

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



作品名稱：桌上曲棍球

組長：鄭國均

組員：劉耀文

組員：鄭旭成

指導老師：蔡忠憲

中華民國 109 年 5 月

# 目錄

目錄	I
圖目錄	II~III
表目錄	IV
壹、摘要	1
貳、製作動機	2
參、製作目的	2
肆、理論探討	3
一、Arduino UNO	3
二、USB 線	5
三、RGB 發光二極體	7
四、杜邦線	8
五、七段顯示器	11
六、麵包板	13
七、光敏感測器	14
八、蜂鳴器	16
伍、研究方法	18
一、製作材料	18
二、流程圖	19
三、架構圖	20
四、問題與討論	21
陸、製作成果	22
柒、結論與未來展望	24

## 圖目錄

圖(一) 桌上曲棍球台	2
圖(二) Arduino UNO 板	3
圖(三) Arduino 功能	4
圖(四) USB 線	5
圖(五) USB 外型種類區分	7
圖(六) RGB 發光二極體	8
圖(七) RGB LED 接腳顏色	8
圖(八) 杜邦線	10
圖(九) 杜邦線實作圖	10
圖(十) 七段顯示器	11
圖(十一) 七段顯示器內部結構	12
圖(十二) 麵包板	14
圖(十三) 光敏感測器	14
圖(十四) 光敏感測器的結構與原理圖、符號	15
圖(十五) 蜂鳴器	16
圖(十六)蜂鳴器驅動電路	26
圖(十七)喇叭	17
圖(十六) 外觀模型	22
圖(十七) 觀察與討論感測器安裝位置	22
圖(十八) 電路實作	22
圖(十九) 程式碼撰寫	22
圖(二十) 插上電源測試功能	23
圖(二十一) 整理線路	23

圖(二十二) 成品完成模型	-----23
圖(二十三) 測試功能是否正常	-----23

## 表目錄

表(一) Arduino 類別	4
表(二) USB 線比較	6
表(三) LED 比較	7
表(四) 各排線的比較	9
表(五) 共陰極七段顯示器數字 0~9 字型碼	12
表(六) 麵包板的比較	13
表(七) 感測器的比較	15
表(八) 各式蜂鳴器的比較	17
表(九) 材料表	18

## 摘要

我們常在遊樂園裡會看到許多好玩的遊戲機台，其中我們覺得最讓人著迷的就是桌上型曲棍球，玩著玩著就引發了我們對那台遊戲機台的興趣。

在身上沒有那麼龐大金錢的情況下，就不能購買桌上曲棍球台來玩，所以我們決定自己動手做一個，製作出屬於自己的桌上型曲棍球台。

這次專題的主題我們主要做的就是將只有模型的桌上曲棍球台加上光敏感測器讓它有計分的功能，還有加裝 RGB LED 跟蜂鳴器使機台有了視覺效果跟音效，讓它不會在那麼的乏味，多了幾分趣味。

這本主要在描述我們這一組的製作歷程，後續也講到了我們遇到的問題，以及經過討論如何解決，還有我們覺得成品做出來還可以改進的地方。

關鍵字：桌上型曲棍球、小型桌遊、光敏電阻

## 一、製作動機

畢業旅行到麗寶樂園的虛擬奇境遊樂場，裡面有許多各式各樣的遊樂設施，其中桌上型曲棍球，是最讓人印象深刻，與人遊玩時的快感讓人意猶未盡，後來離開遊樂場後就在想每次想要玩桌上曲棍球，都要出門到遊樂場遊玩，不如自己製作一台桌上型曲棍球台，在家裡隨時隨地輕鬆遊玩。

正好這次做的專題是趣味專題，讓我們有一個發揮的空間，於是我們討論出了一個結果，在網路商訂購一台製作完成的小型桌上型曲棍球台，再自己改裝。結合現代科技的技術，利用七段顯示器、蜂鳴器、RGB 發光二極體、以及光敏感測器，與 Arduino 作結合來製作一台可計分、有音效、還有燈光等效果的趣味桌上曲棍球。



圖(一)桌上曲棍球台

## 二、製作目的

- (一)可以充分了解 Arduino 的運用及程式，增加我們對於程式的認識，並學習何寫程式。
- (二)讓桌上曲棍球可隨時在家遊玩，並可以方便的計算分數，攜帶起來也很便利，只需帶六顆電池即可遊玩。
- (三)使用 Arduino 板和光敏感測器來和我們的桌上曲棍球台作結合。
- (四)想要創造大家一起同樂的氣氛，休息時間的時候讓大家可以暫時放下手邊的事情來遊玩桌上曲棍球放鬆一下心情。

### 三、理論探討

#### (一)Arduino UNO

Arduino 專案始於 2003 年，作為義大利伊夫雷亞地區伊夫雷亞互動設計研究所的學生專案，目的是為新手和專業人員提供一種低成本且簡單的方法，以建立使用感測器與環境相互作用的裝置執行器。適用於初學者愛好者的此類裝置 常見範例包括簡單機器人、恆溫器和運動檢測器。

Arduino 電路板設計使用各種微處理器和控制器。這些電路板配有一組數字和類比 I/O 引腳，可以連接各種擴充板或麵包板(封鎖板)和其他電路。這些電路板具有串列埠，包括某些型號上的通用串列匯流排 (USB)，也用於從個人電腦載入程式。微控制器通常使用 C/C++ 程式語言。除了使用傳統的編譯工具鏈之外，Arduino 專案還提供了一個基於 Processing 語言專案的整合式開發環境。

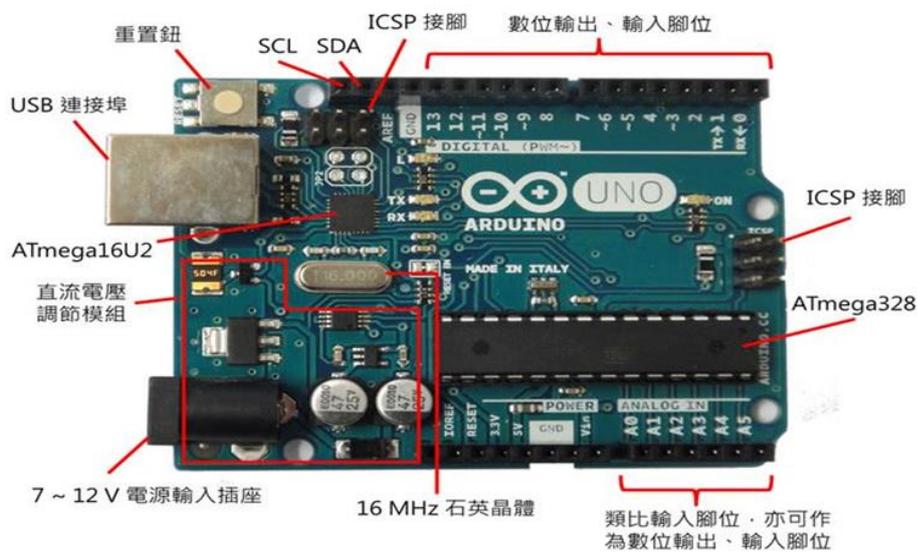


圖(二) Arduino UNO 板

表(一)Arduino 類別

型號	Uno	Leonardo	Due	Mega2560	Mega ADK
微控晶片	ATmega328	ATmega32u4	AT91SAM3XBE	ATmega2560	ATmega2560
工作電壓	5V	5V	3.3V	5V	5V
輸入電壓	7-12V	7-12V	7-12V	7-12V	7-12V
Digital I/O	14	20	54	54	54
PWM	6	7	12	15	15
Analog	6	12	12	16	16
Clock rate	16MHz	16MHz	84MHz	16MHz	16MHz
Serial Port (UART)	1 組	1 組	4 組	4 組	4 組
External Interrupts	5 組	5 組	可指定所有可 用的 pin	6 組	6 組
I2C	1 組	1 組	2 組	1 組	1 組

小結:我們所選用的是 Arduino UNO，我們算過我們所需要的腳位，兩個七段的數字以及共通腳 GND 總共要用 15 之腳位再加上我們安裝上去還要考量到 Arduino 版的體積大小，Arduino Mega2560 雖然可以插的腳位很多，所以如果考量程式的腳位是很通融，但缺點就是體積比起 UNO 版還要來的大許多，因此不考慮 Arduino Mega2560，而是選用 Arduino UNO。



圖(三)Arduino 功能

## (二)USB 線

通用序列匯流排(英語：UniversalSerialBus，縮寫：USB)是連接電腦系統與外部裝置的一種序列埠匯流排標準，也是一種輸入輸出介面的技術規範，被廣泛地應用於個人電腦和行動裝置等訊息通訊產品，並擴充至攝影器材、數位電視(機上盒)、遊戲機等其它相關領域。多媒體電腦剛問世時，外接式裝置的傳輸介面各不相同，如數據機只能接 RS232、印表機只能接 LPT port、滑鼠鍵盤只能接 PS/2 等。繁雜的介面系統，加上必須安裝驅動程式，並重新開機才能使用的限制，都會造成使用者的困擾。因此，創造出一個統一且支援易插拔的外接式傳輸介面，便成為無可避免的趨勢。三段式電壓 5V/12V/20V，最大供電 100W，最新一代是 USB3.1，傳輸速度為 10Gbit/s，另外除了舊有的 Type-A、B 介面之外，則新型 USB Type-C 接頭不再分正反。

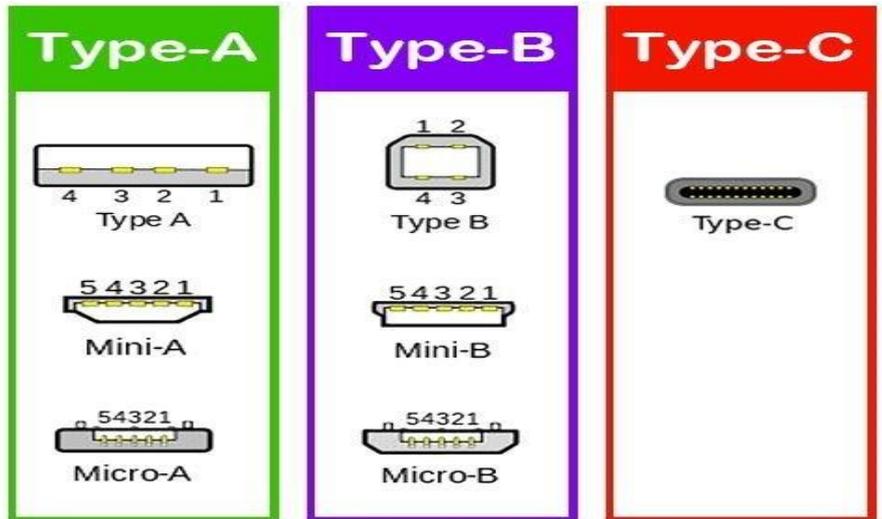


圖(四)USB 線

表(二)USB 線比較

名稱	USB-A	USB-B	USB-C	Micro
介紹	USB 接口為標準版，最常見的一種 USB 接口類型，在電腦上常用，用來控制 USB 規格的數據傳輸；接口是有分公母的，但 A 類接口的公母都相同，所以不常看到有用兩端 USB-A 來做連接的設備。	用於數據的「上傳」；能在可移動的設備「但又不那麼容易移動」上用到，比如打印機，掃描儀，CD 烤製、外置硬碟等等。	設置於智慧型手機的底部；大多數時候用於充電、數據傳輸等用途。	當前大部分安卓手機中採用的是這接口 (USB Micro-B)，這種接口至今仍被廣泛地應用在各種移動可隨身攜式設備上。
特點	有方向要求；體積比較大，用起來也不怎麼方便，而且很容易損壞。	體積大，且容易損壞。另一個重要缺點是，它們能夠傳輸的電量在被設計的非常小。	支持 USB 接口雙面插入，正式解決了「USB 永遠插不準」的世界性難題，正反面隨便插。	標準的一個便攜版本，比部分手機使用的 Mini USB 接口更小，節省空間。

小結:在 Arduino 的 UNO 版能供應電源常見的有 2 個管道 USB 連接埠、電源輸入插座。我們會選用 USB Type-B 的原因，是因為如果用電源輸入插座會需要電池扣以及電池，再來如果用電池，在我們需要一個穩定的供應電源時，有些電子零件需要穩定的輸出電源，例如：RGB LED 串接好幾顆時，用電池供電到一定的時間後，串接的 RGB LED 會發生亮度突然變微弱以及可能不會亮的問題，因此我們選用 USB Type-B 來供應電源，不只攜帶方便，而且供電也相對比電池供電來的穩定。



圖(五)USB 外型種類區分

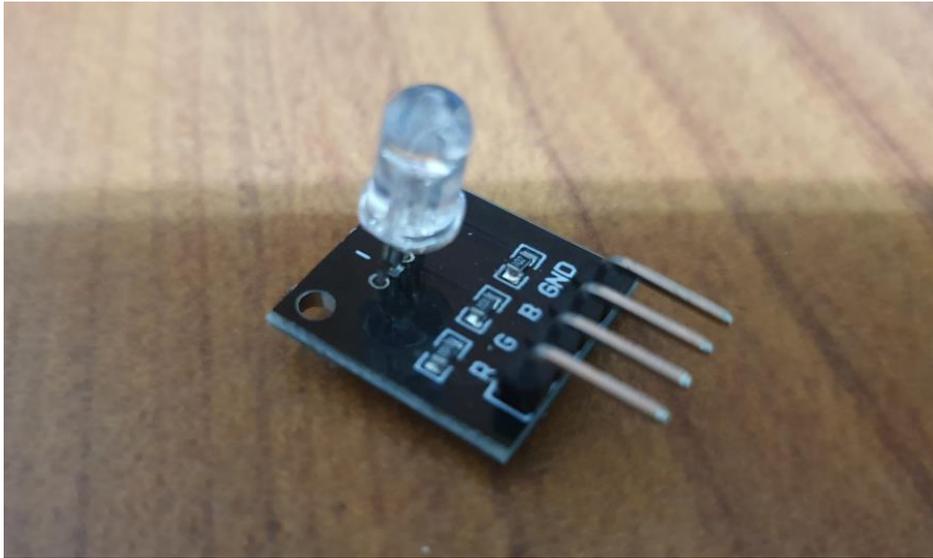
### (三)RGB LED

RGB 燈的成像原理：RGB LED 燈是以三原色共同交集成像，此外，也有藍光 LED 配合黃色螢光粉，以及紫外線 LED 配合 RGB 螢光粉，整體來說，這兩種都有其成像原理，但是衰減問題與紫外線對人體影響，都是短期內比較難解決的問題，因此雖然都可以達到白光的需求，卻有不同的結果。RGB 因為能混色所以在應用上，明顯比白光 LED 來得多元。

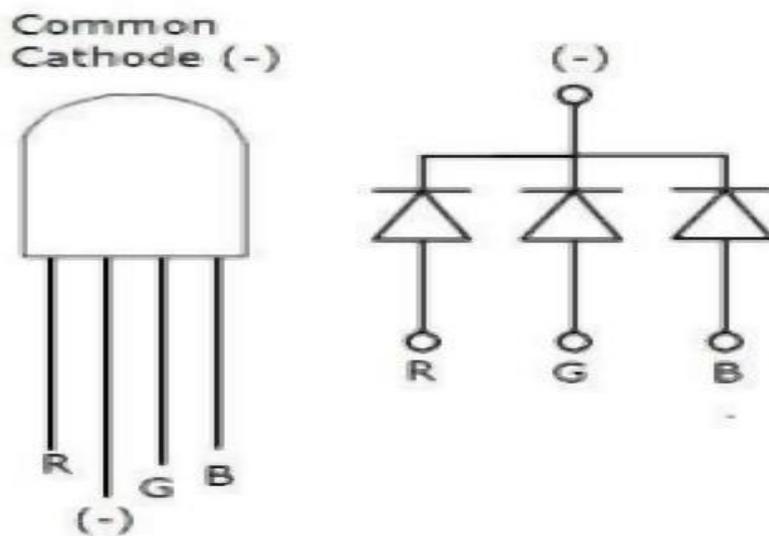
表(三)LED 比較

種類	RGB LED	一般 LED
優點	混色機能強、耐震動、無汞污染,燈光強度比一般 LED 還要亮。	體積微小、耗電量低、壽命長。
缺點	比一般多了 2 個接腳、沒接電阻容易燒壞。	沒有像 RGBLED 有能混色，燈光強度也比 RGB LED 還要來的差。

小結:一般 LED 比起 RGB LED 的穩定度不高，亮度也沒有比 RGB LED 還要來的好，一般 LED 跟 RGB LED 的價格都差不多，外殼一般 LED 不是像 RGB LED 一樣是透明的，一般 LED 在沒有接電組的時候很容易燒壞，RGB LED 沒有這個問題，再來我們選用的感測器為光敏感測器，所以需要穩定度，亮度都很好的 LED，因此選用 RGB LED。



圖(六)RGB LED



圖(七)RGB LED 接腳顏色

#### (四)杜邦線

杜邦線可用於實驗板的引腳擴展，增加實驗項目等，可以牢靠的和插針連接，無需焊接，可以快速進行電路試驗。可用在電路板杜邦線、電池盒 杜邦線、DIY 小車杜邦線。電子行業杜邦線可用於實驗板的引腳擴展，增加實驗項目等。可以非常牢靠地和插針連接，無需焊接，可以快速進行電路試驗。杜邦線也就是一種導線的名字，這種導線在兩端有一個插座，這個插座能夠剛好插在 2.54mm 間距的排針上，在進行電路實驗的時候，可以使用杜邦線進行連接，方便使用，重要的是也不佔位置。實驗板的實驗也離不開杜邦線，其他一些實驗性的項目也是需要使用到杜邦線的杜邦線的應用還是比較廣泛的，除了電路實驗需要。

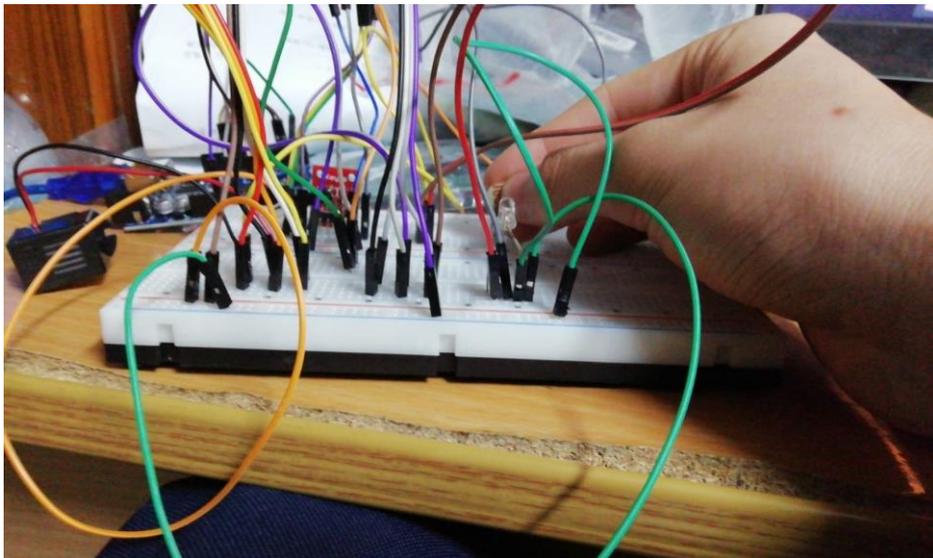
表(四)各排線的比較

名稱	杜邦線	排線	單芯線
介紹	美國杜邦公司生產的有特殊效用的 <u>縫紉線</u> ；用於實驗板的引腳擴展，增加實驗項目等。	用來傳輸資料，基本上是用來傳輸光碟，軟碟和硬碟的資料。	絕緣層內只有一根導線的是單芯線。
優點	便宜、常見、可以搭配排針且不需焊接即可連接電路進行電路測試。	價格低廉，相容性也很好。	柔軟性佳、散熱效果良好、抗趨膚性好、抗折斷性好。
缺點	體積大且不好固定，不適合量產場景。	速度慢，沒有 USB-IDE 的轉換線下，只能內置使用；對介面電纜的長度有很嚴格的限制。	抗拉力差、容易霉斷、抗浪涌電流差、不方便整形。

小結:我們這裡所用到的是杜邦線以及單芯線，至於排線是光碟以及硬碟傳送資料用的，並不能插在麵包版上或是焊接到電子零件上，因此我們這邊沒有選用排線，而杜邦線的好處是可以搭配麵包版以及 Arduino 版進行電路設計以及不用向單芯線需要剝線，但壞處很明顯就是如果沒有固定好在長時間插著只要沒固定好很容易折斷然後體積很大不適合在很複雜的電路使用不然整線十分困難，單芯線雖然還要剝線，但好處是抗折斷非常好，長時間下來不易斷掉也比較好再電子零件進行焊接。



圖(八)杜邦線

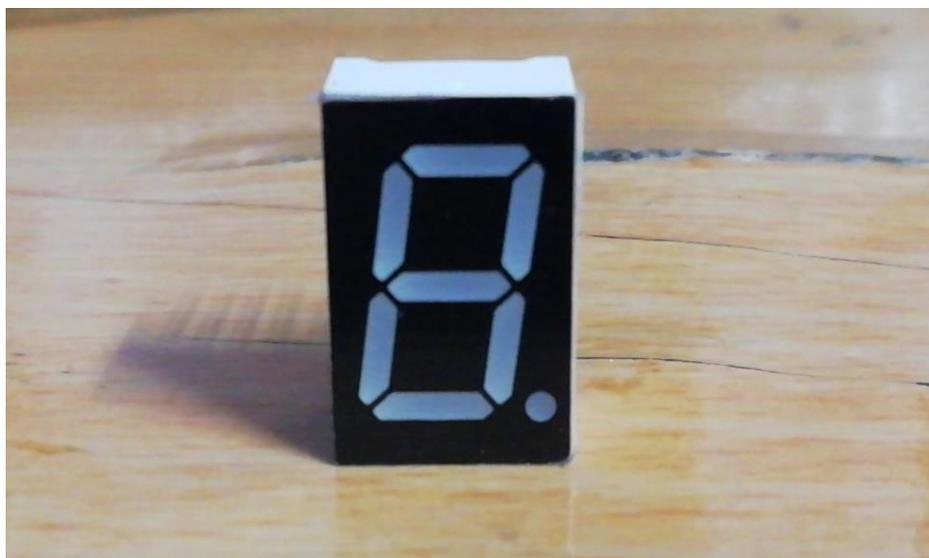


圖(九)杜邦線實作圖

### (五)七段顯示器

七段顯示器（英語：Seven-segment display）為常用顯示數字的電子元件，因為藉由七個發光二極體以不同組合來顯示數字，所以稱為「七劃管」、「七段數碼管」、「七段顯示器」，由於所有燈管全亮時所表示的是「8」，所以又稱「8字管」、「8字顯示器」。多數七段顯示器還會在右下角附加一個表示小數點的燈管，因此也稱八段管。

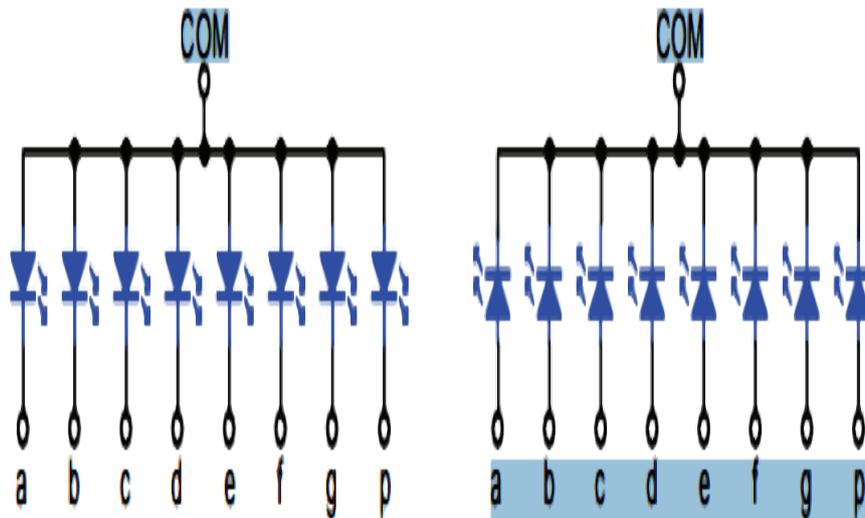
一般的七段顯示器擁有八個發光二極體（三橫四縱）用以顯示十進位0至9的數字外加小數點，也可以顯示英文字母，包括十六進位中的英文A至F（b、d 為小寫，其他為大寫）。現時大部份的七段顯示器會以斜體顯示。除七段顯示器外，還有十四及十六劃等添加額外斜向筆劃的顯示器；但由於點陣顯示器（英語：Dot-matrix）價格的下跌，這些「多劃管」已基本上被後者取代。七段顯示器分為共陽極及共陰極，共陽極的七段顯示器的正極（或陽極）為八個發光二極體的共有正極，其他接點為獨立發光二極體的負極（或陰極），使用者只需把正極接電，不同的負極接地就能控制七段顯示器顯示不同的數字。共陰極的七段顯示器與共陽極的只是接駁方法相反而已。



圖(十)七段顯示器

表(五)共陰極七段顯示器數字 0~9 字型碼

七段顯示器輸入	A	B	C	D	E	F	G
數字							
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	1	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1



圖(十一)七段顯示器內部結構

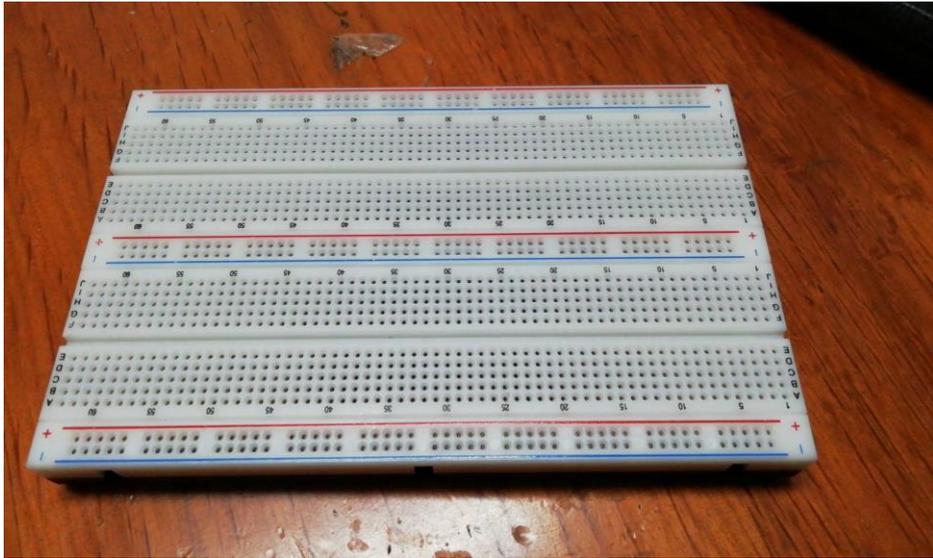
## (六)麵包板

麵包板是不需要經由焊接過程，就可以將電路中所使用的墊子元件加以連接，進而進行電路的量測，以驗證電路的功能是否正常的實驗工具，由於各種電子元器件可根據需要隨意插入或拔出，免去了焊接，節省了電路的組裝時間，而且元件可以重複使用，所以非常適合電子電路的組裝、調試和訓練。

表(六)麵包板的比較

名稱	無焊麵包板	單麵包板	組合麵包板
介紹	沒有用來當作底座的模板；沒有焊接電源插口引出但是能夠擴展單麵包板的板子，使用時應該先通電，將電源兩極分別接到麵包板的兩側插孔。	有母板作為底座。電源接入有專用接線柱，甚至有些能夠進行高壓實驗的還有地線接線柱的麵包實驗板。把電源直接接入接線柱。	把許多無焊麵包板組合在一起而成的板子一般將 2-4 個無焊麵包板固定在母板上，然後用母板內的銅箔將各個板子的電源線連在一起。專業的組合麵包板還專門為不同電路單元設計了分電源控制。
優點	體積小、易攜帶、裝配速度快。	體積較小、易攜帶、容易更替零件，可以方便的通斷電源。	可以方便的通斷電源，面積大，能進行大規模試驗，並且活動性高，用途很廣。
缺點	比較簡陋，電源連線不方便，而且面積小。不宜進行大規模電路實驗。	面積小，不宜進行大規模電路實驗，使用不當容易，造成連接點鬆脫產生接觸不良。	缺點是體積大而且比較重，不易攜帶。

小結:我們所做的電路原本加上七段會需要非常多的接腳，本該是要用組合麵包版，可是後面再經過討論以及整線後直接把線路接到七段上去，不需要這麼多的接腳。而單面包版體積小然後又容易整線跟換電路，也是滿符合我們的需求，但是接腳上面沒有像其他兩個擁有 2 條獨立式正電以及負電，在設計電路就會很麻煩，當然小麵包版就不列入考慮，組合麵包版就體積太大不好裝上模型上，因此我們選用無焊麵包版，體積小，易折裝，又有獨立兩條正電以及負電。

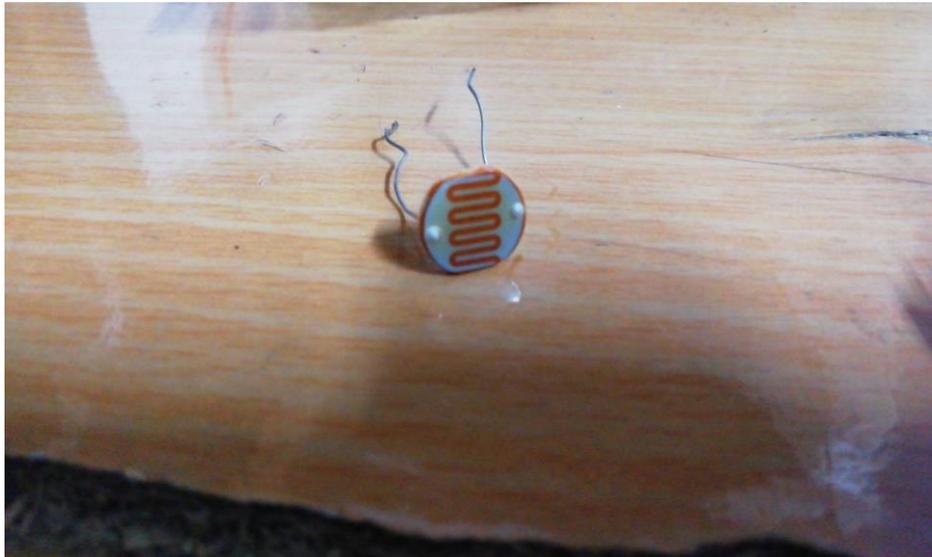


圖(十二)麵包板

### (七)光敏感測器

光敏感測器稱作 Photo resistor、light dependent resistor、photoconductor、photoconductive cell 或者更簡單來稱作 photocell，它被廣泛的應用在低成本的光感元件，比如說攝影用的測光計、火災及煙霧警報器、防盜警報器、工業上控制電路中或者是燈具的自動開關上。

光敏感測器常見於小夜燈裡面，光敏感測器主要是利用光電導效應的一種特殊的感測器，當有光線照射時，感測器內原本處於穩定狀態的電子受到激發，成為自由電子。所以光線越強，產生的自由電子也就越多，電阻就會越小，透過會變化的電阻值，進一步產生輸出強弱訊號。

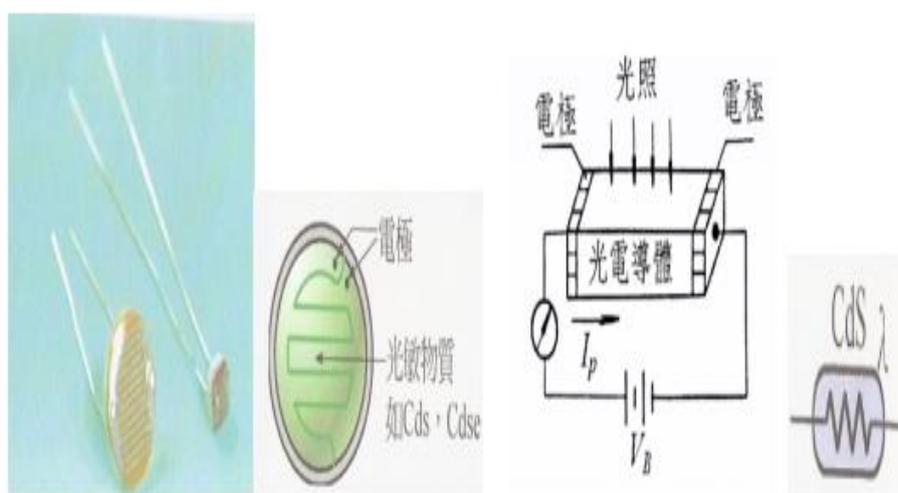


圖(十三)光敏感測器

表(七)感測器的比較

名稱	光敏電阻	RFID	壓力感測器
介紹	是利用光電導效應的一種特殊的感測器，它的電阻和入射光的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。	無線射頻辨識是一種無線通訊技術，可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，而無需識別系統與特定目標之間建立機械或者光學接觸。	是測量氣體或液體壓強的感測器。不同種類的壓力感測器有各自的工作原理與不同的應用環境。
優點	內部的光電效應和電極無關，即可以使用直流電源。靈敏度和半導體材料、以及入射光的波長有關。	可容納較多容量，通訊距離長，難以複製，對環境變化有較高的忍受能力。可同時讀取多個標籤。	精度高、靈敏度高、動態特性好、體積小、耐腐蝕、成本低。
缺點	受溫度影響較大，響應速度不快，屬於耗材。	建置成本較高，對金屬和液體等環境比較敏感。	不具備處理功能的壓力感測器需要電壓激發。

小結:因為使用壓力感測器的話會有偵測不到的問題，RFID 因為面積比較大，沒辦法放到計分口裡，所以就選擇了使用光敏感測器。因為光敏面積小，不會有擋到球進到計分口，結果卡住的問題，而且感測的精準度還比其他來的準確。



圖(十四)光敏感測器的結構與原理圖、符號

## (八)蜂鳴器

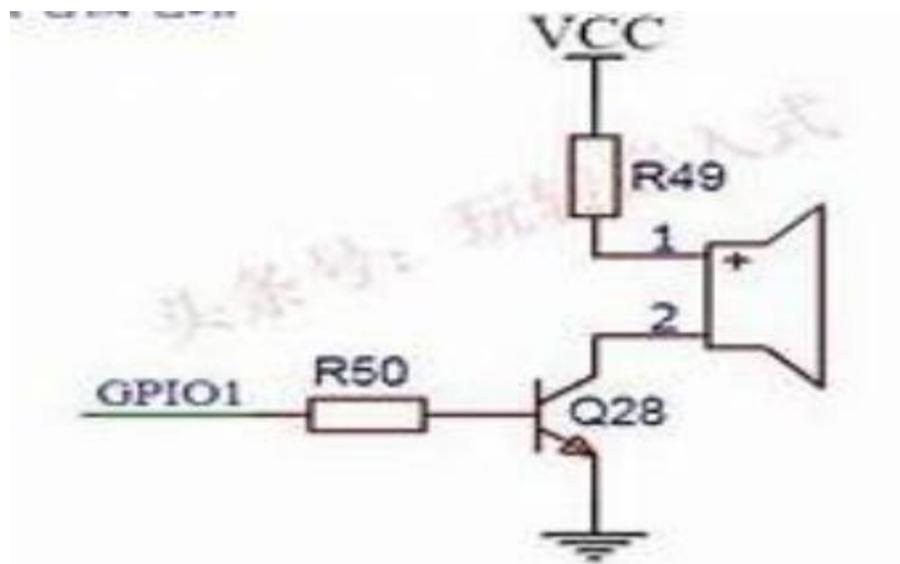
蜂鳴器的作用蜂鳴器是一種一體化結構的電子訊響器，採用直流電壓供電，廣泛應用於計算機、印表機、影印機、報警器、電子玩具、汽車電子設備、電話、定時器等電子產品中作發聲元件。蜂鳴器的分類 蜂鳴器主要分為壓電式蜂鳴器和電磁式蜂鳴器兩種類型。

壓電式蜂鳴器：主要由多諧振盪器、壓電蜂鳴片、阻抗匹配器及共鳴箱、外殼等組成。以壓電效應，來帶動金屬片的振動而發聲。

電磁式蜂鳴器：由電磁線圈、磁鐵、振動膜片及外殼等組成。用電磁的原理，通電時將金屬振動膜吸下不通電時依振動膜的彈力彈回。



圖(十五)蜂鳴器

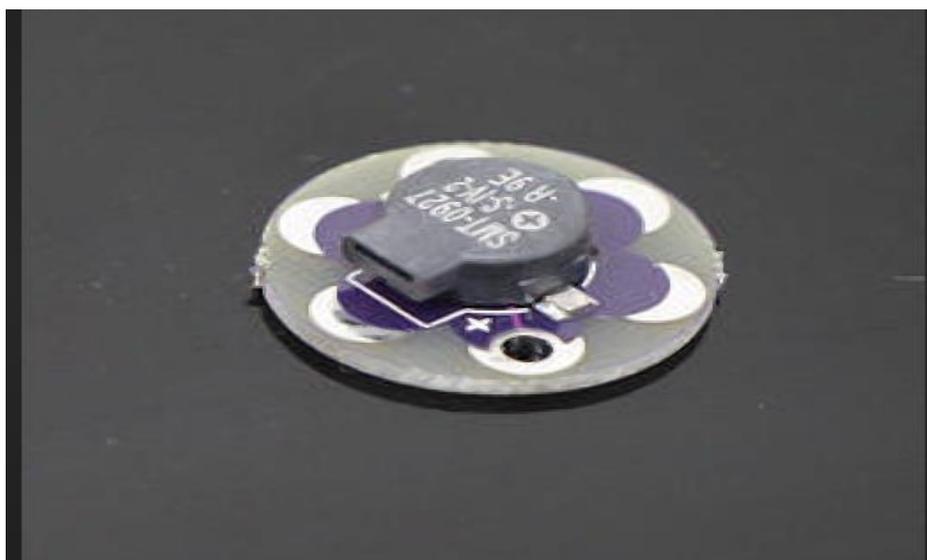


圖(十六)蜂鳴器驅動電路

表(八)各式蜂鳴器的比較

名稱	喇叭	蜂鳴器	蜂鳴片
介紹	又稱揚聲器、Speaker，是大家見的最多的發聲器件。	Buzzer 常用於各種只會「嘀嗒」叫的地方。例如共享單車鎖、電腦機箱等。	全稱壓電蜂鳴片，和蜂鳴器類似，但不是用電流驅動的，而是用電壓驅動的。
優點	能發出人聲和音樂，聲音較大。	便宜，體積比喇叭小，聲音比小喇叭大。	功耗非常低，厚度超薄
缺點	對低頻回應很差、壽命短、功耗大、易受高壓、電磁干擾。	不能發出音樂和人聲。	不能發出音樂和人聲，聲音不大，驅動電壓高。

小結：原本要選用喇叭，因為能發出人聲以及音樂，所以發出的聲音可以很多樣性，但因為喇叭壽命很短、功耗大、又易受高壓以及電磁干擾，當然對我們所需要的功能雖然可以用，但成本比起蜂鳴器效益，選用蜂鳴器會來的比較好，再來體積大小也比喇叭小很多。蜂鳴片雖然功耗比起兩者還要來的低，體積又很薄，但是沒辦法發出音樂以及人聲所以聲音不能多樣化，當然不及喇叭，然後聲音不大，也不及蜂鳴器。



圖(十七)喇叭

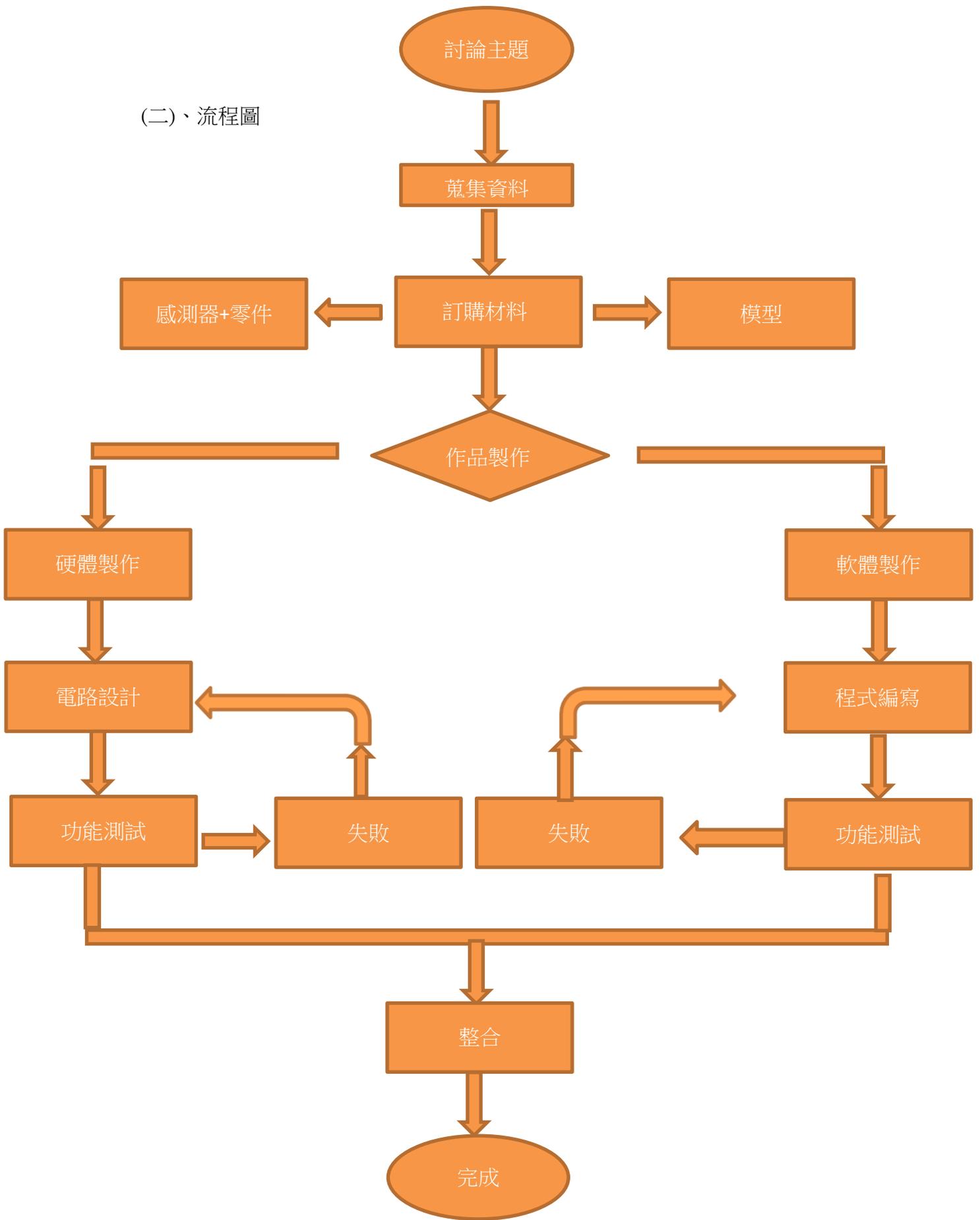
## 五、研究方法

### (一)、製作材料

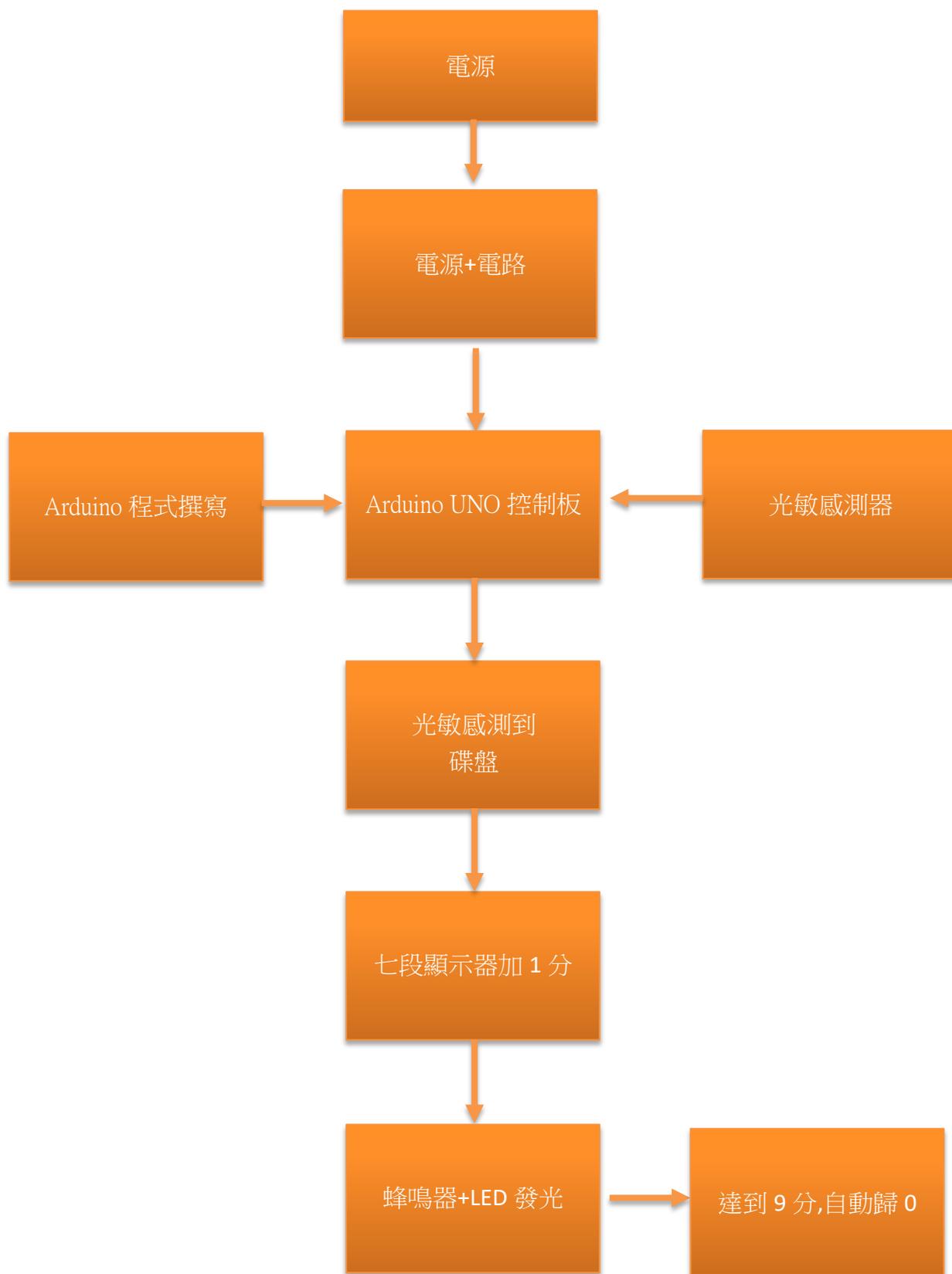
表(九)材料表

名稱	數量
Arduino UNO	1
七段顯示器	2
光敏感測器	2
蜂鳴器	2
麵包板	1
電烙鐵	1
單芯線	少量
焊錫	少量
USB 線	1 條
杜邦線 公對公	1 組
杜邦線 公對母	1 組
RGB LED	6
電阻	1 組

(二)、流程圖



(三)、架構圖



#### (四)、問題與討論

Q1:選用感測器，選用超音波感測器的時候發生的問題。

A:我們當時在做時候在想要哪個感測器，首先先試用超音波感測器，但是我們發生了一個問題就是如果把超音波放上去的時候雖然可以偵測，但是我們球互打的時候，會打到感測器，然後超音波方那邊會很卡,還會擋住計分口。

Q2:選用壓力感測器，選用壓力感測器的問題。

A:第二個感測器我們嘗試用了壓力感測器，首先他的問題是壓力感測器他要偵測是要有東西壓他，而且感應不太好。

再加上球不一定會朝著我們所想的方式進去計分口，所以不行。

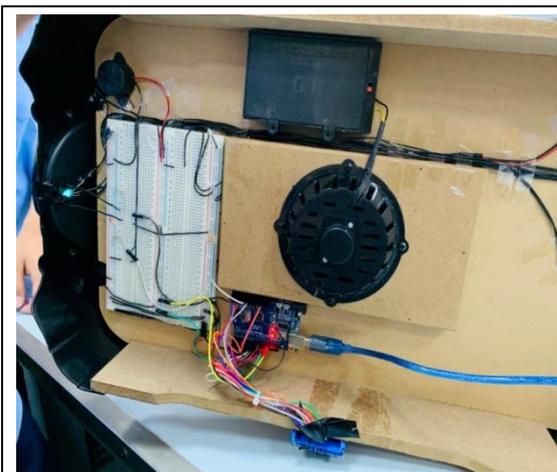
Q3:選用 RFID 感測器所遇到的問題。

A:我們第三個感測器我們在嘗試了 RFID，我們所想的是把感應卡嵌入球裡面，然後進入到計分口，計分口有設置 RFID,就會偵測到加分，可是實際做出來,首先 RFID 的感應不是一閃就能偵測好,在來是他的感應器是挺大的也會擋住計分口，就算前面解決了計分的問題後面還要思考他的進入計分口會擋住的問題。

Q4: 選用光遮斷感測器，之後遇到的問題。

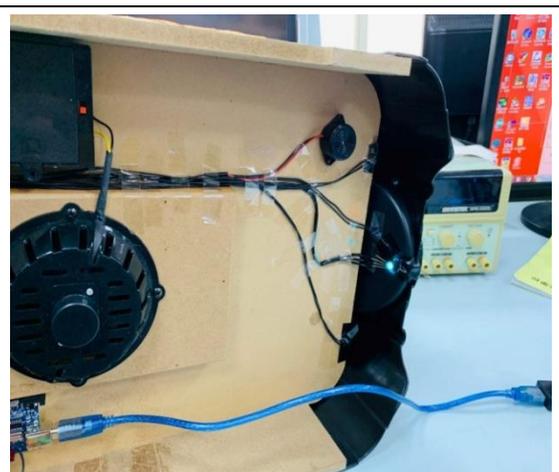
A:我們在去買了光遮斷感測器測試可不可以用，首先原理是可以，但是市面上賣的光遮斷感應器都是 0.3mm-0.5mm 的距離，是沒辦法符合我們的需求，在來我們還想把光遮斷的接收以及發射給拆開來用結果發生一個問題，那就是偵測不到然後燒壞，在來雖然有長距離的光遮斷感測器例如:平時在有些重要的道路會看到有設置的一個白色的箱子那就是光遮斷感測器的一種，我們是想要那個，但是市面上完全沒有賣，而且要買要去找廠商去訂購定製,並不是常見的東西。





圖(二十二)

插上電源測試功能



圖(二十三)

整理線路



圖(二十四)

成品完成模型



圖(二十五)

測試功能是否正常

## 七、結論與未來展望

我們這組一開始要做這個的專題的時候，要思考著題目到底要選什麼，後來在畢業旅行的時候在麗寶樂園的電子遊樂場，發現班上在玩大型桌上曲棍球的機台，所以我就想用小型的桌上曲棍球，在製作時遇到了許多的問題，但最終經過多次的感測器的實驗及討論，還是把這項成品給做完了。我們利用了 Arduino 結合了七段以及光敏感測達到計分的效果，在加上 RGB LED 以及蜂鳴器在計分時有不同的效果。這次的專題我們學習到了如何利用 Arduino 的程式來控制感測器的數值以達成自己所需要的目的，再來學習到了如何與同學分工合作以及溝通，做完這次的作品。

- (一) 可以把計分的七段顯示器改成 LCD 顯示螢幕，這樣跟市面上的大型桌上區棍球一樣用顯示螢幕顯示計分，還可以顯示誰贏誰輸，還可以再加一個功能，就是限定時間，然後再限定的時間內分數最高者獲勝。
- (二) 把蜂鳴器的喇叭輸出改成 MP3 模組這樣可以放出自己想要的音效跟聲音，在來這聲音可以在雙方計分時候的音效有所區分以及不同，也可以在當 9 分計分有邊獲勝時候，贏的時候的音效雙方都可以調成自己的喜好。
- (三) 大型的桌上曲棍球的馬達電風扇可以讓球跟打球的東西有很大的浮力，可是小型桌上曲棍球下面所使用的電池電風扇所用出來的風力讓球以及打球的東西浮力並沒有向大型一樣強，所以之後可以改成把小型電風扇的扇片改大一點，在來馬達的轉速以及功率在改成自己想要的速度，這麼一來就可以模擬成跟大型曲棍球一樣的。