

智慧家庭：PM2.5 空氣感測器(硬體組裝下篇)

三月，2016

文\曹永忠

本篇是接續上篇文章『智慧家庭：PM2.5 空氣感測器(硬體組裝上篇)』，延續未完成的硬體組裝，主要是教大家如何組立空氣粒子感測裝置硬體組裝。

上文中我們介紹空氣粒子感測裝置的開發板安裝、空氣懸浮粒子感測器安裝、麵包板安裝、溫溼度模組安裝、RTC 時鐘模組安裝…等等，本篇將介紹剩下全部元件安裝。

雖然上篇已介紹空氣粒子感測裝置基本組成要素，由於文章需要，本段會在重新介紹一次，請熟悉讀者略過本段。

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，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，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，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 门禁管制机设计: 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/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 门禁管制机设计: 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，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，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，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，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 長度以上的一公一母杜邦線，如下圖一公一母杜邦線，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/2191，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，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 220 歐姆電阻的元件，我們使用 1/8W 220 Ω 電阻，如下圖 220 歐姆電阻，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/2241，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，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)。

對於泡棉膠，我們使用 3M 超強力雙面泡棉膠帶，如下圖泡棉膠，讀者可以參考 iCShop 網站購買：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/8507，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



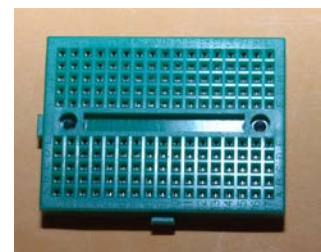
(c). LCD2004 顯示模組



(d). DS1307 RTC 時鐘模組



(e). DHT22 溫濕度模組



(f). 迷你小麵包板



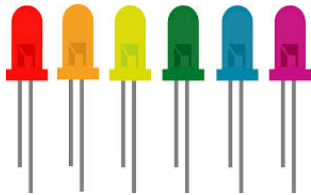
(g). 單心線



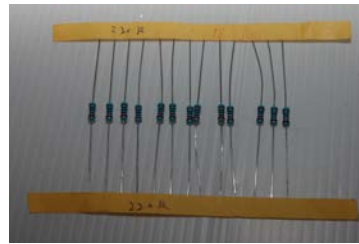
(h). 雙公杜邦線



(i). 一公一母杜邦線



(j). 狀態顯示燈號



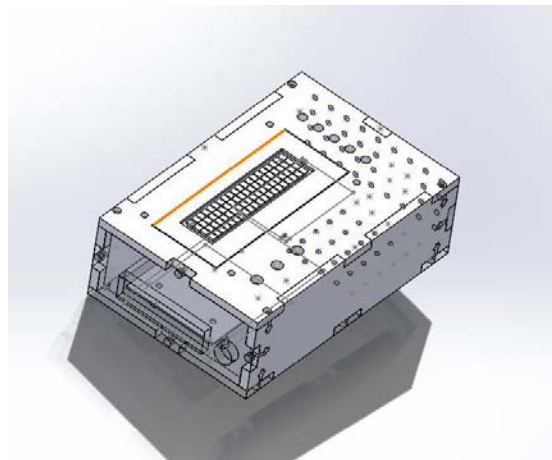
(k). 220 歐姆電阻



(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

安裝電力插座

第一步我們將裝設如圖 1 所示之外殼，安裝左側的電力插座，首先，我們將圖 1 所示之外殼的左側板，並找出如下圖所示之 DC2.1 電源插頭母座。

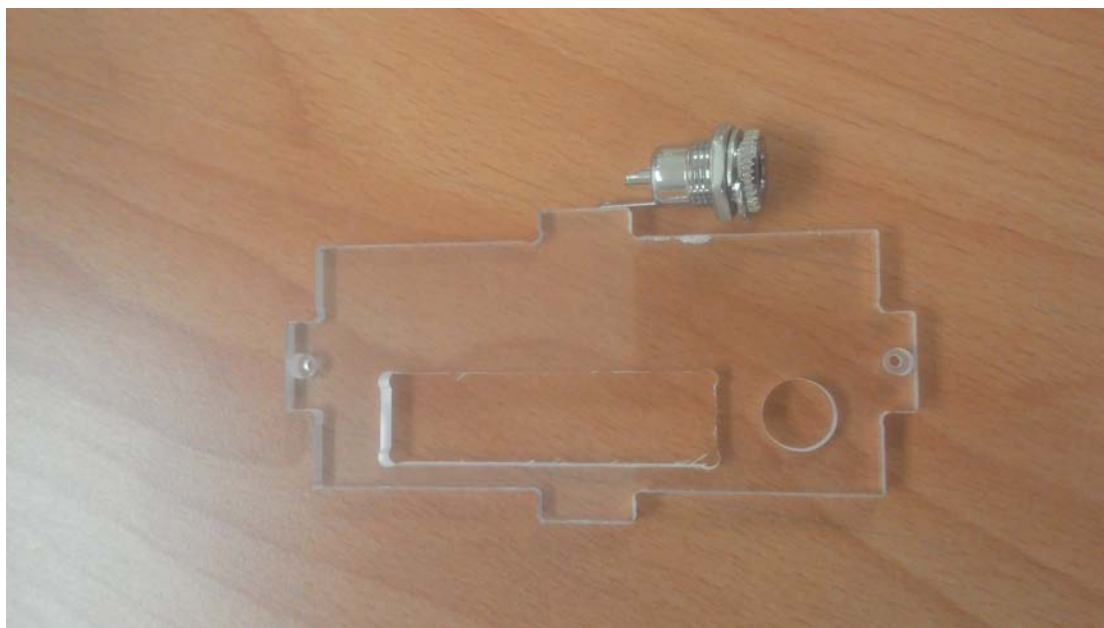


圖 2 取出外殼左側與電源插座

我們將下圖所示之 DC2.1 電源插頭母座，將其螺絲帽與墊片取出。



圖 3 卸下電源插座的螺絲

如下圖所示，我們將裝下圖所示之 DC2.1 電源插頭母座，插入。圖 1 所示之外殼的左側板，找最大的孔洞插入 DC2.1 電源插頭母座。



圖 4 插入電源插座於外殼上

如下圖所示，我們將墊片放入下圖所示之 DC2.1 電源插頭母座，在旋入螺絲帽，將之鎖緊。

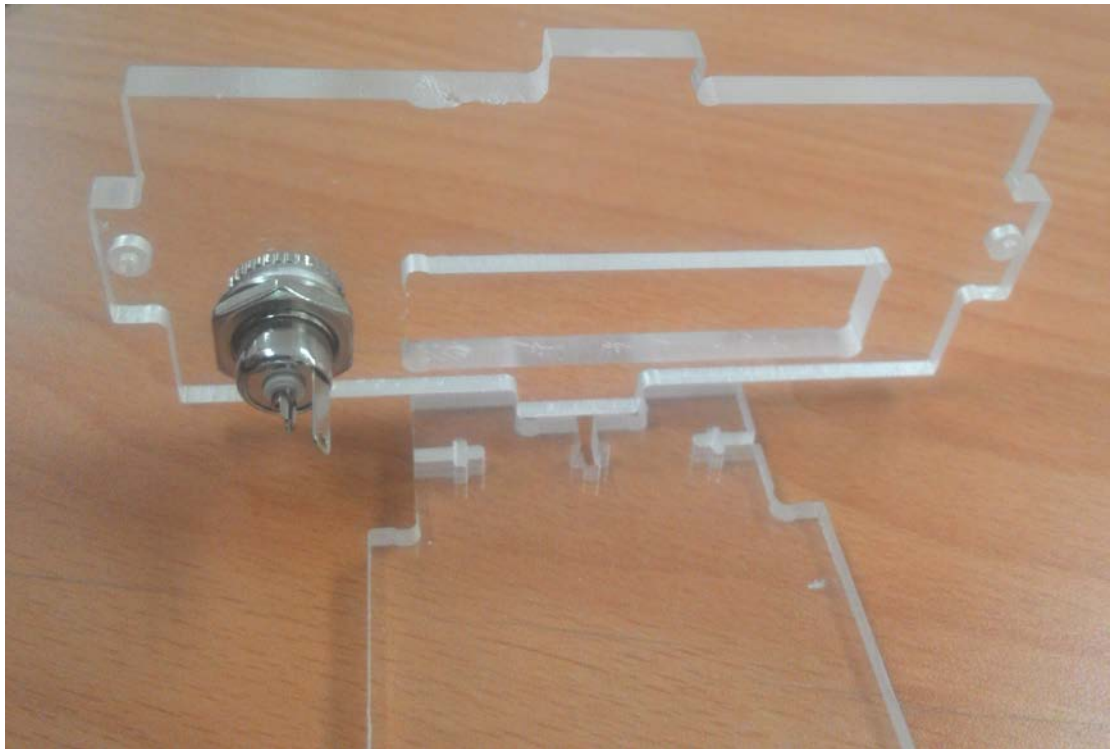


圖 5 將螺絲鎖上電源插座

最後，我們將完成放置 DC2.1 電源插頭母座於外殼左板上。

安裝面板按鈕

下一步我們將裝設如圖 1 所示之面板，首先，我們找出圖 1 所示之外殼的面板，再找出如圖 1 所示之外殼內零件包中之下圖所示之紅色按鈕開關。

請讀者注意，圖 1 所示之外殼內零件包中之下圖所示之紅色按鈕開關共有三個，一個是有段紅色按鈕開關¹，二個是無段紅色按鈕開關，如何辨識『有段紅色按鈕開關』，讀者試著按下紅色按鈕開關，若按下後鬆開手，則按鈕馬上彈上來，則為無段紅色按鈕開關，若卡住不會彈上來的則為有段紅色按鈕開關。

請讀者注意，請將有段紅色按鈕開關至於最左方，因為我們要將有段紅色按鈕開關安裝於第一個孔洞之上。

¹乃是自鎖型按鈕，<http://goods.ruten.com.tw/item/show?21401248657022>，按一時 ON 通電開，按 0 時 OFF 斷電關

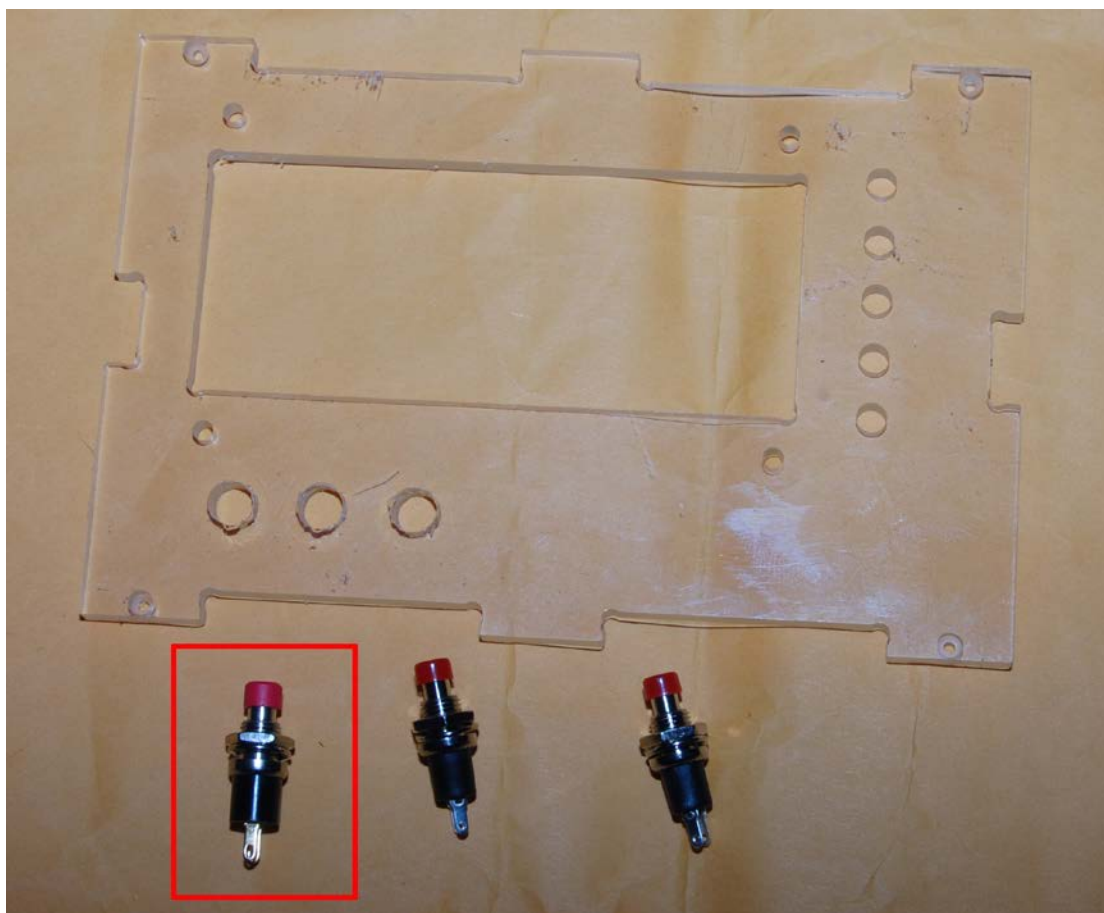


圖 6 面板與按鈕

參考購買網址：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/19434

我們將三個紅色按鈕開關的螺絲帽與墊片都旋開下，如下圖所示，放置於旁邊。

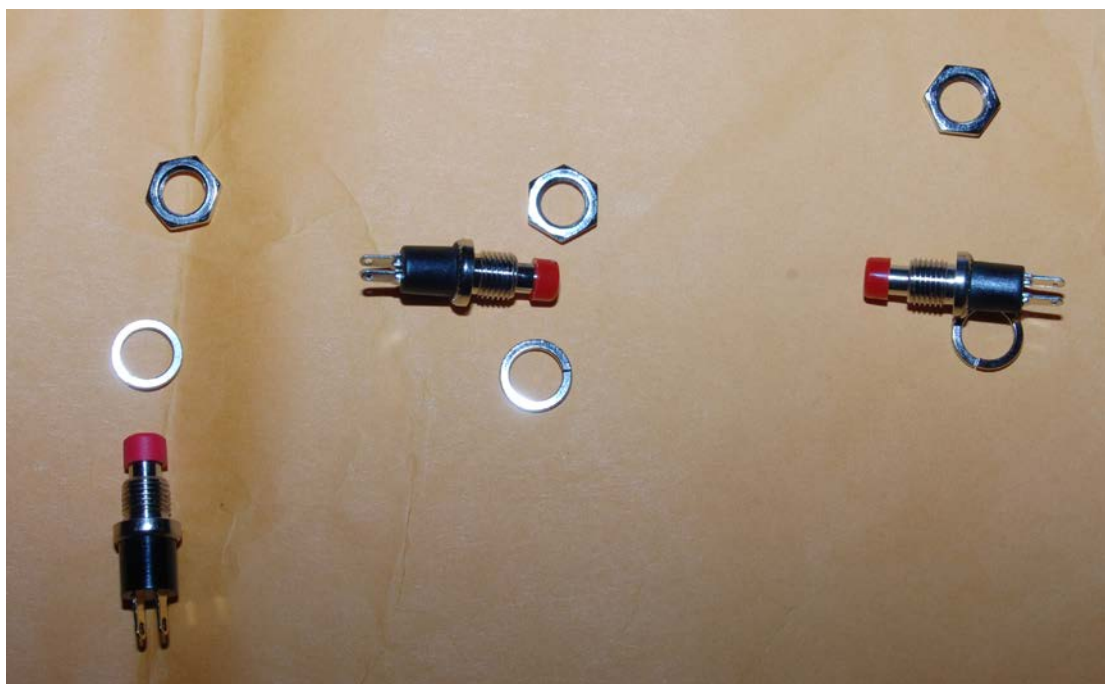


圖 7 將按鈕螺絲卸下

請讀者注意，我們將有段紅色按鈕開關插入面板第一個孔位，其餘無段紅色按鈕開關裝置於第二個、第三個孔位，並將墊片裝入後，將螺絲帽一一旋入紅色按鈕開關，並旋緊。

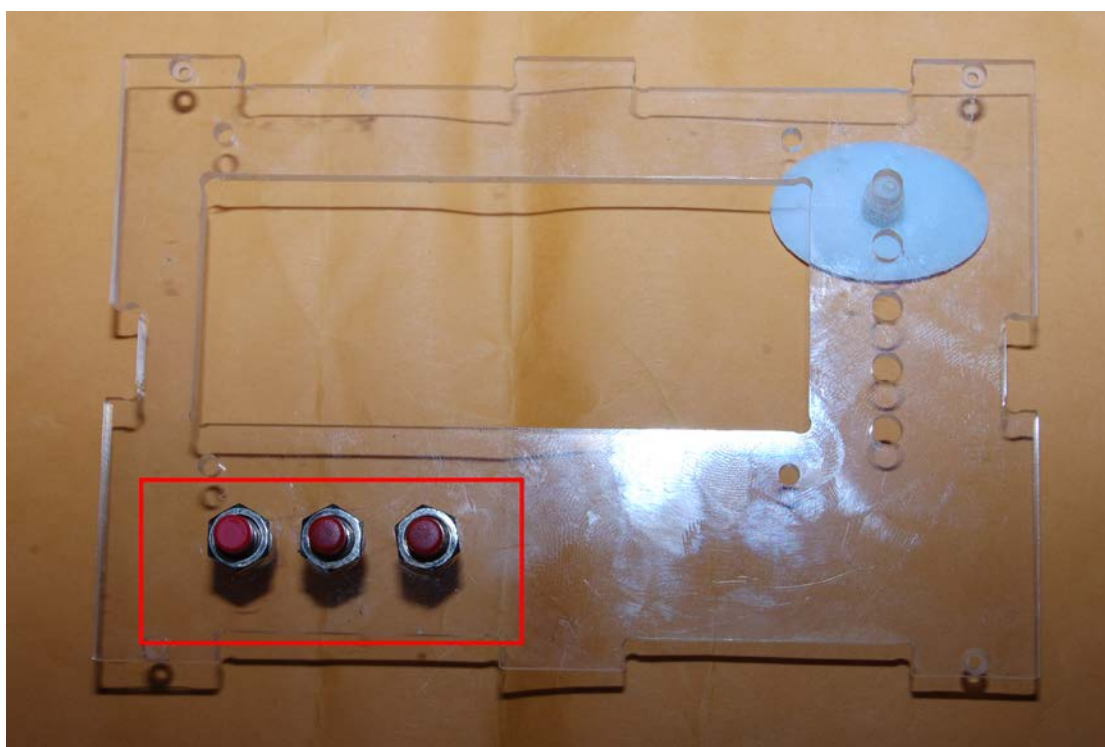


圖 8 將按鈕裝上面板

最後，我們將完成外殼面板的按鈕裝設。

安裝 LCD2004 顯示器

下一步我們將裝設如圖 1 所示之 LCD2004 顯示模組，首先，我們找出圖 1 所示之 LCD2004 顯示模組。



圖 9 取出 LCD2004

由於我們需要 I²C 介面的 LCD2004 顯示模組，所以，我們將圖 1 所示之 LCD2004 顯示模組翻到背面，檢查是否如下圖所示的樣子，確定是我們需要的 I²C 介面的 LCD2004 顯示模組。



圖 10 LCD2004 背面

下一步我們將上文已裝設按鈕的面板，再從圖 1 所示之外殼零件包之中找出四支如下圖所示之螺絲與螺帽。

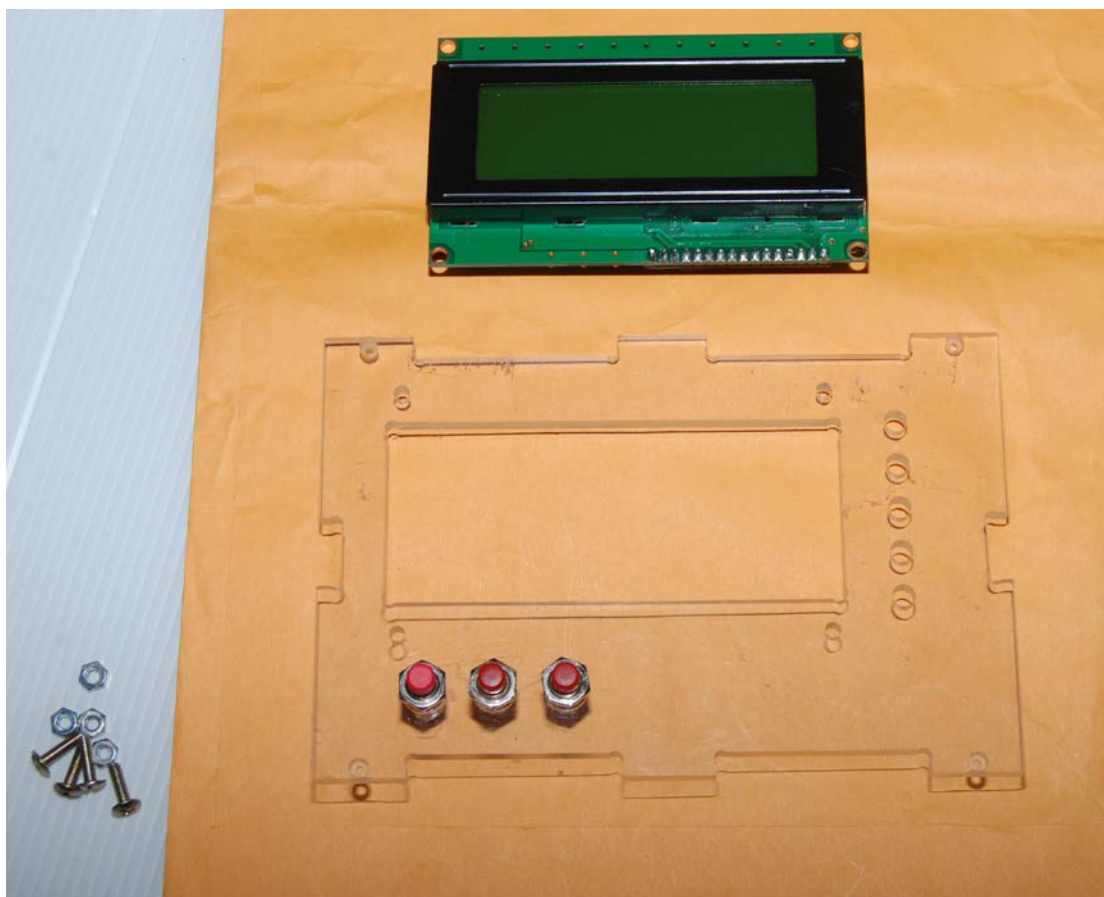


圖 11 取出面板與顯示器

如下圖所示，我們將 I 2 C 介面的 LCD2004 顯示模組，裝入圖 1 所示之外殼面板中，最大的矩形框內，位置入下圖。

如下圖所示，我們將零件包之中四支螺絲插入矩形框四個角落的孔洞之中，並一一旋上螺帽並旋緊。

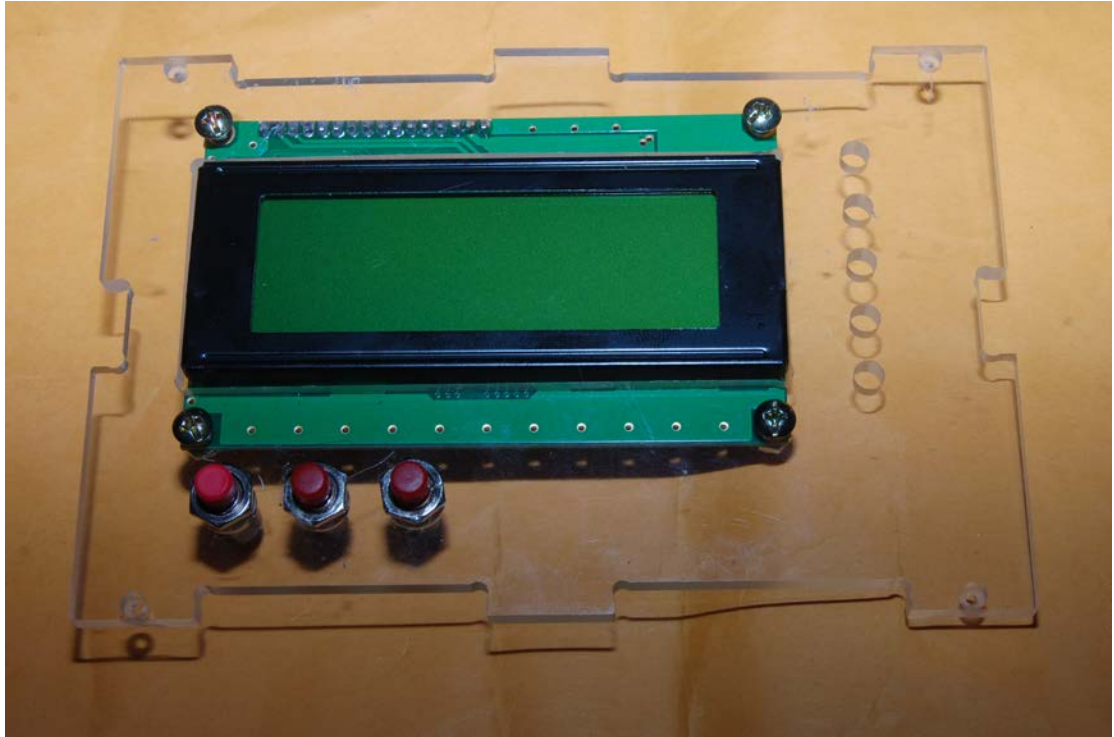


圖 12 將 LCD 2004 面板螺絲鎖上

最後，我們將完成放置 I 2 C 介面的 LCD2004 顯示模組於外殼面板上。

安裝面板顯示燈號

下一步我們將裝設如圖 1 所示之面板的顯示燈號，首先，我們找出圖 1 所示之狀態顯示燈號的五顆 5mm 的 led 燈泡，以本文為例，為綠色、藍色、橙色、黃色、紅色各一顆。



圖 13 取出 LCD2004

如下圖所示，我們可以先用 led 測試器，讀者可以自行於網路拍賣上搜尋，自行購買或參考購買網址：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/4833 購買。

主要是確定再裝入面板的 l e d 可以正常運作，不然一旦裝入後，發現故障，就得解焊，拆開後重新焊回，非常的麻煩。



圖 14 測試燈泡是否正常

參考購買網址：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/4833

如下圖所示，我們將綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 l e d，一顆一顆依照下圖所示的順序插入。

如下圖所示，我們將綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 l e d，其正極全部折九十度並向外彎，保持如下圖所示的形狀。

如下圖所示，我們將綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 l e d，其負極全部折九十度並向前排列，將排成一行，並設法重疊，保持如下圖紅框處所示的形狀。

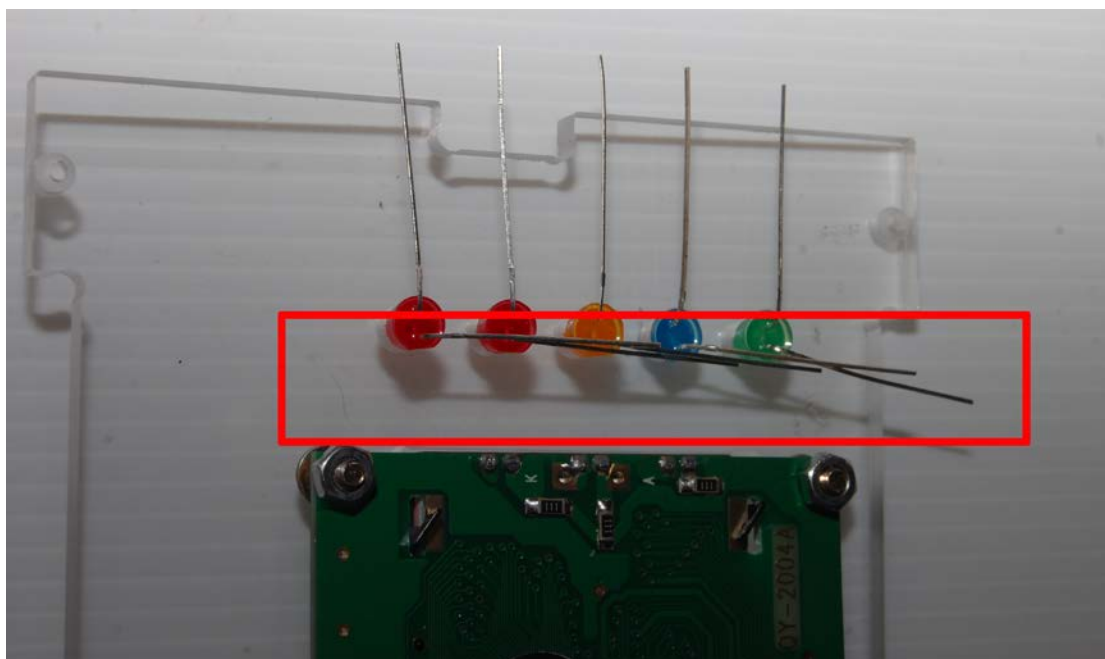


圖 15 安裝 LED 於面板上

如下圖所示，我們將綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 l e d，其排成一列的負極接腳使用烙鐵或焊槍，將所有的腳位焊接，如下圖焊接狀。

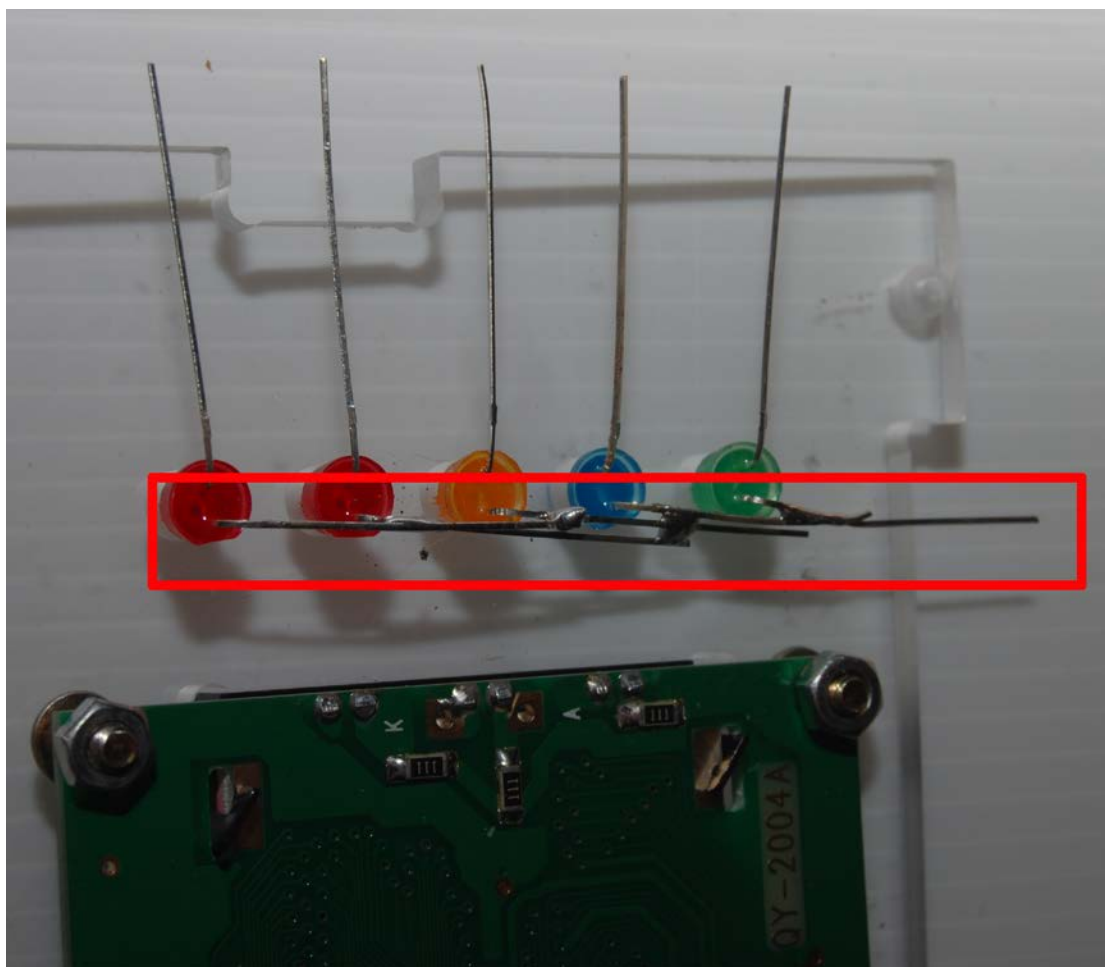


圖 16 將 LED 接地線焊接一起

由於 L E D 直接接電或接 Ameba 開發板的輸出，有可能因為電流太大而直接燒毀或長時間電流太大而夭折。

所以我們使用如圖 1 所示之 220 歐姆電阻來當限流電阻，保護 L E D 使其可以長時間正常使用。

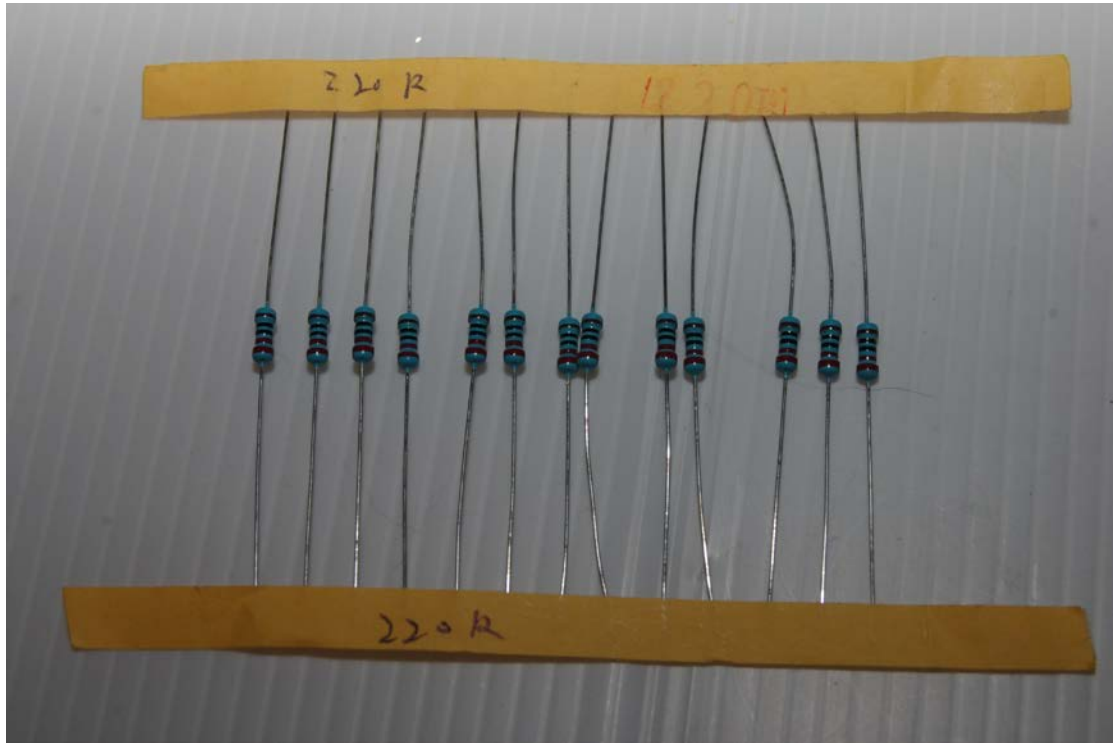


圖 17 取出 220 歐姆電阻

如下圖所示，我們取出五支圖 1 所示之 220 歐姆電阻。



圖 18 取出五支 220 歐姆電阻

如下圖所示，我們將每一支 220 歐姆電阻，接在綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 l e d 的正極端上，保持如下圖所示的形狀。

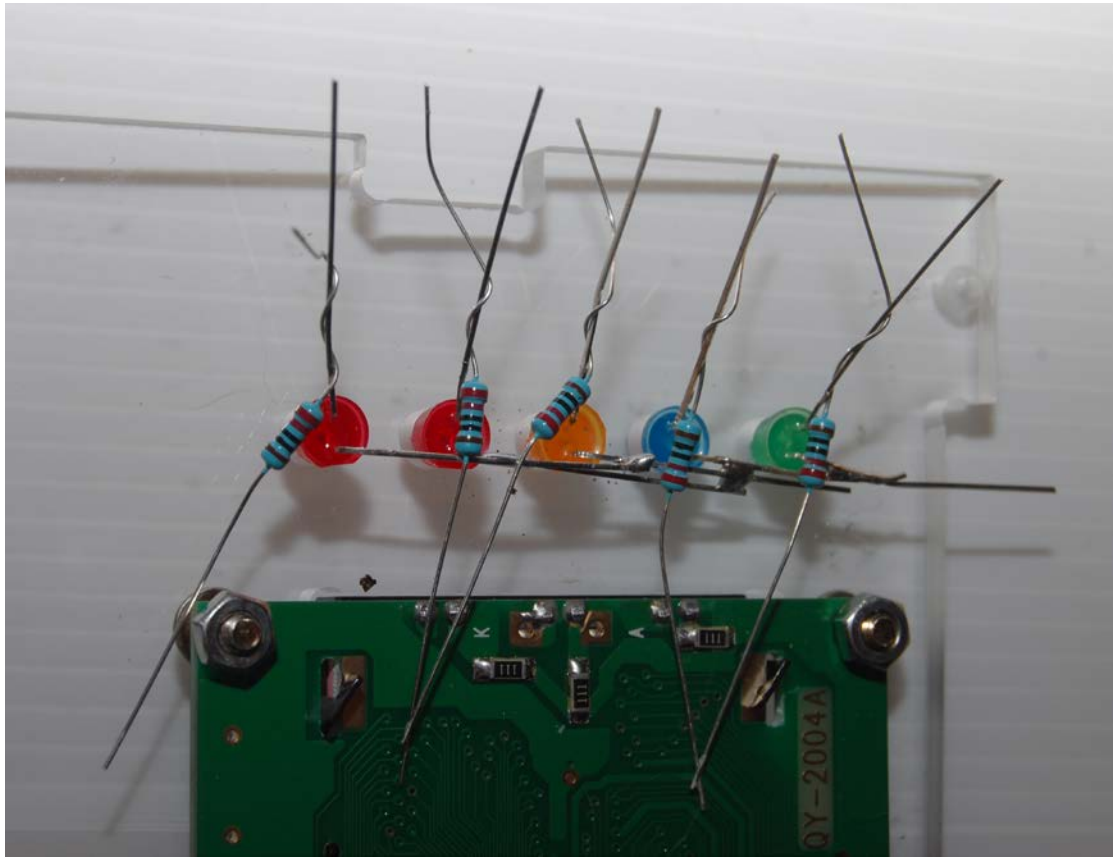


圖 19 將電阻裝到 LED 上

如下圖所示，我們使用烙鐵或焊槍，將每一支 220 歐姆電阻連接在綠色、藍色、橙色、黃色、紅色的 LED 的正極端上的一端腳位焊接，如下圖焊接狀。

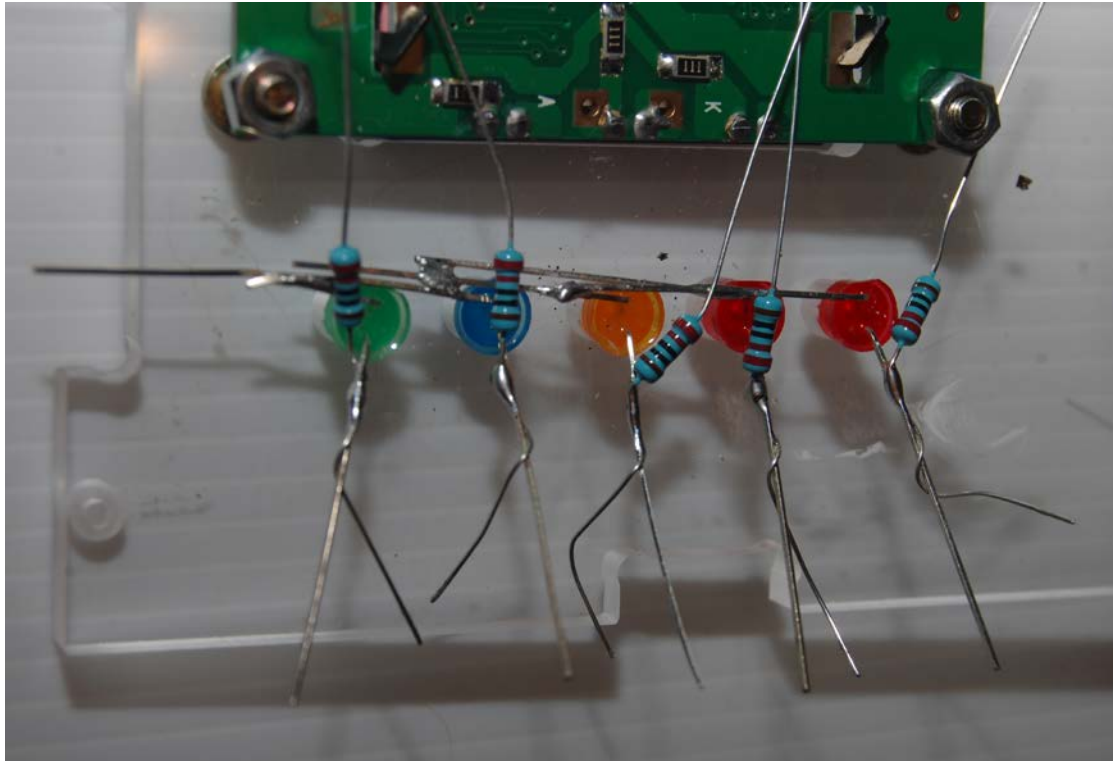


圖 20 將電組焊接到 LED 上

如下圖所示，我們取出六條圖 1 所示之雙公杜邦線，其中一條請取黑色，來當接地線。

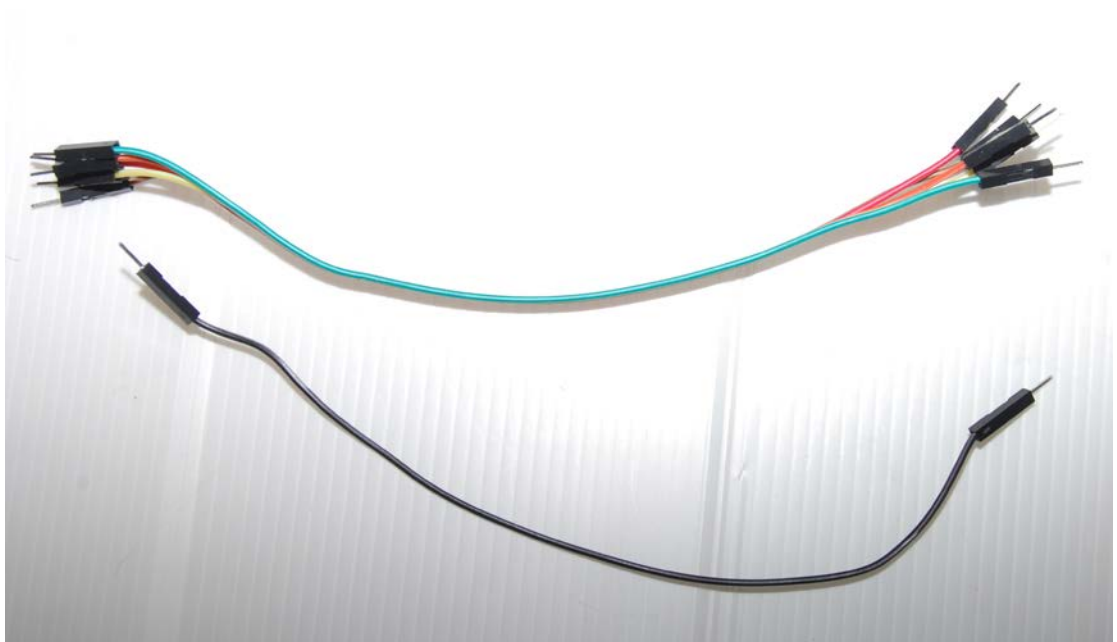


圖 21 取六條杜邦線

如下圖所示，我們將六條圖 1 所示之雙公杜邦線，裁去一端。



圖 22 裁掉六條杜邦線一端

如下圖所示，我們將六條圖 1 所示之雙公杜邦線，將其裁去一端的線，是用剝線鉗或斜口鉗，剝出約 6mm~10mm 的塑膠外皮，將之裸露出銅線。

如下圖所示，我們使用烙鐵或焊槍，將六條圖 1 所示之雙公杜邦線，將其裸露出銅線的每一條銅線焊上錫，如下圖焊接狀。

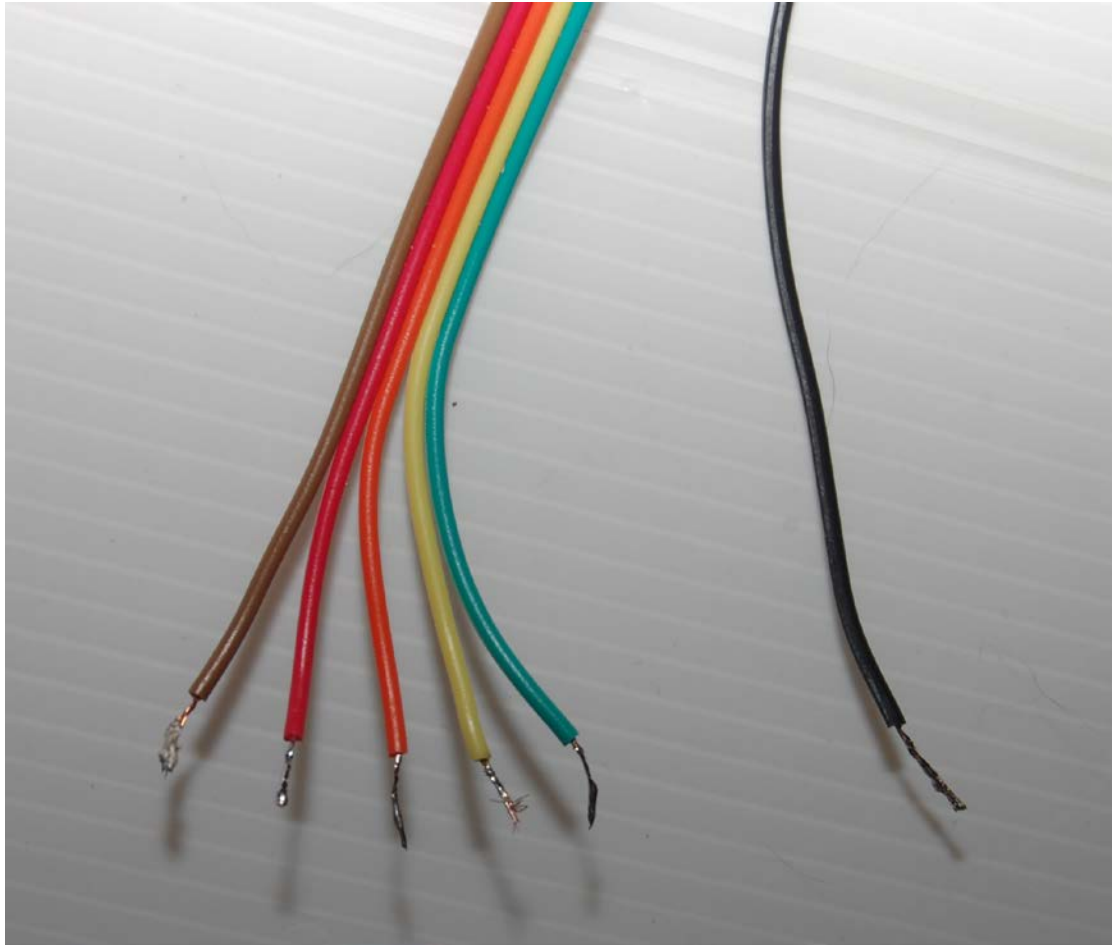


圖 23 將六條杜邦線上錫

如下圖所示，我們將黑色上錫好公杜邦線，將黑色線焊接於五顆 l e d 的共用負極，如下圖焊接狀。

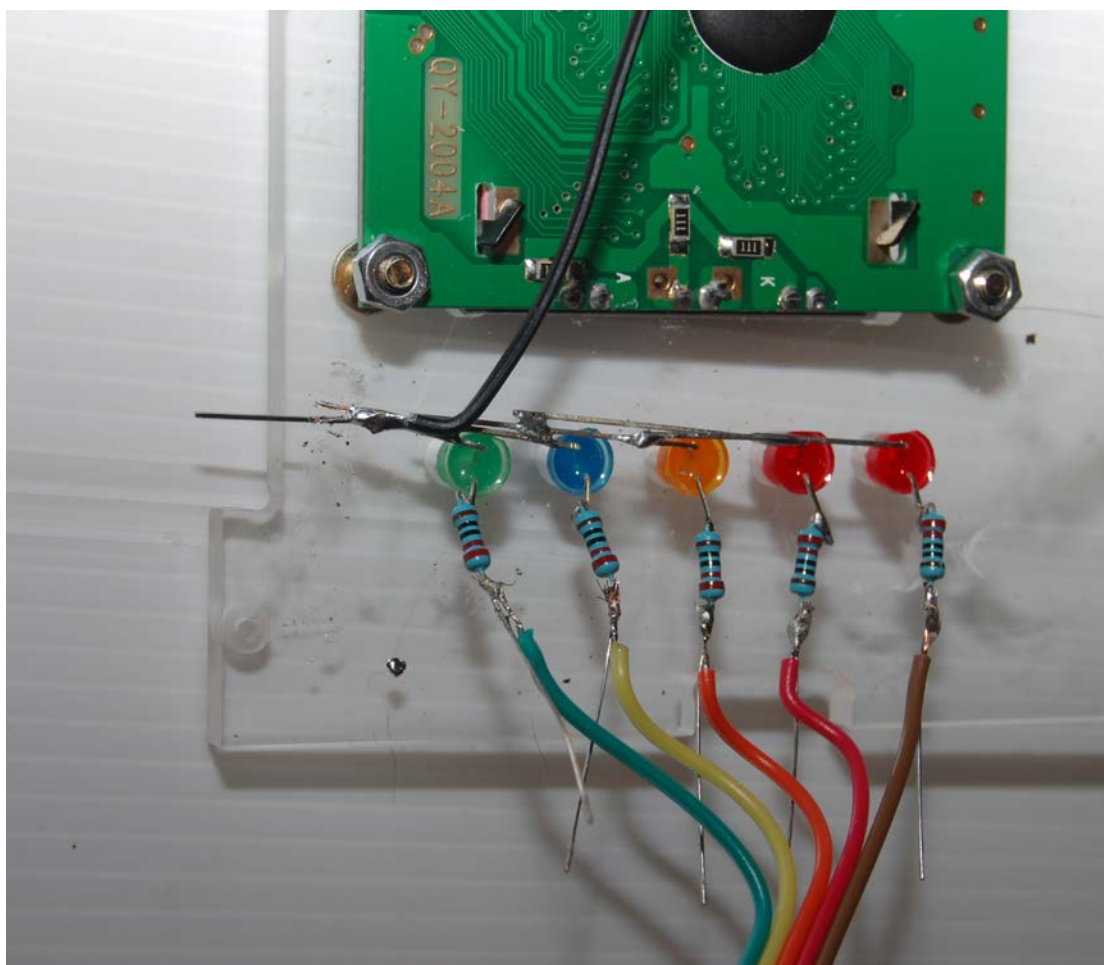


圖 24 焊上 LED 負端

如下圖所示，我們將其他五條上錫好公杜邦線（非黑色線），將五條上錫好公杜邦線線焊接於五顆 l e d 的之正極連接的 2 2 0 歐姆電阻一端，如下圖焊接狀。

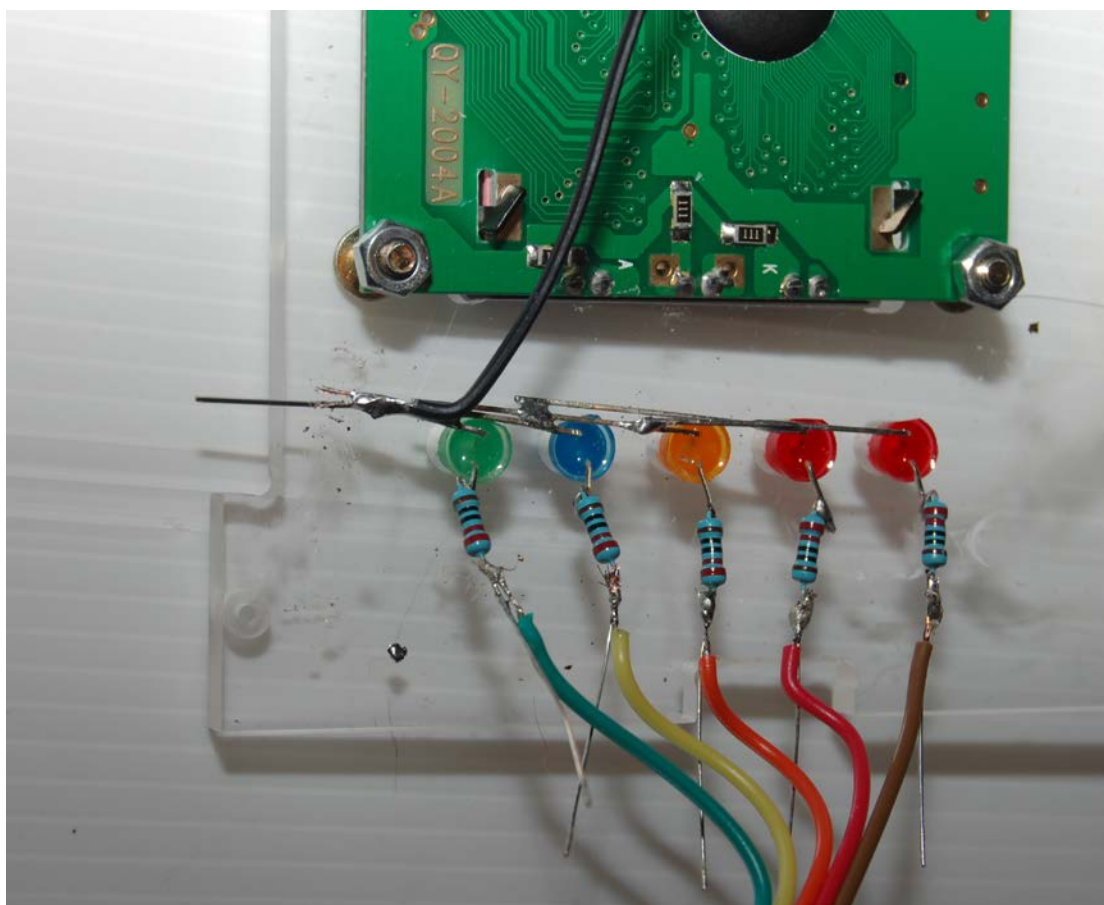


圖 25 焊上 LED 正端

如下圖所示，我們用斜口鉗，將之裸露出多餘銅線、電線、電阻線、l e d 接腳線等，一一裁剪掉，如下圖形狀。

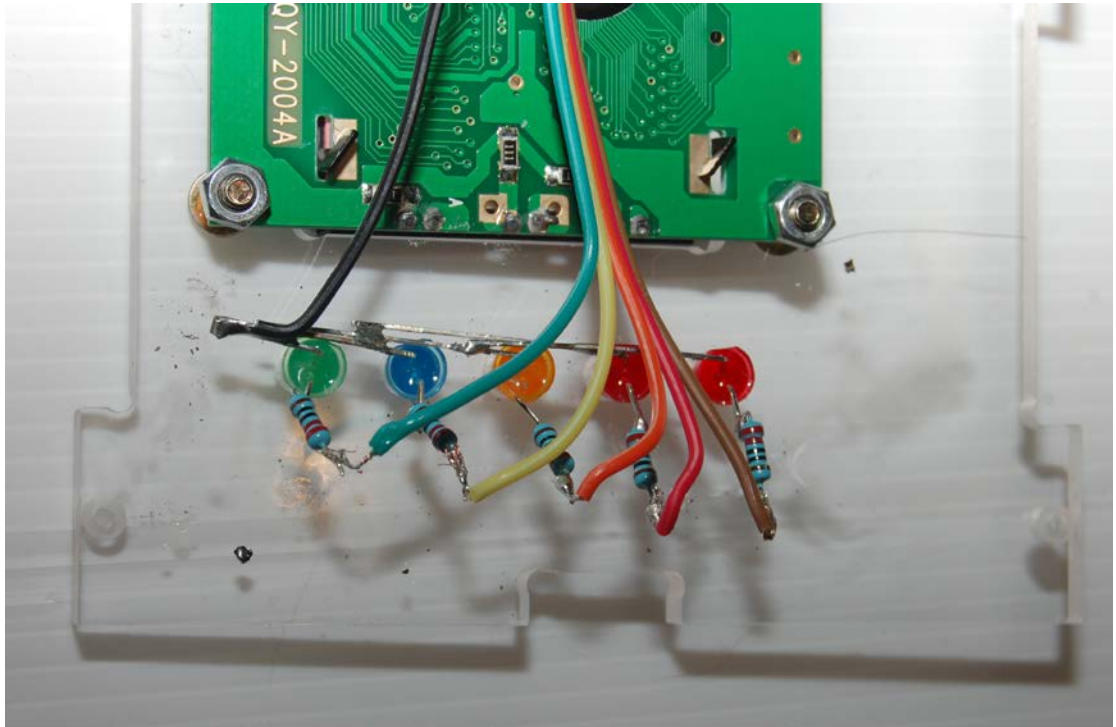


圖 26 裁減多餘 LED 焊接線

如下圖所示，翻過面板正面，我們可以看到完整的面貌，到此我們已完成面板之 LCD2004 顯示模組、面板按鈕與五顆狀態顯示 l e d 燈號。



圖 27 完成面板元件裝置

最後，我們將完成外殼面板的所有元件的安裝。

整體組裝

由於我們將電路連接，移到下篇文章，所以本段直接將所有元件進行組裝。

首先我們拿出如十二組圖 1 所示之外殼元件內的小螺絲與小螺絲帽，如下圖所示，將底面與四邊，透過八組圖 1 所示之外殼元件內的小螺絲與小螺絲帽，將之固定於如下圖狀。

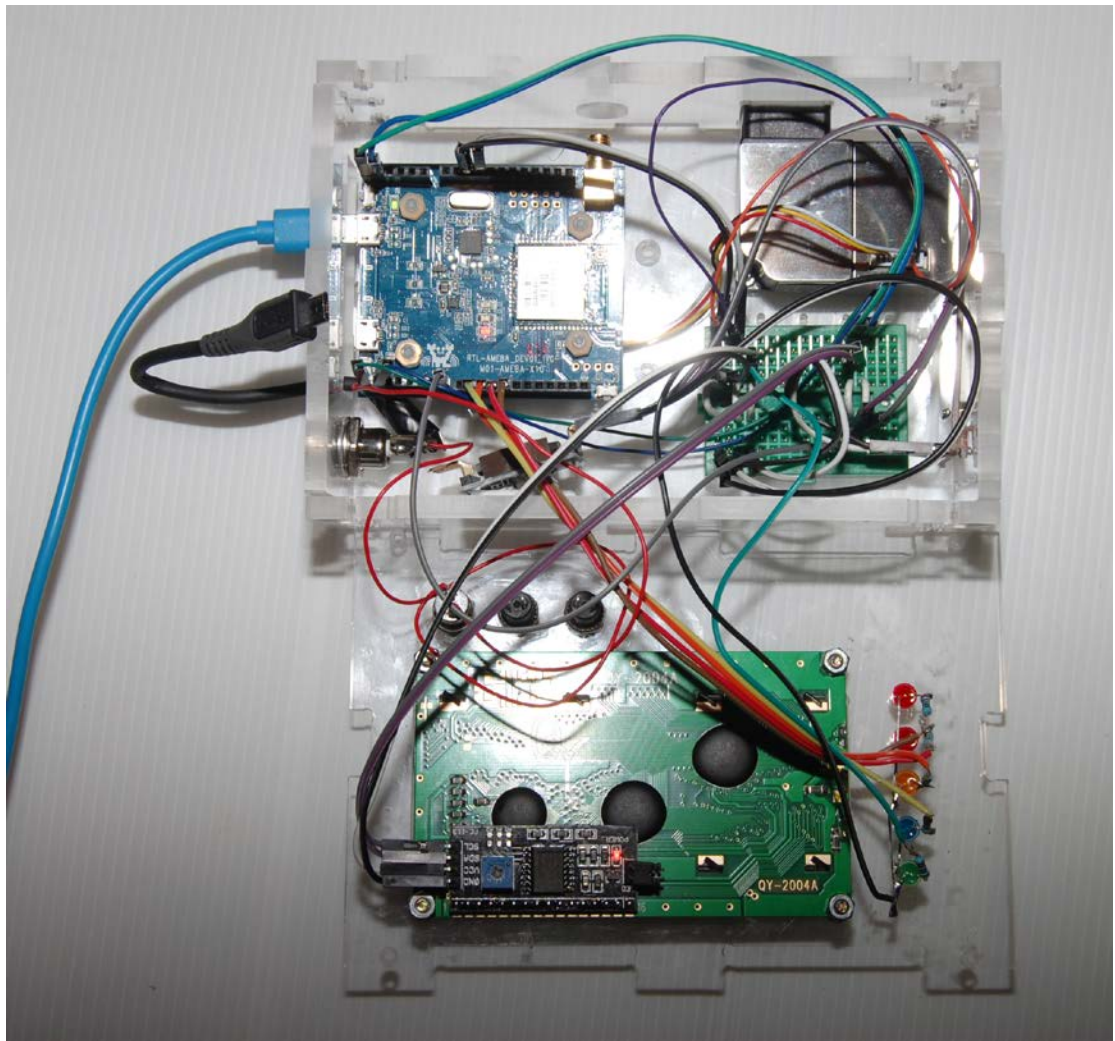


圖 28 安裝好之裝置

如下圖所示，我們再將面板蓋上圖所示的盒子上，再取出四組圖 1 所示之外殼元件內的小螺絲與小螺絲帽。



圖 29 完成面板元件裝置

如下圖所示，我們將阿米巴開發版的W i f i 天線，透過外殼上方板的天線洞，插入阿米巴開發版的W i f i 天線到阿米巴開發版的天線端，並鎖緊W i f i 天線。

如下圖所示，我們使用四組圖 1 所示之外殼元件內的小螺絲與小螺絲帽，面板固定於如盒子上，並使用小螺絲帽將四顆小螺絲卡緊，完成組立。

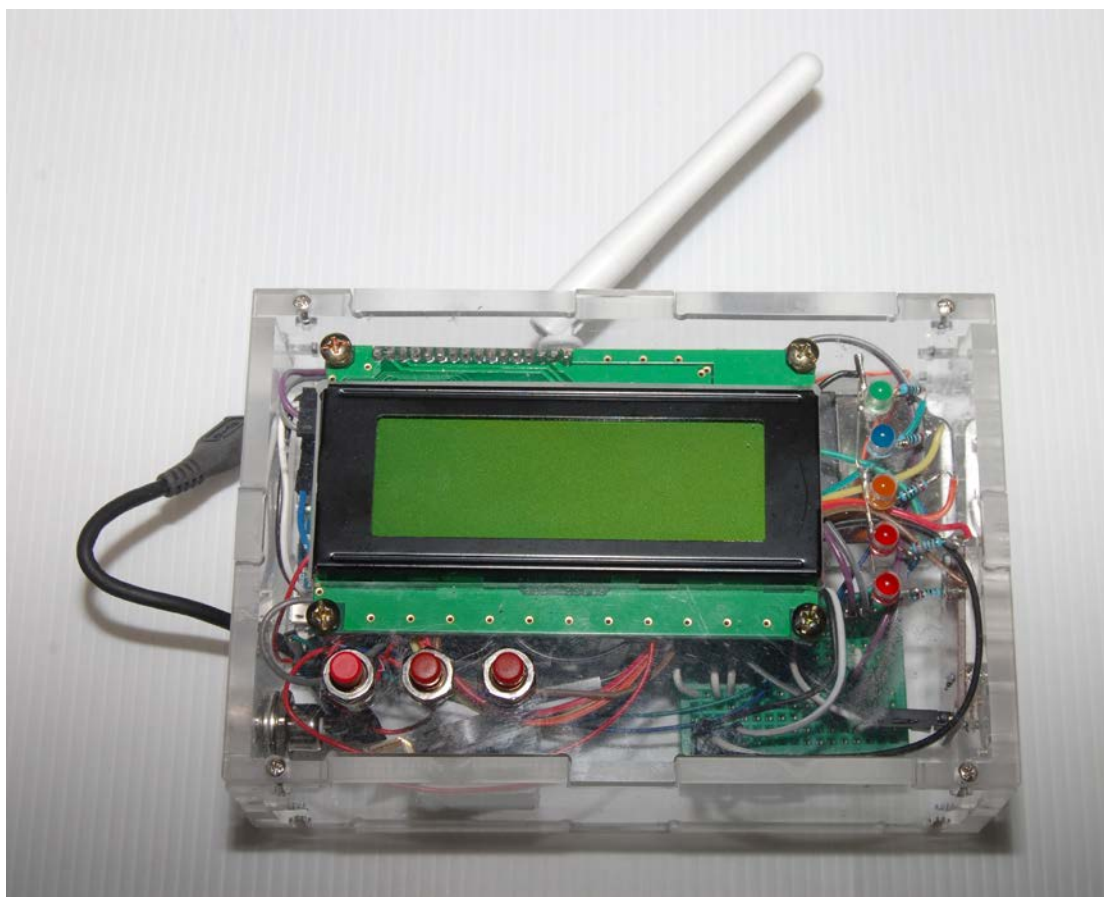


圖 30 組裝完成之成品圖

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

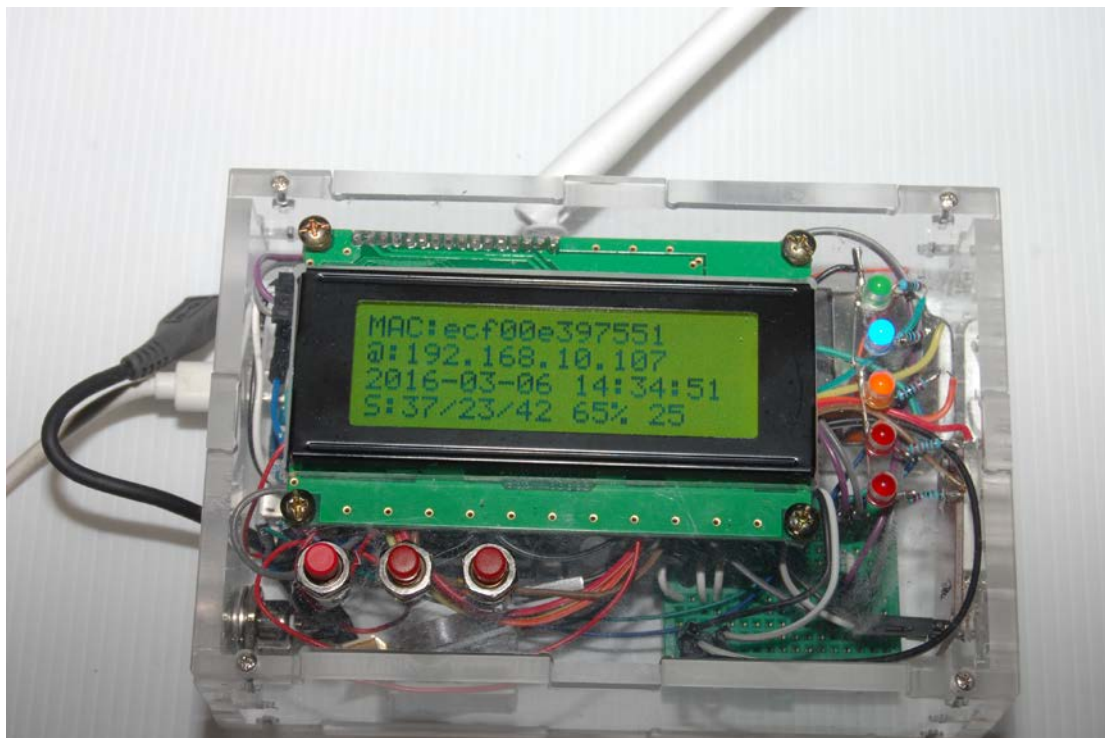


圖 31 正常開機之成品圖

本文為『PM2.5空氣感測器』系列第三篇：硬體組裝下篇，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 , 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_u0m1aotcA4hrRgQ

參考文獻：

曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014). *Arduino 電風扇設計與制作: 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.