

高雄縣高英高級工商職業學校
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



智能溫度監控水壺

科別班級： 資 訊 科三年一班

學生姓名： 劉 國 璘 (16)

郭 明 和 (05)

郭 明 陽 (04)

指導老師： 簡 琨 祥 老師

中 華 民 國 110 年 05 月

誌 謝

進入高中職業學校開始學習技藝課程，面對一不同的技能專長領域，除了艱辛，更覺漫長。如今，我們小組幸運地已來到了三年級，回頭俯看這一路上的學習歷程，細數點滴。我想，是我們該將每個階段的感動，留下紀錄的時候了。

感謝指導老師也是導師的簡琨祥老師在這三年的高職學習生涯中，引導我們朝最適切的學習方向來邁進，更謝謝老師的指導，讓我們可以重新發現自己長久以來的不足與缺點，學習研究過程中瞭解、信任與師生之間的情感，如此的感受，對我們小組而言，更是彌足珍貴。

感謝班上同窗好友及小組們的互相協助，在電路設計、實作與各種電腦工具應用上真的幫了我們相當多的忙，回想剛入學的我們，對諸多情事都一竅不通，幸有你們大家的打氣及協助，使讓我們彼此有勇氣邁向這未知的學習旅程，而沒有半途而廢，真的是非常謝謝你們，有這三年同學情誼的陪伴，令我們小組同學內心的感動真是言語所無法形容。

劉國璘、郭明和、郭明陽 謹上 2021/05

智能水溫監控水壺 65CB0R 製作為例

摘 要

水壺是我們日常生活當中離不開的重要器具，在追求環保的世代，許多人不管買冷熱飲或是自己泡冷熱飲都會使用自己的水壺裝水或飲料，但我們的水壺總不會常常拿在手上，而是放在包包中，在這種情況下我們時常會忘記我們有帶水或飲料，有時過了好一段時間口渴了要喝水才發現飲品已經不熱或不冰涼了，偏偏有的飲品就是要在一定溫度下才好喝，所以我們運用水溫感測器、LCD螢幕、LED等零件來監測水溫，再透過ESP8266晶片把水溫資訊透過網路每隔幾分鐘傳送到手機，讓使用者能知道水壺內液體目前的溫度為多少，提醒使用者不會再錯過飲品的最佳賞味期。

關鍵詞：水壺、監測、溫度

目 錄

誌謝	I
摘要	II
目錄	III
表目錄	IV
圖目錄	V
圖目錄	VI
壹、前言	1
一、製作動機	1
二、製作目的	1
三、製作架構	1
四、製作預期成效	3
貳、理論探討	4
參、專題製作	29
一、設備及器材	29
二、製作方法與步驟	30
三、專題製作	31
肆、製作成果	35
伍、結論與建議	38
一、結論	38
二、建議	39
參考文獻	40

表目錄

表 3-1-1 專題製作使用的硬體與軟體設備一覽表.....	29
表 3-3-1 專題製作計畫書.....	31

圖目錄

圖 1-3-1 專題製作流程圖	2
圖 2-1-1 ESP8266 實體圖及接腳	5
圖 2-1-2 ESP8266 開發板 各接腳用途	5
圖 2-1-3 ESP-01 各版本差異	6
圖 2-1-4 ESP-01 BLUE 與 ESP-01 BLACK 實體	6
圖 2-1-5 ESP-01、ESP-01S 實體圖	7
圖 2-1-6 ESP-01 接腳	7
圖 2-1-7 ESP-01 接腳圖	8
圖 2-1-8 ESP-01 一般模式	8
圖 2-1-9 ESP-01 燒入模式	9
圖 2-2-1 DS18B20 溫度感測器實體圖	10
圖 2-2-2 防水型 DS18B20 溫度感測器	10
圖 2-2-3 DS18B20 接線圖	11
圖 2-2-4 DS18B20 腳位圖	11
圖 2-2-5 DS18B20 基本電路圖	12
圖 2-2-6 充電過程電壓曲線	14
圖 2-3-1 OLED 實體圖	15
圖 2-3-2 OLED 照明面板	15
圖 2-3-3 OLED 基本結構	16
圖 2-4-1 杜邦線實體圖	17
圖 2-5-1 LED 實體圖	18
圖 2-5-2 LED 燈泡	19
圖 2-5-3 LED 構造	19
圖 2-5-4 白光 LED	20
圖 2-5-5 用氮化鎵 (GaN) 形成的藍光 LED	21
圖 2-5-6 藍光 LED	21
圖 2-5-7 紅光 LED	22
圖 2-5-8 綠光 LED	22

圖 2-5-9 黃光 LED	23
圖 2-5-10 LED 燈條	23
圖 3-2-1 製作方法與步驟	30
圖 3-3-1 資料查詢(一)	32
圖 3-3-2 資料查詢(二)	32
圖 3-3-3 專題討論	33
圖 3-3-4 程式編寫與測試	33
圖 3-3-5 程式燒入	34
圖 4-1-1 ESP8266 接線過程	35
圖 4-1-2 ESP8266 連接 OLED 顯示器測試過程(一)	35
圖 4-1-3 ESP8266 連接 OLED 顯示器測試過程(二)	36
圖 4-1-4 ESP8266 連接水溫感測器的測試過程	36
圖 4-1-5 功能測試正常成品	37

壹、前言

一、製作動機

在高英工商就讀了三年的資訊科，現在已經高三快畢業了，在這三年間，我們學習了非常多的事物，不只電學、數位邏輯、程式語言、焊接實作等知識，還習得了解決問題、團隊合作分工等重要經驗，畢業前我們希望能將三年所學的知識、技能轉換為實際的作品體現出這三年來的努力，證明我們的努力並非無用的。

二、製作目的

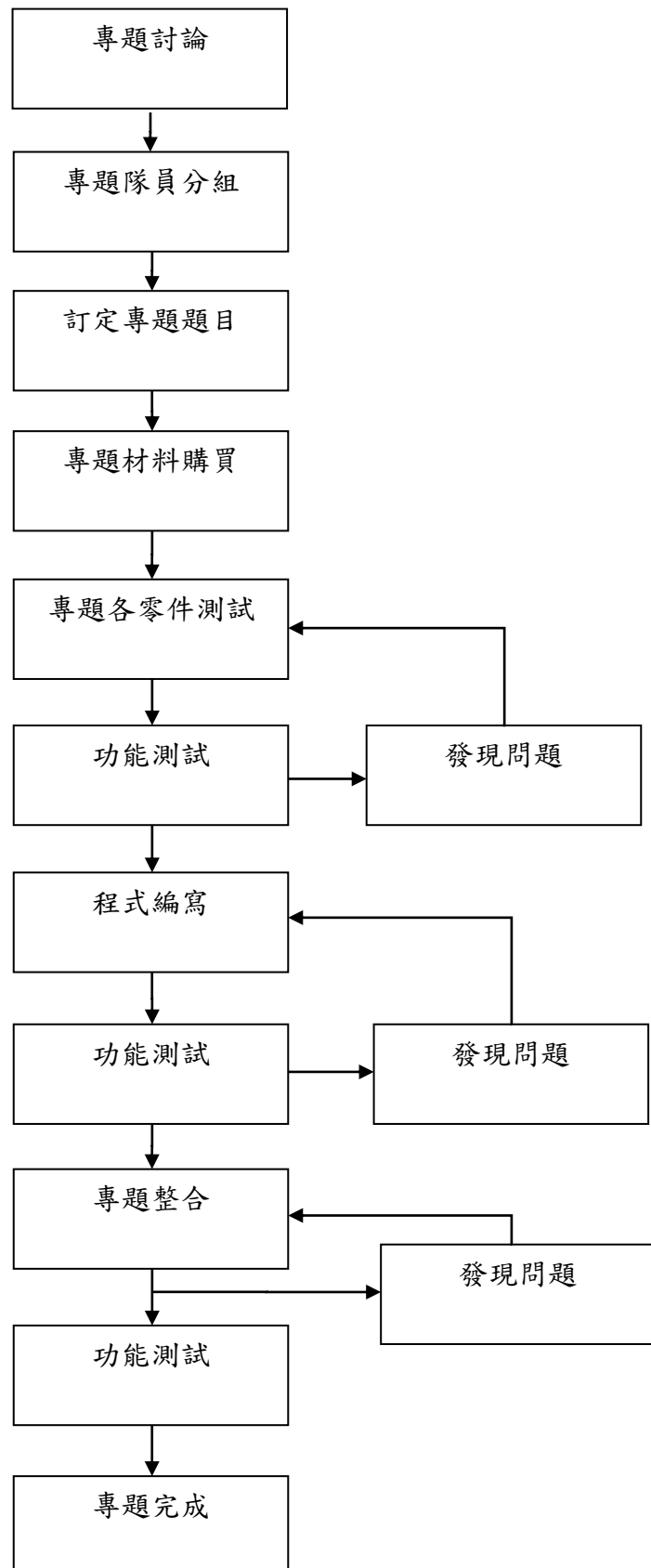
我們一開始完全不知道要做甚麼，就想說想想看我們生活中有沒有甚麼不方便的事，這時我們組員中就有一位成員分享說他很喜歡喝手搖飲，而且只喜歡喝冰涼狀態下的飲品，不喜歡飲料變成常溫的狀態，但有時出門玩水壺放在後背包中，再加上他是那種不會口渴就不太會主動喝水的人，常常在想要喝東西時，水瓶中的液體溫度已經不冰涼了，所以我們就以提醒使用者喝水為目的，想出了能提醒使用者飲水及目前瓶內水溫的智能水壺。

三、製作架構

(一)專題製作流程

在我們小組討論完成要做的作品之後，先是討論智能水壺要怎麼構成，要用甚麼感測、材料製作，討論完之後我們開始上網買材料，材料到了之後，我們開始分配各個組員負責的工作，總共分成三種職務，分別是程式負責人、電路負責人及報告負責人，分配完成各個組員負責的工作後，我們開始著手製作，先是一個一個零件慢慢測試，看看零件功能是否正常，測試完成都沒問題之後，我們開始正式製作，再製作的過程中，我們遇到了不少程式方面的問題，我們透過上網查詢相關資料或是跟同學老師們討論來解決問題，程式功能完成後，我們開始把 ESP8266 及各種感測器裝到水杯中，我們對水壺進行鑽洞開孔，再把電路塞進水壺中再將水壺封好包裝完成。

(二)專題製作流程圖



四、製作預期成效

因為是第一次製作這類的東西，在感測器程式編寫方面還有很多的進步空間，在製作期間為了早點完成作品，我們假日相約在圖書館討論與製作，在這期間我們將專題製作成效定義為：

- (一) 先用麵包板測試所有感測器功能是否正常。
- (二) 設定好 IFTTT 網站設定。
- (三) 找資料，寫程式。
- (四) 將程式燒入 ESP8266，測試能否正常運作。
- (五) 將電路安裝上水壺，測試功能是否正常。

貳、理論探討

本章將綜覽電子實習及單晶片相關的理論與實務研究，共分為二節來進行相關的理論分析及探討。第一節介紹電子相關零組件的理論與原理；第二節說明單晶片的內部架構、特性、理論基礎及功能，以及組合語言程式設計原則。

一、ESP8266 背景知識

(一) ESP8266 介紹

ESP8266 是一款由上海樂鑫信息科技開發的可以作為微控制器使用的成本極低且具有完整 TCP/IP 協議棧的 Wi-Fi IoT 控制晶片。

由 Ai-Thinker 生產的 ESP-01 晶片於 2014 年 8 月首次引起了西方的創客們的注意, 這個小模塊允許微控制器通過海斯命令集使用 TCP / IP 協議棧連接到 Wi-Fi 網絡。然而, 在最初的晶片上幾乎沒有使用英文的文檔及可接受的命令。由於模塊上外部組件非常少的原因，導致了其價格十分便宜，並吸引了許多創客來研究和使用的該模塊、開發配套該晶片使用的軟體以及對其使用中文的使用指南進行多語言翻譯。

ESP8285 即是內置了 1MiB 快閃記憶體體的 ESP8266，其允許單晶片設備能夠直接連接到 Wi-Fi 進行使用。

其後續產品是 2016 年所發布的 ESP32。

(二) ESP8266 特徵介紹

- 處理器：基於 Tensilica Xtensa Diamond Standard 106Micro 的 L106 32 位 RISC 微處理器內核，運行時間為 80MHz
- 記憶體：
 - 32 KiB 指令 RAM
 - 32 KiB 指令緩存 RAM
 - 80 KiB 用戶數據 RAM

- 16 KiB ETS 系統數據 RAM
- 外部 QSPI 快閃記憶體：支持最高 16 MiB（通常包括 512 KiB 至 4 MiB）
- IEEE 802.11 b / g / n Wi-Fi:
 - 集成 TR 開關，巴倫，LNA，功率放大器和匹配網絡
 - WEP 或 WPA / WPA2 身份驗證或開放網絡
- 16 個 GPIO 引腳
- SPI
- I²C（軟體實現）
- I²S 與 DMA 接口（與 GPIO 共用引腳）
- UART 專用引腳上，再加上僅發送 UART 可在 GPIO2 啟用
- 10 位 ADC（逐次逼近型 ADC）
-

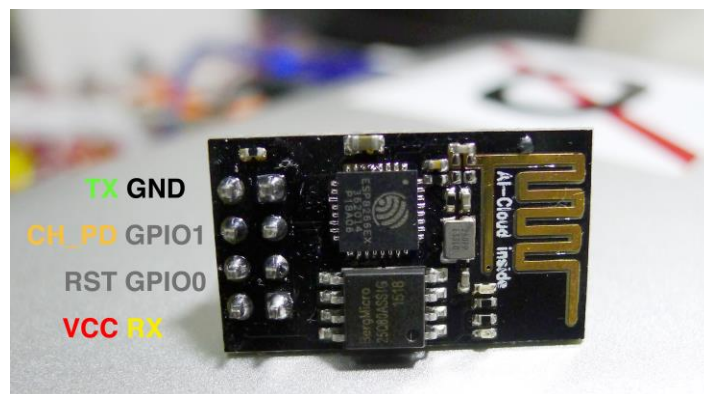


圖 2-1-1 ESP8266 實體圖及接腳

(三) ESP8266開發板接腳說明

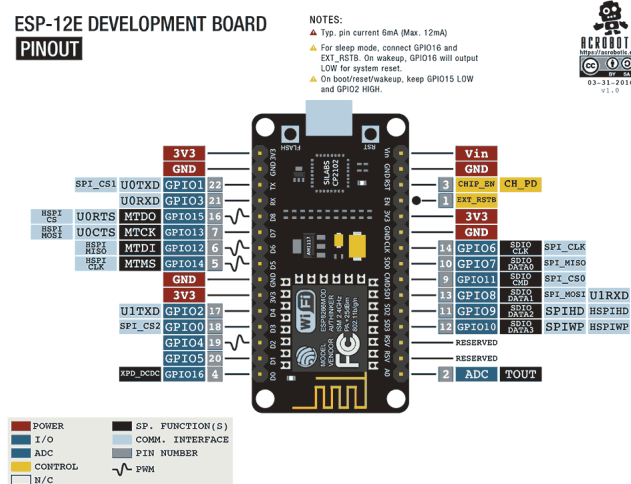


圖2-1-2 ESP8266開發板 各接腳用途

(四) ESP-01

ESP-01 有兩個版本，藍色版本與黑色版本，以及 ESP-01s 版本，在使用時要知道自己是哪個版本，除了出廠時的韌體版本、Flash 大小不一樣之外，其餘硬體線路相似、程式可以共用。

項目	ESP-01 Old	ESP-01 New	ESP-01s
PCB	藍色	黑色	黑色
Flash	512KB	1MB	1MB
Blue LED	on TX	on TX	on GPIO2
Red LED	on Power	on Power	x

圖 2-1-3 ESP-01 各版本差異

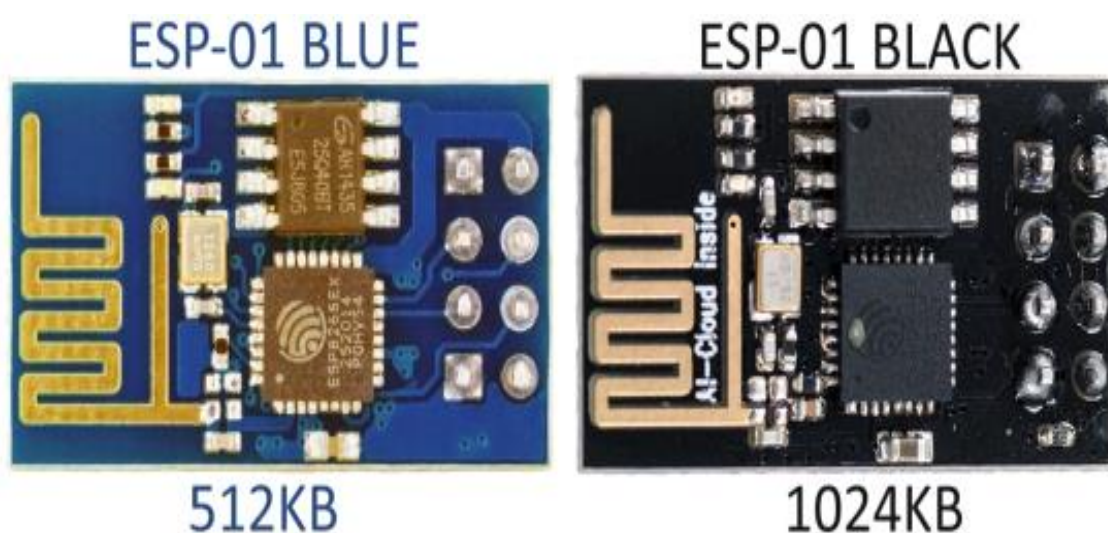


圖 2-1-4 ESP-01 BLUE 與 ESP-01 BLACK 實體圖

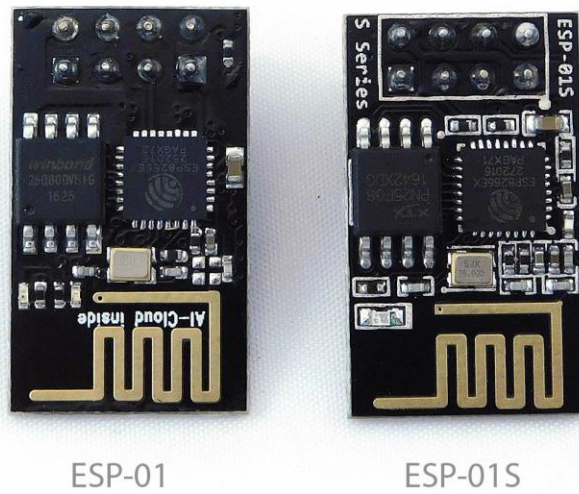


圖 2-1-5 ESP-01、ESP-01S 實體圖

(五) ESP-01 接腳

ESP-01 拉出了 8 隻接腳，扣掉 Vcc、Gnd 等必要接腳，只剩下 GPIO 0 與 GPIO 2 兩隻腳可以使用，算是較為簡易的版本。如果有其他接腳的需求，可以考慮將 ESP8266 的 17 隻接腳全拉出的 ESP12 模組。

ESP-01 可承受的電壓為 3.0 ~ 3.6 (V)，一般我們會接到 3.3V，要注意的是不能接到 5V 會造成 ESP9266 過熱燒毀。

接腳	說明	接腳	說明
RXD	Uart的Rx接腳、GPIO3	Vcc	3.3V 電源
GPIO0	GPIO0	RST	Reset、接地時 reset。
GPIO2	GPIO2	CH_PD	Chip Select、使用時要接 3.3V，否則 ESP8266 不會動作。
GND	接地	TXD	Uart的Tx接腳、GPIO1

圖 2-1-6 ESP-01 接腳

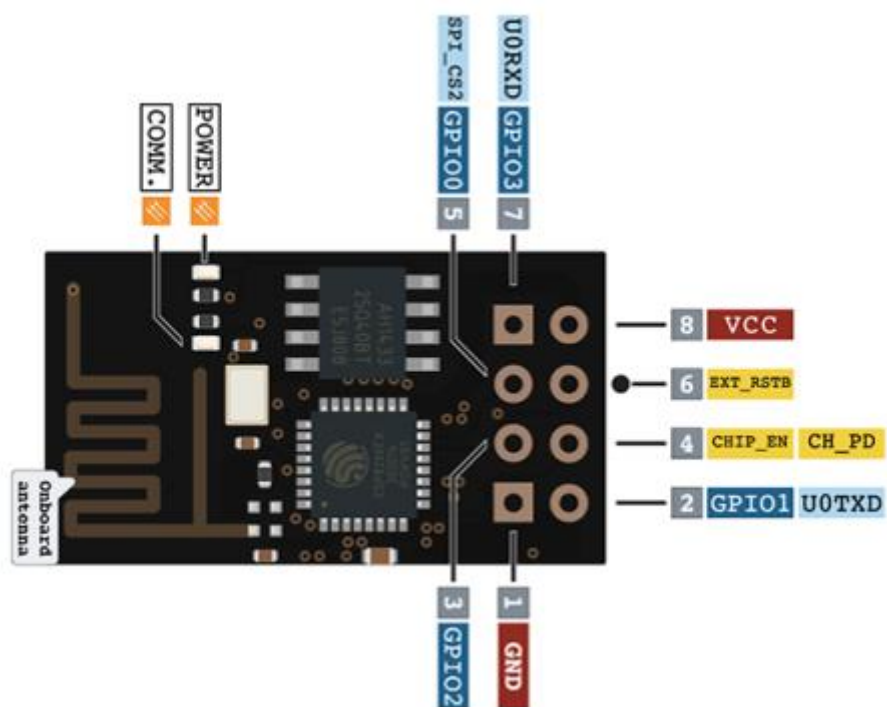


圖 2-1-7 ESP-01 接腳圖

ESP8266	UART
VCC	3.3 V
CH_PD	3.3 V
RXD	TXD
TXD	RXD

圖 2-1-8 ESP-01 一般模式

ESP8266	UART
VCC	3.3 V
CH_PD	3.3 V
RXD	TXD
TXD	RXD
GPIO0	Gnd
GPIO2	3.3 V

圖 2-1-9 ESP-01 燒入模式

(六) ESP01 燒入韌體

燒錄 ESP8266 的方式很多種。這裡我們使用 USB 轉 TTL 的模組連接到 ESP8266 再使用 Arduino IDE 燒錄我們想要的韌體。

1. 準備好需要設備，並依照 ESP-01 燒錄模式接線。

注意：

- USB 轉 TTL 的晶片有很多種，常見的有 PL2303HX、CH340、CP210x... 等，而 PL2303HX 仿製品很多，安裝驅動的時候原廠驅動會鎖仿製的晶片，最好是選擇其他晶片較為保險。
- 燒錄時，ESP8266 所需的電流較大，若直接使用 USB 轉 TTL 上的 3.3V 會造成燒錄失敗，需要另外接電源。

二、DS18B20 水溫感測器

(一) DS18B20 的介紹

DS18B20 是 Maxim Integrated 的產品，事實上這個產品來自於 2001 年 Maxim 收購的 Dallas Semiconductor，從它的編號是 DS 開頭就可略窺一二。年紀稍長的讀者可能對 Dallas Semiconductor 還有印象，因為在 PC 的主機板還需要安裝單獨時鐘 IC 的那個年代，Dallas 的內建電池、SRAM 的整合式 RTC (Real-time Clock) 產品算是市場上的一

時之選；但隨著半導體製程進步，耗電越來越低，在現今這個年代，RTC 多半只是複雜 SoC 裡的一個附屬小功能，而利用超級電容或是我們之前提過的鈕扣型一次性鋰電池，也能推動 RTC 達數年之久，因此這類的 RTC 產品早已式微。

DS18B20 可以測量的溫度範圍是 -55°C 到 $+125^{\circ}\text{C}$ ，而且它在 -10°C 到 $+85^{\circ}\text{C}$ 這個範圍內保證 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的精確度。它的溫度讀數已經在內部校正為攝氏刻度（也和絕對溫度的比例相同），因此如果你需要華氏的溫度讀數，就必須自己轉換。

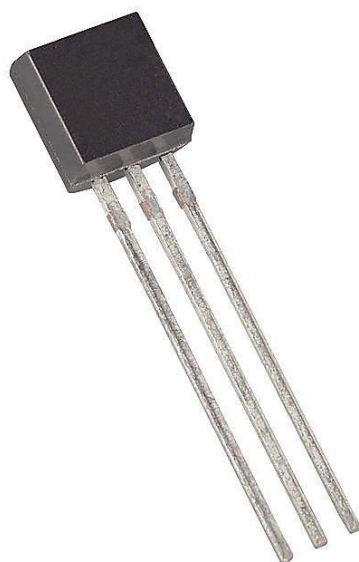


圖2-2-1 DS18B20 溫度感測器實體圖



圖2-2-2 防水型DS18B20溫度感測器

(二) DS18B20腳位介紹

DS18B20 的接線非常簡單，只有三隻腳：電源、接地、資料線，因此在 Arduino 或任何其它的 MCU/MPU 上，只需要用到一隻 I/O 接腳就能和它溝通，事實上，DS18B20 還支援一種從資料接腳偷電的「寄生供電模式」(Parasite Power Mode)，在這種模式下，連電源接腳都不用接了，不過這個模式有一些使用上的限制。

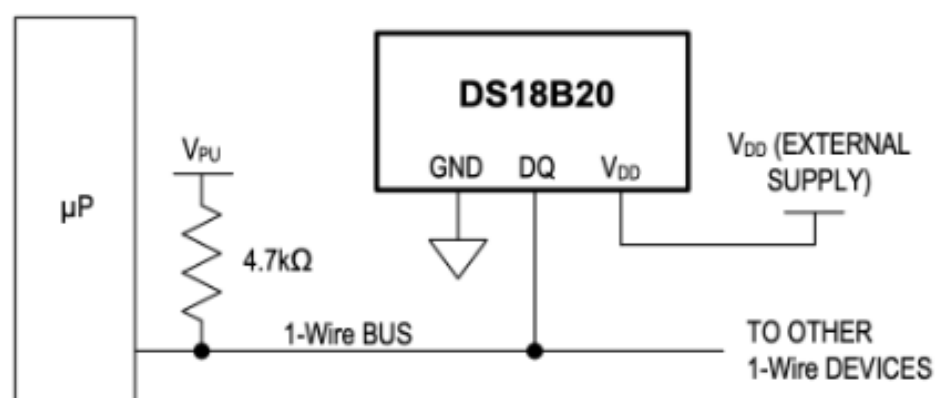


圖2-2-3 DS18B20 接線圖

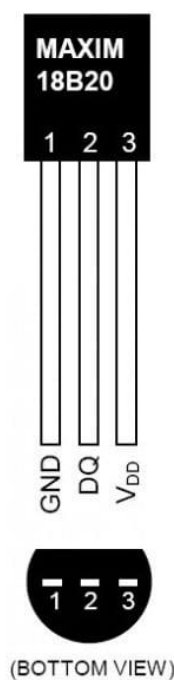


圖2-2-4 DS18B20 腳位圖

(三) DS18B20 1-Wire bus

DS18B20 在唯一一根 data 接腳上所使用的通訊協定叫做 1-Wire bus，這是來自 Dallas Semiconductor 的技術，它的概念和 I²C Bus 很類似，但速度較慢、只需要一根線。1-Wire 的標準通訊速度是 16 Kbps 左右（I²C 則有 100 Kbps、400 Kbps、甚至最新的 1 Mbps），較新的裝置則支援新的 10 倍速 overdrive 模式。

既然 1-Wire bus 叫做 Bus，表示它裡面可以有不只一個裝置（對！1-wire bus 理論上對同一個 Bus 上的裝置數量沒有限制）。Bus 上的裝置都必須用 open-drain 的方式驅動 Bus，且大家是共用一個 pull-up 電阻，這種驅動結構讓 Bus 上的所有裝置都可以把 Bus 拉下來（稱為「Driving the Bus Low」），也可以不拉 Bus（稱為「Releasing the Bus」），但是當你不拉 Bus 時，不代表別人不會拉，因此 Bus 上只要有人拉 Bus，Bus 就會呈現 low 的狀態，而必須沒有人拉 Bus，Bus 才會讓 pull-up 電阻拉起來，呈現 high 的狀態。

透過巧妙的通訊協定設計，我們就能用這樣的架構讓同一個 Bus 上有很多裝置一起通訊，因此，要將 Arduino 與 1-wire bus 的裝置連接，除了裝置本身以外，還要幫它們加一個 pull-up 電阻。下圖是 Arduino 連接 DS18B20 最簡單的電路圖：

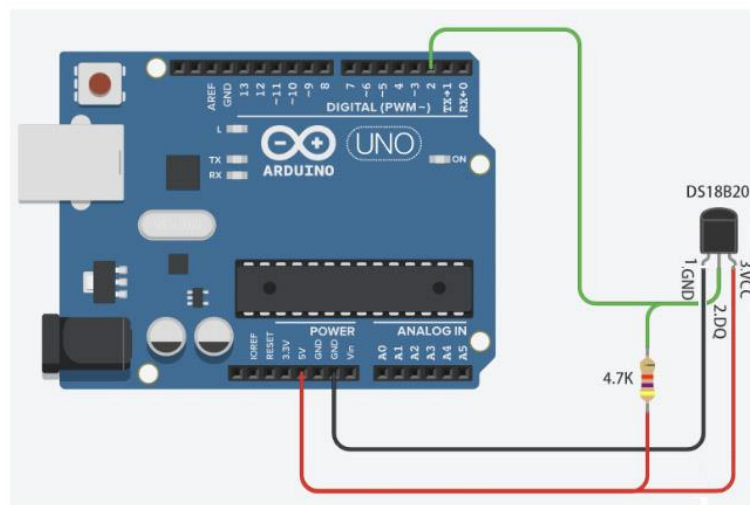


圖2-2-5 DS18B20基本電路圖

圖 2-3-5 中 $4.7\text{ K}\Omega$ 的電阻就是 1-Wire Bus 的 pull-up 電阻。這個電阻要放多大，取決於 Bus 的長度、Bus 接線的長度、以及資料的傳輸速率，每當 Bus 上的裝置從「Driving the Bus」的狀態切換到「Releasing the Bus」時，整條 1-Wire bus 就靠這個 pull-up 電阻將它拉到 high 的狀態。

但並不是裝置們放掉 bus 的那一瞬間，這個 pull-up 電阻就「咻！」瞬間把 Bus 拉到 high 的狀態，沒有這麼美好。

(四) RC 時間常數

對這個 pull-up 電阻來說，整條 1-Wire Bus 是一個電容性的負載，換句話說就是一個電容器，當它要把 Bus 從 low 拉到 high 時，其實是透過這個 pull-up 電阻對這個電容器充電（定電壓透過電阻對電容器充電是一個很常見的電路模型），電容器上的電壓可以表示為：

$$V_c = V * (1 - e^{(-t/RC)})$$

這是一個指數曲線，為了計算方便，我們常會定義這種 RC 充電電路的時間常數為 T：

$$T=RC$$

大致上來說，T 就是這個電路將電容器充電到電源電壓的 63% 所需要的時間。由於流經電阻的電流與它上面的電壓差有關，因此當電容器的電壓越來越高，電阻上的壓差就越來越小，充電的速度就會減緩，因此電容的電壓上升速度也會跟著減緩，整個充電過程的電壓就會呈現圖 2-2-6 這樣的曲線。

根據 datasheet，DS18B20 在 DQ 接腳上的電容負載是 25 pF 。我們先忽略線路的寄生電容不計，計算看看用 $4.7\text{ K}\Omega$ 的 pull-up 電阻來充 DQ 上的這個電容器需要多少時間，時間常數 T 是：

$$T = R * C = 4.7 * 10^3 (\text{ohm}) * 25 * 10^{-12} (\text{Farad}) = 117.5 * 10^{-9} (\text{seconds})$$

這個算式計算起來很簡單，但是單位往往是很多人計算時的障礙。這邊電阻的單位是歐姆沒有問題，但電容的單位是我們比較不熟悉的 Farad（法拉），在我們常用的零件數值中，幾乎沒有機會用到 Farad 這麼大的單位，多半是 μF （百萬分之一 Farad）或 pF （ 10 的負 12 次方 Farad，或是一兆分之一 Farad）。當電阻的單位是 Ω 、電容的單位是 Farad 時，算出來的時間單位是秒，因此上面的算式算出來的時間常數就是 117.5 乘以 10 的負 9 次方秒，或是 117.5 pS 、 0.1175 uS 。

根據上面的電壓波形圖，電容充滿所需要的時間大概是時間常數的 5 倍，因此我們可以說 $4.7 \text{ K}\Omega$ 的 pull-up 電阻需要 $0.1175 \times 5 = 0.5875$ (uS)。

以 1-Wire bus 的資料速率 16 Kbps 來計算，一個 bit 的時間是：

$$1 \text{ S} / 16000 = 0.0000625 \text{ S} = 62.5 \text{ uS}$$

所以波形上升時間佔整個 bit 時間的比例很小，大概比 1% 小一點，算是很安全的。

這裡要強調一個觀念，雖然我們在數位電路裡常常討論方波，但世界上是不存在完美方波的，所有看起來好像很方的波形在放大之後看起來一定都圓圓、斜斜的，這就是因為以上所說的這種 RC 充電效應所造成的，因此方波夠不夠方、上升或下降得夠不夠快，在實務上仍然要看你使用它的時機來決定。

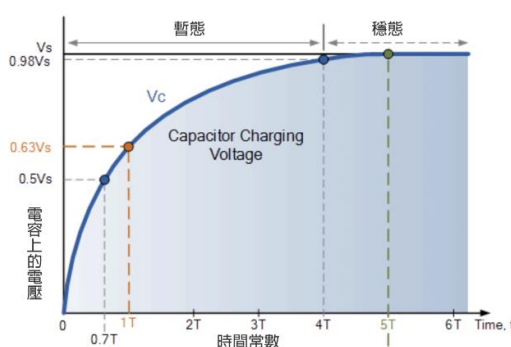


圖 2-2-6 充電過程電壓曲線

三、0.96 吋 OLED

(一) OLED 有機發光二極體的介紹

有機發光二極體基本結構是由一薄而透明具半導體特性之銦錫氧化物 (ITO)，與電力之正極相連，再加上另一個金屬陰極，包成如三明治的結構。整個結構層中包括了：電洞傳輸層 (HTL)、發光層 (EL) 與電子傳輸層 (ETL)。當電力供應至適當電壓時，陽極電洞與陰極電子便會在發光層中結合，產生光子，依其材料特性不同，產生紅、綠和藍三原色，構成基本色彩。OLED 的特性是自發光，不像薄膜電晶體液晶顯示器需要背光，因此可視度和亮度均高，且無視角問題，其次是驅動電壓低且省電效率高，加上反應快、重量輕、厚度薄，構造簡單，成本低等，被視為 21 世紀最具前途的產品之一。

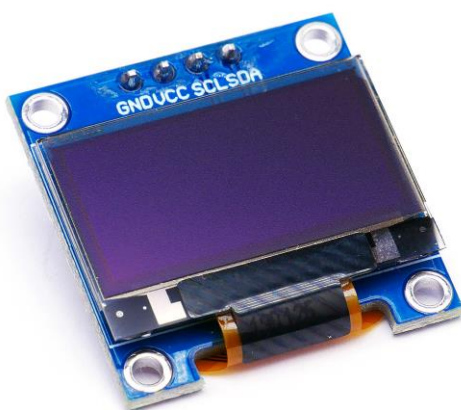


圖 2-3-1 OLED 實體圖

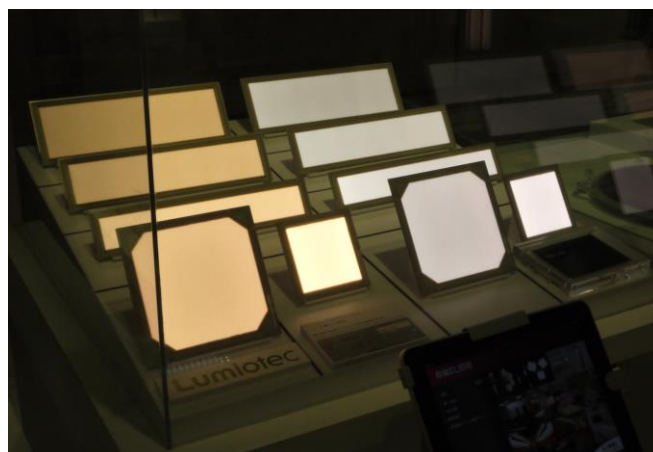


圖 2-3-2 OLED 照明面板

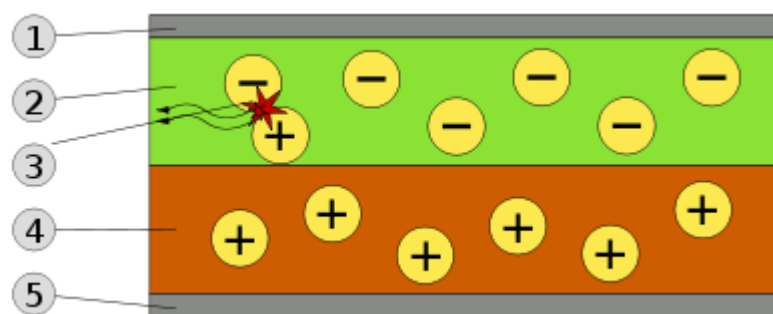


圖 2-3-3 OLED 基本結構

(二) OLED 有機發光二極體驅動方式

OLED 也與 LCD 一樣其驅動方式也分為主動和被動式兩種。被動式下依照定位發光點亮，類似郵差寄信；主動式則和薄膜電晶體液晶顯示器相同，在每一個有機發光二極體單元背增加一個薄膜電晶體，發光單元依照電晶體接到的指令點亮。簡言之，主動／被動矩陣分法，主要指的是在顯示器內打開或關閉像素的電子開關型式。

典型的 OLED 由陰極、電子傳輸層、發光層、電洞輸運層和陽極組成。電子從陰極注入到電子輸運層，同樣，電洞由陽極注入進空穴輸運層，它們在發光層重新結合而發出光子。與無機半導體不同，有機半導體（小分子和聚合物）沒有能帶，因此電荷載流子輸運沒有廣延態。受激分子的能態是不連續的，電荷主要通過載流子在分子間的躍遷來輸運。因此，在有機半導體中，載流子的移動能力比在矽、砷化鎵、甚至無定型矽的無機半導體中要低幾個數量級。在實際的 OLED 中，有機半導體典型的載流子移動能力為 $10^{-3} \sim 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 。因為載流子移動能力太差，OLED 器件需要較高的工作電壓。如一個發光亮度為 1000 cd/m^2 的 OLED，其工作電壓約為 7~8V。因為同樣的原因，OLED 受空間電荷限制，其注入的電流密度較高。

通過一厚度為 d 的薄膜的電流密度由下式定義：

$$J = (9 / 8) e M (V^2 / d^3)$$

式中 e 是電荷常數、 M 是載流子遷移率、 V 為薄膜兩端的電壓。

在一般的 OLED 中，全部有機膜的厚度約為 1000 埃。實際上，有機發光二極體的發光功率與電流有 $J \cdot V_m$ 的關係，其中 m 為 2。Burrows 和 Forrest 製得的 TPD/Alq 器件的 m 高達 9，他們認為， m 值大是因為「阱」（或稱極化子）的緣故。最近，他們又証實 m 具有很強的溫度依賴性，並且電荷是通過「阱」來輸運的。在發光層中，摻雜客體螢光染料能極大地提高 OLED 的效能和特性。例如，只要摻雜 1% 的紅色螢光染料 DCM、Alq 式有機發光二極體的最大發射峰即可從 520nm 遷移到 600nm；摻雜少量的 MQA（一種綠色染料）將使有機發光二極體的效率提高 2 至 3 倍，在同樣的亮度下工作壽命可提高 10 倍。

有機發光二極體所用的物料是有機分子或高分子材料。

四、杜邦線

（一）杜邦線介紹

杜邦線是由多心線在線的頭尾兩端接上公或母端子形成的線材，適合用來連接 Arduino、樹梅派、感測器、麵包板等等的線材，方便使用者在連接各設備時能更方便快速。

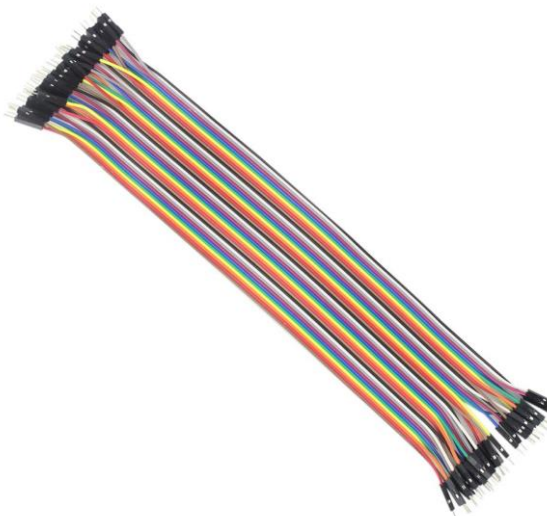


圖 2-4-1 杜邦線實體圖

五、LED 發光二極體

(一)LED 介紹

light-emitting diode，縮寫為 LED）是能發光的半導體電子元件，透過三價與五價元素所組成複合光源。此種電子元件早在 1962 年出現，早期只能夠發出低光度的紅光，被惠普買下專利後當作指示燈利用。及後發展出其他單色光的版本，時至今日，能夠發出的光已經遍及可見光、紅外線及紫外線，光度亦提高到相當高的程度。隨著白光發光二極體的出現，用途已由初期的指示燈及顯示板等指示用途，逐漸發展至近年的照明用途。

發光二極體只能夠往一個方向導通（通電），叫作順向偏壓，當電流流過時，電子與電洞在其內複合而發出單色光，這叫電致發光效應，而光線的波長、顏色跟其所採用的半導體物料種類與故意摻入的元素雜質有關。具有效率高、壽命長、不易破損、反應速度快、可靠性高等傳統光源不及的優點。白光 LED 的發光效率近年有所進步；每千流明成本，也因為大量的資金投入使價格下降，但成本仍遠高於其他的傳統照明。雖然如此，近年仍然越來越多被用在照明用途上。



圖 2-5-1 LED 實體圖



圖 2-5-2 LED 燈泡

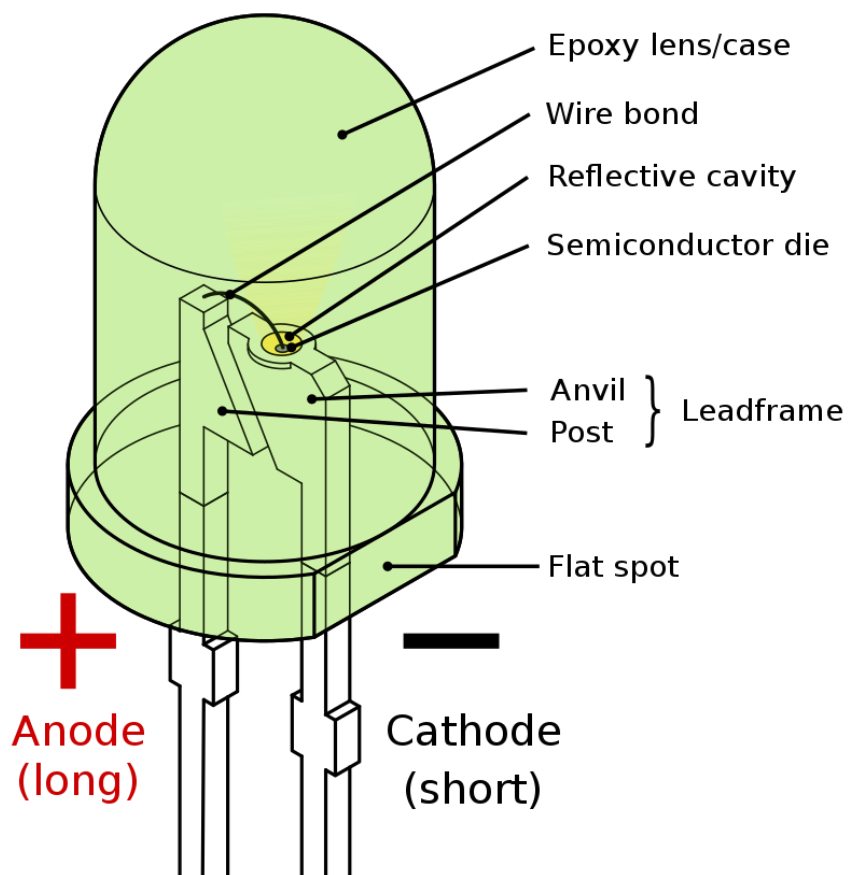


圖 2-5-3 LED 構造

(二)白光 LED 的原理

發光二極體本身是單色光源，而自然界的白光（陽光）的光譜則是包含各種顏色，所以 LED 不可能完全達到如自然光的效果。白光發光二極體是透過發出三源色的單色光（藍、綠、紅）或以螢光劑把發光二極體發出的單色光轉化，使整體光譜含為含有三源色的光譜，刺激人眼感光細胞，使人有看見白光的感覺。



圖 2-5-4 白光 LED

(三)其他顏色的 LED

近期開發出來的發光二極體顏色包括粉紅色和紫色，都是在藍光發光二極體上覆蓋上一至兩層的磷光體造成。粉紅色發光二極體用的第一層磷光體能發黃光，而第二層則發出橙色或紅色光。而紫色發光二極體用的磷光體發橙色光。另外一些粉紅色發光二極體的製造方法則存在一定的問題，例如有些粉紅色發光二極體是在藍光發光二極體塗上螢光漆或指甲油，但它們有可能會剝落；而有些則用上白光發光二極體加上粉紅色磷光體或染料，可是在短時間內顏色會褪去。

價錢方面，紫外線、藍色、純綠色、白色、粉紅色和紫色 LED 是較紅色、橙色、綠色、黃色、紅外線發光二極體貴的，所以前者在商業用途上比較遜色。

發光二極體是封裝在塑膠透鏡內的，比使用玻璃的燈泡或日光燈更堅固。而有時這些外層封裝會被上色，但這只是為了裝飾或增加對比度，實質上並不能改變發光二極體發光的顏色。

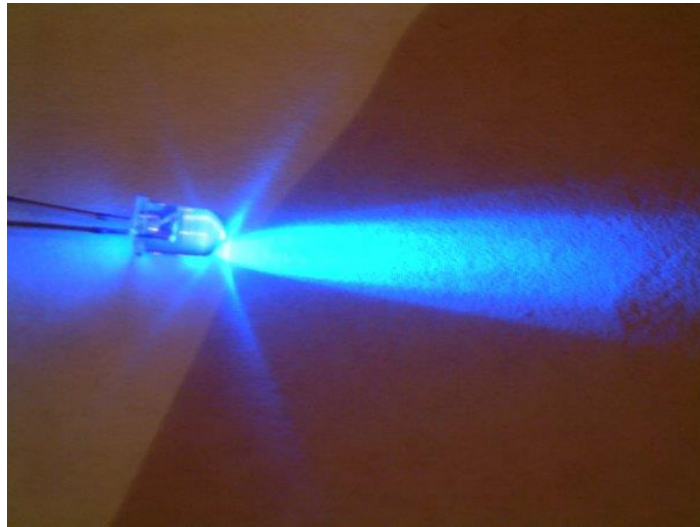


圖 2-5-5 用氮化鎵 (GaN) 形成的藍光 LED

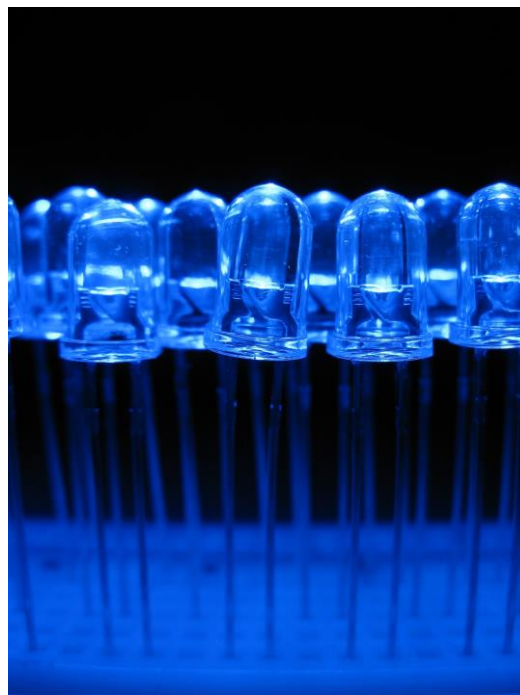


圖 2-5-6 藍光 LED

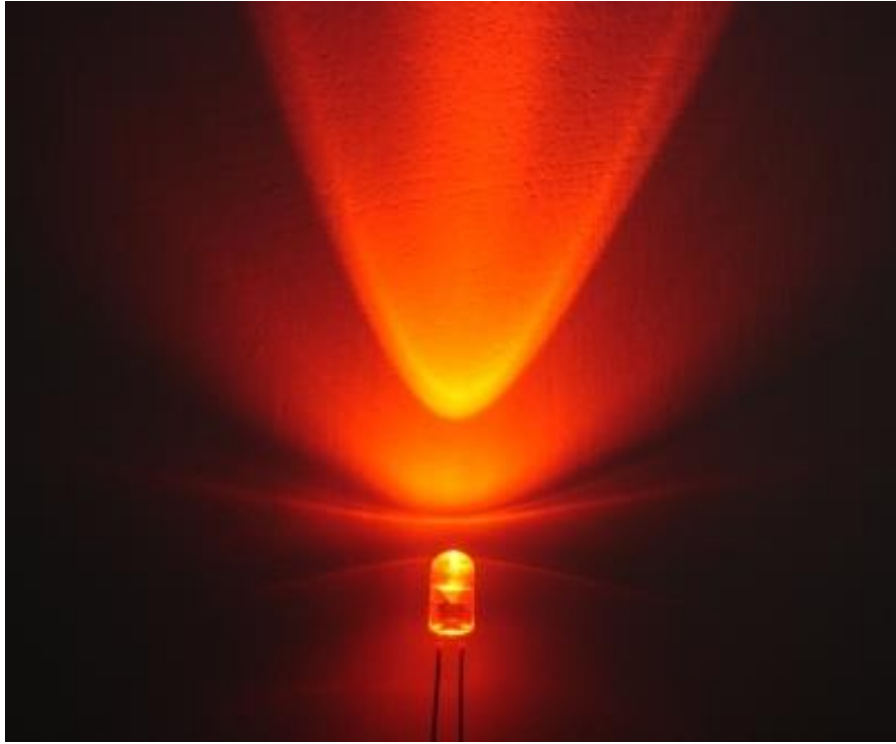


圖 2-5-7 紅光 LED

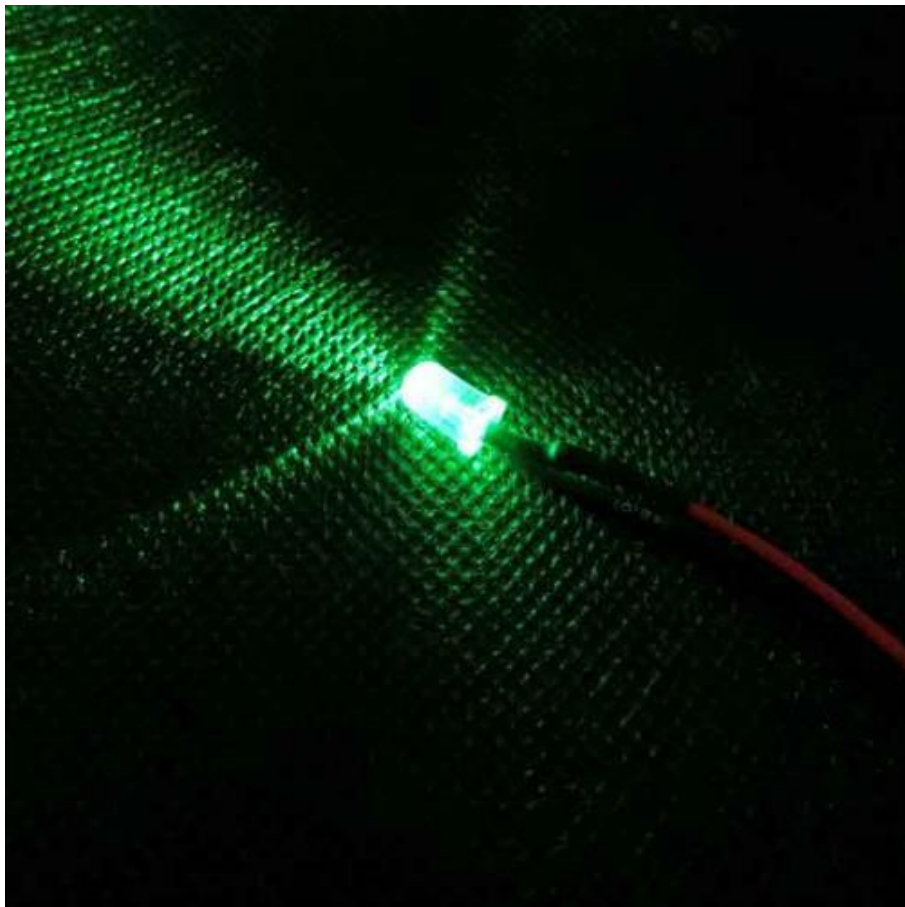


圖 2-5-8 綠光 LED

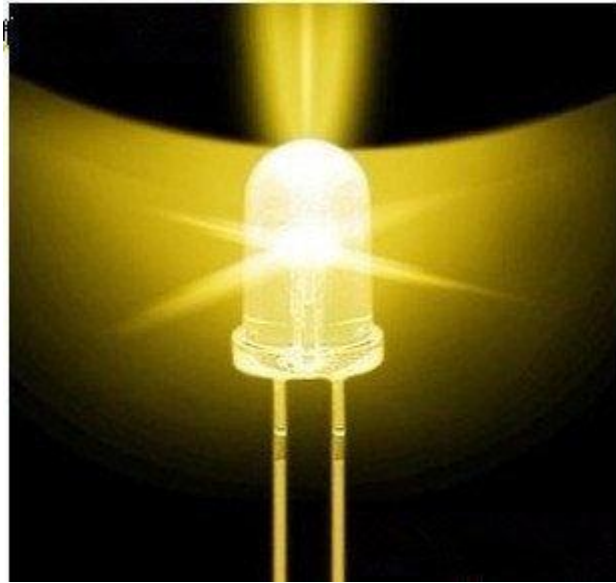


圖 2-5-9 黃光 LED



圖 2-5-10 LED 燈條

(四)LED 基本原理

發光二極體是一種特殊的二極體。和普通的二極體一樣，發光二極體由半導體晶片組成，這些半導體材料會預先透過注入或摻雜等工藝以產生 p、n 架構。與其它二極體一樣，發光二極體中電流可以輕易地從 p 極（陽極）流向 n 極（陰極），而相反方向則不能。兩種不同的載流子：電洞和電子在不同的電極電壓作用下從電極流向 p、n 架構。當電洞和電子相遇而產生複合，電子會跌落到較低的能階，同時以光子的模式釋放出能量（光子也即是我們常稱呼的光）。

它所發射出的光的波長（顏色）是由組成 p、n 架構的半導體物料的禁帶能量決定。由於矽和鍺是間接帶隙材料，在常溫下，這些材料內電子與電洞的複合是非輻射躍遷，此類躍遷沒有釋出光子，而是把能量轉化為熱能，所以矽和鍺二極體不能發光（在極低溫的特定溫度下則會發光，必須在特殊角度下才可發現，而該發光的亮度不明顯）。發光二極體所用的材料都是直接帶隙型的，因此能量會以光子形式釋放，這些禁帶能量對應著近紅外線、可見光、或近紫外線波段的光能量。

發展初期，採用砷化鎵（GaAs）的發光二極體只能發射出紅外線或紅光。隨著材料科學的進步，新研發成功的發光二極體能夠發射出頻率越來越高的光波。現今，已可製成各種顏色的發光二極體。

二極體通常建構於 N 型基板，在其表面沉積一層 P 型半導體，用電極連結在一起。P 型基板比較不常見，但也有被使用。很多商業發光二極體，特別是 GaN/InGaN，也會使用藍寶石基板。

大多數用來製成發光二極體的物質具有非常高的折射率。這意味著大部分光波會在物質與空氣的介面會被反射回物質，因此，光波萃取對於發光二極體是很重要的論題，大量研究與發展都聚焦於這論題。

(五)白光 LED 的原理

發光二極體本身是單色光源，而自然界的白光（陽光）的光譜則是包含各種顏色，所以 LED 不可能完全達到如自然光的效果。白光發光二極體是透過發出三源色的單色光（藍、綠、紅）或以螢光劑把發光二極體發出的單色光轉化，使整體光譜含為含有三源色的光譜，刺激人眼感光細胞，使人有看見白光的感覺。

結合藍光發光二極體、紅光發光二極體和綠光發光二極體便可做出白光發光二極體，這樣產生的白光發光二極體有較廣的色域，而且效率較其他方法高，不過成本相當高。近年生產技術的改進下，越來越多產品採用這方法。

現在普及的白光發光二極體都採用單一發光單元發出波長較短的光，如藍或紫外光，再用磷光劑把部份或全部光轉化成一頻譜含有綠、紅光等波長較長的光。這種光波波長轉化作用稱為螢光，原理是短波長的光子（藍、紫、紫外光）被螢光物質（如磷光劑）中的電子吸收後，電子被激發（跳）至較高能量、不穩定的激發狀態，之後電子在返回原位時，一部份能量散失成熱能，一部份以光子形式放出，由於放出的光子能量比之前的小，所以波長較長。由於轉化過程中有部份能量化成熱能，造成能量損耗，因此這類白光發光二極體的效率較低。

發光單元有採用藍光發光二極體的，也有採用紫外光發光二極體的。日亞化學工業開發並從 1996 年開始生產的白光發光二極體採用藍光發光二極體作發光單元，波長 450 nm 至 470 nm，磷光劑通常是摻雜了鈾的鈮-鋁-鎵（ $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ ，實際上單晶的摻鈾（Ce）的 YAG 被視為閃爍器多於磷光體。）。發光二極體發出的部份藍光由螢光劑轉換成黃光為主的較寬光譜（光譜中心約為 580nm），由於黃光能刺激人眼中的紅光和綠光受體，加上原有剩餘的藍光刺激人眼中的藍光受體，看起來就像白色光，而其所呈現的色澤常被稱作「月光的白色」。若要調校淡黃色光的顏色，可以把摻雜在 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 中的鈾（Ce）換作其他稀釋金屬，例如銩或釷，甚至可

以以取代 YAG 中的部份或全部鋁的模式做到。而基於其光譜的特性，紅色和綠色的物體在這種發光二極體照射下看起來會不及寬頻譜光源照射時那麼鮮明。另外由於生產工藝的波動，這種發光二極體的成品的色溫並不統一，從暖的黃色到冷的藍色都有，所以在生產過程中會以其出來的特性作出區分。而這種發光二極體的結構是把藍光發光二極體封進混入了磷光劑的環氧樹脂中而造成，但也有較複雜的方法，由 Philips Lumileds 取得專利的方法便是把磷光劑塗在發光二極體上，值由控制磷光劑的厚度增加效率。

另一種白光發光二極體的發光原理跟螢光燈是一樣的。發光單元是紫外光發光二極體，外面包著兩種磷光劑混合物，一種是發紅光和藍光的鎘，另一種磷光劑是發綠光的銅和鋁摻雜了硫化鋅。內裡的紫外光發光二極體發出的紫外光被外層的磷光劑轉換成紅、藍、綠三色光，混合後就成了白光。但由於紫外線會使黏合劑中的環氧樹脂劣化變質，所以生產難度較高，而壽命亦較短。與第一種方法比較，因為斯托克司頻移（Stokes Shift）前者較大，光波在轉化過程中有較多被化成熱能，因此效率較低，但好處是光譜的特性較佳，產生的光比較好看。而由於紫外光的發光二極體功率較高，所以其效率雖比較第一種方法低，但出來的亮度卻相若。

（六）其他顏色

近期開發出來的發光二極體顏色包括粉紅色和紫色，都是在藍光發光二極體上覆蓋上一至兩層的磷光體造成。粉紅色發光二極體用的第一層磷光體能發黃光，而第二層則發出橙色或紅色光。而紫色發光二極體用的磷光體發橙色光。另外一些粉紅色發光二極體的製造方法則存在一定的問題，例如有些粉紅色發光二極體是在藍光發光二極體塗上螢光漆或指甲油，但它們有可能會剝落；而有些則用上白光發光二極體加上粉紅色磷光體或染料，可是在短時間內顏色會褪去。

價錢方面，紫外線、藍色、純綠色、白色、粉紅色和紫色 LED 是較紅色、橙色、綠色、黃色、紅外線發光二極體貴的，所以前者在商業用途上

比較遜色。

發光二極體是封裝在塑膠透鏡內的，比使用玻璃的燈泡或日光燈更堅固。而有時這些外層封裝會被上色，但這只是為了裝飾或增加對比度，實質上並不能改變發光二極體發光的顏色。

(七)LED 優點與缺點

優點：

- 能量轉換效率高（電能轉換成光能的效率），也即較省電。
- 反應時間短，可以達到很高的閃爍頻率。
- 使用壽命長，且不因連續閃爍而影響其壽命。
- 在安全的操作環境下可達到 10 萬小時的壽命，即便是在 50 度以上的高溫，使用壽命還有約 4 萬小時。（螢光燈 T8 為 8000 小時、T5 為 20000 小時、白熾燈為 1,000—2,000 小時）。
- 耐震盪等機械衝擊，由於是固態元件，沒有燈絲、玻璃罩等，相對螢光燈、白熾燈等能承受更大震盪。
- 體積小，其本身體積可以造得非常細小（小於 2 mm）。
- 便於聚焦，因發光體積細小，而易於以透鏡等方式達致所需集散程度，藉改變其封裝外形，其發光角度由大角度散射至細角度聚焦都可以達成。
- 單色性強，由於是單一能級光出的光子，波長比較單一（相對大部份人工光源而言），能在不加濾光器下提供多種單純的顏色。

缺點：

- 由於 LED 的驅動電壓較低，一般家用電壓為 100—240V，需要將 LED 及變壓器包裝為燈泡或燈管才能應用於家中，而在降低成本的考量下，許多市售產品搭配品質較差的變壓器，而加快損壞的可能。
- LED 光度並非與電流成線性關係，光度調節略為複雜；使用 PWM 為最低成本的調節亮度方法，但頻率必須夠高才不傷眼（PWM 調光是以快速閃爍的方式來調整亮度，例如每隔 10 次亮一次亮度為最大亮度的 10%，但閃爍頻率不高會傷眼，1250Hz 以下健康風

險高，3250Hz 以上則風險與不閃爍的調光方法一樣低；而舊型的螢光燈若用低頻 PWM 調光則不會那麼傷眼，因為螢光燈有餘暉效應而 LED 沒有)。

- 成本較高，售價較高。

參、專題製作

一、設備及器材

此章共分為三節依序說明本專題所應用到之設備及器材、製作方法與步驟及專題製作等。

儀器（軟體） 設備名稱	應用說明
個人電腦	用個人電腦設計程式與找資料
DS18B20 水溫感測器	感測水壺內的水溫
0.96 吋 OLED 顯示器	顯示水壺內液體的溫度
ESP8266	用於連接 WIFI 傳輸數據
杜邦線	傳遞訊號
麵包板	輔助訊號傳輸的過程
傳輸線	提供電力
LED	用有色燈光反映目前水溫

表 3-1-1 專題製作使用的硬體與軟體設備一覽表

二、製作方法與步驟

本專題研究採用的是行動研究法，主要是由循環的研究歷程所構成，包括準備、實驗教學、電路資料分析及報告撰寫等階段。本研究之製作方法與步驟，如圖 3-2-1 所示。

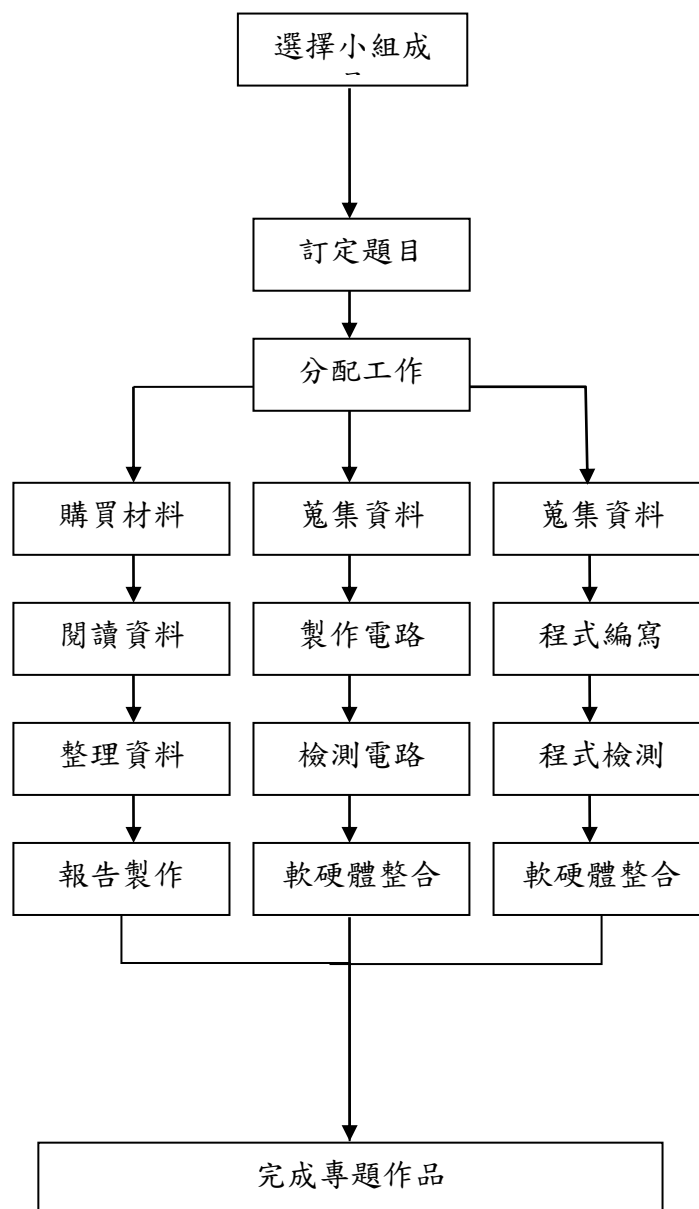


圖 3-2-1 製作方法與步驟

三、專題製作

表 3-3-1 專題製作計畫書

專題型別		☐ 個人型專題 ☒ 團隊型專題	
專題性質		技術研究型	
科別／年級		資訊 科 三 年級	
專題名稱	中文名稱	智能監控水壺	
	英文名稱	intelligent monitor kettle	
專題內容簡述		本專題是我們針對日常生活中的不便所設計的作品，	
		我們使用 ESP8266 晶片結合 DS18B20 水溫感測器及 0.96	
		吋 OLED 顯示器與 LED，做出可以監測水壺中液體溫度的水	
		壺，監測到的水溫除了在水壺外有一個顯示器可以顯示	
		溫度外，水壺的水溫資訊也會每隔十分鐘透過 WIFI 傳輸到	
		手機中提醒使用者目前水壺內的液體溫度是多少，也透過	
		此次的製作了解了 ESP8266 及 DS18B20 溫度感測器與 0.96	
		吋 OLED 的原理及使用方法。	
指導老師姓名		簡琨祥 老師	
參與同學姓名		劉國璘(資訊 3-1)	郭明陽(資訊 3-1)
		郭明和(資訊 3-1)	
專題執行日期		110 年 3 月 1 日至 110 年 5 月 14 日	

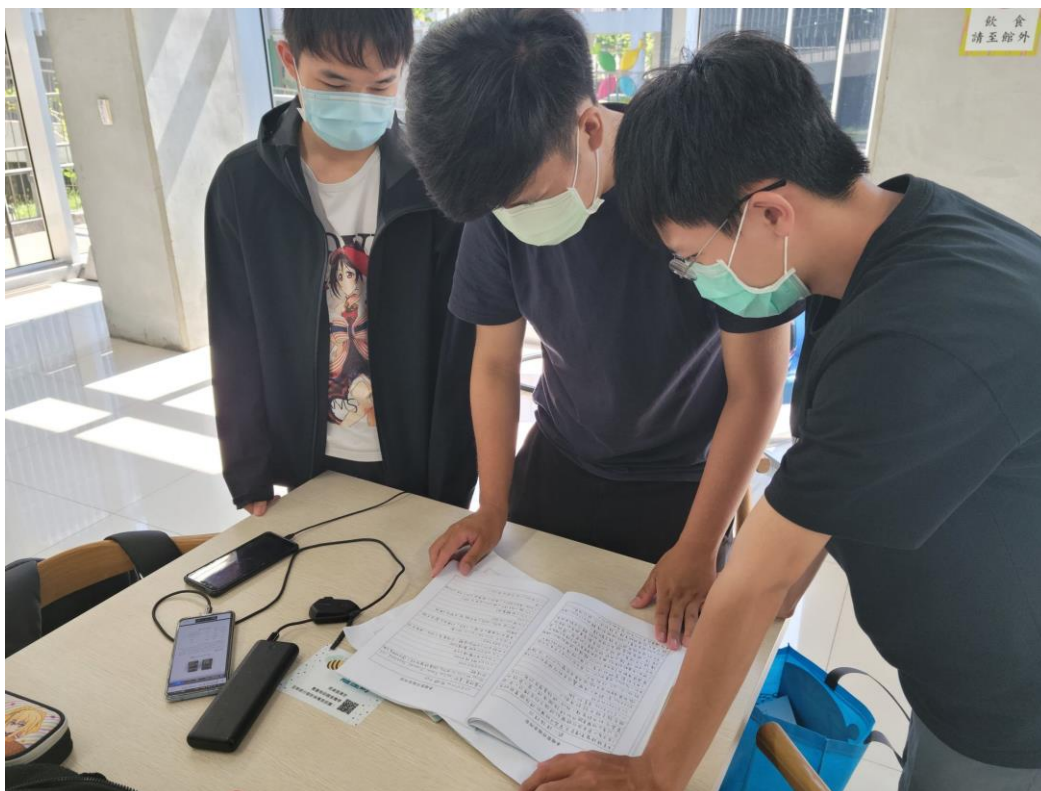


圖 3-3-1 資料查詢(一)

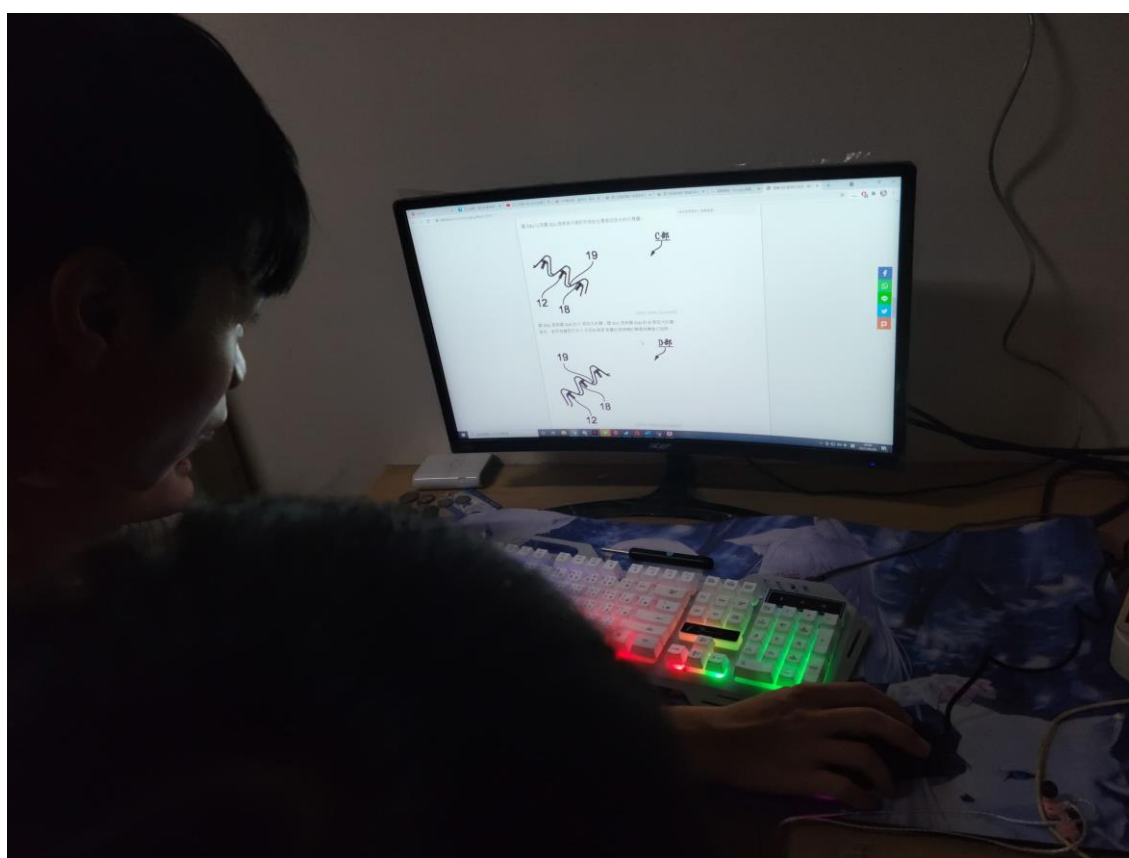


圖 3-3-2 資料查詢(二)



圖 3-3-3 專題討論



圖 3-3-4 程式編寫與測試



圖 3-3-5 程式燒入

(一) 智能監控水壺功能及設定

我們的水壺主要分為監測與回報：

- 透過 DS18B20 水溫感測器感測水壺中液體的溫度後即時顯示在水壺上的 OLCD 顯示器上。
- 在購過 ESP8266 連接 WIFI，每隔十分鐘傳送一次壺內液體的溫度資訊到手機中。

透過以上方式來告知使用者水壺內的液體溫度。

肆、製作成果

我們小組一開始甚麼東西都沒有，經過我們耐心討論設計研究，從程式要怎麼打線路要怎麼接都不知道的情況下，慢慢的學習成長，最終把程式編寫好，電路也接好了，完成了我們的專題作品，以下是我們的專題過程及成果：

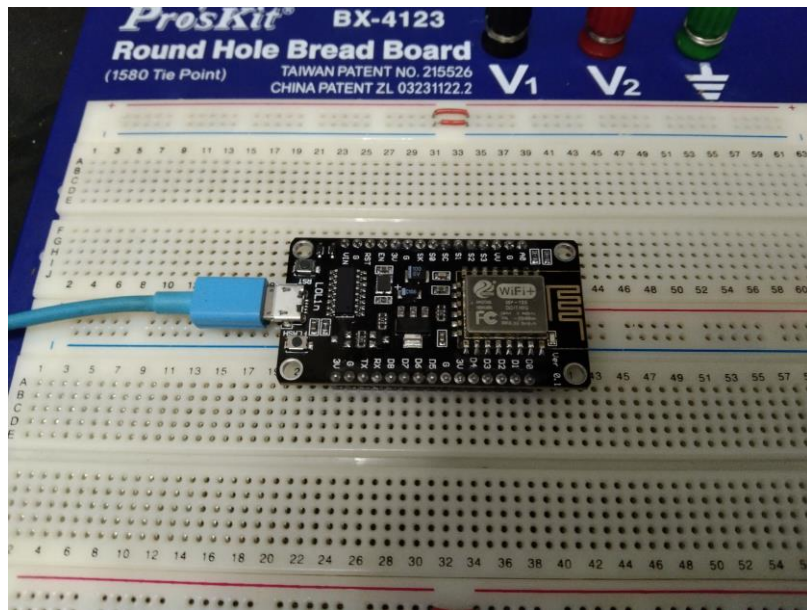


圖 4-1-1 ESP8266 接線過程

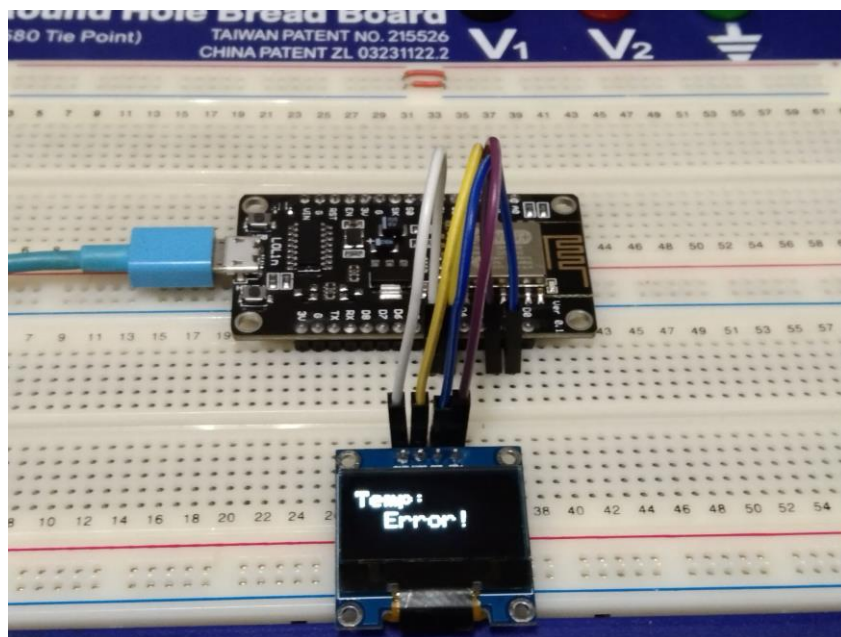


圖 4-1-2 ESP8266 連接 OLED 顯示器測試過程(一)

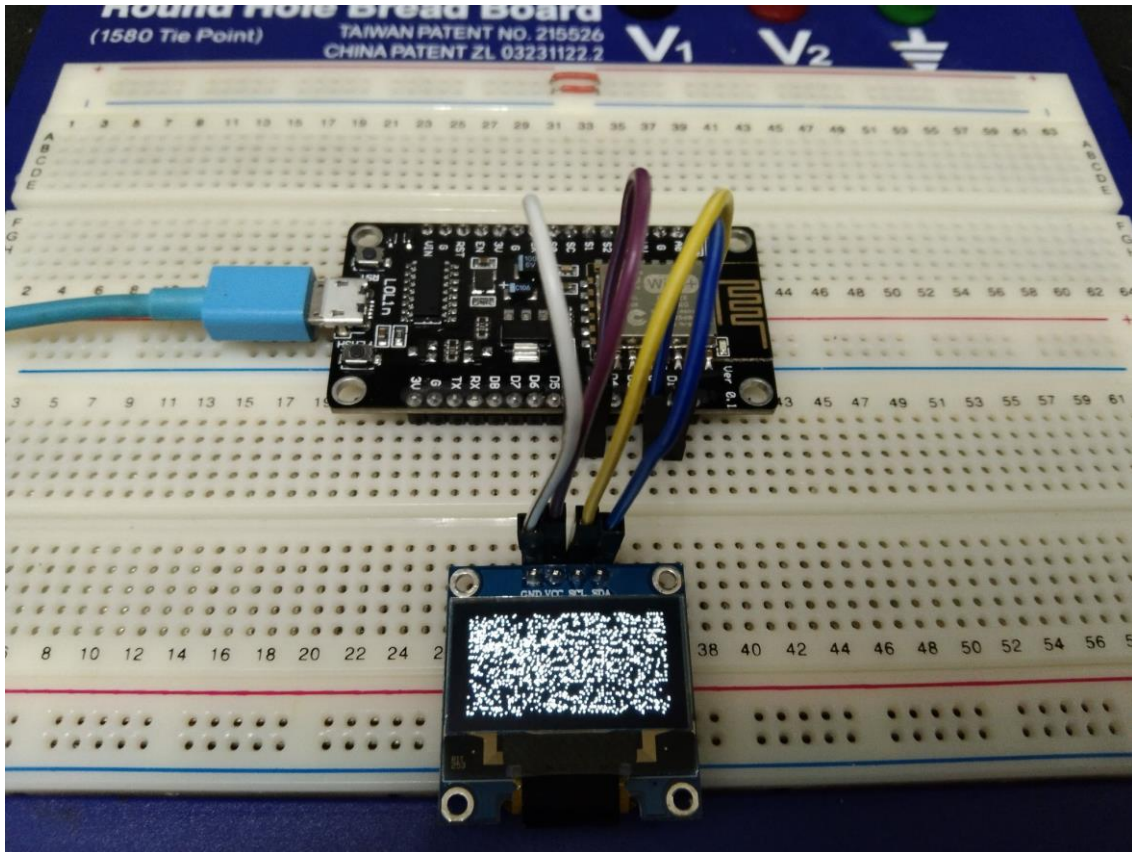


圖 4-1-3 ESP8266 連接 OLED 顯示器測試過程

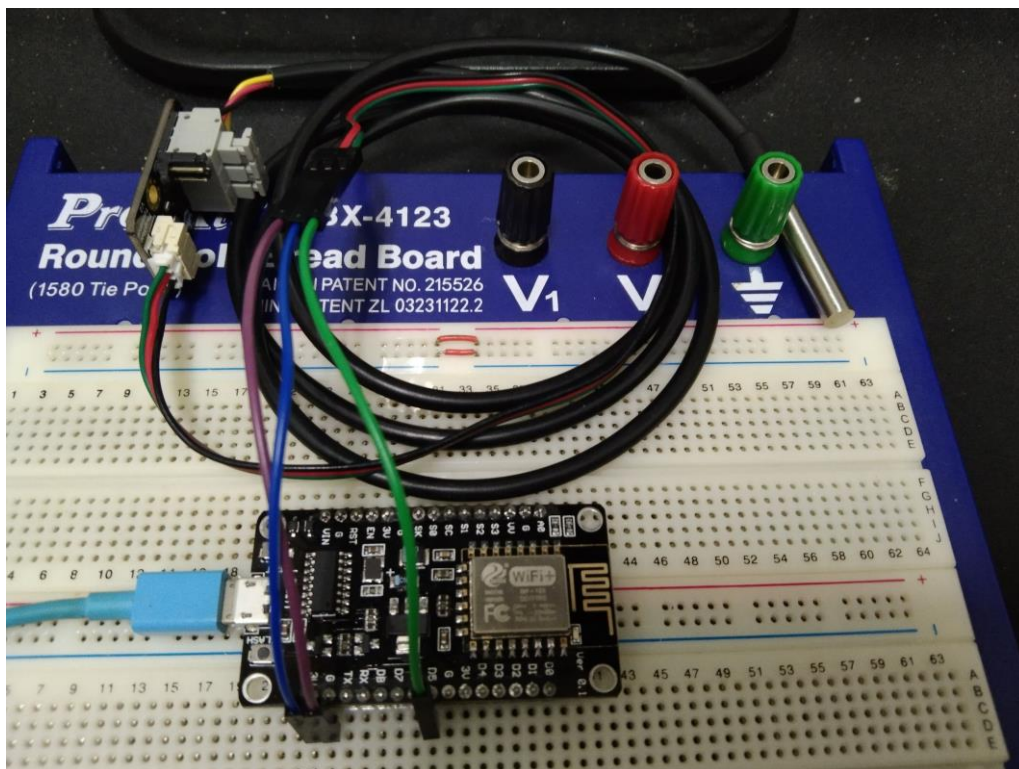


圖 4-1-4 ESP8266 連接水溫感測器的測試過程

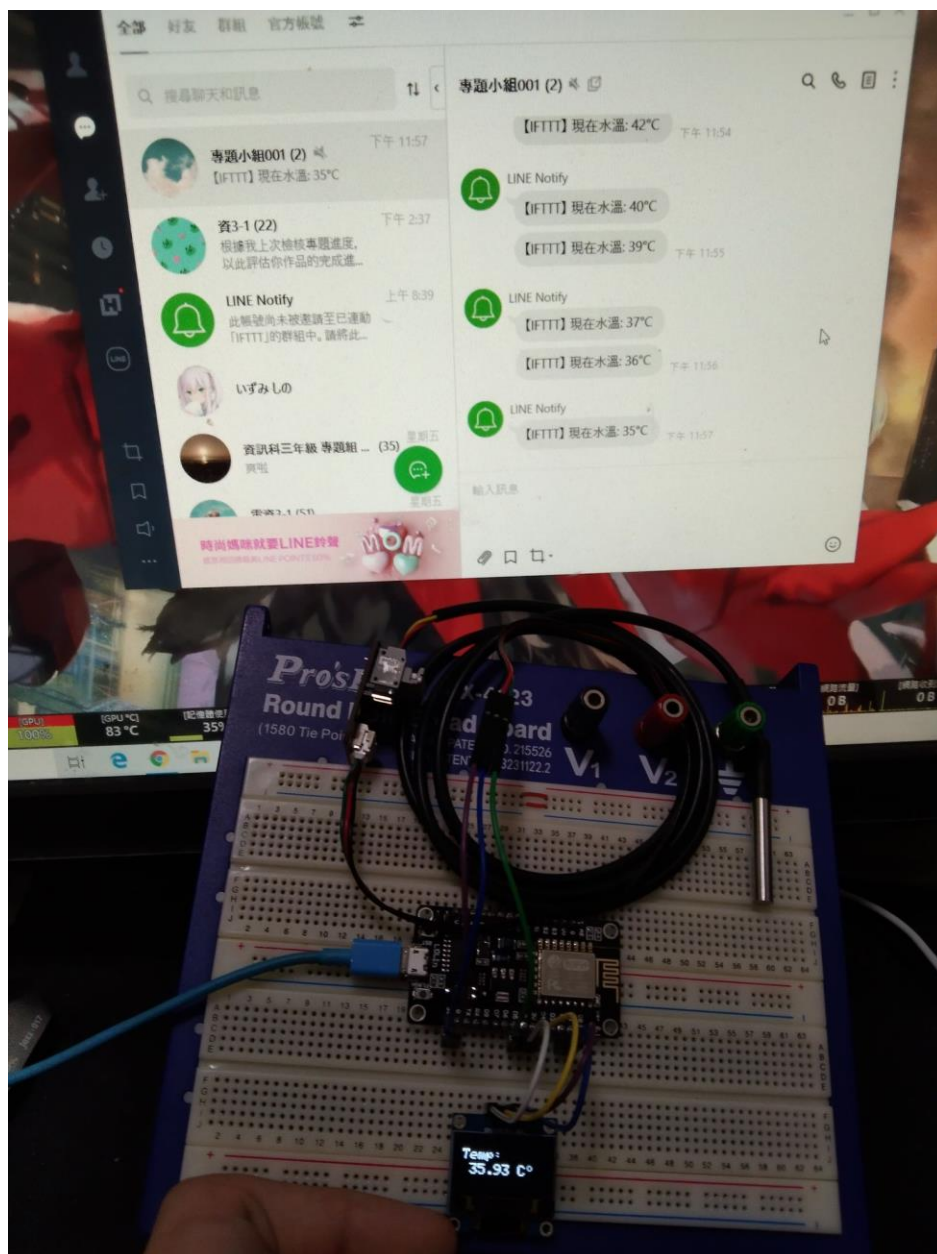


圖 4-1-5 功能測試正常成品

伍、結論與建議

本單元我們將針對我們小組對專題製作的整個學習過程，做一最後完整的彙總及記錄，以期作為未來學弟妹們日後學習之參考。

一、結論

- (一) 透過此次專題製作學習的方式能幫助我們提升對課程的學習興趣。
- (二) 透過此次專題製作學習的方式更能幫助我們獲得知識的建構及整合，且亦可以幫助我們提升其創造思考的能力。
- (三) 小組同學認為專題製作學習為一主動探究的學習，學習中強調學習者必須負起主動探究學習的責任。
- (四) 專題製作學習鼓勵小組成員分工和合作學習的精神。
- (五) 小組同學認同資訊科技的知識在專題製作學習過程中，扮演著重要的角色，因其對電路製作、資料呈現及成果報告製作是很有幫助的。
- (六) 專題製作學習可以培養我們學習者具備問題解決、研究、反省、團體合作及應用資訊科技等多項能力。
- (七) 小組同學認為專題製作學習的階段中，會遇到不同的困難及問題，但看到自己的成品時，會很有成就感。
- (八) 整體而言，我們小組同學認為專題製作學習是一有價值的學習方式，因其確實可以增進自己資訊科技的能力及其技能。

二、建議

我們在進行專題製作學習的過程後，提出以下幾點建議：

- (一) 學習前請先清楚的說明：請老師在進行專題製作學習前，能對學生清楚的說明整個專題進行的方式，包括專題報告的格式、課程進度安排、需要的準備工具以及評量方式，都能在事前做好詳細的說明、規範，如此則能防止學生因為困惑而做錯。
- (二) 在學習過程中給予回饋：在專題製作學習研究過程中，老師可以在學習的進行過程，讓學生可以及早發現其缺失，進行改善。
- (三) 增長專題製作學習的時間：因為乙級和段考，延誤了一些行程，希望可以讓我們有更多的

參考文獻

1. 電子學實習 下(乙版)，彭世興，台科大圖書，2020 年 11 月 11 日
2. 升科大四技電機與電子群電子學含實習 II 升學寶典含解析，林政煌，台科大圖書，2012 年 08 月 28 日
3. 單晶片微處理機實習 全，黃嘉輝，台科大圖書，2020 年 11 月 19 日
4. 單晶片微處理機實習 全(乙版)，林家德，台科大圖書，2020 年 09 月 18 日
5. 程式設計實習(Arduino C/Visual C#) 全(乙版)，徐毅，台科大圖書，2019 年 08 月 01 日
6. 微電腦應用實習 全，王國棟，紅動創新，2021 年 04 月 20 日
7. 可程式邏輯設計實習 全，楊仁元，紅動創新，2021 年 03 月 23 日
8. 微處理機 全，柯建平，紅動創新，2021 年 02 月 25 日
9. 電子學實習 下，周玉崑，台科大圖書，2020 年 11 月 27 日
10. 行動裝置應用實習 全 App Inventor 2，李春雄，台科大圖書，2020 年 08 月 06 日