

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

團隊合作獎

032808

點燈(2019 台灣燈會在屏東)

學校名稱：屏東縣立明正國民中學

作者： 國二 王志成 國二 劉逸禎 國二 吳珮琦	指導老師： 吳福田 林敏娟
---	-----------------------------

關鍵詞：RFID、電晶體、Arduino

摘要

有別於摸著光球的啟燈模式，我們設計將貼有 RFID 卡的鑰匙，插入凹槽的新啟燈模式。還設計了辨識系統，插上不對的 RFID 卡會顯示出錯誤訊息。當卡片不慎遺失時，我們設計的清除鍵可以清除儲存在系統內的卡片 ID 資料，再利用加卡鍵將新的卡片 ID 存入系統內。我們設計了 LED 看板、深井燈，讓舞台更炫麗。傳統的摸光球啟燈模式，我們也加以改良，加入了觸控燈球，可因應來賓人數，設計出需要所有來賓都有碰觸到燈球，主燈才能點亮。為了讓參觀燈會的民眾，也能體驗與來賓一起點燈的樂趣，我們設計了「誰來點燈」舞台，利用 AR 技術，讓遊客也能拍到與來賓一起點燈的照片。希望我們這次的科展，能讓享譽國際的台灣燈會以後有新的啟燈創意。

壹、研究動機

台灣燈會從 2001 年開始，每年皆移師全國各縣市舉辦，已成為全國性的國家級活動，第 30 屆 2019 台灣燈會在屏東舉行，學校花燈社同學報名參加花燈競賽，獲得了不錯的成績。此次燈會湧進了千萬人潮，我們也想趕這波燈會熱潮，觀察歷屆的花燈啟燈儀式都會邀請總統、行政院長及縣長一起參與，現場有音樂、雷射、煙火、舞蹈等熱鬧非凡，但是來賓們只是摸著一個玻璃光球，等倒數計時完才由工作人員將主燈及光球點亮，好像失去由來賓點亮主燈的意義，於是我們想設計不同以往的啟燈方式，來參加科展，雖然無法用於此次燈會上，但也完成我們參與台灣燈會的心願。

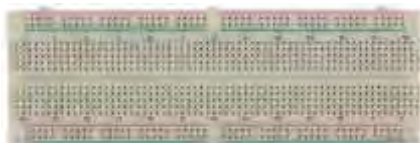
貳、研究目的

- 一、研究 RFID 卡，讀取 RFID 卡卡號。
- 二、利用雷射切割機來製作鑰匙及鑰匙孔。
- 三、設計正確的 RFID 卡鑰匙來啟動花燈。
- 四、研究 Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體。
- 五、研究 Arduino 空接導線引起的訊號雜訊及利用電晶體處理訊號雜訊。
- 六、利用按鍵來清除 RFID 卡及新增 RFID 卡。
- 七、設計圖案以 Lumex 64*32 LDM 看板，和深井燈來裝飾啟燈儀式舞台。
- 八、設計觸控模組及自保持電路來啟動花燈。
- 九、利用 AR 技術，設計「誰來點燈」互動式點燈舞臺。

參、研究設備及器材



固態繼電器



麵包板



9013 電晶體



按壓開關



Arduino UNO



發光二極體



雷射切割機 100 瓦



電阻



5V 及 12V 變壓器



RFID RC522 感應模組



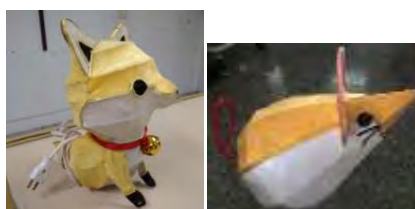
3.5mm 椴木合板



三用電表



悠遊卡及一卡通



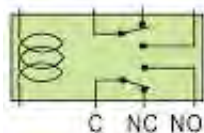
花燈



3D 列印機



Touch Key 觸控模組



5V 繼電器



4013 IC



電容 $0.1 \mu f$



Lumex 64*32 LDM



micro:bit



智慧手機



鋁箔紙



鏡面隔熱紙

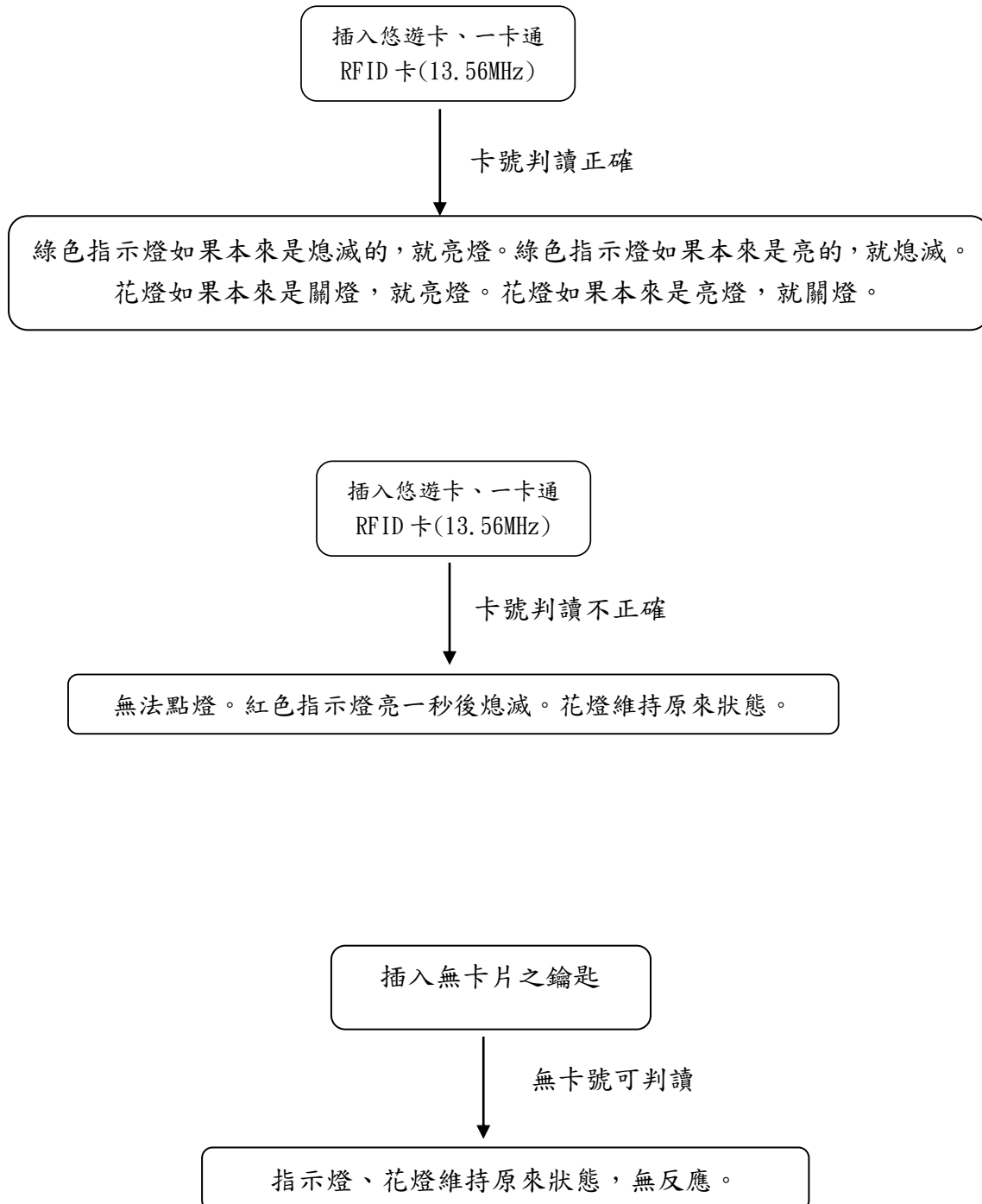


LED 燈條

肆、研究過程及方法

一、設計流程圖一

我們想將啟燈工具設計成一把鑰匙的形狀來取代傳統光球，啟燈時就像石中劍一般，將鑰匙插入一凹槽內，鑰匙上我們打算裝上 RFID 卡，就像悠遊卡或一卡通一樣刷上卡片就讓閘門打開，我們是插上鑰匙後讓主燈開啟，熄燈時將鑰匙再次插入燈就熄了，以綠色 LED 燈來顯示主燈亮暗狀態，紅色 LED 燈顯示錯誤訊息，其設計流程如下：



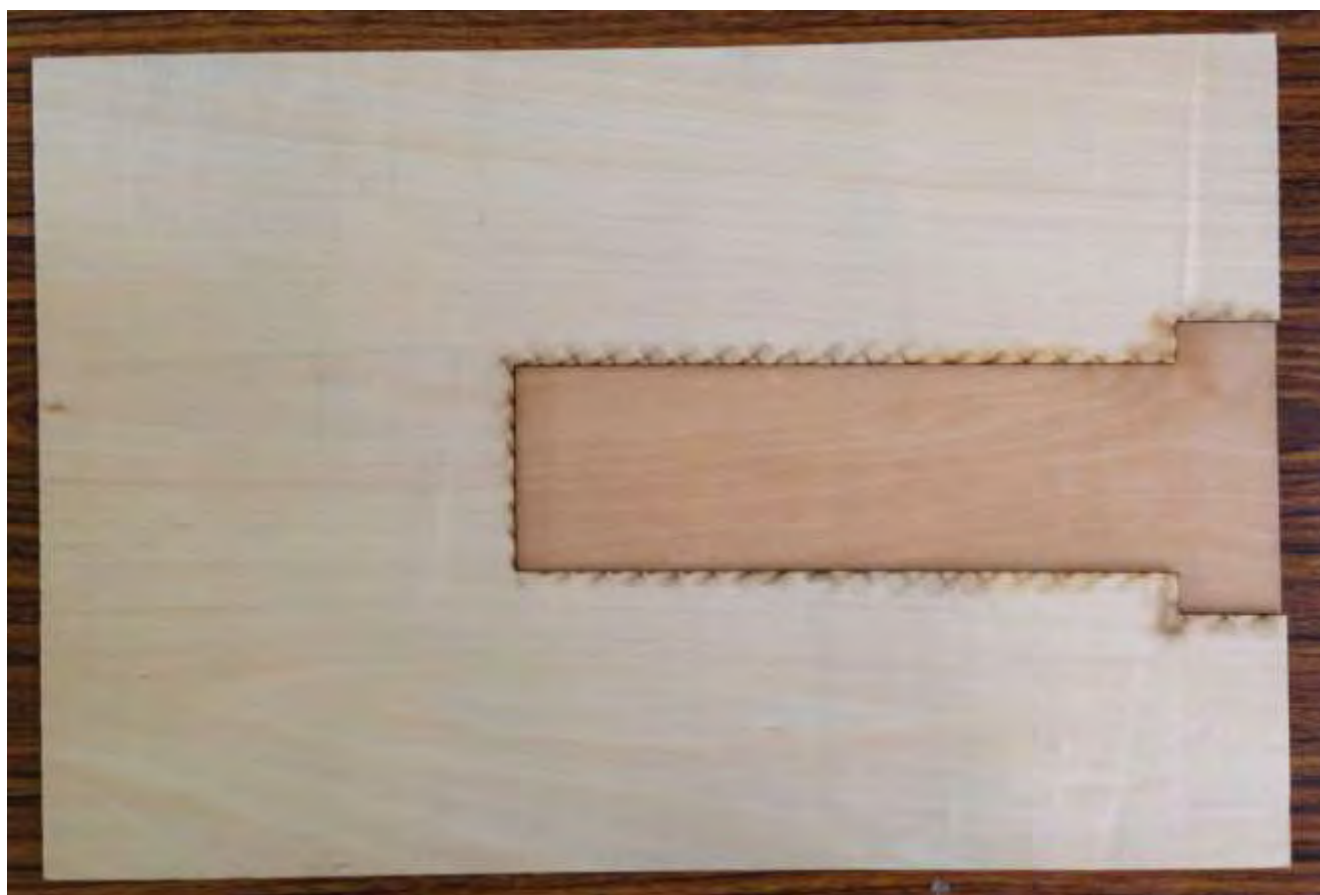
二、運用雷射切割機製作鑰匙及鑰匙孔

1. 上網找所需圖案，並利用Photo ImpactX3將圖案編輯好，存成.jpg檔。
2. 再利用 Adobe IllustratorCS6 編輯輪廓，儲存成.ai 檔。
3. 接著導入 RDWorksV8 在鑰匙上打上 2019 台灣燈會在屏東字樣，並下載至雷射切割機。
4. 雷射切割機進行切割，完成如圖一。



圖一

5. 依上述步驟切割一 T 型凹槽，並用兩片合板將其夾起黏合，當作鑰匙孔，圖二為上方合板未蓋上時，內部凹槽形狀。



圖二

三、讀取 RFID 卡卡號

我們從網路下載 rfid-master.zip 後，解壓縮放入 Arduino 程式 libraries 的資料夾內，

基本程式如下：

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>    // 引用程式庫

#define RST_PIN    A0      // 讀卡機的重置腳位
#define SS_PIN    10      // 晶片選擇腳位

MFRC522 mfc522(SS_PIN, RST_PIN); // 建立 MFRC522 物件

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("RFID reader is ready!");

  SPI.begin();
  mfc522.PCD_Init(); // 初始化 MFRC522 讀卡機模組
}

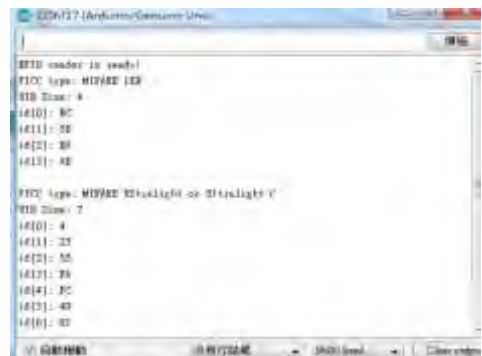
void loop() {
  // 確認是否有新卡片
  if (mfc522.PICC_IsNewCardPresent() && mfc522.PICC_ReadCardSerial()) {
    byte *id = mfc522.uid.uidByte; // 取得卡片的 UID
    byte idSize = mfc522.uid.size; // 取得 UID 的長度

    Serial.print("PICC type: "); // 顯示卡片類型
    // 根據卡片回應的 SAK 值 (mfc522.uid.sak) 判斷卡片類型
    MFRC522::PICC_Type piccType = mfc522.PICC_GetType(mfc522.uid.sak);
    Serial.println(mfc522.PICC_GetTypeName(piccType));

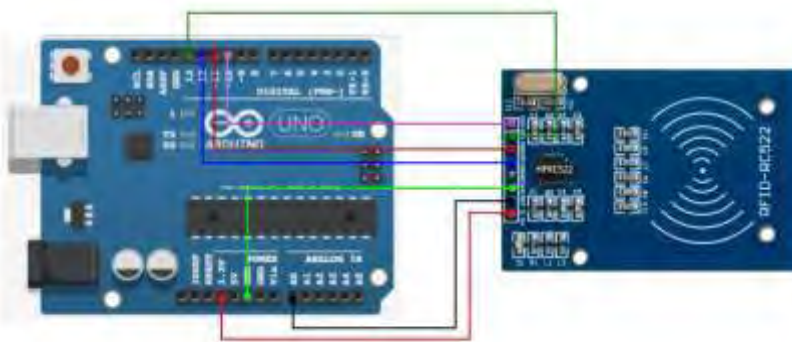
    Serial.print("UID Size: "); // 顯示卡片的 UID 長度值
    Serial.println(idSize);

    for (byte i = 0; i < idSize; i++) { // 逐一顯示 UID 碼
      Serial.print("id[");
      Serial.print(i);
      Serial.print("]: ");
      Serial.println(id[i], HEX); // 以 16 進位顯示 UID 值
    }
    Serial.println();

    mfc522.PICC_HaltA(); // 讓卡片進入停止模式
  }
}
```

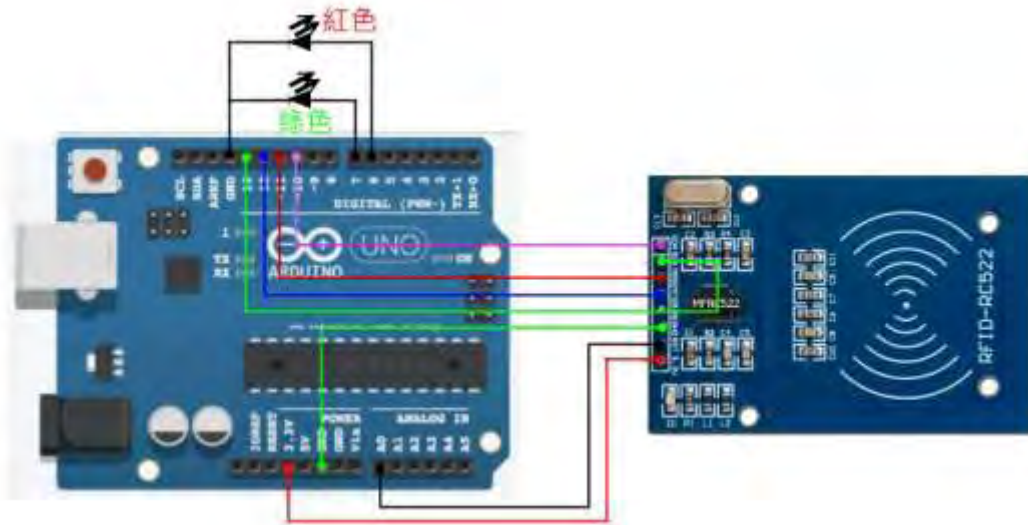


我們使用不同卡片來測試，發現卡片有 4 組號碼與 7 組號碼兩種模式，隨 RFID 卡附贈的卡片、全聯卡為 4 組號碼，悠遊卡、E 卡通為 7 組號碼如上圖，每張卡片的卡號皆不同，RFID RC522 感應模組與 Arduino UNO 連接如左圖。



四、當卡片不正確時，就亮一秒紅燈。卡片正確，如果綠燈本來是熄滅的就變亮，本來是亮的就熄滅。

設計完成的線路圖及輸入程式如下所示：



```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define RST_PIN A0
#define SS_PIN 10
#define LED1 6 //紅色 LED，代表卡片不正確
#define LED2 7 //綠色 LED，代表卡片正確

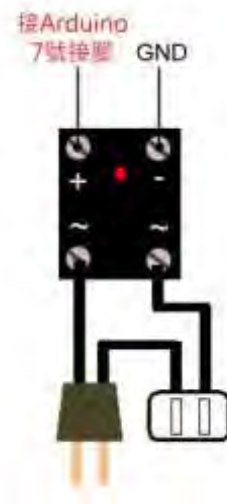
//RFID 編碼結構(7 組 16 進位+名稱)。
struct RFIDTag {
    byte uid[7];
    char *name;
};

//卡片和鈕扣的編碼。
struct RFIDTag tags[] = {
    {{0x04, 0x25, 0x55, 0xFA, 0xFC, 0x48, 0x81}, "2017 臺北世界大學運動會"},
    {{0x47, 0x38, 0x80, 0xCB}, "白卡 1 號"},
    {{0xBC, 0x5D, 0xE6, 0xAB}, "圓形卡 3 號"}
};

byte totalTags = sizeof(tags) / sizeof(RFIDTag);
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

void red() {
    digitalWrite(LED1, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(LED1, LOW);
}

void green() {
    if (digitalRead(LED2) == LOW) // 讀取 LED2 腳位 狀態
        digitalWrite(LED2, HIGH); // LED2 亮
}
```




```

    else
        digitalWrite(LED2 , LOW);    // LED2 滅
    }

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println();
    Serial.print("size of RFIDTag:");
    Serial.println(sizeof(RFIDTag));
    Serial.print("size of tag:");
    Serial.println(sizeof(tags));
    Serial.println("RFID reader is ready!");

    SPI.begin();
    mfrc522.PCD_Init();
    pinMode(LED1, OUTPUT);
    pinMode(LED2, OUTPUT);
}

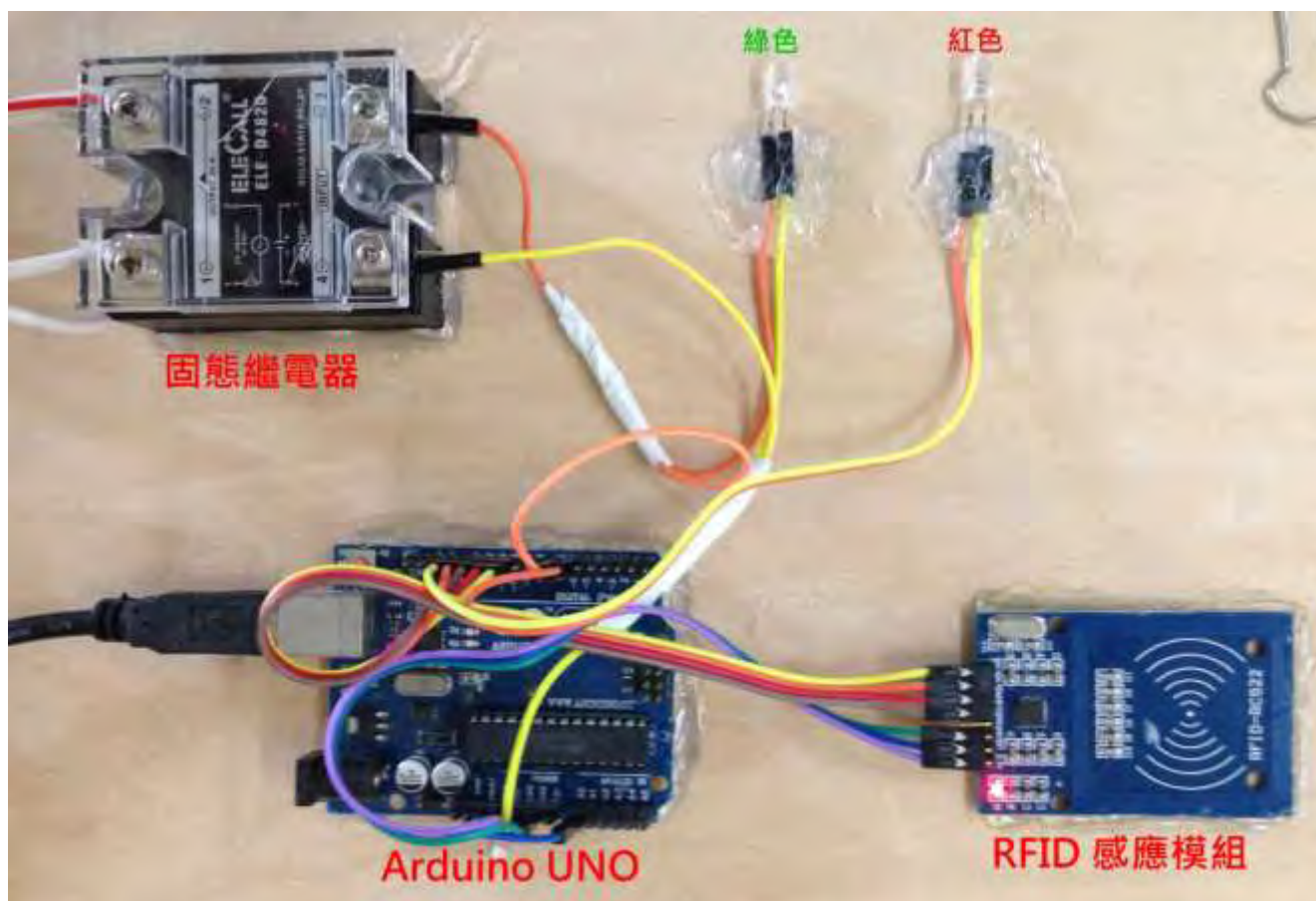
void loop() {
    if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() && mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        byte *id = mfrc522.uid.uidByte;
        byte idSize = mfrc522.uid.size;
        bool foundTag = false;

        Serial.println();
        for (byte i = 0; i < idSize; i++) { // 逐一顯示 UID 碼
            Serial.print(id[i], HEX);      // 以 16 進位顯示 UID 值
            Serial.print(" ");
        }
        Serial.println();

        for (byte i=0; i<totalTags; i++) {
            if (memcmp(tags[i].uid, id, idSize) == 0) {
                Serial.println(tags[i].name);
                foundTag = true;
                green();
                break;
                //卡片正確就執行 green()
            }
        }
        if (!foundTag) {
            Serial.println("Wrong card!");
            red();
            //卡片不正確就執行 red()
        }
        mfrc522.PICC_HaltA();
    }
    //停止卡片狀態。
}

```

最後經過組裝，完成品如下圖三：



圖三

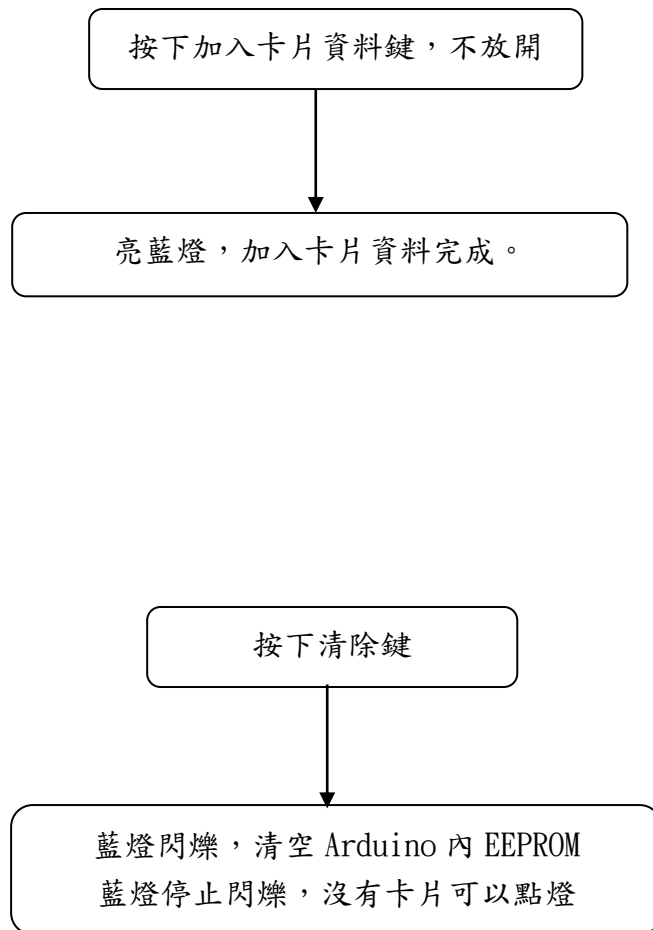


圖四

我們設計了三把鑰匙（圖四），第一把及第二把都黏上 RFID 卡。但第一把鑰匙黏上正確的 RFID 卡，可點亮、熄滅綠燈及固態繼電器上的花燈。第二把鑰匙則黏上不正確的 RFID 卡，以防燈會期間有人利用其他 RFID 卡隨意開啟主燈，插入時只會顯示紅燈，表示錯誤。第三把鑰匙上無任何 RFID 卡，所以插入後無任何作用。

五、設計流程圖二

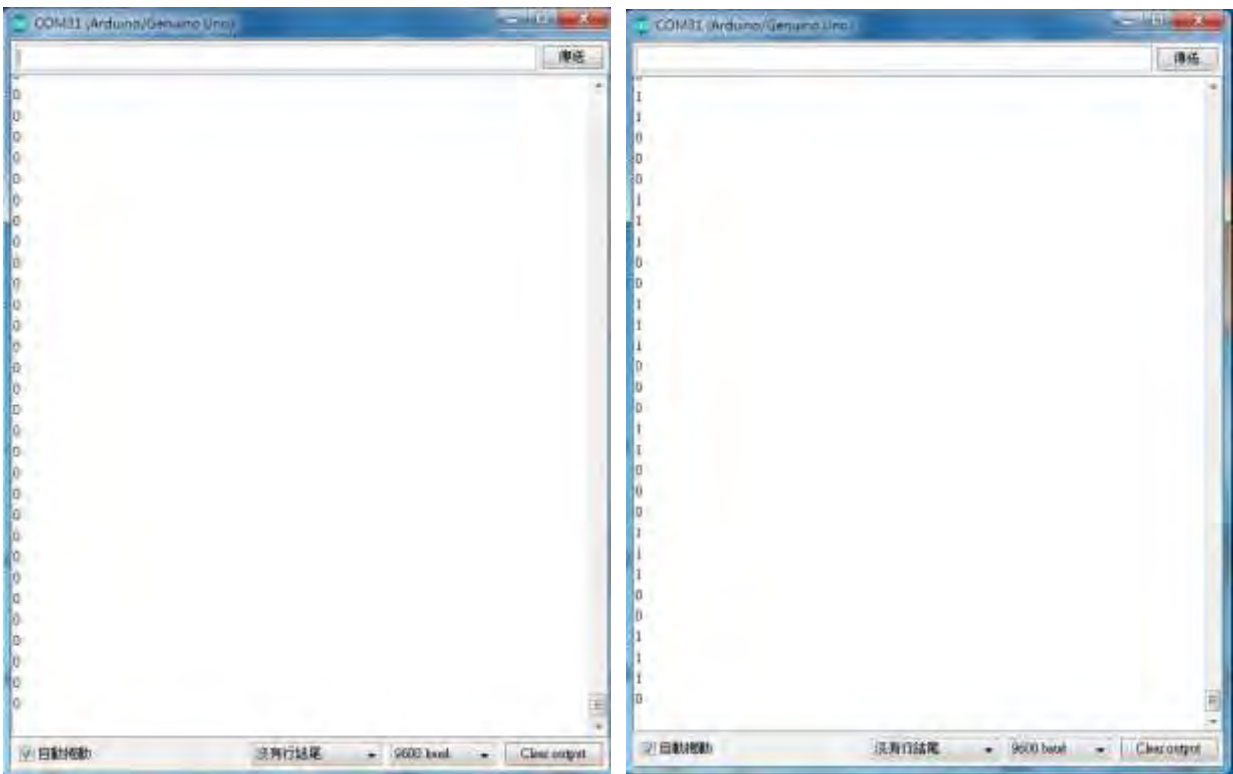
我們延續設計流程圖一，加入增設啟燈卡片功能。我們設計清除鍵，將所有的 RFID 卡資料清除。我們設計加入卡片資料鍵，再重新建立新卡片，當然已被清除的卡片也能重新再建立，其流程圖如下：



六、Arduino 空接導線引起的訊號雜訊



```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(4, INPUT);
}
void loop() //程式開始執行，無限迴圈
{
  Serial.println(digitalRead(4));
}
```

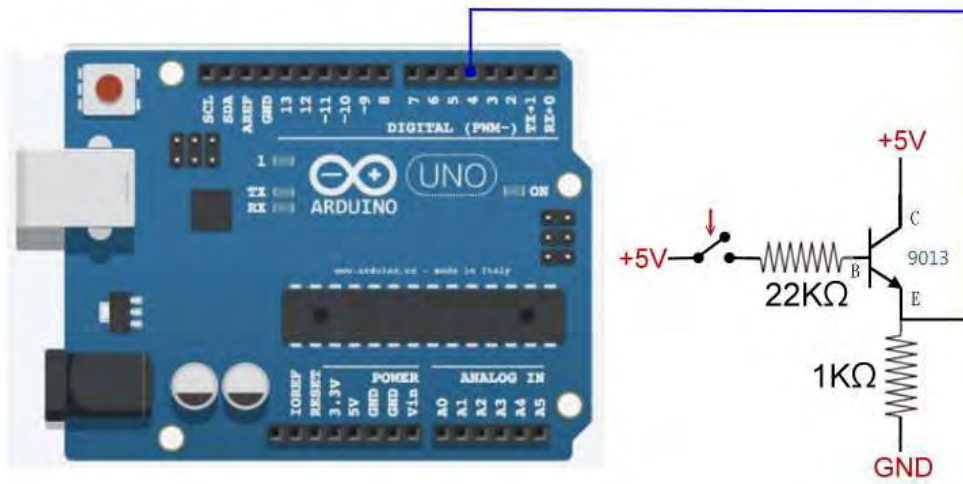


圖五

我們發現，直接讀 Arduino 4 號接腳，4 號接腳呈現低電位狀態。但拉出導線，4 號接腳電位會出現雜訊，在高低電位互相變換如圖五。我們利用電晶體來清除雜訊，。

七、電晶體的邏輯電路

我們利用電晶體，配合一小電路如下圖六，來解決空接引起的訊號雜訊，其運作原理如下：



圖六

- 1、按鍵未按下，BE 不導通，CE 斷路，E 極呈現低電位。
- 2、接鍵按下，BE 導通，CE 短路，E 極呈現高電位。
- 3、如此我們就能利用按鍵來控制 4 號接腳的電位高低。

八、設計 Arduino 內卡片資料手動清除、寫入及讀取

Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體，可供程式開發者自由運用，於是我們嘗試清空、寫入及讀取 EEPROM 記憶體，以下為測試程式：

```
//清空 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  for (int i = 0; i < 512; i++)
  {
    EEPROM.write(i, 0);
  }
}
void loop()
{
}
```

```
//寫入 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  EEPROM.write(0, 0x05);EEPROM.write(1, 0xD3);EEPROM.write(2, 0xFE);EEPROM.write(3, 0xAA
);

  EEPROM.write(4, 0x47);EEPROM.write(5, 0x38);EEPROM.write(6, 0x80);EEPROM.write(7, 0xCB
);
}
void loop()
{
}
```

```
//讀取 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  for (int i = 0; i < 512; i++)
    Serial.println(EEPROM.read(i), HEX);
}
void loop()
{
}
```

九、花燈

我們向花燈社的同學借了可愛小狐狸及老鼠花燈，如圖七，做為點燈花燈之用。



圖七

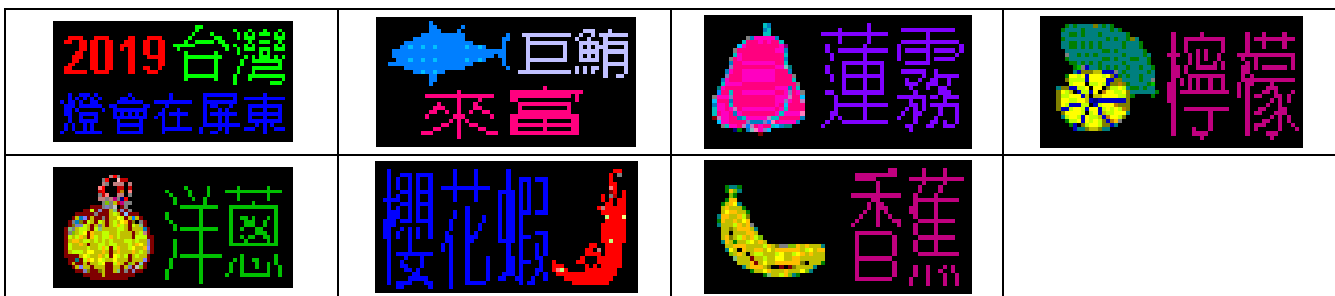
十、Lumex 64*32 LDM

為了裝飾點燈鑰匙插入箱，讓花燈點燈更有趣，我們上網尋找 LED 看板，發現了 Lumex 64*32 LDM (圖八)，加入花燈點燈行列。

64*32 的 LDM，內建 EEPROM，可記憶 7 個 256 色 64*32 的畫面，所以我們設計了下列七個畫面，以顯示出屏東在地的特色，播放出來的效果如圖九。



圖八



圖九

我們利用 micro:bit 連接 Lumex 64*32 LDM，讓七個畫面可以輪播，實際接線和設定如圖十。



圖十

十一、點燈裝飾

除了LED看板，我們還以積木製作外框，在框後利用壓克力板及鋁箔紙造成像鏡子的反射效果。框裏面四週接上LED燈條，中間放上螢光字樣。外層貼上壓克力及單向透視（鏡面）隔熱紙。平常看起來就像鏡子，點燈後運用連續反射製造出深井效果以裝飾舞臺（圖十一）。



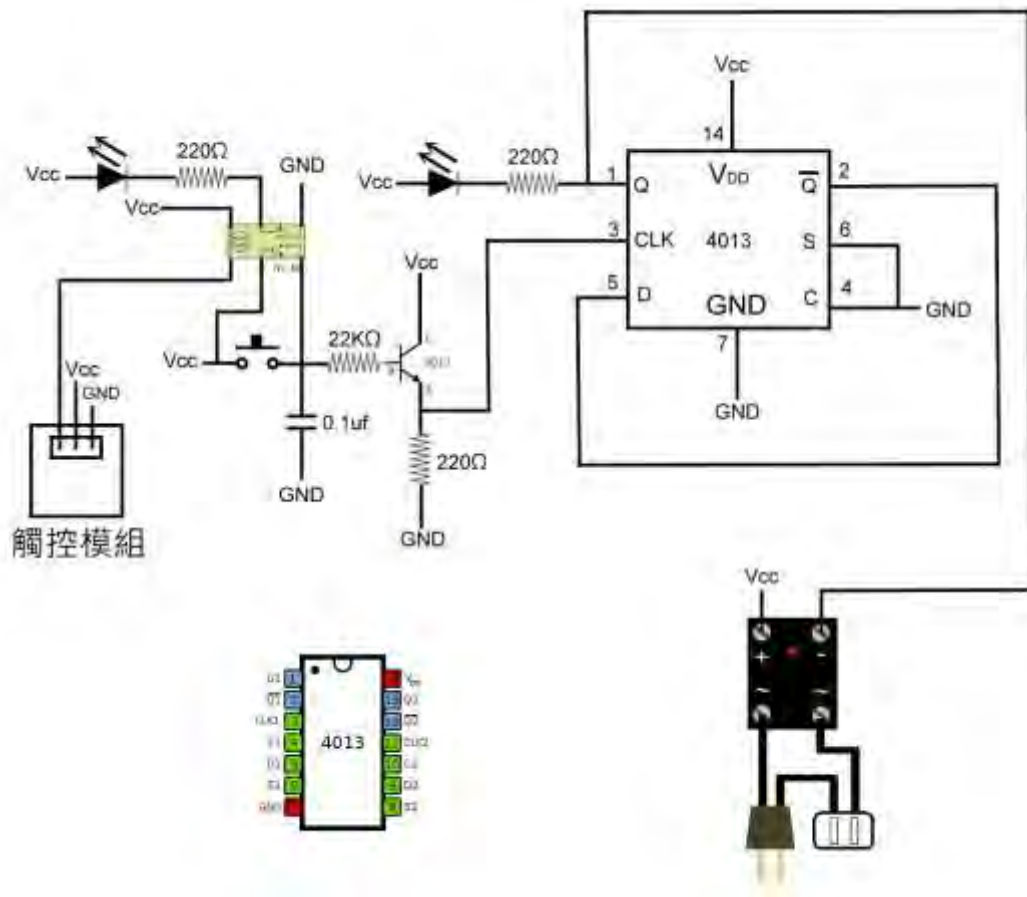
圖十一

十二、設計觸控模式來完成花燈啟動

以往的光球點燈模式，來賓們只是摸著一個玻璃光球，等倒數計時完才由工作人員將主燈及光球點亮，好像失去由來賓點亮主燈的意義，為了落實主燈是由來賓觸摸後才啟動，我們和花燈社同學借了明年的生肖老鼠花燈來設計，將觸控元件連接於以鋁箔包裹的塑膠球上，來賓只要觸摸到塑膠球，就可以使用觸控元件來開關燈。

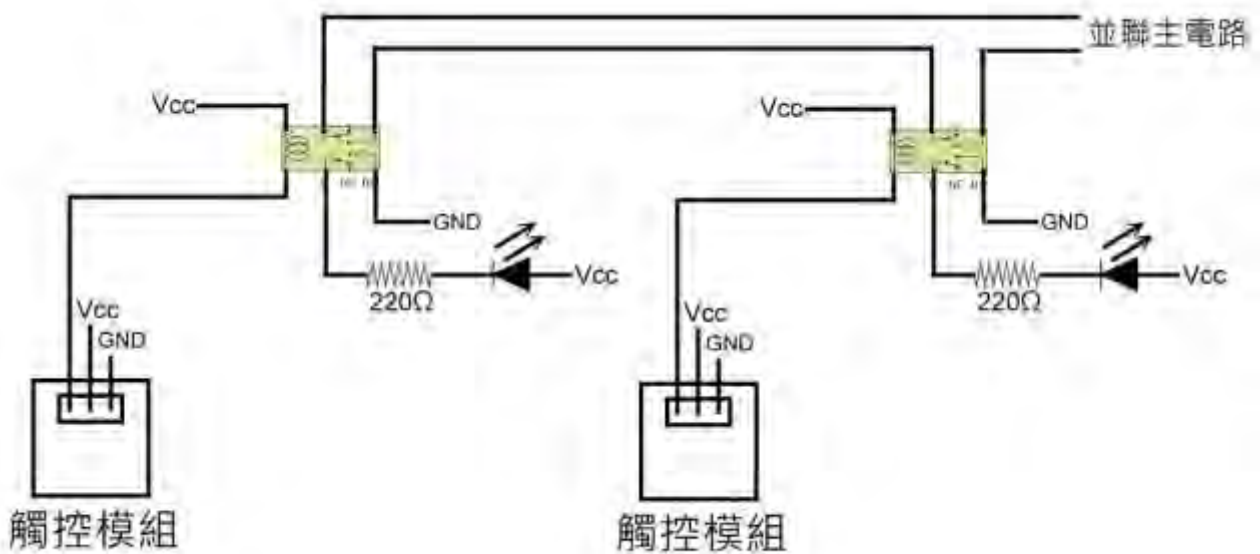
我們設計的方向，是要同時能使用按鍵及觸控元件來開關燈，亦即多個開關可以控制開關燈，所以我們利用 IC4013 製作雙穩態多諧振盪電路（自保持電路）。其原理如下，當 3 號接腳接收到觸發訊號，1 號的接腳電位會產生互換，也就是原本是低電位會轉換成高電位，原本是高電位會轉換成低電位。但是 3 號接腳拉長導線，會有雜訊發生。為了消除雜訊，我們利用 9013 電晶體來消除雜訊。

為了讓直流電可以控制交流電，我們將 4013IC 的 1 號接腳連接至固態繼電器，當 1 號接腳呈現高電位時，此時交流電斷開；而當 1 號接腳呈現低電位時，交流電會呈現導通狀態。這樣就可以使用 5V 的直流電，並聯按鍵開關及觸控元件，達成許多開關控制開關燈的目的，設計完成的電路圖如圖十二。



圖十二

另外假如有多位來賓來參與點燈，那該如何處理呢？我們想到如果把繼電器當成開關，以串聯的方式，就可以達到多位來賓同時碰觸觸控模組就可以開關燈。我們以兩個來賓為例，設計的電路圖如下（圖十三）：



圖十三

兩個來賓同時碰觸觸控模組，就可以開關燈。如果來了更多來賓，只需多加幾個觸控模組及串聯繼電器就可以達到多位來賓控制開關燈，實際完成電路如圖十四。



圖十四

圖十四的鋁箔球，是我們拆下 LED 燈的塑膠燈罩，裏面擺上觸控模組，將觸控模組焊接導線包覆在鋁箔紙內製作觸控燈球。一人點燈只要觸碰左邊的觸控燈球就可開關燈；兩人點燈要同時觸碰中間及右邊的觸控燈球就可開關燈。兩人以上只要多做幾顆觸控燈球及串聯繼電器就可達到多人同時觸碰觸控燈球就可開關燈。

十三、點燈互動區

為了讓參加燈會的民眾也能體驗點燈的樂趣，我們利用 3D 列印機列印了一個小型舞臺，小玩偶模擬遊客（圖十五），遊客選好要一起參與點燈的來賓名牌後，站在舞臺上，利用手機上的 HP Reveal 擴充實境就可拍照或攝影，這樣大家就都能參與點燈活動了，設計過程如下：

- 1、利用 3D 列印機列印了一個誰來點燈的小型舞臺，其上放置玩偶模擬遊客，小鑰匙當道具。
- 2、製作來賓名牌。
- 3、利用 PhotoImpactX3 設計來賓公仔，並利用 Ulead GIF Animator 製成影片，再利用威力導演軟體，將來賓公仔影片與網路上下載的主燈啟燈影片結合。
- 4、手機下載 HP Reveal 製作成 AR，這樣只要掃到來賓的名牌，螢幕裏就會出現對應的影片來與真人進行拍照或攝影。

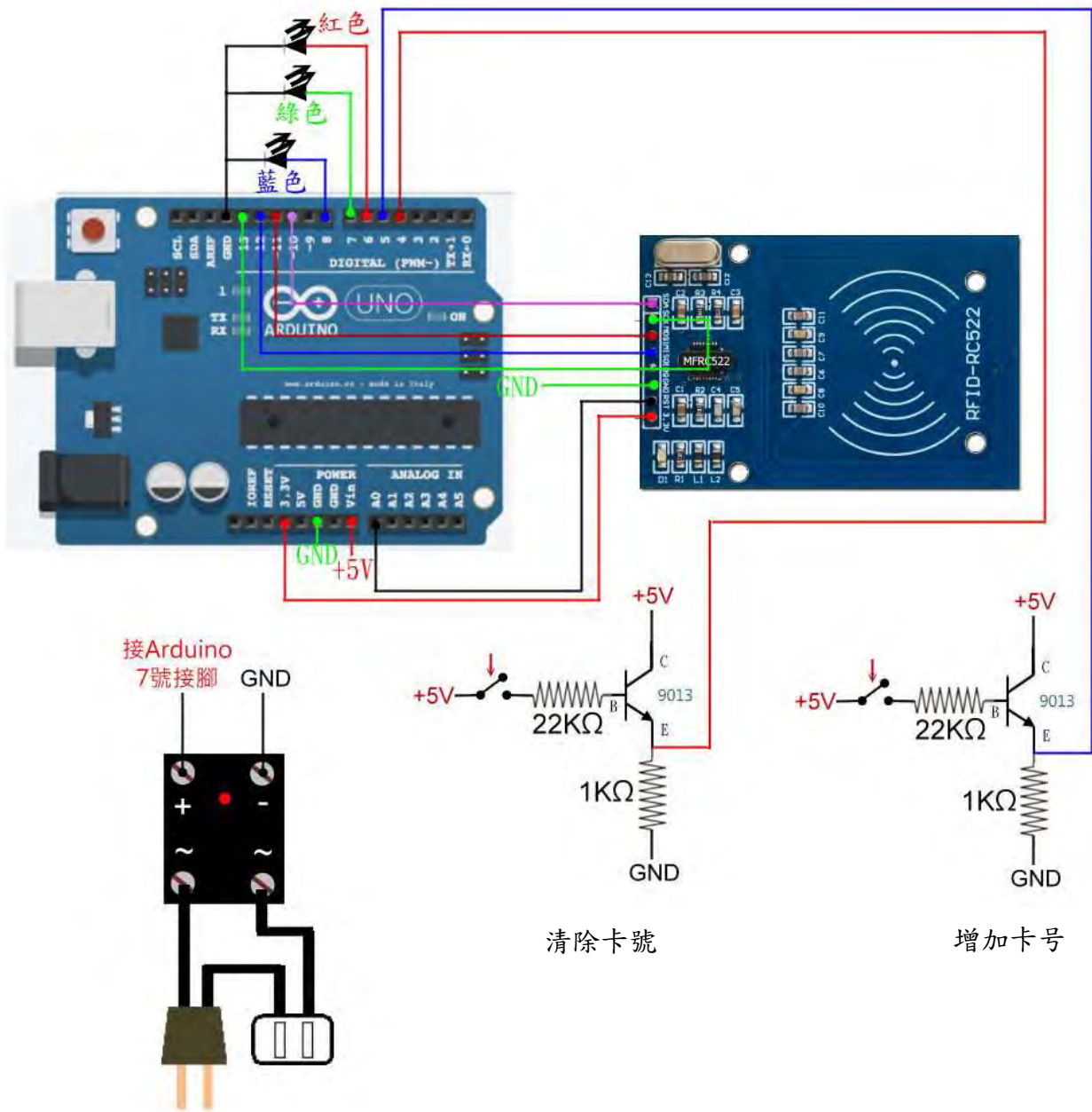


圖十五

伍、研究結果

一、RFID卡啟燈模組最後電路圖

經過整合後，我們得到了最後的電路圖，如圖十六所示，其運作原理如下：



圖十六

- 1、當插入附有正確 RFID 卡的鑰匙入啟燈槽時，綠燈會亮，接在繼電器上的主燈也會亮。
- 2、主燈已亮的情形，再次插入附有正確 RFID 卡的鑰匙入啟燈槽時，綠燈會滅，接在繼電器上的主燈也跟著熄滅。
- 3、不管主燈是亮或滅的情況，當插入錯誤的 RFID 卡，皆會讓紅燈亮起，一秒後紅燈自動熄滅，且不影響綠燈及主燈亮暗情形。
- 4、當插入未附任何卡片的鑰匙入啟燈槽時，電路完全不受影響，燈號也並不改變。
- 5、如欲增加卡片，則需按下加入卡片資料鍵，不放開，等藍燈亮即完成加卡程序。
- 6、如欲清除卡片，則需按下清除鍵，等藍燈閃十下，即完成清除全部卡片程序。

二、RFID 卡啟燈模組程式

最後整合後所需輸入的程式如下：

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <EEPROM.h>
#define RST_PIN A0
#define SS_PIN 10
#define LED1 6 //紅色 LED 燈
#define LED2 7 //綠色 LED 燈
#define LED3 8 //藍色 LED 燈
#define cleankey 4 //清除全部卡片接腳
#define editkey 5 //增加卡片接腳
int cleanpin;

//RFID 編碼結構(8 組 16 進位)
struct RFIDTag
{
    byte uid[8]; //設定每張卡片為 8 組 16 進位
};

//卡片和鈕扣的編碼。
struct RFIDTag tags[64]; //設定卡片張數為 512/8=64 張

byte totalTags = sizeof(tags) / sizeof(RFIDTag);
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

void red() //red 副程式
{
    digitalWrite(LED1, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(LED1, LOW);
}

void green() //green 副程式
{
    if (digitalRead(LED2) == LOW) // 讀取 LED2 腳位 狀態
        digitalWrite(LED2 , HIGH); // LED2 亮
    else
        digitalWrite(LED2 , LOW); // LED2 滅
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600); //設定序列埠通訊速率
    Serial.println();
    Serial.print("size of RFIDTag:");
    Serial.println(sizeof(RFIDTag));
    Serial.print("size of tag:");
```

```

Serial.println(sizeof(tags));
Serial.println("RFID reader is ready!");
SPI.begin();
mfr522.PCD_Init();
pinMode(LED1, OUTPUT);
pinMode(LED2, OUTPUT);
pinMode(LED3, OUTPUT);
pinMode(cleankey, INPUT);
pinMode(editkey, INPUT);
for (int i = 0; i < totalTags; i++)
  for (int j = 0; j <= 7; j++)
    tags[i].uid[j] = EEPROM.read(i*4+j);
}

void loop()
{
  if (digitalRead(editkey) == 0) //增加卡片接腳
    digitalWrite(LED3, LOW);
  if (digitalRead(editkey) == 1) //增加卡片接腳
    digitalWrite(LED3, HIGH);
  if (digitalRead(cleankey) == 0) //清除卡片接腳
    cleanpin = 0;
  if ((digitalRead(cleankey) == 1) && (cleanpin == 0)) //清除鍵按下後放開才清除全部
  卡片資料
  {
    cleanpin = 1;
    for (int i=0; i<totalTags; i++)
      for (int j = 0; j <= 7; j++)
        EEPROM.write(i*4+j, 0);

    for (int i=0; i<totalTags; i++)
      for (int j = 0; j <= 7; j++)
        tags[i].uid[j] = EEPROM.read(i*4+j);

    for (int i=0; i<=10; i++)
    {
      digitalWrite(LED3, HIGH);delay(100);digitalWrite(LED3, LOW);delay(100);
    }
  }

  //讀取卡片
  if (mfr522.PICC_IsNewCardPresent() && mfr522.PICC_ReadCardSerial())
  {
    byte *id = mfr522.uid.uidByte;
    byte idSize = mfr522.uid.size;
    bool foundTag = false;
    Serial.println();
    for (int i = 0; i < idSize; i++) // 逐一顯示 UID 碼

```

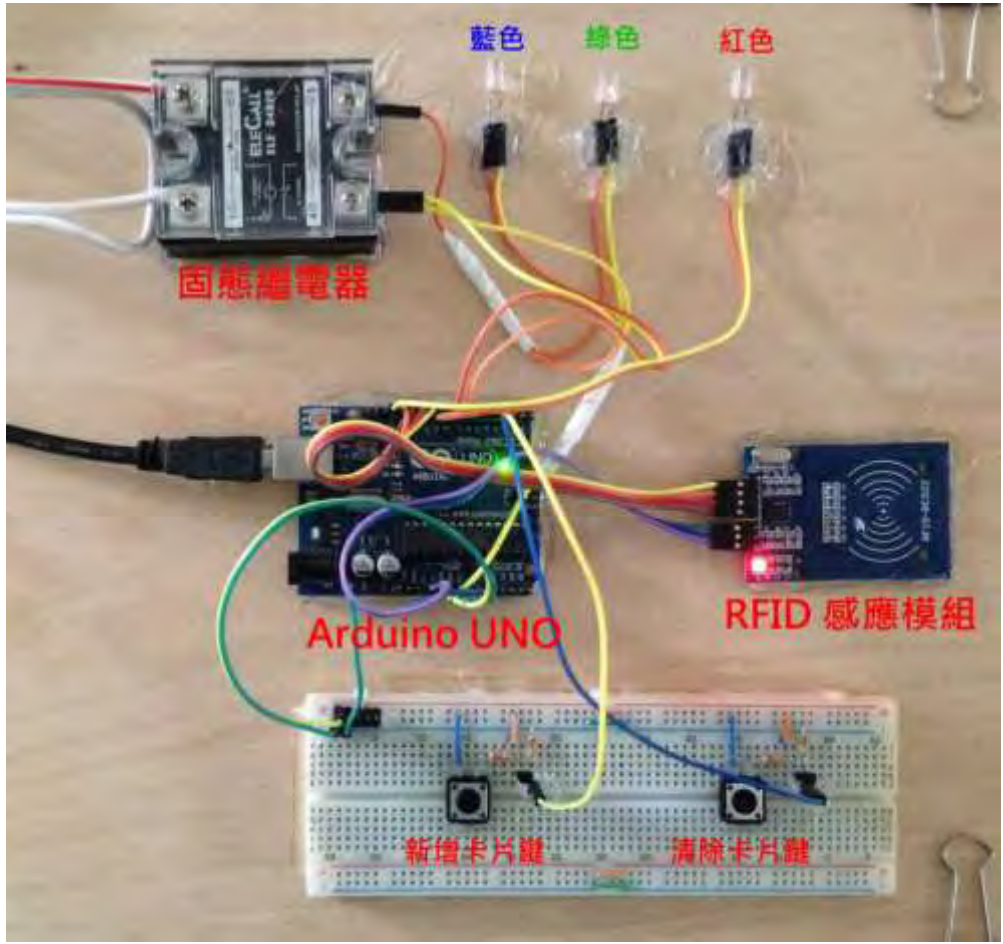
```

{
  Serial.print(id[i], HEX);          // 以 16 進位顯示 UID 值
  Serial.print(" ");
}
Serial.println();
for (int i=0; i<totalTags; i++)
{
  if (memcmp(tags[i].uid, id, idSize) == 0) //讀到編碼資料執行 green 副程式
  {
    foundTag = true;
    green();
    break;
  }
}
if (!foundTag) //如果卡片編碼錯誤就顯示錯誤
{
  Serial.println("Wrong card!");
  red();
  if (digitalRead(editkey) == 1)
  {
    for (int i=0; i<totalTags; i++)
    {
      if (EEPROM.read(i*4) == 0)
      {
        for (int j = 0; j <= 7; j++)
          EEPROM.write(i*4+j, id[j]);
        for (int i=0; i<totalTags; i++)
          for (int j = 0; j <= 7; j++)
            tags[i].uid[j] = EEPROM.read(i*4+j);
        for (int j = 0; j <= 7; j++)
        {
          Serial.print(EEPROM.read(i*4+j), HEX);
          Serial.print(" ");
        }
        green();
        Serial.println("");
        Serial.println("Add Card Number");
        break;
      }
    }
  }
}
mfr522.PICC_HaltA(); //停止卡片狀態。
}
}

```

三、RFID 卡啟燈模組成品圖

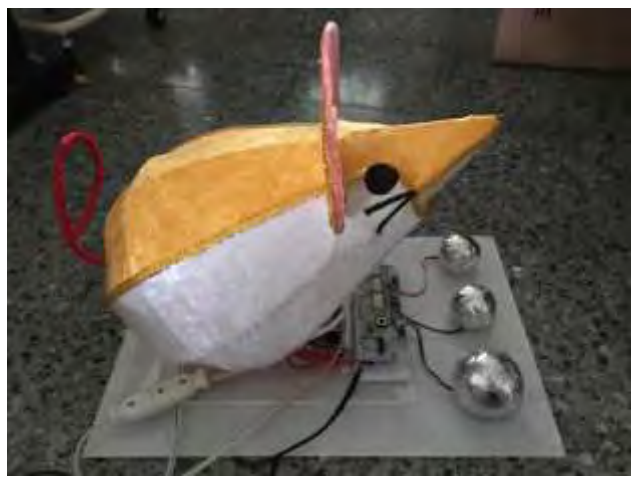
經過整合後接上小狐狸花燈，我們組裝得到最後的 RFID 啟燈模組成品如圖十七，此次研究電子零件的花費如下：RFID RC522 感應模組：150 元、固態繼電器：120 元、Arduino UNO：175 元、按鍵開關：3×2 元、發光二極體：1×3 元、9013 電晶體 2×2 元、220Ω 電阻 4 個、導線不到 10 元，總共約 468 元。



圖十七

四、觸控模組

經過整合後接上老鼠花燈，我們組裝得到最後的完成品如圖十八。



圖十八

五、「誰來點燈」互動 AR

有時參觀燈會的人潮眾多，主燈雖然會每個整點點亮，但無法擠進主燈區的民眾還是無法欣賞到，即使擠進了主燈區，想要與主燈來張合照也相當困難，旁邊充斥著路人甲，所以增加互動舞台，可滿足遊客的拍照需求，這次屏東燈會，累計結束共 1339 萬人次參觀，我們設計的「誰來點燈」可選擇參與點燈的來賓，如果統計民眾選擇那一位來賓的次數，那也可以當成另類的民意調查，圖十九是當插入不同的來賓卡，手機上會顯示對應的來賓點燈影片。



圖十九

陸、討論及結論

一、Arduino 內建的 EEPROM 記憶體為何不會隨著電源關閉而消失？

記憶體分為 RAM (隨機存取記憶體) 及 ROM (唯讀記憶體); RAM 是一種來暫時保存資料的元件, 它可以隨時讀寫, 而且速度很快, 但電源關閉資料就消失; ROM 是一旦儲存資料就無法再將之改變或刪除, 如要更改資料則需要使用特殊的方式, 通常運用在不需經常變更資料的系統中, 資料並且不會因為電源關閉而消失。Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體, 我們設定每張卡片卡號最大佔 8Bytes, 所以我們設計的系統最多可存 64 張卡號資料。

二、為何從 Arduino 4 號接腳拉出的導線會出現雜訊？

我們直接讀 Arduino 接腳, 皆能保持穩定訊號。將 Arduino 接腳利用導線引出, 引起雜訊。經查網路上相關資料, 發現雜訊應該是 60Hz, 也就是台灣交流電的頻率。亦即交流電引起的感應傳至導線上, 使得讀取 Arduino 時產生雜訊。

三、為何接上 9013 電晶體的電路後, 就能去除掉雜訊？

電晶體的功能為放大電路及電子開關。我們利用電晶體製作電子開關, 當電晶體 BE 斷開, CE 也斷開; BE 導通, CE 也導通的特性。按鍵放開時讀取低電位, 按鍵按下時, 讀取高電位。可正確讀取按鍵放開及按下時的電壓。

四、卡片清除鍵萬一不小心按到, 是不是會將所有卡片資料都清除？

RFID 卡的資料, 我們只能讀取其內部 ID, 並不能清除 RFID 卡內部的資料及 ID。加卡鍵按下, 將 RFID 卡的 ID 儲存到系統內。清除鍵按下後, 只是清除系統內已儲存 ID 的資料。清除鍵及加卡鍵要隱藏起來, 不能讓一般人輕易的接觸到。

五、為何設計插入一巨型鑰匙來完成啟燈？

因為開啟某件事物, 常用的就是鑰匙, 由於是在臺上, 需要醒目, 所以才設計插入一巨型鑰匙來完成啟燈, 就像石中劍一般。

六、燈未亮時, 鑰匙插入後會亮, 那拔出時燈會暗嗎？

我們設計燈未亮時, 鑰匙插入後會亮, 拔出時燈並不會暗, 需再次插入鑰匙, 燈才會暗, 是因為燈會期間, 每日主燈每隔 30 分, 都需啟動一次, 為了避免鑰匙和卡片一直留在凹槽裏, 所以我們設計啟動後就將鑰匙拔出, 要熄燈時又再插入關燈, 只有開關主燈瞬間, 鑰匙和卡片才需放入凹槽入, 其他時間都可收起。

七、啟燈時來賓不只一人, 那如何設計 RFID 卡電路？

如果啟燈來賓有三人, 我們可以做三組系統, 每組系統前面擺上小花燈, 再將三組系統上的 Arduino 訊號傳送到主系統 Arduino 上, 主系統 Arduino 連結主花燈。每組系統插入正確鑰匙就點亮自己系統前面的小花燈。主系統 Arduino 接收到三組系統全部點亮後就點亮主花燈。如果主系統收到三組系統全部關燈的訊號, 就把主花燈關掉。

八、此次 RFID 設計除了應用在燈會啟燈儀式上，還可以運用在什麼地方？

家中的門鎖也可以用這種方式開啟，和悠遊卡或一卡通結合，這樣就不用帶一大串鑰匙了。

九、雙穩態振盪電路（自保持電路）其功能為何？和單穩態振盪電路有何不同？

雙穩態振盪電路（自保持電路）：如果輸出原本是在高電位狀態，輸入一個觸發至雙穩態振盪電路中，輸出就會變成低電位，再一個觸發，輸出就會又變回高電位，也就是每一次觸發，都會造成輸出電位改變。

單穩態振盪電路：如果輸出原本是在高電位狀態，輸入一個觸發至單穩態振盪電路中，輸出變成低電位，然後又自動跳回高電位；如果輸出原本是在低電位狀態，輸入一個觸發至單穩態振盪電路中，輸出就會變成高電位，然後又自動跳回低電位，也就是每一次觸發，輸出電位改變，最後又會自動恢復原來狀態。我們是要讓很多開關控制一個燈，所以使用雙穩態振盪電路。

十、啟燈時來賓不只一人，那如何設計觸控電路？

如果來了更多來賓，只需多加幾個觸控模組及串聯繼電器就可以達到多位來賓控制開關燈。

十一、「誰來點燈」互動式舞台真能實際應用在燈區現場嗎？

我們只是應用現有的 APP 軟體製作出一個構想，真正應用到現場可能要让民眾掃描不同來賓的 QR code，製作出 3D 影片，投影至布幕上，效果會更好。

十二、何謂 AR？與 VR 有何不同？

VR 叫做 Virtual Reality，整個人沉浸在虛擬世界裡面的狀態，就稱為虛擬實境。AR 是 Augmented Reality 的縮寫，中文稱為擴增實境。AR 與 VR 的名字雖然很像，但其呈現方式卻有很大的差異。如果說 VR 的目標是讓使用者完全脫離現實，進入虛擬的空間，AR 就是將現實的空間加入一些虛擬的物件，而使用者基本上還是存在於真實的世界。

十三、經過此次的研究，我們獲得那些收穫？

原本對電子完全沒接觸，經過這次的研究，發現小小的電子零件，依據不同的電路圖來組裝，竟然能產生不同的功用，真是神奇，每當照著電路圖組裝好，要通電的那一瞬間最是刺激，一方面怕組裝錯誤又燒壞了幾顆電子零件，一方面又期待成功時得到的成就感，在這整個研究過程中，我們真的體會到組裝電子的樂趣。

柒、參考資料及其它

一、Mifare RFID-RC522 模組實驗 (一): 讀取 Mifare RFID 卡的 UID 識別碼

<https://swf.com.tw/?p=930>

二、Mifare RFID-RC522 模組實驗 (二): C 語言的結構 (struct) 與類型定義 (typedef) 說明

<https://swf.com.tw/?p=936>

三、Mifare RFID-RC522 模組實驗 (三): 讀取與寫入資料

<https://swf.com.tw/?p=941>

四、MCU 自學雜記

<http://milktea132.blogspot.tw/2018/02/arduino-18-rfid-rc522led.html>

五、如何操控 Arduino 內建的 EEPROM ?

<https://makerpro.cc/2014/12/how-to-control-arduino%CA%BBs-built-in-EEPROM/>

六、Lumex 64*32 LDM

<https://sites.google.com/jes.mlc.edu.tw/ljj/microbit%E9%96%8B%E7%99%BC%E6%9D%BF/lumex%E5%90%84%E9%A0%85%E7%94%A2%E5%93%81/lum6432>

七、單穩態電路與雙穩態電路原理分析

<https://www.dgjs123.com/dianlu/745.htm>

八、單觸摸片 ON/OFF 觸摸開關

http://gc.digitw.com/new_page_23.htm

九、擴增實境 (AR) 在教學上的應用

<http://new.zxp.ks.edu.tw/learn>

【評語】 032808

1. 本項作品與花燈相關，契合社會節慶氛圍。
2. 點燈方式多元有變化，團體解說很有默契。
3. 研究成果有點燈的技巧，及 AR 的技術，若實際應用於燈會現場，將會增加與參觀民眾互動機會。

摘要

有別於摸著光球的啟燈模式，我們設計將貼有 RFID 卡的鑰匙，插入凹槽的新啟燈模式。還設計了辨識系統，插上不對的 RFID 卡會顯示出錯誤訊息。當卡片不慎遺失時，我們設計的清除鍵可以清除儲存在系統內的卡片 ID 資料，再利用加卡鍵將新的卡片 ID 存入系統內。我們設計了 LED 看板、深井燈，讓舞台更炫麗。傳統的摸光球啟燈模式，我們也加以改良，加入了觸控燈球，可因應來賓人數，設計出需要所有來賓都有碰觸到燈球，主燈才能點亮。為了讓參觀燈會的民眾，也能體驗與來賓一起點燈的樂趣，我們設計了「誰來點燈」舞台，利用 AR 技術，讓遊客也能拍到與來賓一起點燈的照片。希望我們這次的科展，能讓享譽國際的台灣燈會以後有新的啟燈創意。

壹、研究動機



貳、研究目的

- 一、研究 RFID 卡，讀取 RFID 卡卡號。
- 二、利用雷射切割機來製作鑰匙及鑰匙孔。
- 三、設計正確的 RFID 卡鑰匙來啟動花燈。
- 四、研究 Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體。
- 五、研究 Arduino 空接導線引起的訊號雜訊及利用電晶體處理訊號雜訊。
- 六、利用按鍵來清除存在 Arduino 內的 RFID 卡號及新增 RFID 卡號。
- 七、設計圖案以 Lumex 64*32 LDM 看板，和深井燈來裝飾啟燈儀式舞台。
- 八、設計觸控模組及自保持電路來啟動花燈。
- 九、利用 AR 技術，設計「誰來點燈」互動式點燈舞臺。



參、研究過程及方法

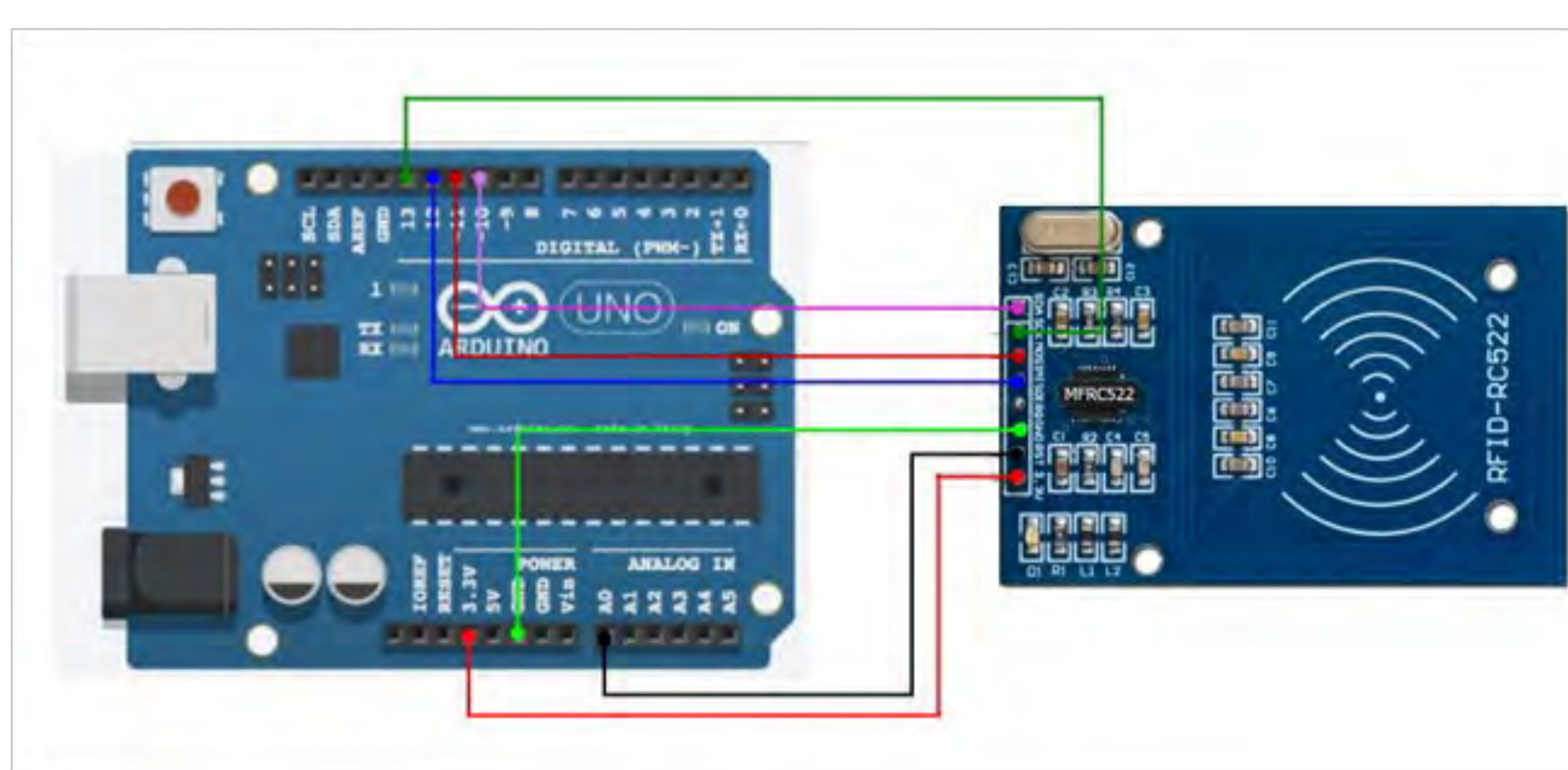
一、設計流程圖一



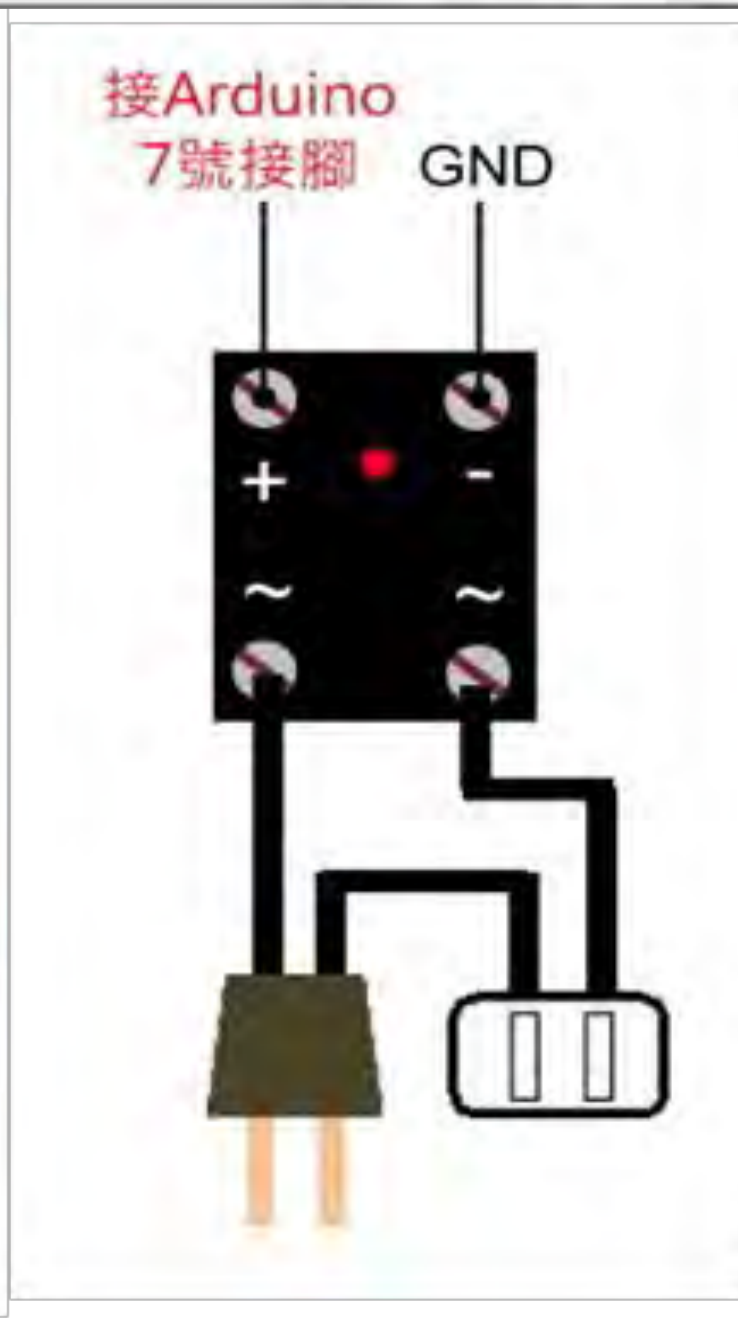
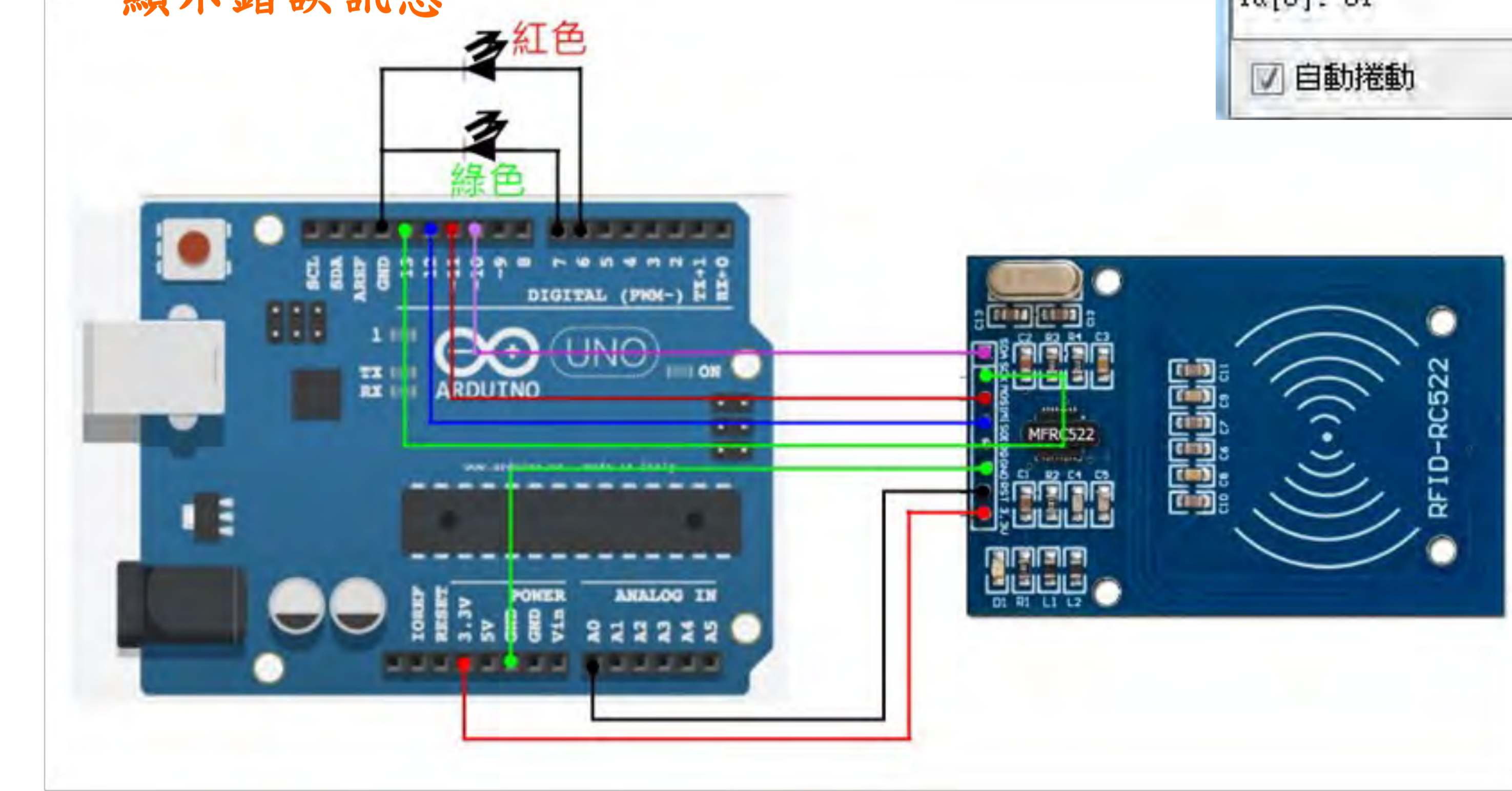
二、運用雷射切割機製作鑰匙及鑰匙孔

三、讀取 RFID 卡卡號

Arduino UNO 與 RFIDRC522 感應模組接線圖

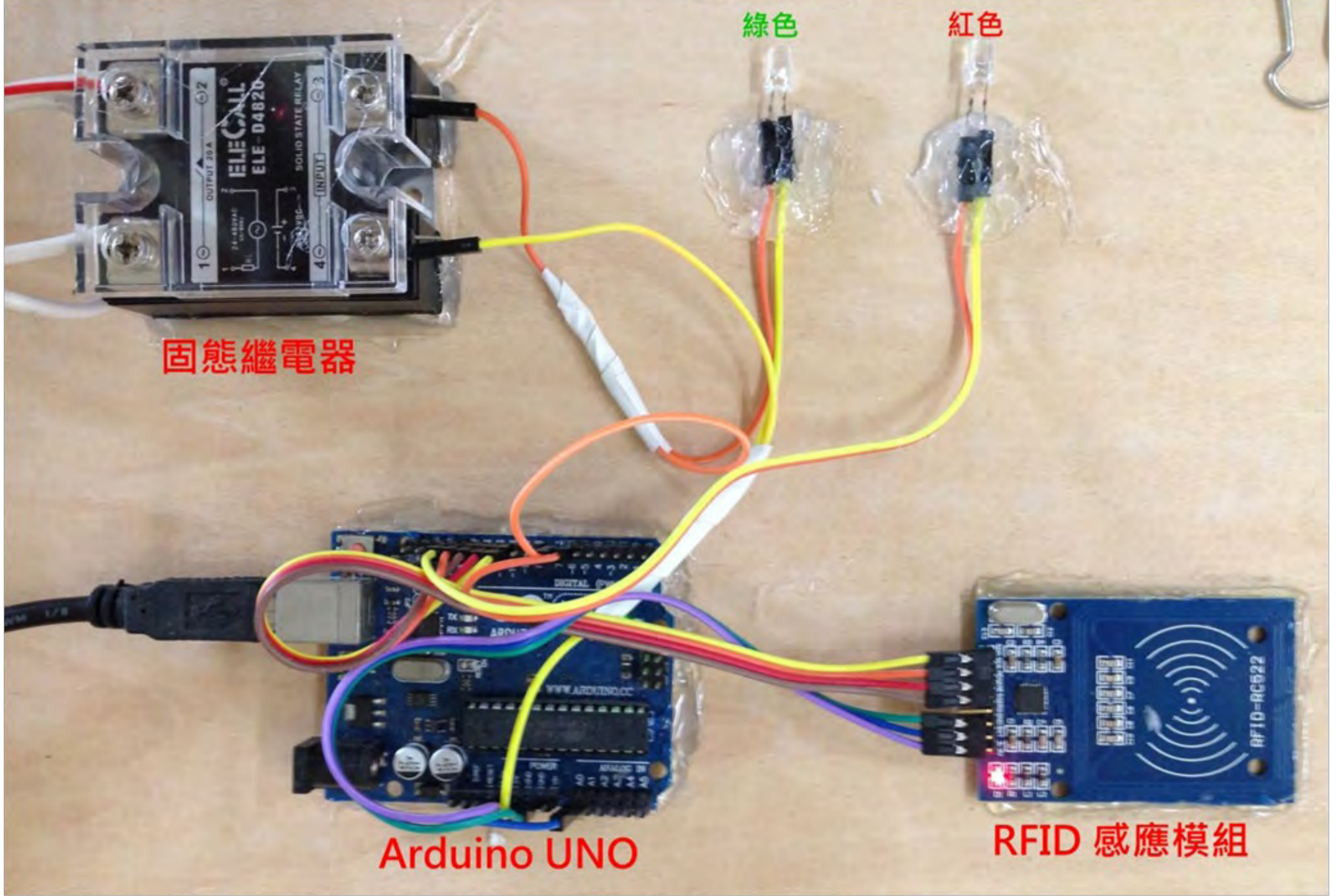


四、加上綠、紅 LED 燈，以顯示主燈亮暗情形及顯示錯誤訊息。

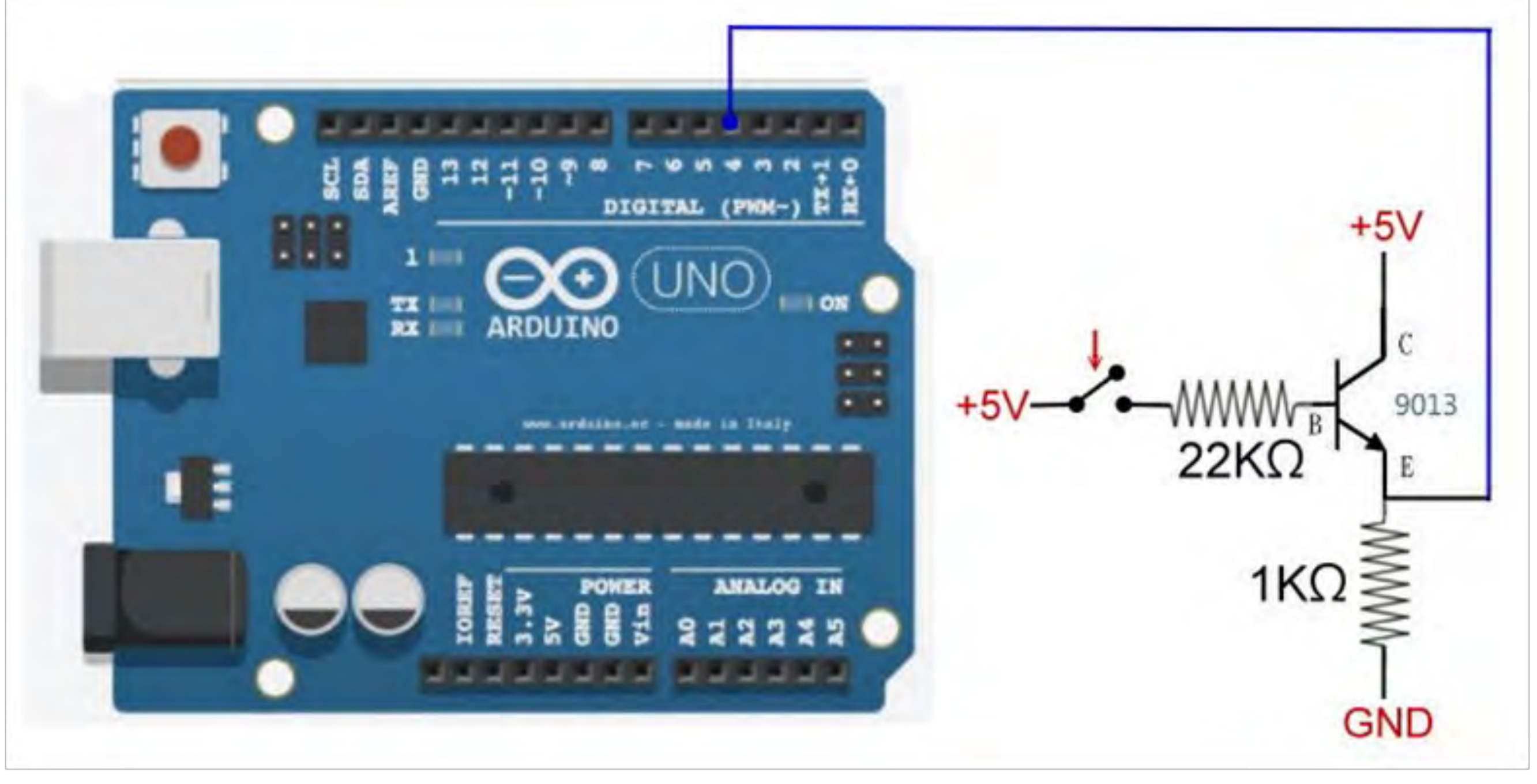


我們使用不同卡片來測試，發現卡片有 4 組號碼與 7 組號碼兩種模式，隨 RFID 卡付贈的卡片，全聯卡為 4 組號碼，悠遊卡、E 卡通為 7 組號碼，每張卡片的卡號皆不同。

實際接線完成圖



七、電晶體的邏輯電路



八、設計 Arduino 內卡片資料手動清除、寫入及讀取

Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體，可供程式開發者自由運用，於是我們嘗試清空、寫入及讀取 EEPROM 記憶體，以下為測試程式：

```
//清空 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  for (int i = 0; i < 512; i++)
    EEPROM.write(i, 0);
}
void loop()
{
}

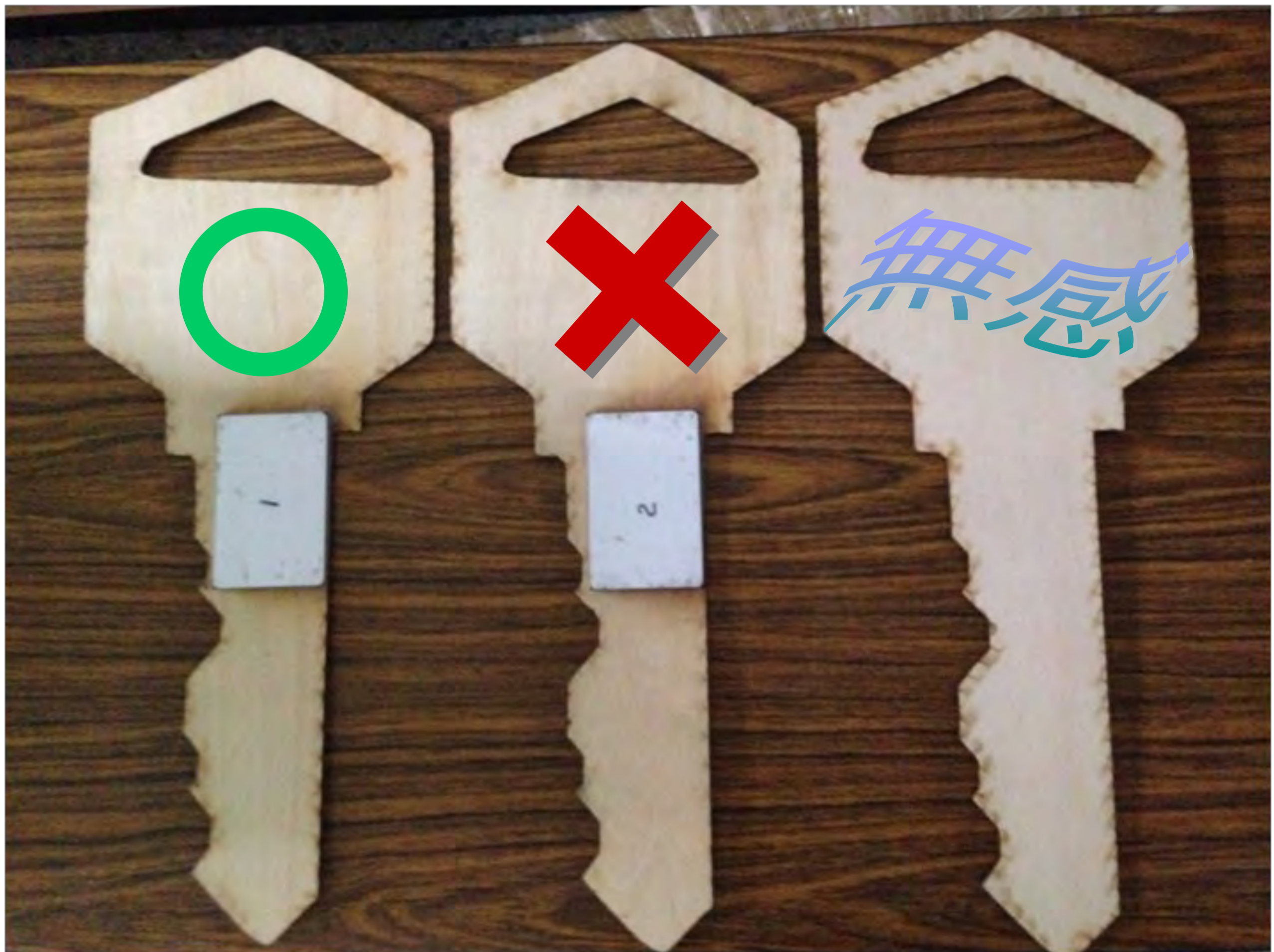
-----

//寫入 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  EEPROM.write(0, 0x05);EEPROM.write(1, 0xD3);EEPROM.write(2, 0xFE);EEPROM.write(3, 0xAA);
  EEPROM.write(4, 0x47);EEPROM.write(5, 0x38);EEPROM.write(6, 0x80);EEPROM.write(7, 0xCB);
}
void loop()
{
}

-----

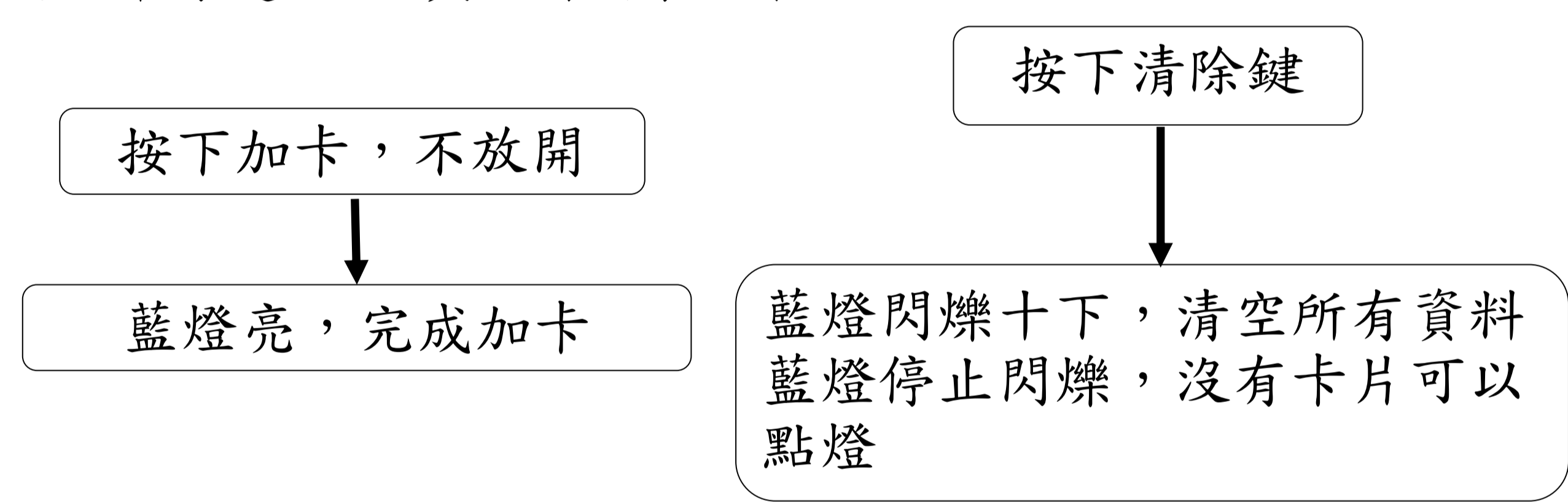
//讀取 EEPROM
#include <EEPROM.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  for (int i = 0; i < 512; i++)
    Serial.println(EEPROM.read(i), HEX);
}
void loop()
{
}
```

九、花燈



五、加卡、清卡鍵設計流程圖

我們延續設計流程圖一，加入增設啟燈卡片功能。我們設計清除鍵，將所有的 RFID 卡資料清除。我們設計加入卡片資料鍵，再重新建立新卡片，當然已被清除的卡片也能重新再建立，其流程圖如下：

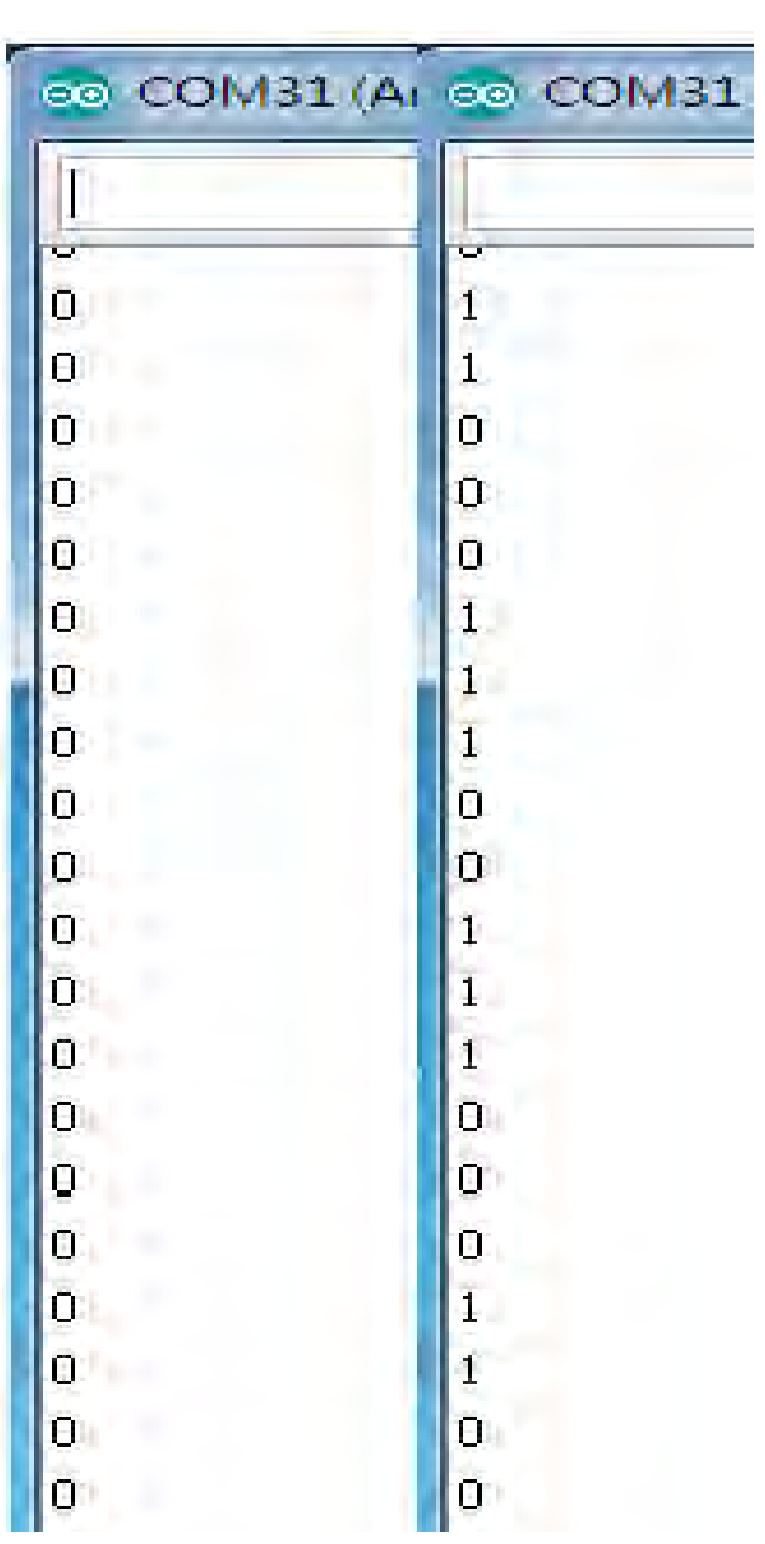


六、Arduino 空接導線引起的訊號雜訊



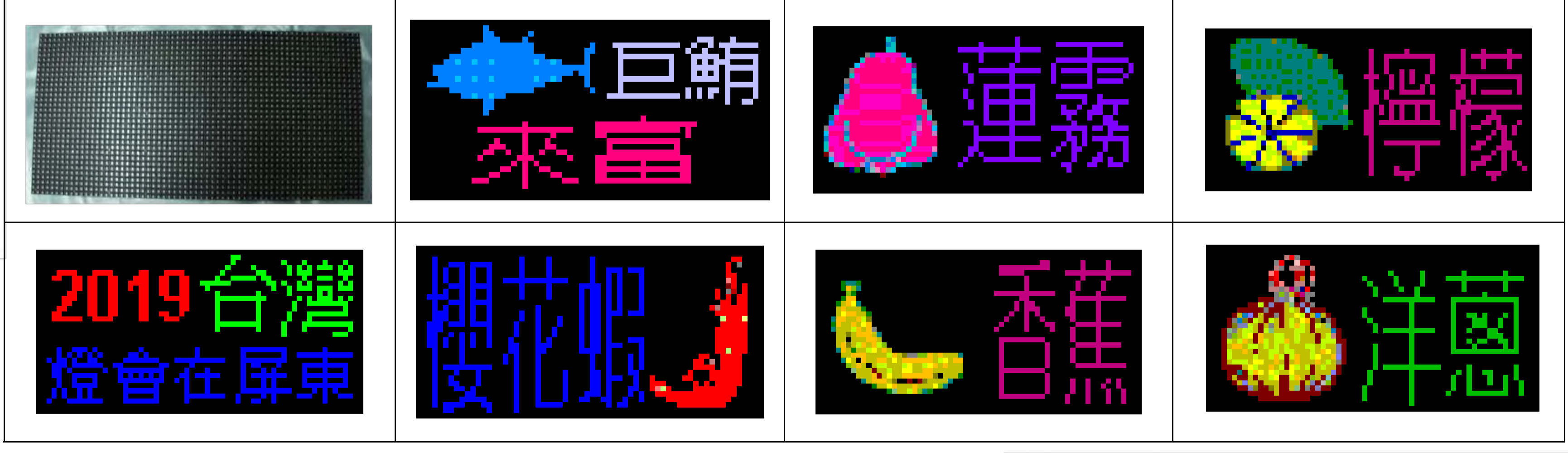
```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(4, INPUT);
}
void loop()
{
  Serial.println(digitalRead(4));
}
```

我們發現，直接讀 Arduino 4 號接腳，4 號接腳呈現低電位狀態。但拉出導線，4 號接腳電位會出現雜訊，在高低電位互相變換。於是我們利用電晶體來清除雜訊。



十、Lumex 64*32 LDM

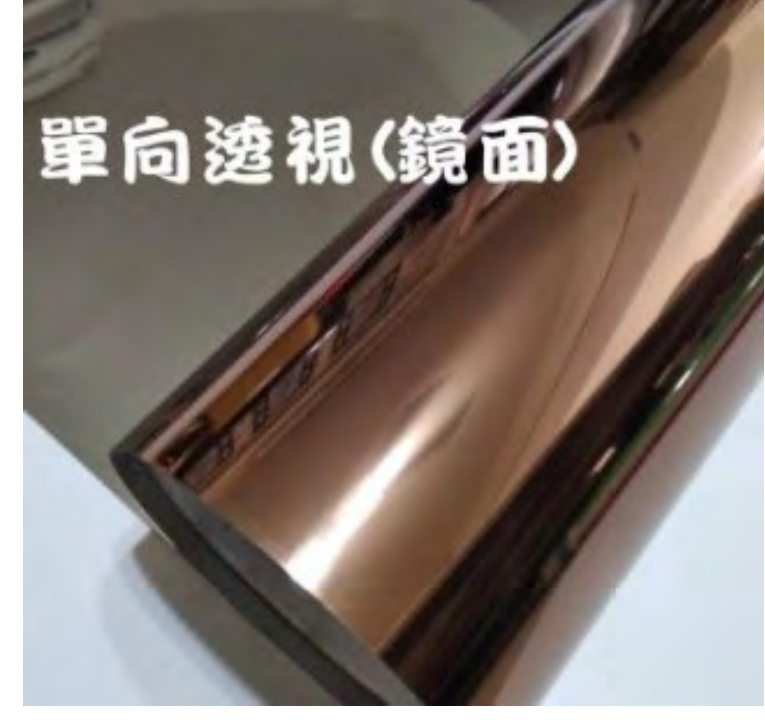
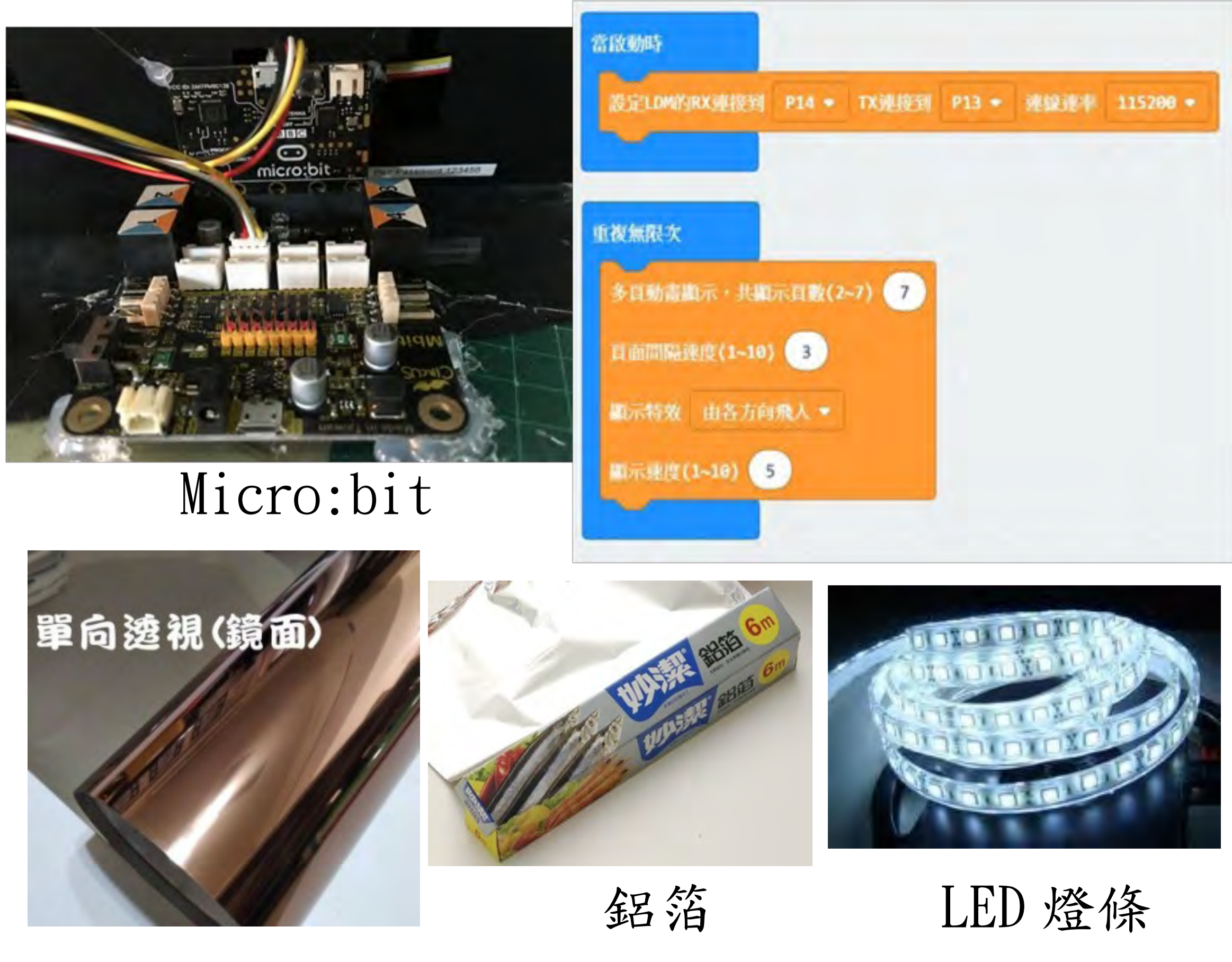
64*32 的 LDM，內建 EEPROM，可記憶 7 個 256 色 64*32 的畫面，所以我們設計了下列七個畫面，以顯示出屏東在地的特色，我們利用 micro:bit 連接 Lumex 64*32 LDM，讓七個畫面可以輪播。



十一、點燈裝飾



深井燈

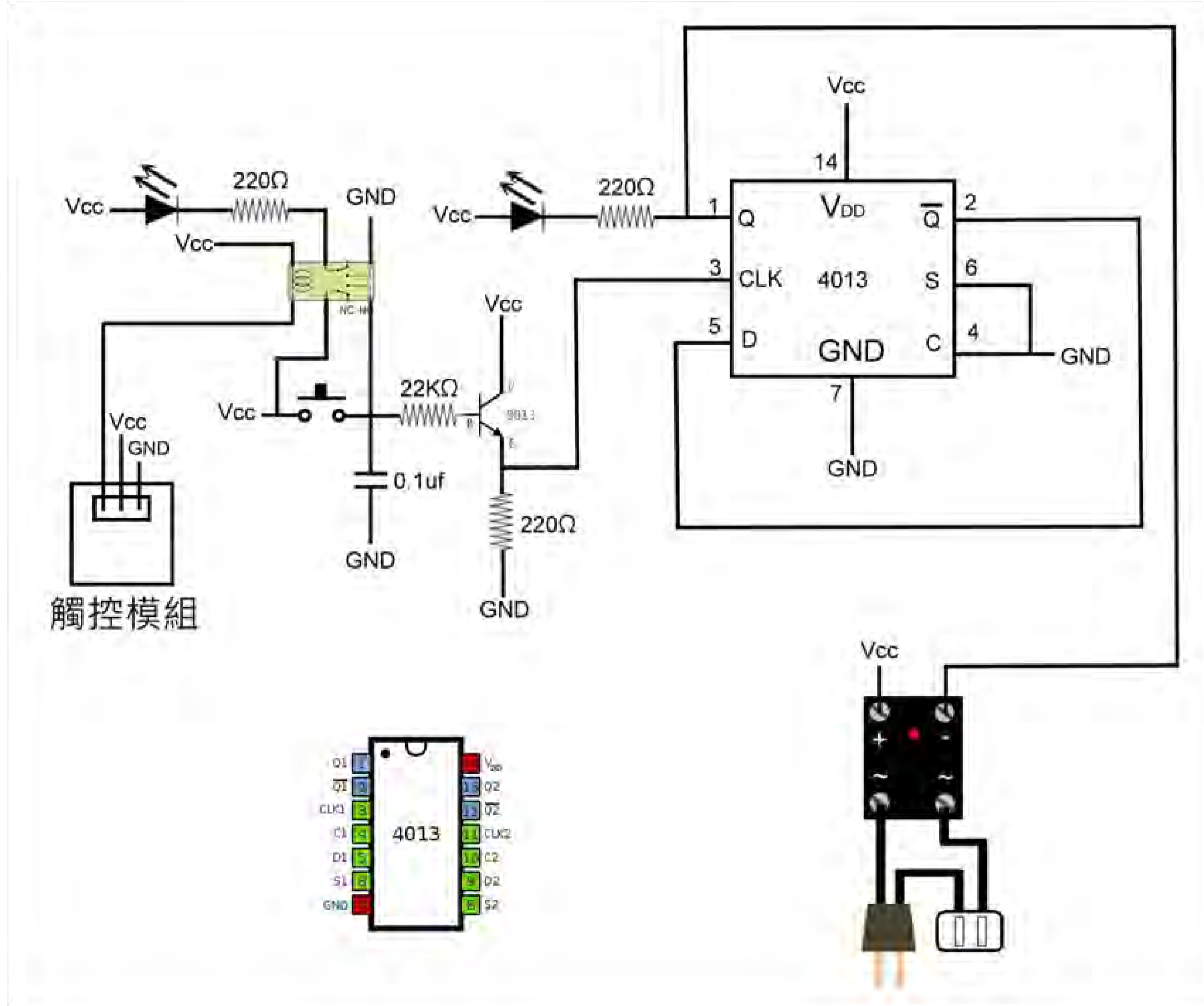


鋁箔

LED 燈條

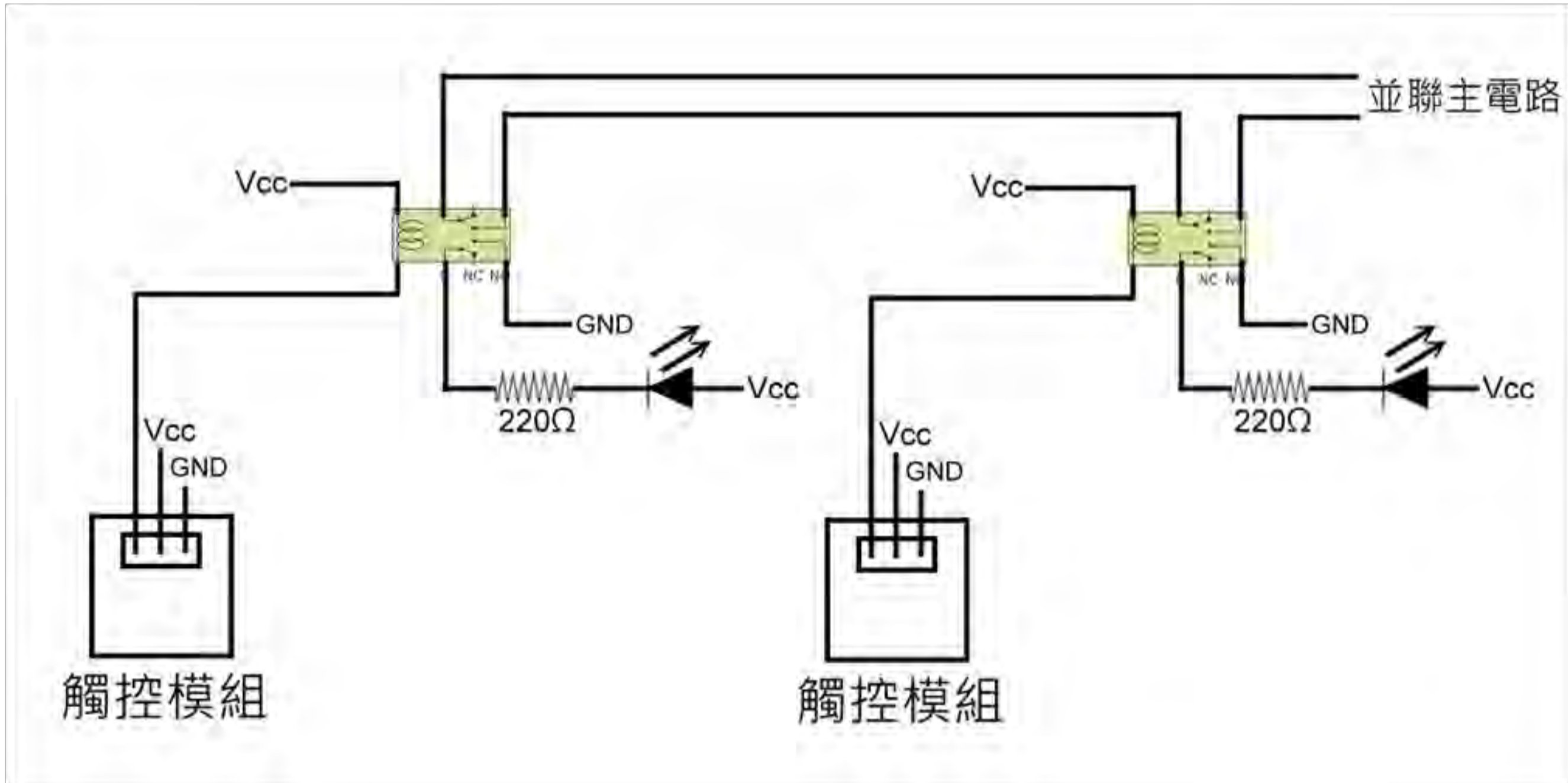
十二、設計觸控模式來完成花燈啟動

我們設計的方向，是要同時能使用按鍵及觸控元件來開關燈，亦即多個開關可以控制開關燈，所以我們利用 IC4013 製作雙穩態多諧振盪電路（自保持電路）。



當 3 號接腳接收到觸發訊號，1 號的接腳電位會產生互換，也就是原本是低電位會轉換成高電位，原本是高電位會轉換成低電位。但是 3 號接腳拉長導線，會有雜訊發生。為了消除雜訊，我們利用 9013 電晶體來消除雜訊。

另外假如有多位來賓來參與點燈，那該如何處理呢？我們想到如果把繼電器當成開關，以串聯的方式，就可以達到多位來賓同時碰觸觸控模組就可以開關燈。我們以兩個來賓為例，設計的電路圖如下：

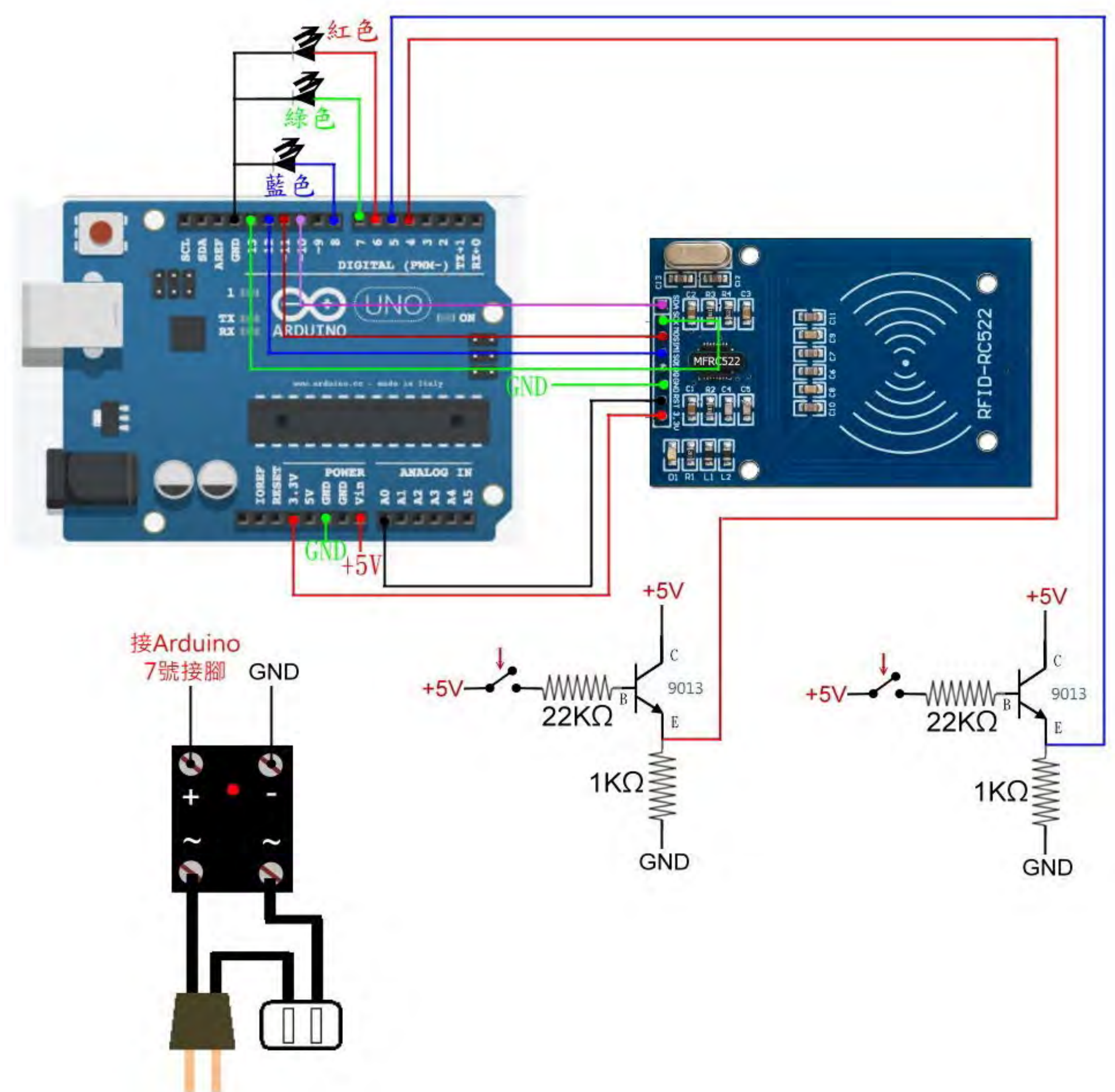


十三、點燈互動區

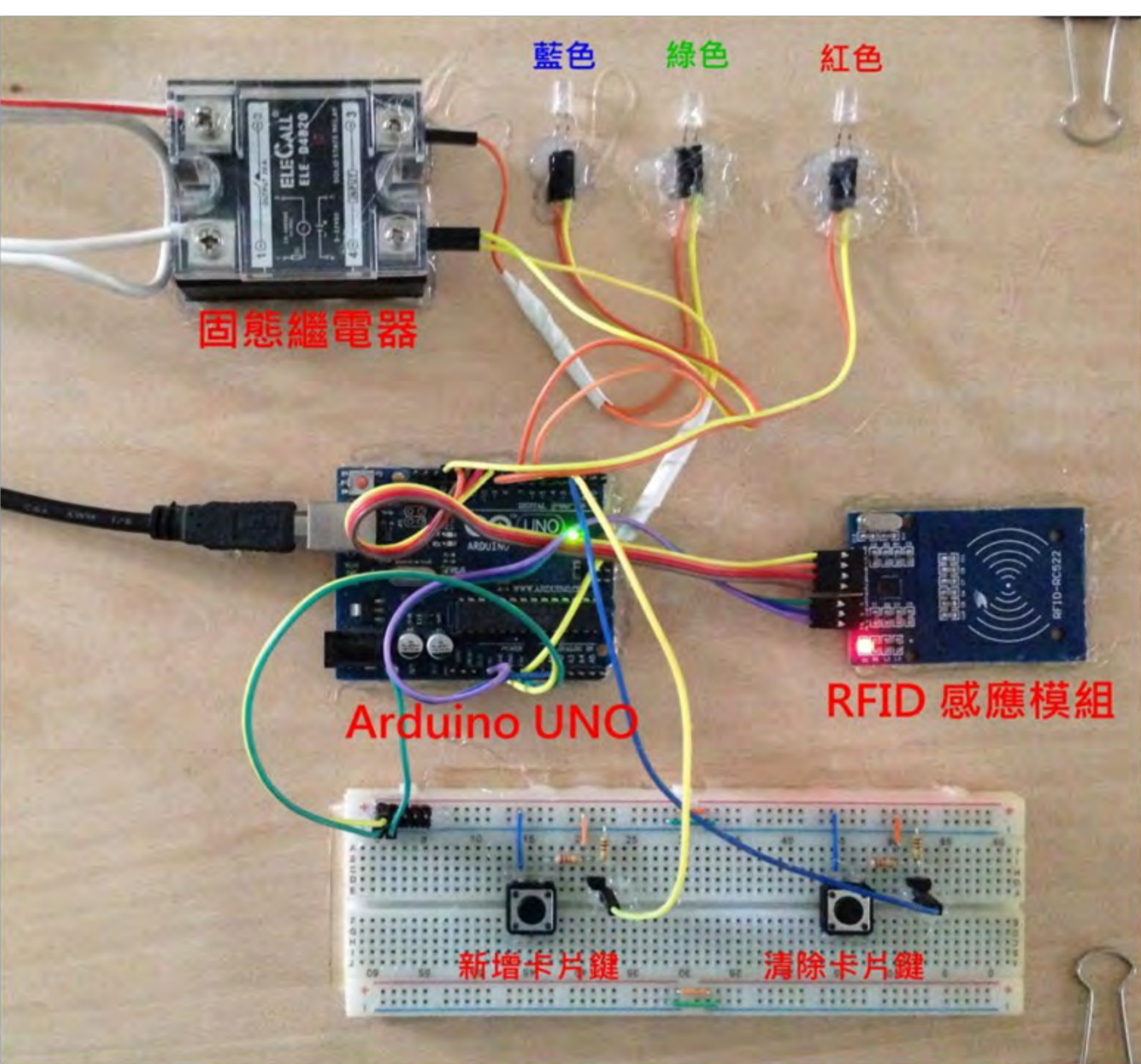
為了讓參加燈會的民眾也能體驗點燈的樂趣，我們利用 3D 列印機列印了一個小型舞臺，小玩偶，模擬遊客，遊客選好要一起參與點燈的來賓名牌後，站在舞臺上，利用手機上的 HP Reveal 擴充實境就可拍照或攝影這樣大家就都能參與點燈活動了。

肆、研究結果

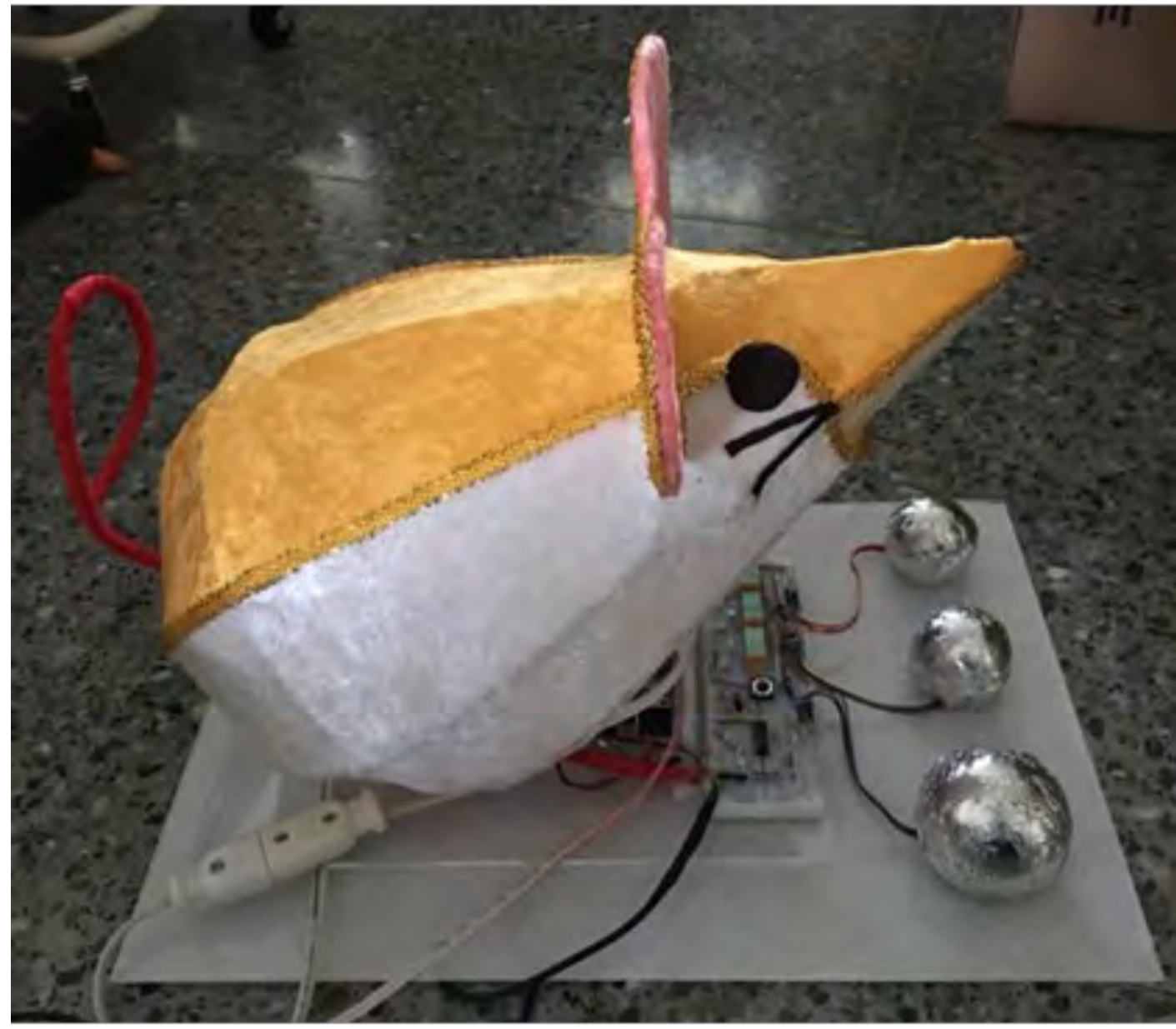
一、RFID 卡啟燈模組最後電路圖



二、RFID 卡啟燈模組成品圖



三、觸控模組



單獨觸摸前方大顆球，可點亮或熄滅花燈，後方兩顆小球為串聯形式，需同時觸摸才可點亮或熄滅花燈。

四、「誰來點燈」互動 AR

當手機掃描到不同的名牌，就會在手機螢幕裏產生相對應的影片，我們一共作了三種影片。



伍、討論及結論

一、Arduino 內建的 EEPROM 記憶體為何不會隨著電源關閉而消失？

記憶體分為 RAM（隨機存取記憶體）及 ROM（唯讀記憶體）；RAM 是一種來暫時保存資料的元件，它可以隨時讀寫，而且速度很快，但電源關閉資料就消失；ROM 是一旦儲存資料就無法再將之改變或刪除，如要更改資料則需要使用特殊的方式，通常運用在不需經常變更資料的系統中，資料並且不會因為電源關閉而消失。Arduino 內建 512Bytes 容量的 EEPROM 記憶體，我們設定每張卡片卡號最大佔 8Bytes，所以我們設計的系統最多可存 64 張卡號資料。

二、為何從 Arduino 4 號接腳拉出的導線會出現雜訊？

我們直接讀 Arduino 接腳，皆能保持穩定訊號。將 Arduino 接腳利用導線引出，引起雜訊。經查網路上相關資料，發現雜訊應該是 60Hz，也就是台灣交流電的頻率。亦即交流電引起的感應傳至導線上，使得讀取 Arduino 時產生雜訊。

三、雙穩態振盪電路（自保持電路）其功能為何？和單穩態振盪電路有何不同？

雙穩態振盪電路（自保持電路）：如果輸出原本是在高電位狀態，輸入一個觸發至雙穩態振盪電路中，輸出就會變成低電位，再一個觸發，輸出就會又變回高電位，也就是每一次觸發，都會造成輸出電位改變。

單穩態振盪電路：如果輸出原本是在高電位狀態，輸入一個觸發至單穩態振盪電路中，輸出變成低電位，然後又自動跳回高電位；如果輸出原本是在低電位狀態，輸入一個觸發至單穩態振盪電路中，輸出就會變成高電位，然後又自動跳回低電位，也就是每一次觸發，輸出電位改變，最後又會自動恢復原來狀態。我們是要讓很多開關控制一個燈，所以使用雙穩態振盪電路。