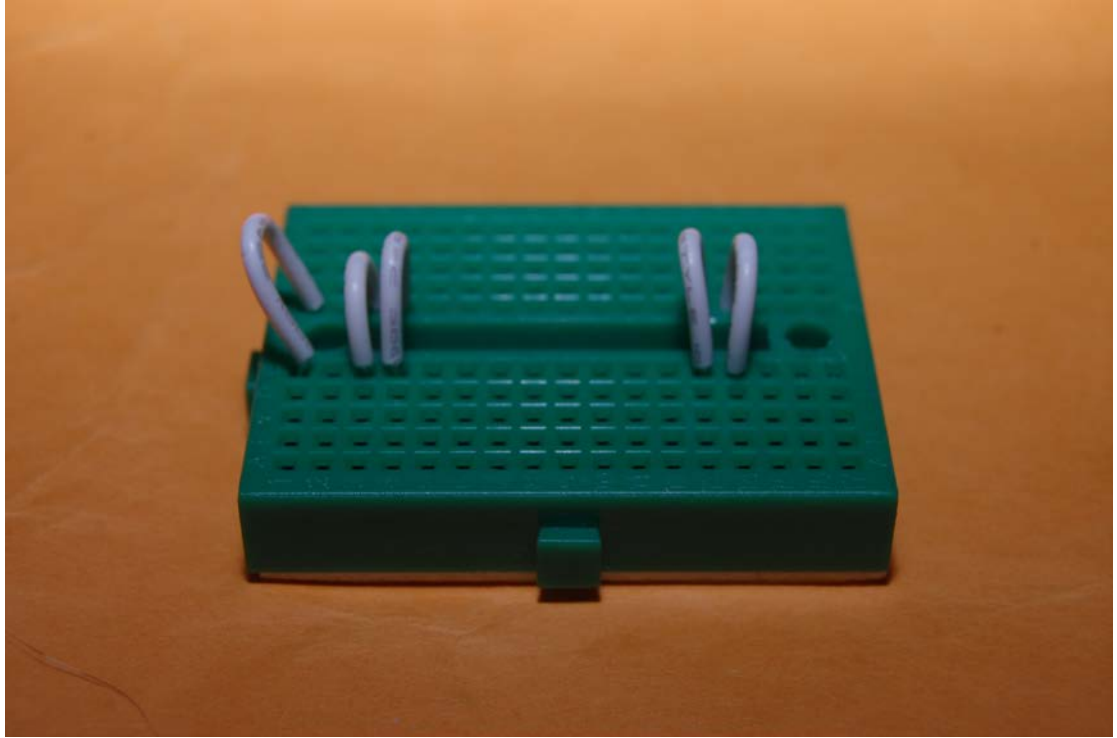


圖 13 裝置單心線於麵包板

如下圖所示，我們再剪單心線一條 25mm~35mm 長度，並使用撥線鉗或斜口鉗將一條單心線雙邊各剝去 6mm~8mm 長度的外皮，使之露出金屬的單心銅線。



圖 14 補上單心線

如下圖所示，將一條剝去外皮單心線依序插入下圖所示之麵包板，使之連接第二條與第三條單心線的通道，使之導通。

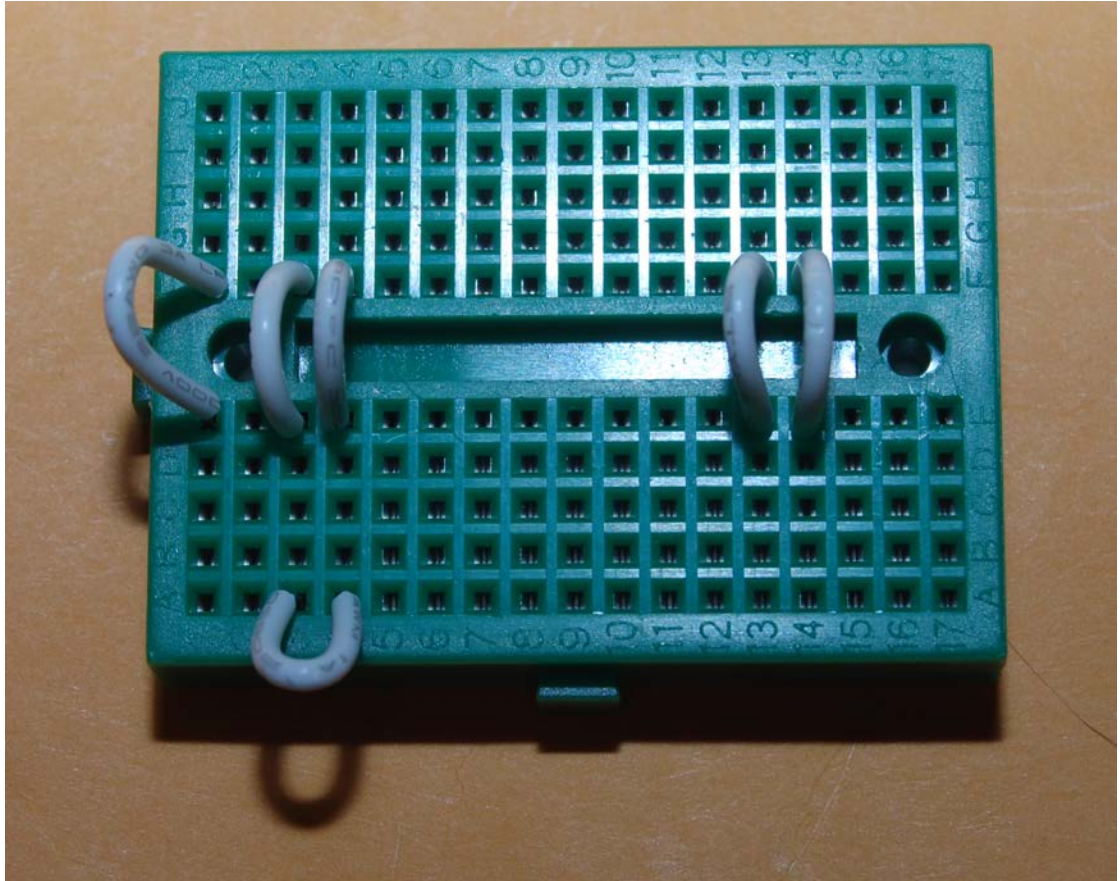


圖 15 連接 VCC 雙線

最後，我們將完成單心線布置的麵包板，完成裝置偵測空氣懸浮粒子感測器 (PMS3003) 之後，整個外觀如下圖所示。放置於如圖 1 所示之外殼底板之右下方，有許多孔洞的地方。

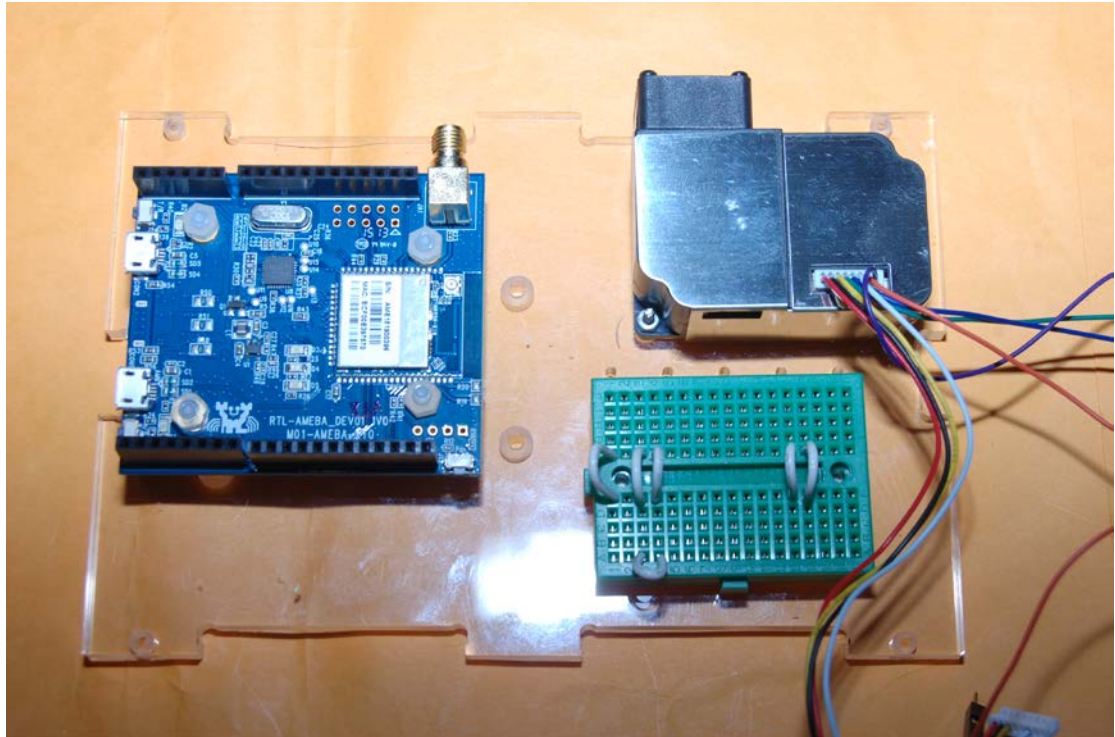


圖 16 安裝麵包板於底殼上

最後，我們將完成放置單心線布置的麵包板

### 安裝溫溼度模組

下一步我們將裝設如圖 1 所示之 DHT22 溫濕度模組，因為我們需要量測溫度、濕度，如果使用單一功能的感測器，會增加裝置元件，所以我們採用溫溼度合一感測元件：DHT22 溫濕度模組。

首先，我們將圖 1 所示之外殼之右側板，如下圖所示放置。

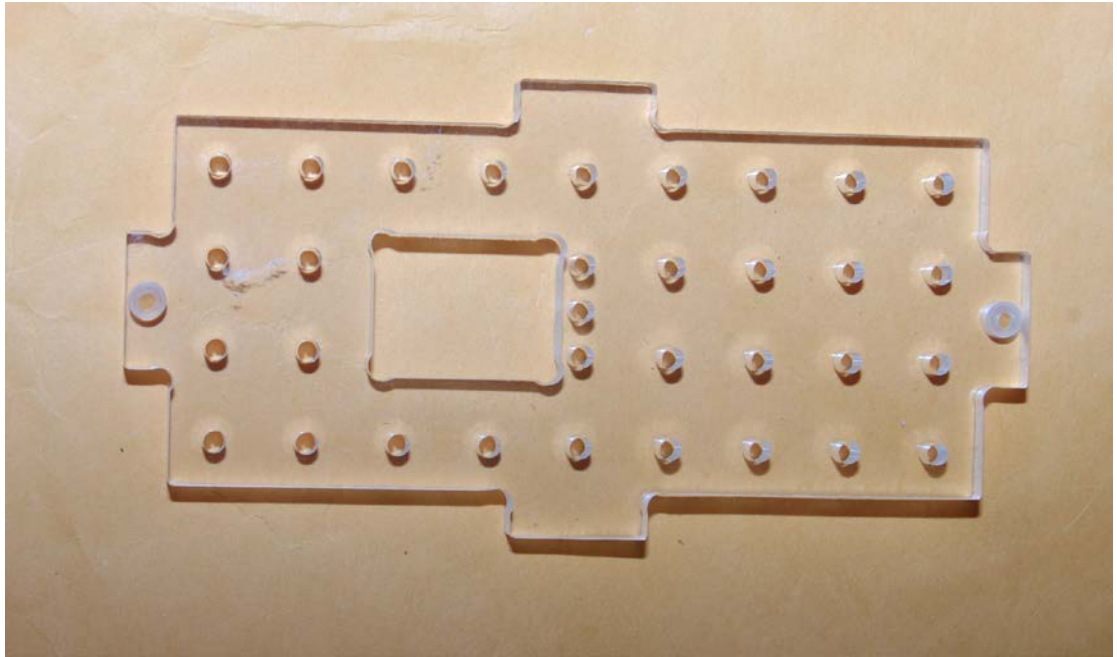


圖 17 外殼右側

如下圖所示，我們取出一個圖 1 所示之外殼之小螺絲與小螺帽，再取出如圖 1 所示之 DHT22 溫濕度模組。

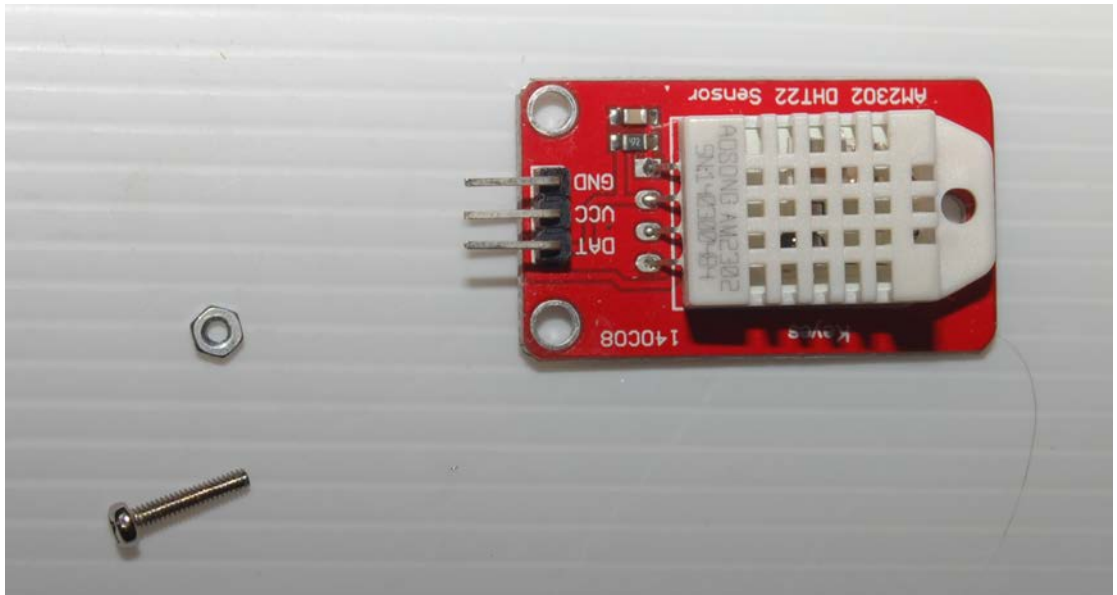


圖 18 DHT22 與螺絲

如下圖所示，由於外殼設計因素，我們可以將圖 1 所示之 DHT22 溫濕度模組，如果可以，如下圖所示，將其接腳解焊，重新焊接一個 180 度的三 pin 的接腳。



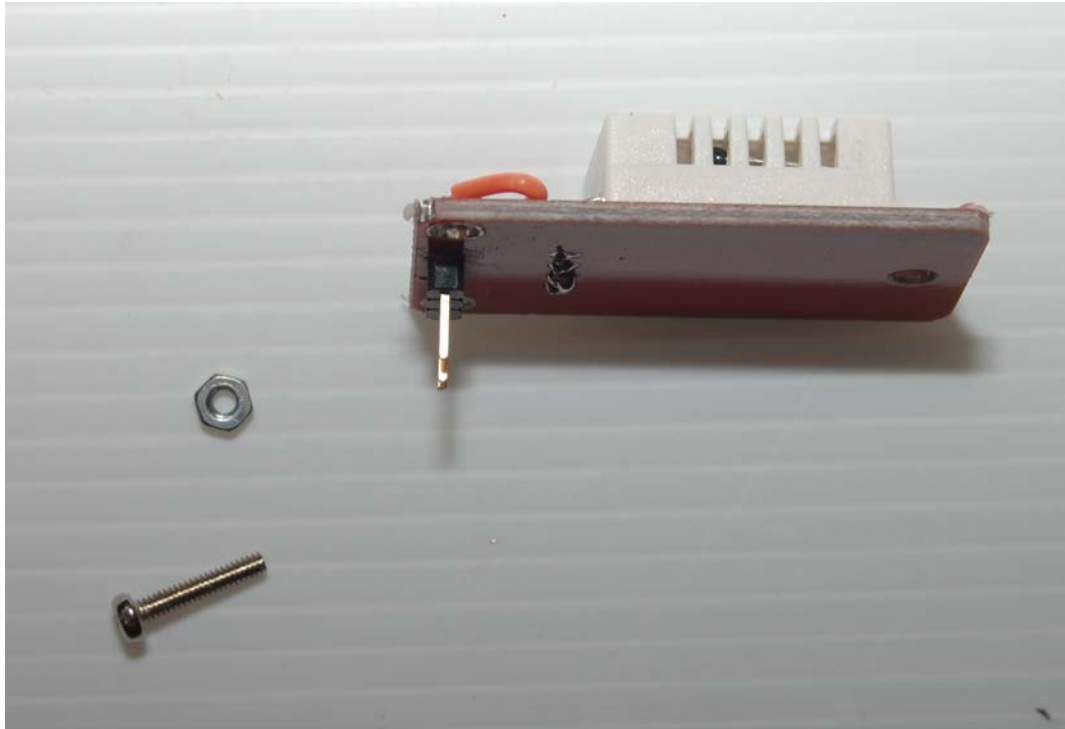


圖 19 改裝腳位的 DHT22

如下圖所示，將圖 1 所示之 DHT22 溫濕度模組塞入右側板的下方，並將 DHT22 溫濕度模組上方孔洞，對準右側板的孔洞，方便鎖螺絲。

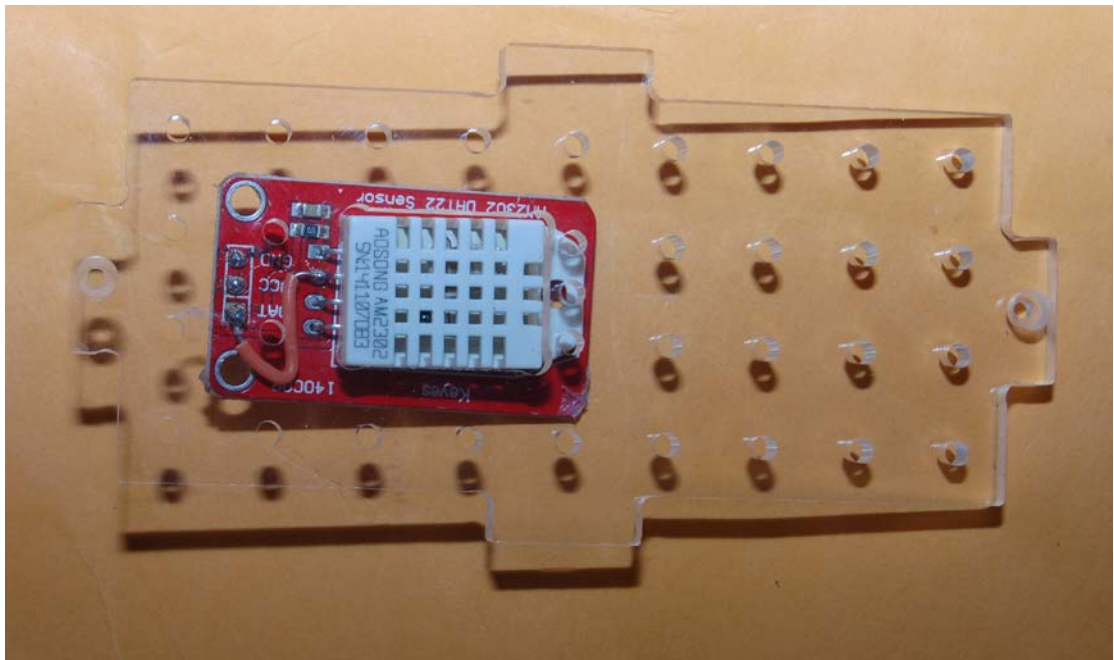


圖 20 將 DHT22 裝於外殼上



如下圖所示，將圖 1 所示之 DHT22 溫濕度模組於右側板的孔洞，將螺絲鎖入後，用螺帽旋緊。

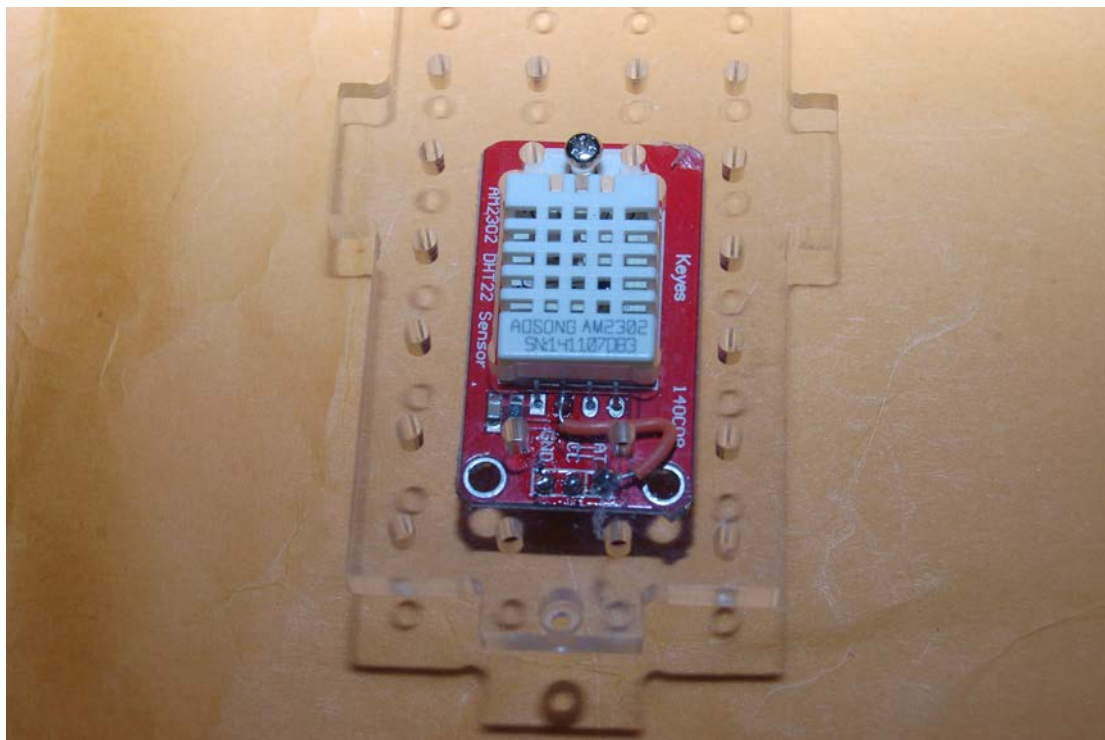


圖 21 將 DHT22 鎖緊於外殼上

如下圖所示，我們取出三條圖 1 所示之一公一母杜邦線，準備連接如下圖所示之 DHT22 溫濕度模組。

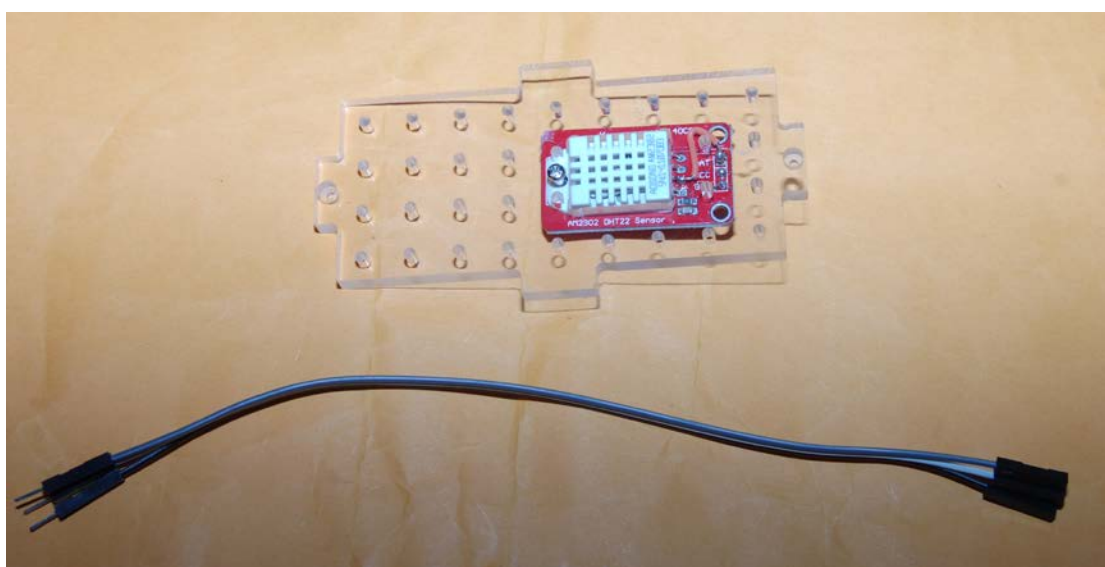


圖 22 取出 DHT22 的杜邦線

如下圖所示，我們將三條圖 1 所示之一公一母杜邦線，連接於下圖所示之 DHT22 溫濕度模組之電源接腳與訊號接腳。

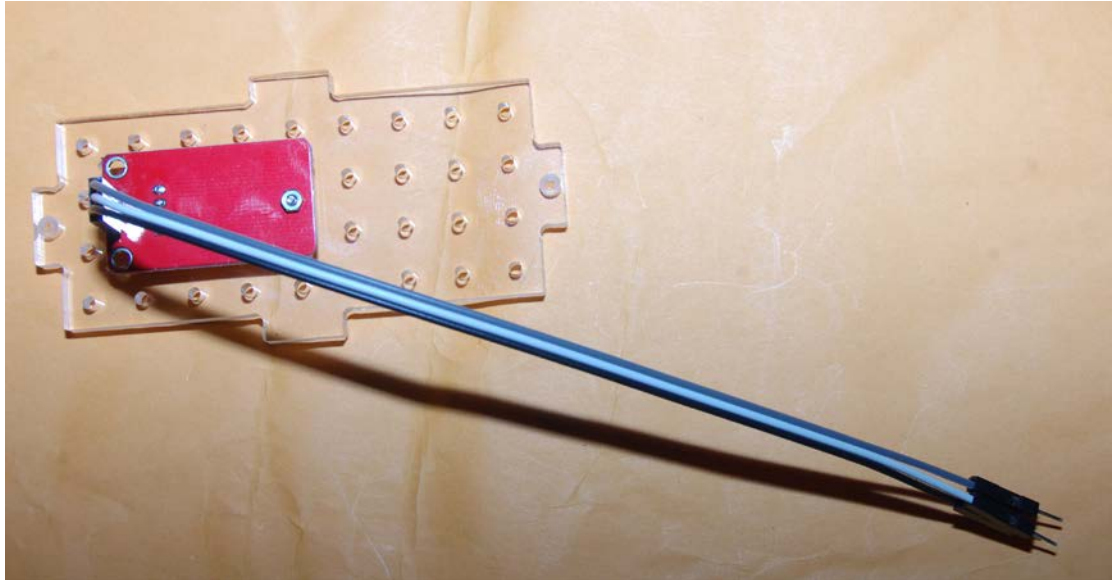


圖 23 將杜邦線插於 DHT22 上

最後，我們將完成放置 DHT22 溫濕度模組於外殼右板上。

### 安裝 RTC 時鐘模組

下一步我們將裝設如圖 1 所示 DS1307 I2C RTC 模組，因為本裝置需要精準的時間與持續不斷的時間資訊，如果耗用阿米巴開發版於計算時間，有時候會大材小用，而且可能增加程式的複雜度。

所以我們引入了時鐘模組，採用 Tiny RTC DS1307 時鐘模組。

首先，我們將圖 1 所示之外殼的下側板，如下圖所示放置。

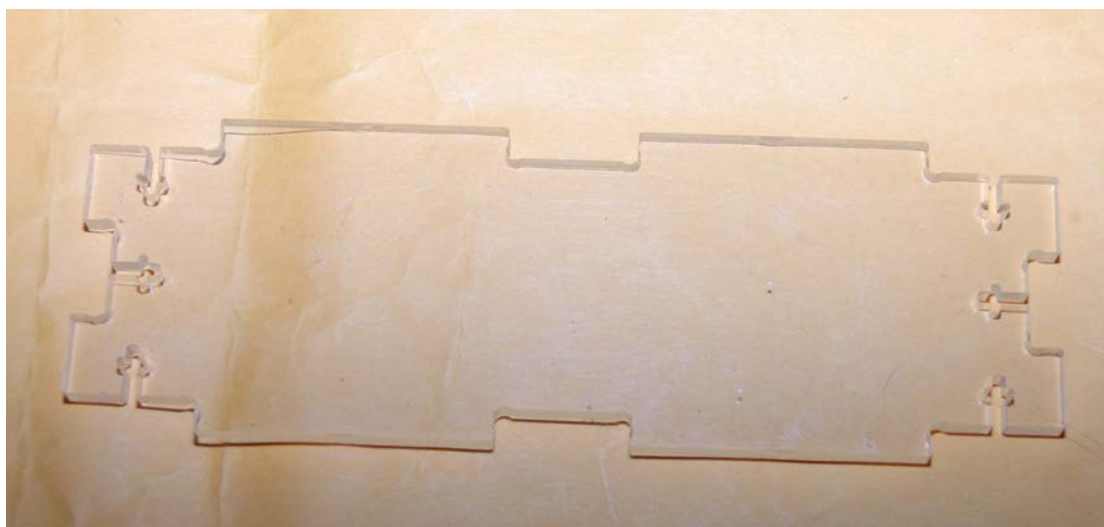


圖 24 外殼下板

如下圖所示，我們取出一個圖 1 所示之 DS1307 RTC 時鐘模組，再取出如圖 1 所示之泡棉膠。

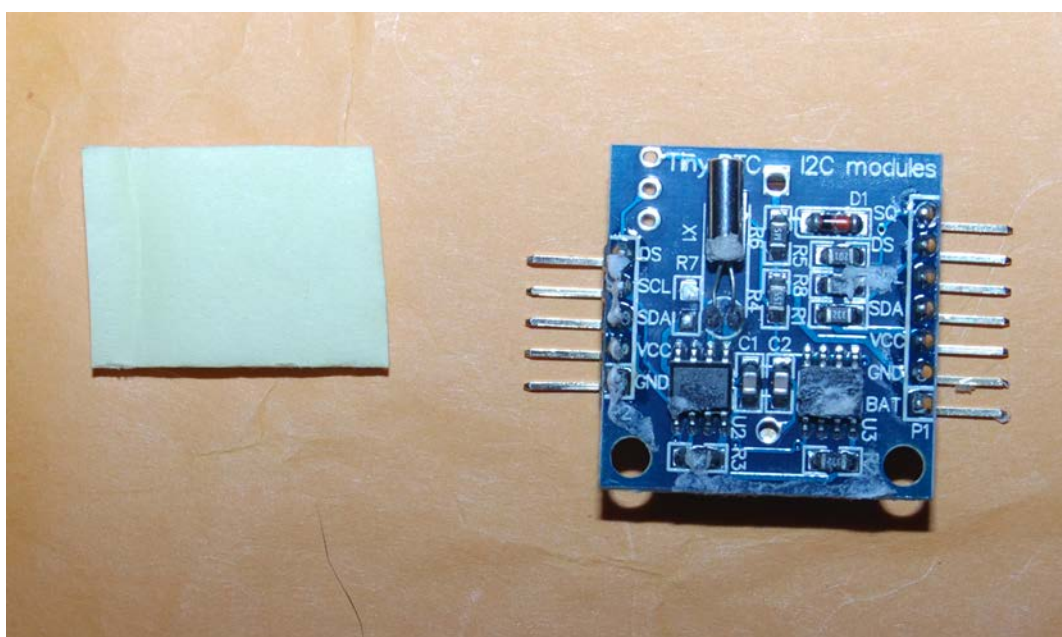


圖 25 取出 RTC 時鐘模組

如下圖所示，我們將泡棉膠撕開一面，黏到 DS1307 RTC 時鐘模組上。



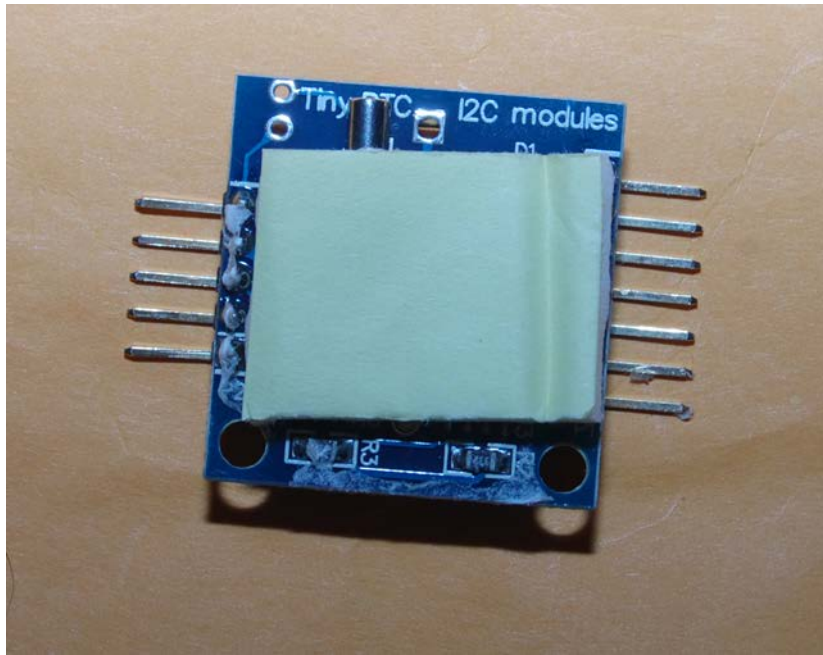


圖 26 黏上雙面膠於 RTC 時鐘模組

如下圖所示，我們再將泡棉膠另一面撕開，黏到圖 1 所示之外殼的中間偏左方的位置上。

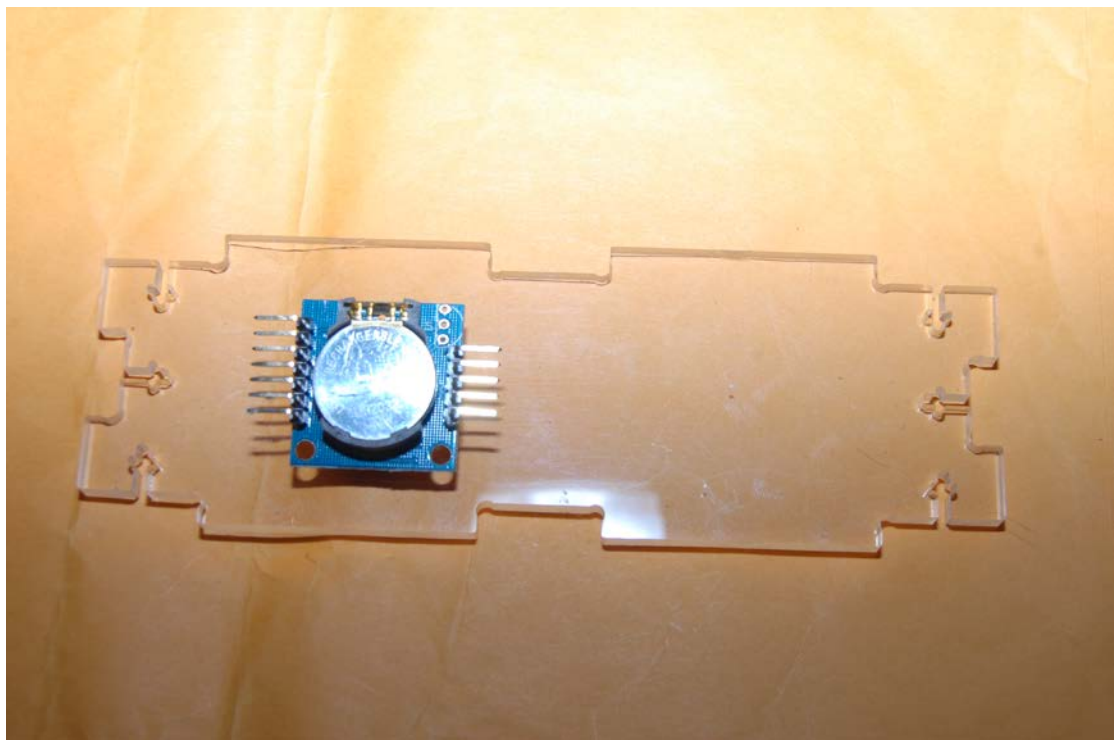


圖 27 將 RTC 時鐘模組黏到外殼

如下圖所示，我們取出四條圖 1 所示之一公一母杜邦線，準備連接如下圖所示之 DS1307 RTC 時鐘模組。

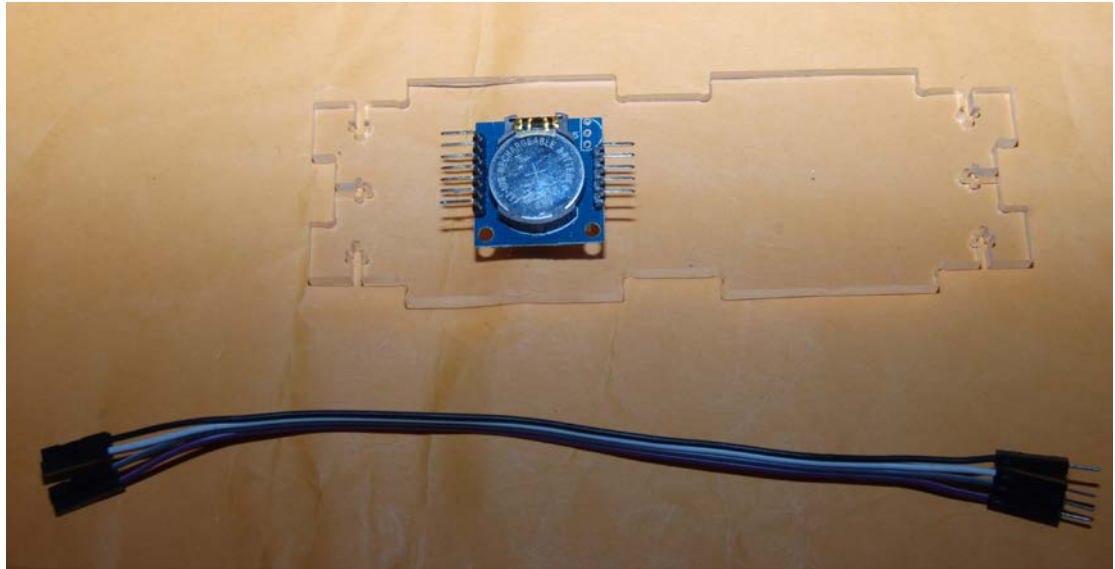


圖 28 取出 RTC 用的杜邦線

如下圖所示，我們將四條圖 1 所示之一公一母杜邦線，連接於下圖所示之下圖所示之 DS1307 RTC 時鐘模組之電源接腳與 I 2 C 訊號接腳。



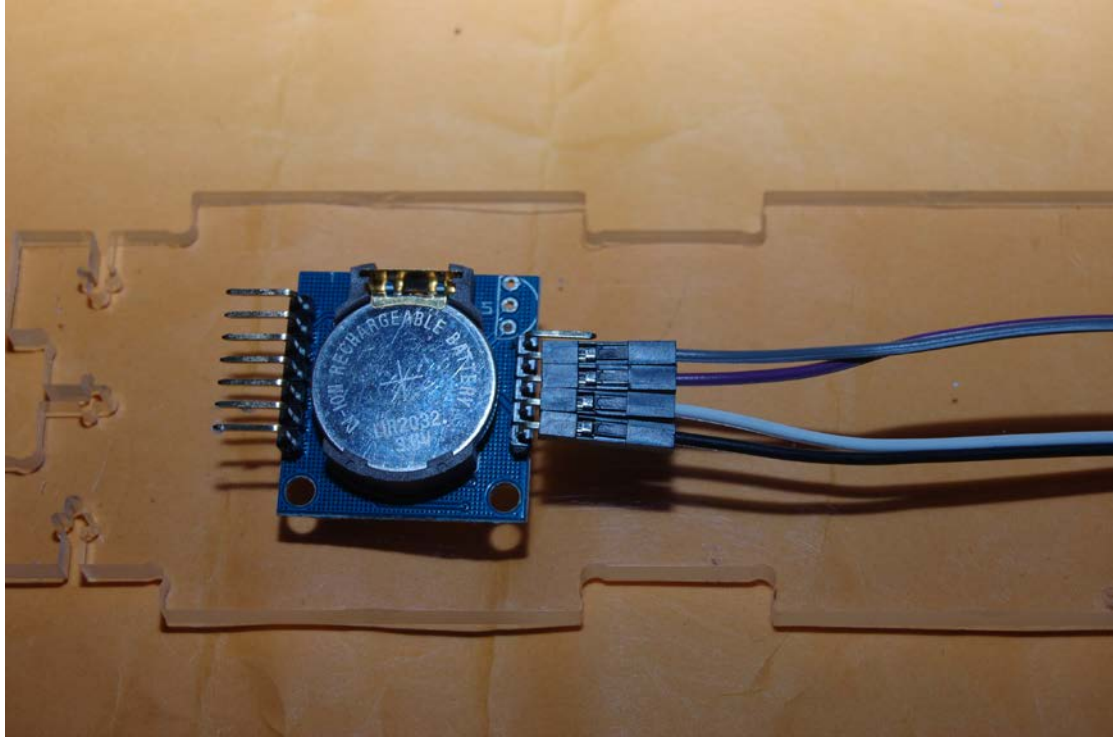


圖 29 將杜邦線裝於 RTC 時鐘模組

最後，我們將完成放置 DS1307 RTC 時鐘模組於外殼下板上。

### 預期完成組裝目標

我們整體目標就是完成如下圖所示，當完成硬體組裝、電路組裝與軟體安裝後，我們接上電源後，可以看到完成 PM2.5 空氣感測器的裝置。



圖 30 正常開機之成品圖

本文為『PM2.5空氣感測器』系列第二篇：硬體組裝上篇，主要介紹之裝置所有元件，並且一步一步教導讀者如何將這些元件組裝，完成PM2.5空氣感測器的硬體安裝。

後續筆者還會繼續發表『PM2.5空氣感測器』系列的文章，讓我們在未來可以創造出更優質、智慧化的家庭。

敬請期待更多的文章。

#### 筆者介紹

**曹永忠 (Yung-Chung Tsao)**：目前為自由作家，專注於軟體工程、軟體開發與設計、物件導向程式設計、Arduino 開發、嵌入式系統開發，商品攝影及人像攝影。長期投入資訊系統設計與開發、企業應用系統開發、軟體工程、新產品開發管理、商品及人像攝影等領域，並持續發表作品及相關專業著作。



Email: [prgbruce@gmail.com](mailto:prgbruce@gmail.com) , Line ID : dr.brucetsao

Arduino 部落格 : <http://taiwanarduino.blogspot.tw/>

臉書社群(Arduino.Taiwan) : <https://www.facebook.com/groups/Arduino.Taiwan/>

活動官網 : <http://arduino.kktix.cc/>

Youtube : [https://www.youtube.com/channel/UCcYG2yY\\_u0mlaotcA4hrRgQ](https://www.youtube.com/channel/UCcYG2yY_u0mlaotcA4hrRgQ)

### 參考文獻：

- 曹永忠. (2016). 智慧家庭：PM2.5 空氣感測器（感測器篇）. Retrieved from <http://vmaker.tw/project/view/695>
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014). *Arduino 電風扇設計與製作: Using Arduino to Develop a Controller of the Electric Fan*. 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2013). *Arduino 電風扇設計與製作: The Design and Development of an Electronic Fan by Arduino Technology* (初版 ed.). 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014a). *Arduino EM-RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on EM-RFID Card* (初版 ed.). 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014b). *Arduino RFID 門禁管制機設計: Using Arduino to Develop an Entry Access Control Device with RFID Tags*. 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014c). *Arduino RFID 門禁管制機設計: The Design of an Entry Access Control Device based on RFID Technology* (初版 ed.). 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2015a). *Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT 篇): Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT* (初版 ed.). 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2015b). *Ameba 空氣粒子感測裝置設計與開發 (MQTT 篇): Using Ameba to Develop a PM 2.5 Monitoring Device to MQTT* (初版 ed.). 台灣、彰化: 渥瑪數位有限公司.