

高中優質化輔助方案

# 教師 Faculty Development Group 成長社群

106 學年上學期-優質化  
微電腦專題實作-教師專業社群  
電路板設計與製作-自編教材



學校名稱：國立楊梅高級中學

日期：中華民國 106 年 12 月

## 第一章「專題製作-籃球場計分板」

編寫老師：蔡宏昌 老師

一、建立專案.....	1
二、零件庫的操作.....	4
三、畫電路圖.....	5
四、將電路圖資料轉到 PCB 面板並佈線.....	9
五、檔案/智慧型輸出 PDF(M).....	15
六、檔案/輔助製造輸出(F).....	18
七、雕刻機設定教學.....	20

## 第二章「專題製作-Arduino 三合一」

編寫老師：簡樹桐 老師

一、建立專案.....	30
二、零件庫的操作.....	34
三、開始繪製電路圖畫電路圖.....	36
四、輸出到 PCB 電路板.....	43
五、板形設計.....	48
六、電路板設計規則與製造規則.....	50
七、在 Top Layer 板層新增文字.....	56
八、預置列印輸出設定及預覽電路板輸出結果.....	57
九、檔案/輔助製造輸出(F).....	60

## 第三章「專題製作-ATMEGA328 物聯網 IOT」編寫老師：林獻柱 老師

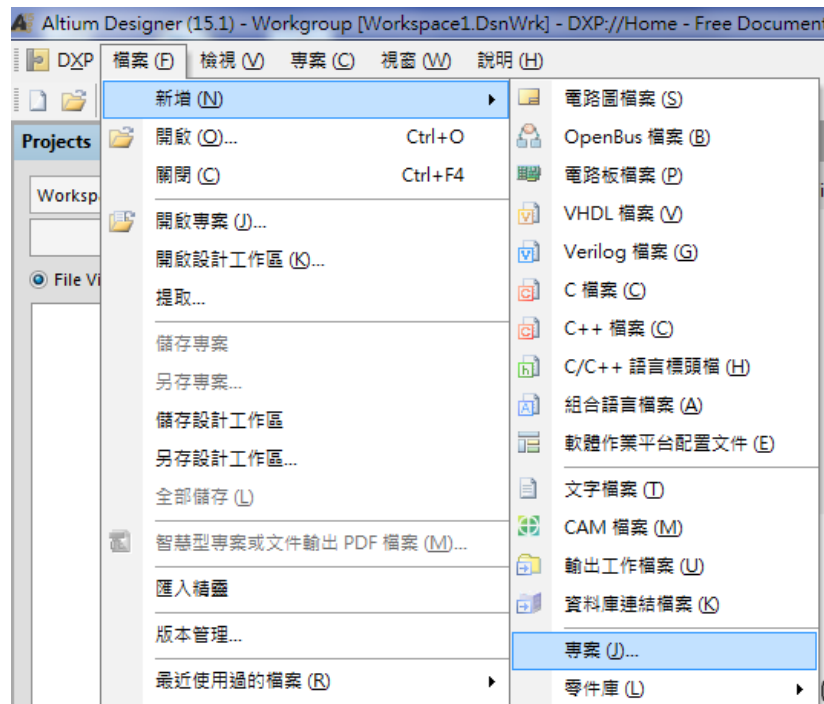
一、建立專案.....	63
二、零件庫的操作.....	64
三、畫電路圖.....	65
四、電路圖資料轉到 PCB 面板.....	71
五、板形設計.....	75
六、基本設計規則與製造規則.....	76
七、新增文字方法與 3D 圖示.....	83
八、電路板子顏色修改.....	86
九、繪製曹孔路徑.....	86
十、檔案/智慧型輸出 PDF(M).....	89
十一、檔案/輔助製造輸出(F).....	91
十二、雕刻機操作.....	94
十三、與雕刻機進行連線.....	104
十四、雕刻雙面板第一層.....	109
十五、雕刻雙面板第二層.....	111
十六、電路板的清潔與保護.....	111
十七、程式部份.....	111
十八、程式的燒錄.....	116

「專題製作-籃球場計分板」---以雕刻電路板實現

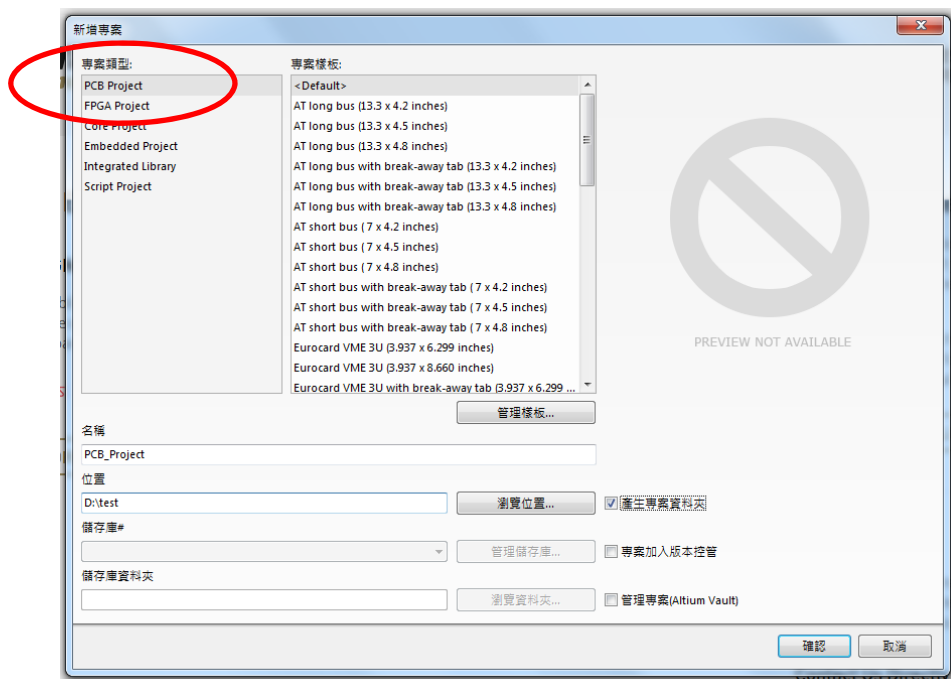
編寫老師：蔡宏昌 老師

## 一、建立專案

(一) **檔案/新增/專案**，按下後，會出現新增專案對話盒。

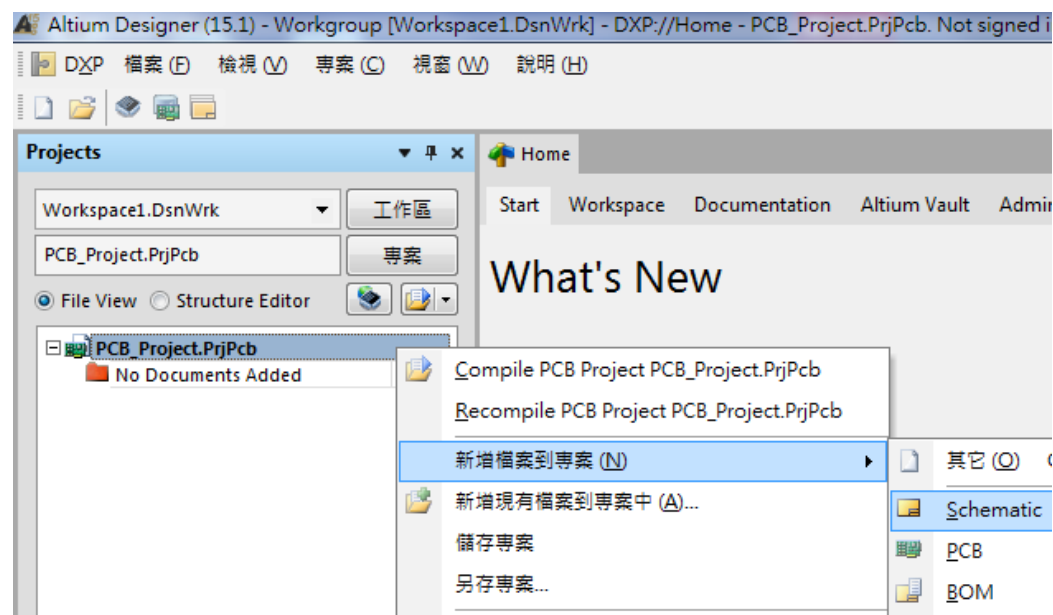


(二)專案類型：選 PCB Project，位置選好儲存路徑，在此為 D:\test，勾選產生專案資料夾，即自動在 D 目錄下建立 test 資料夾。

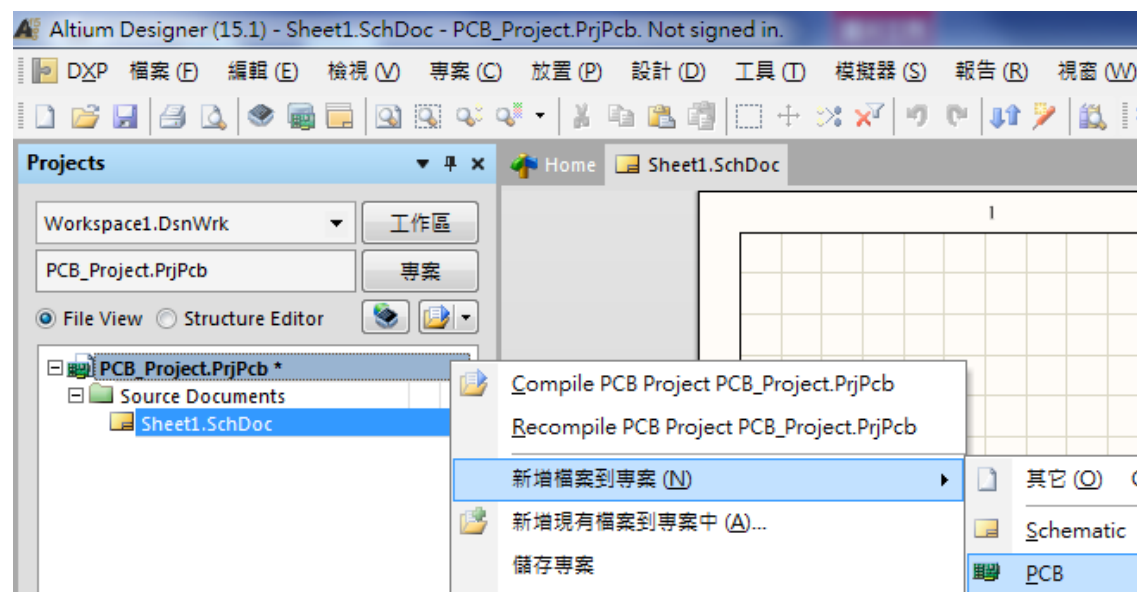




(三)新增電路圖檔案：在 PCB\_Project.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選 Schematic。

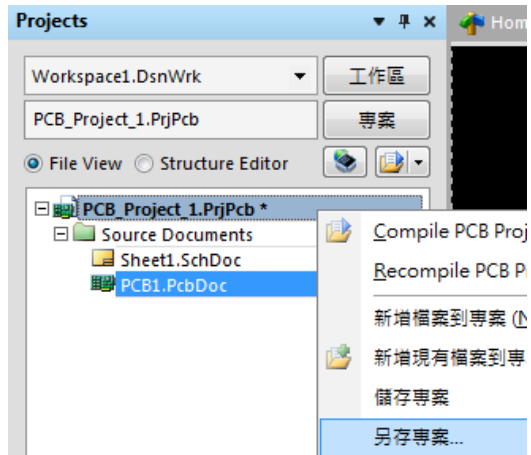


(四)同理，新增電路板檔案：在 PCB\_Project.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選 PCB。

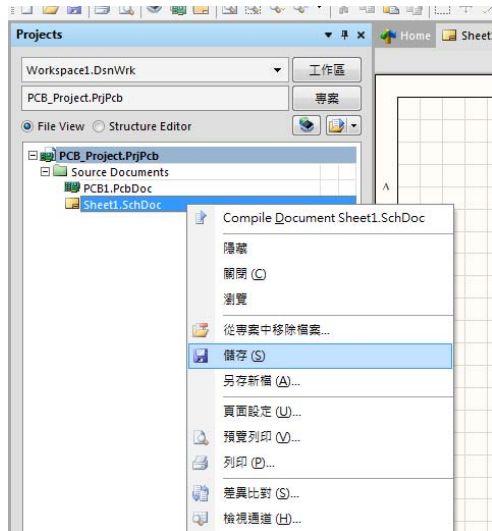


(五)存檔：在 PCB\_Project.Prjpcb 旁出現\*字號，表示未存檔。在 PCB\_Project.Prjpcb 上按另存專案。



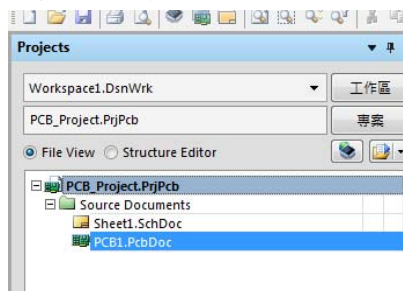


存.PcbDoc (檔名自己取；在此為預設 PCB1.PcbDoc)。  
再存.SchDoc (檔名自己取；在此為預設 Sheet1.SchDoc)。



最後將 PCB\_Project.PrjPcb(檔名自己取；在此為預設 PCB\_Project)。

完成後如下圖：

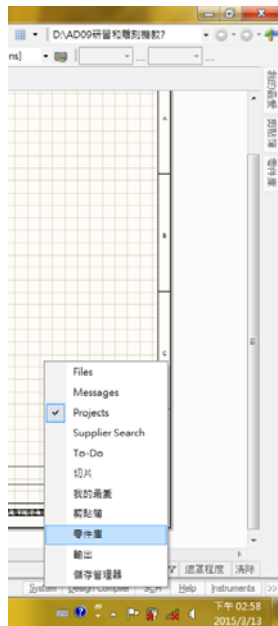


之後，用 Ctrl+S 快速存檔。

## 二、零件庫的操作

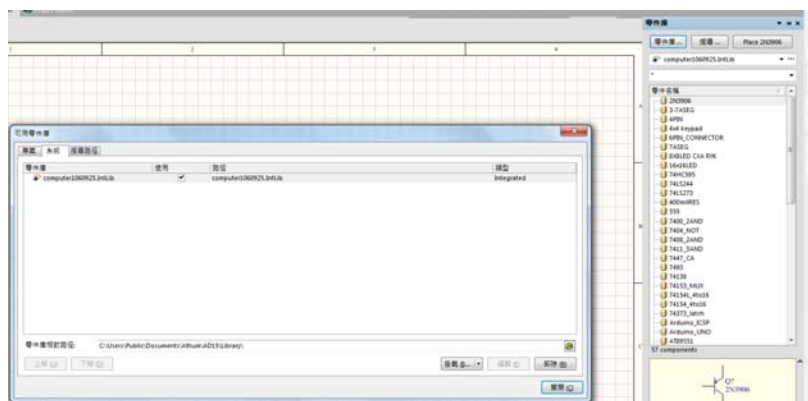
(一)零件庫的操作的方式有兩種：

- 1.停在零件庫標籤上一會兒，會彈出零件庫面板，就可操作，移開後自動會消失。
- 2.在零件庫標籤上按一下滑鼠左鍵一下，就可操作面板，不用在零件庫標籤上按一下滑鼠左鍵一下就會消失。
- 3.若不小心關掉零件庫(操作不正確)，可用編輯區的 **system** 按鈕叫回來。



(二)除了 Miscellaneous Device.IntLib(常用零件庫)和 Miscellaneous Connectors.IntLib(常用連接埠) 之外，其他的零件須自己掛載上去。

- 1.零件庫的安裝(computer1061010.IntLib)：在零件庫面板上，按一下零件庫...鈕，出現可用零件庫選上面系統的標籤，然後按一下掛載的標籤，出現從檔案掛載...

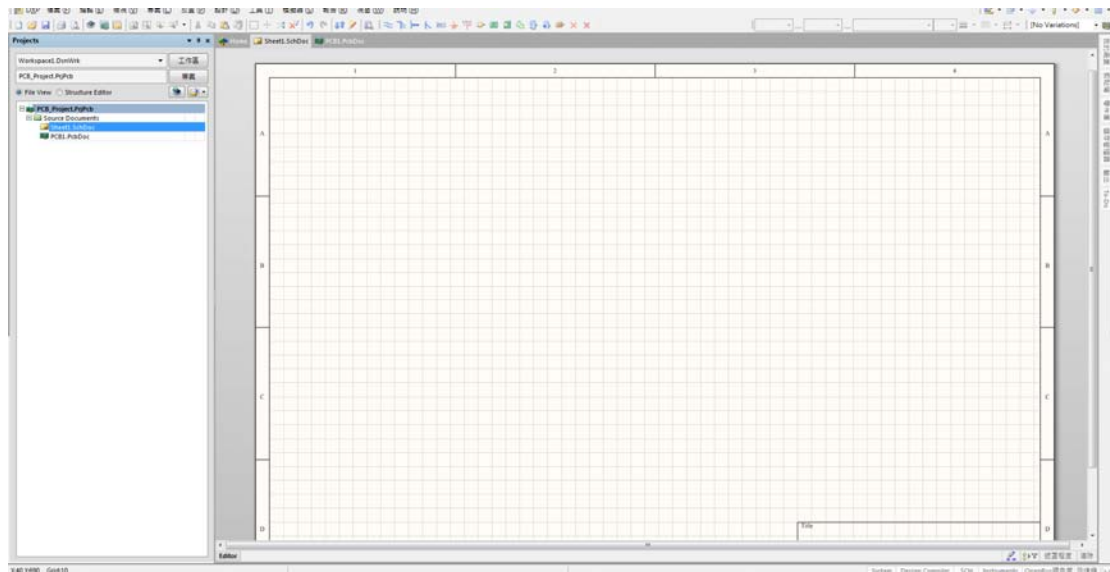


指到正確的路徑(建議將零件庫的安裝檔放置

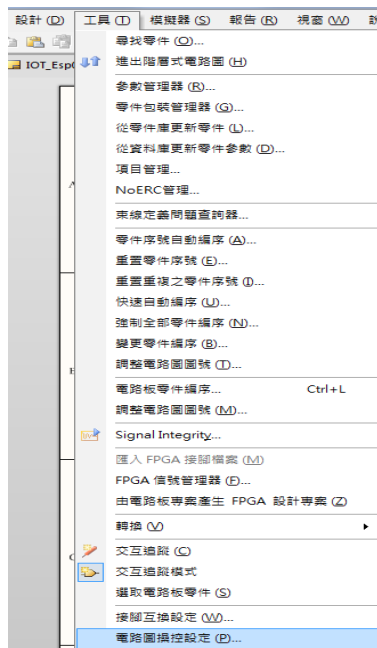
C:\User\Public\Documents\Altium\AD15\Library 路徑底下)，按下開啟舊檔就可以了，如上圖所示。

### 三、畫電路圖

(一)點擊 Sheet1.SchDoc，出現 SchDoc 圖紙如下圖：



(二)圖紙格線的設定：(因個人需要而定)利用 **工具(T)/電路圖操控設定(P)** 。

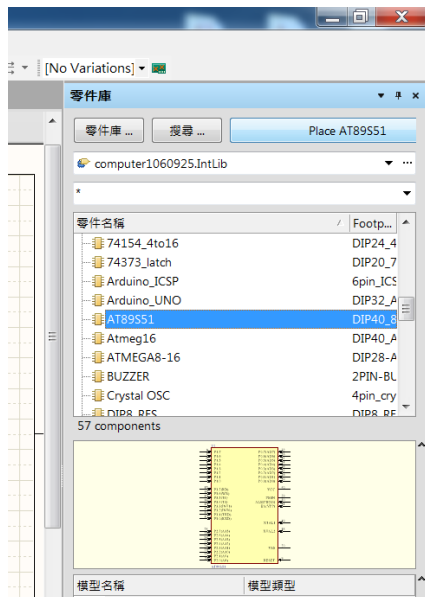


出現操控設定 對話盒選其中 Schematic 之下的 Grids，在格點顏色上按一下滑鼠左鍵，設定格點顏色為 18 如下圖所示。

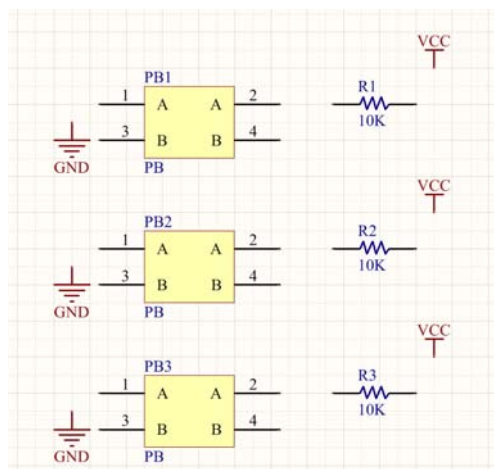





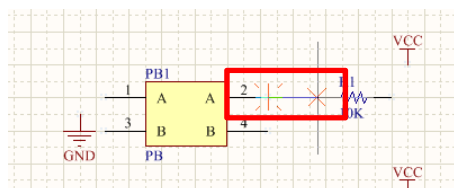
1. 選取「Place 元件名稱」，游標移至圖紙上即可看到元件圖示，此時按鍵盤「空白鍵」旋轉元件，按鍵盤「Tab 鍵」修改元件內容、名稱，按滑鼠「左鍵」放至元件。



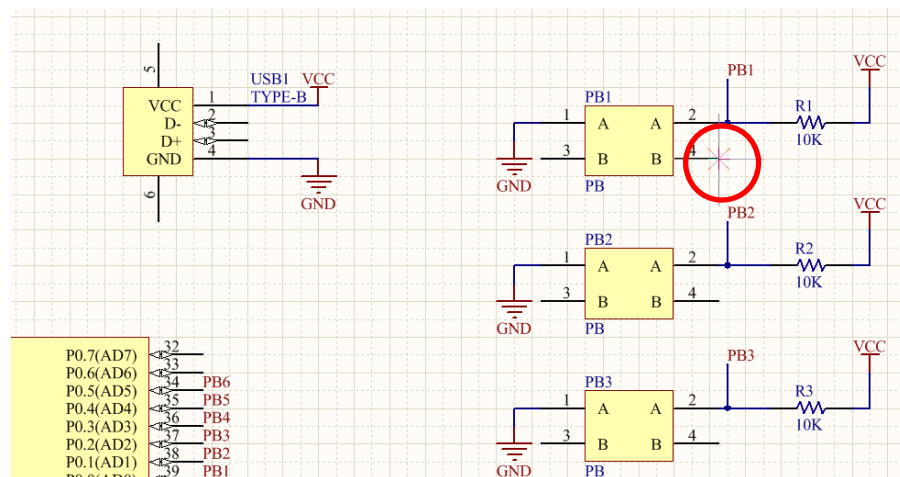
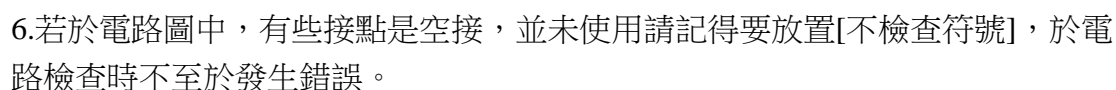
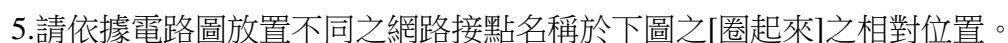
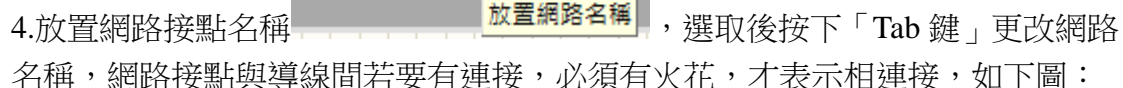
2. 注意：按鍵盤「G 鍵」可以使電路圖間格 Grid 1 → Grid5 → Grid10 輪流切換，建議改成 Grid10，線比較不會亂跑。



3. 利用畫導線鈕 ，配合滑鼠「左鍵」來完成連接導線。注意：元件與導線間若有碰撞，必須引起火花，才有相連接，如下圖：



若連接好的導線，想拉開距離不斷線，先按 **ctrl** + **按滑鼠左鍵移動** 拉開。

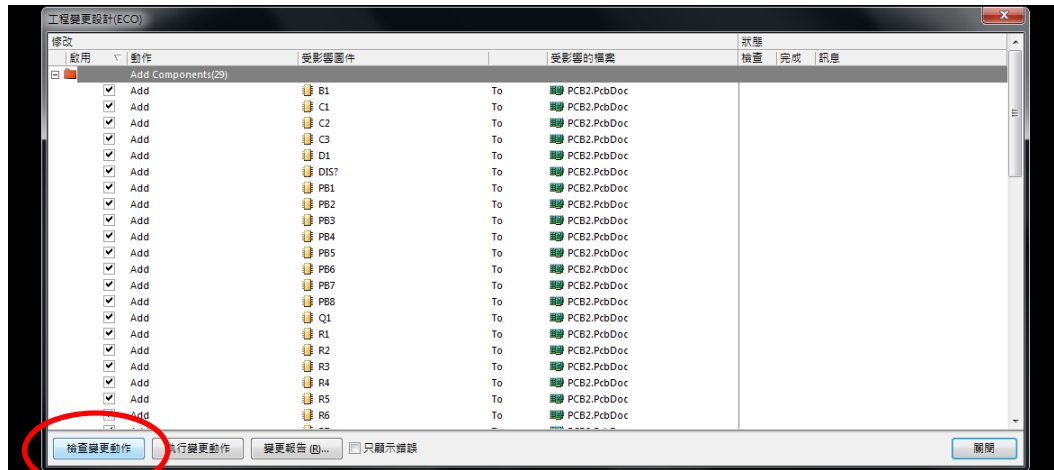




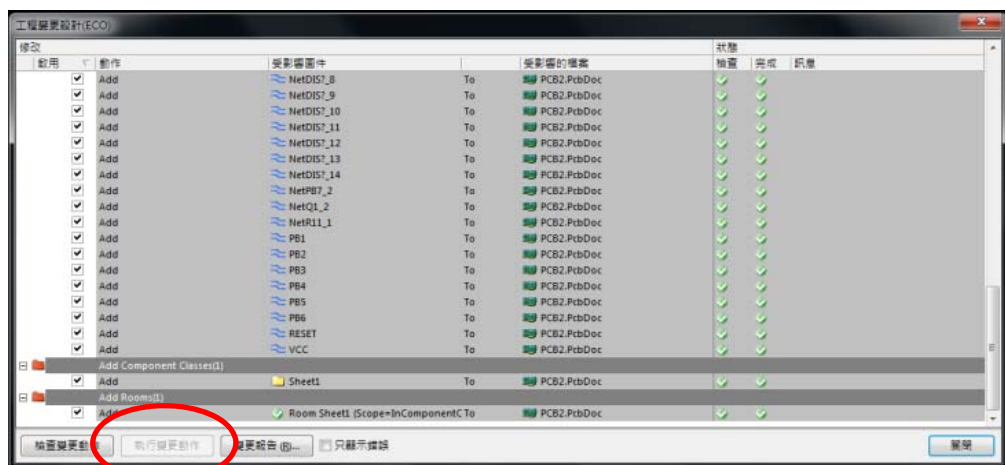
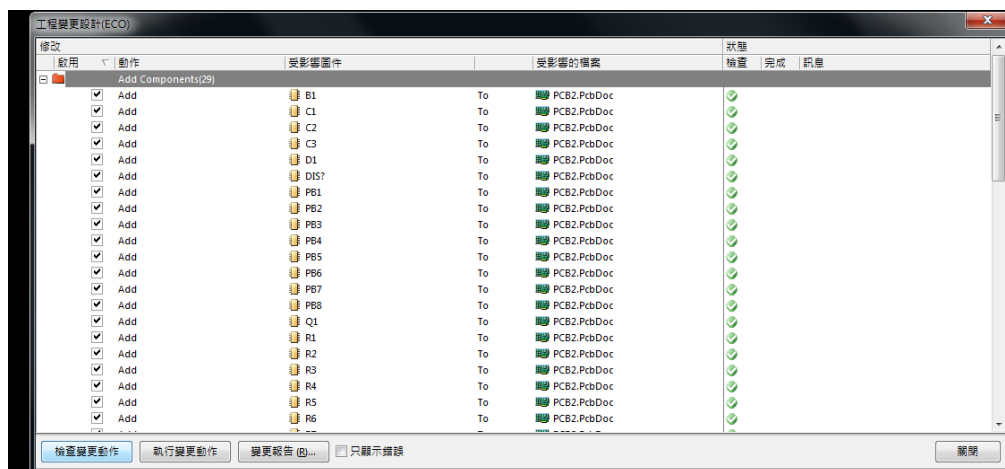
#### 四、將電路圖資料轉到 PCB 面板並佈線

##### (一)切換到 PCB 面板檔案(PCB\_Project.PrjPCB)

1.利用 **設計/Import Changes From PCB\_Project.PrjPCB**，會出現「工程變更設計(ECO)」對話盒。

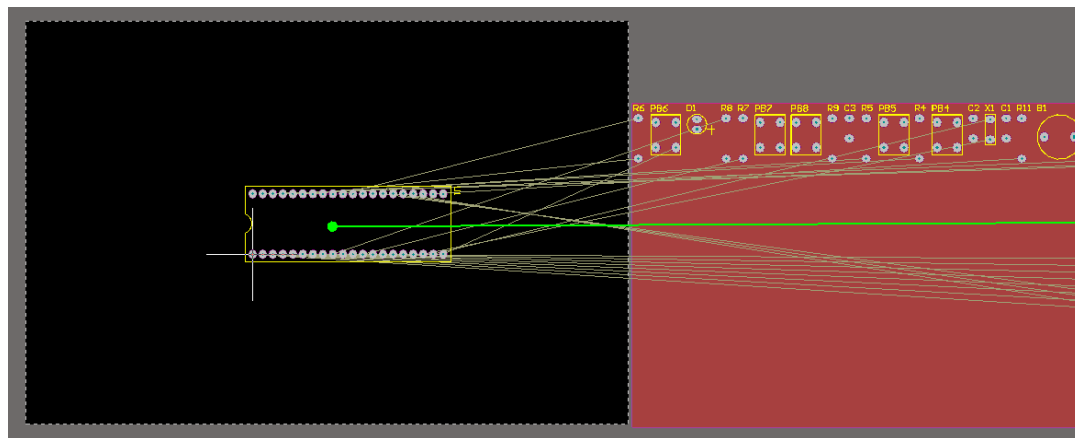
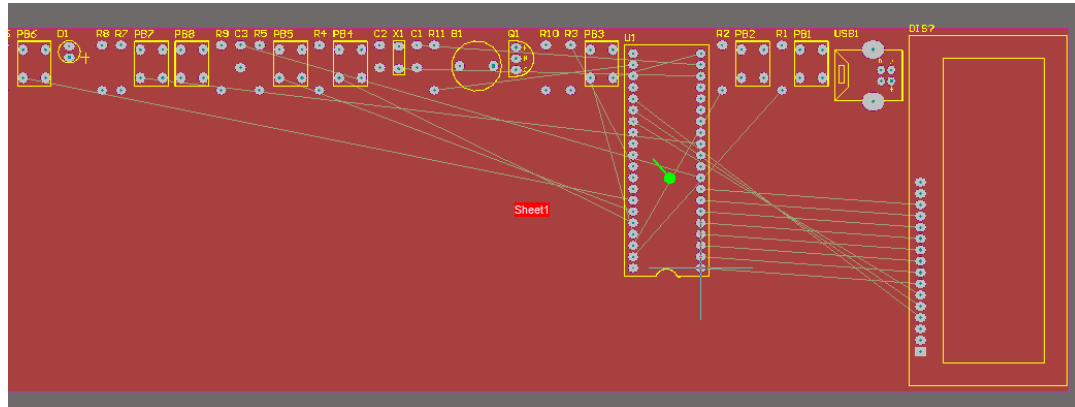



2.其中，先執行**檢查變更動作**鈕：程式執行檢驗動作，電路圖是否畫正確，檢驗動作結果列在檢查欄位裡，如有錯誤，回電路圖修改；再執行**執行變更動作**鈕：程式執行資料轉移，並記錄在其完成欄位裡

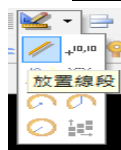


## (二)零件的佈置

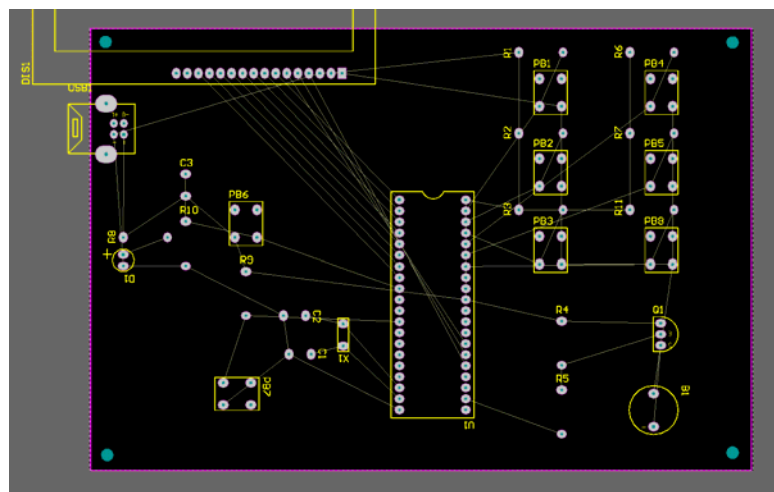
1.先將零件佈置區間(Room)利用滑鼠左鍵，指向內部空白區域按住不放，移至黑色編輯區上方，此時按住鍵盤「空白鍵」可旋轉零件方向。大零件、主要零件先放置，也可按零件在電路圖裡的相對位置進行佈置，先進行零件粗排，再進行零件細排。



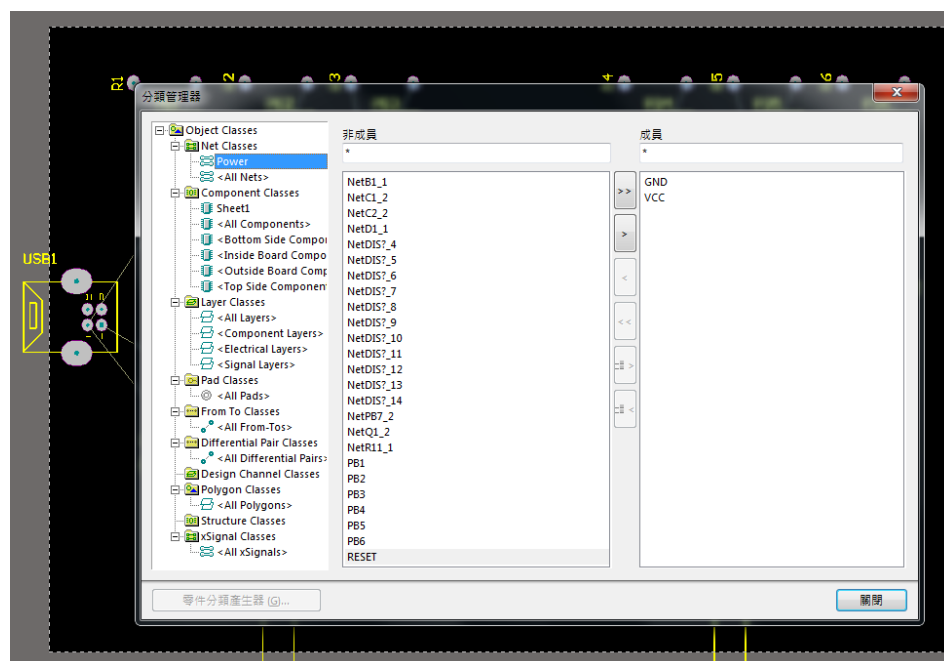
2.定義外框大小：先切換到  Keep-Out Layer 層，再利用上面的公用程式工具列的 選擇放置線段



在電路週圍畫出一封閉迴路，如圖所示(粉紅色的實線)。

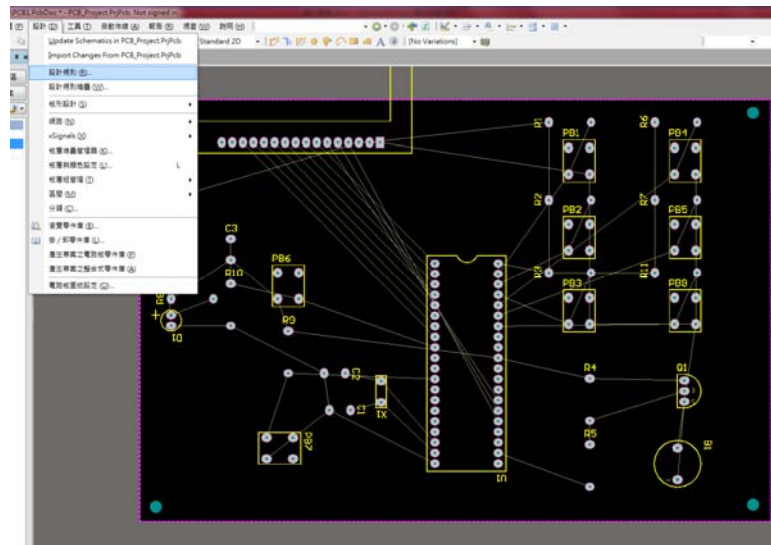


1.啟動 **設計(D)/分類(C)**，新增分類➡POWER，加入 5V、GND。

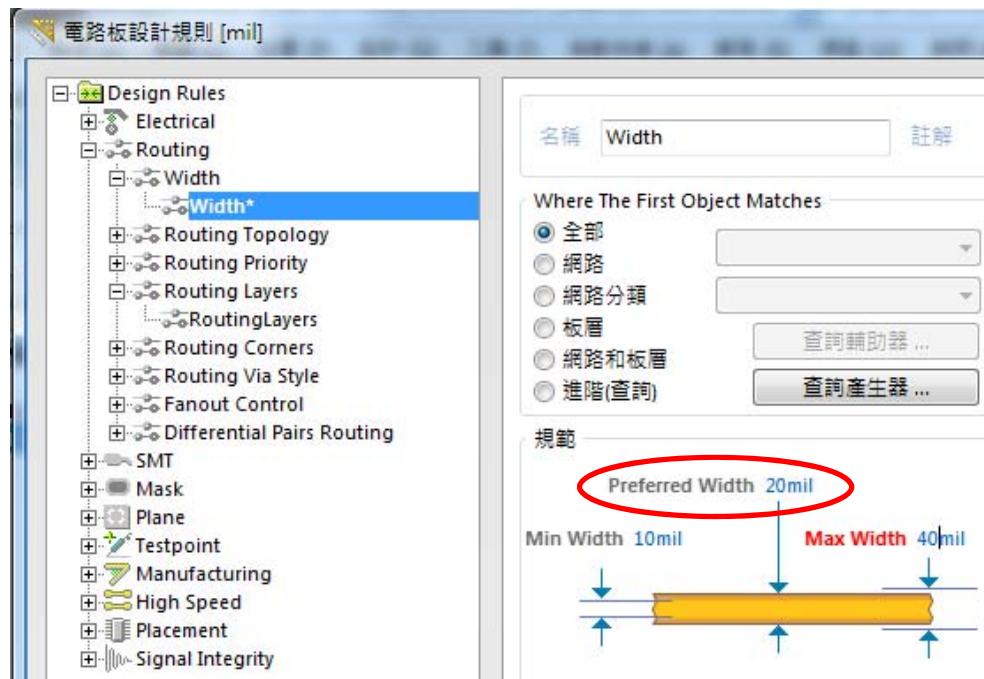




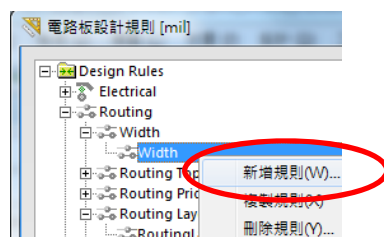
2. 啟動 **設計(D)/設計規則(R)** 出現**電路板設計規則** 面板，我們就佈線線寬設計規則設定如下：

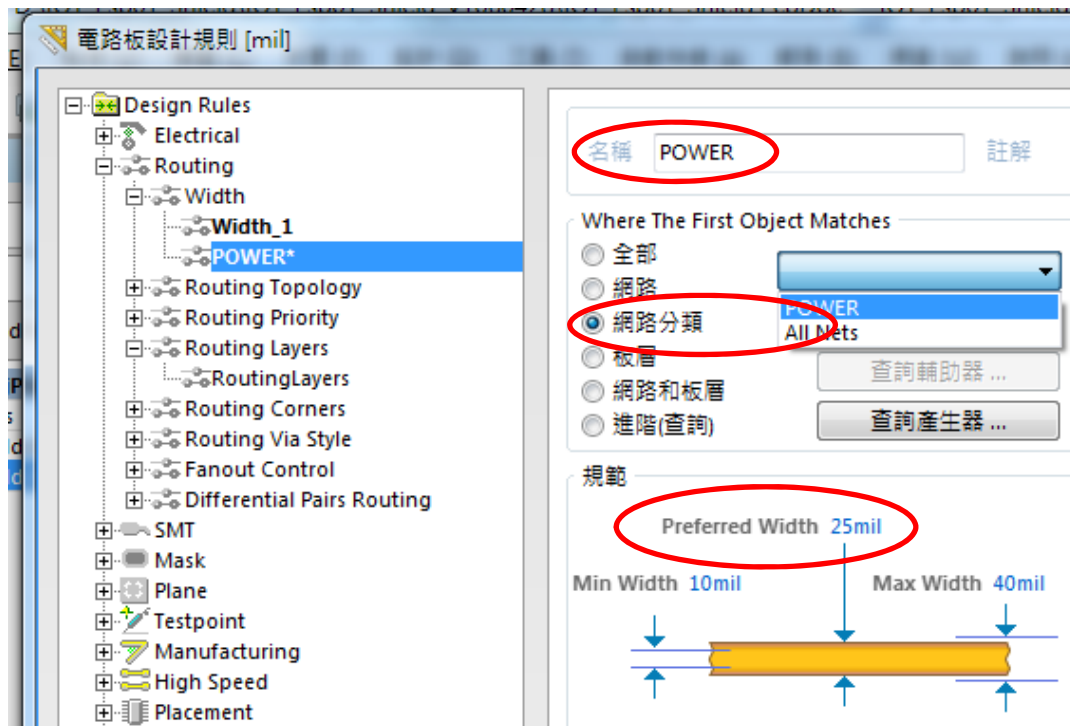


設定一般跑線線寬如下圖

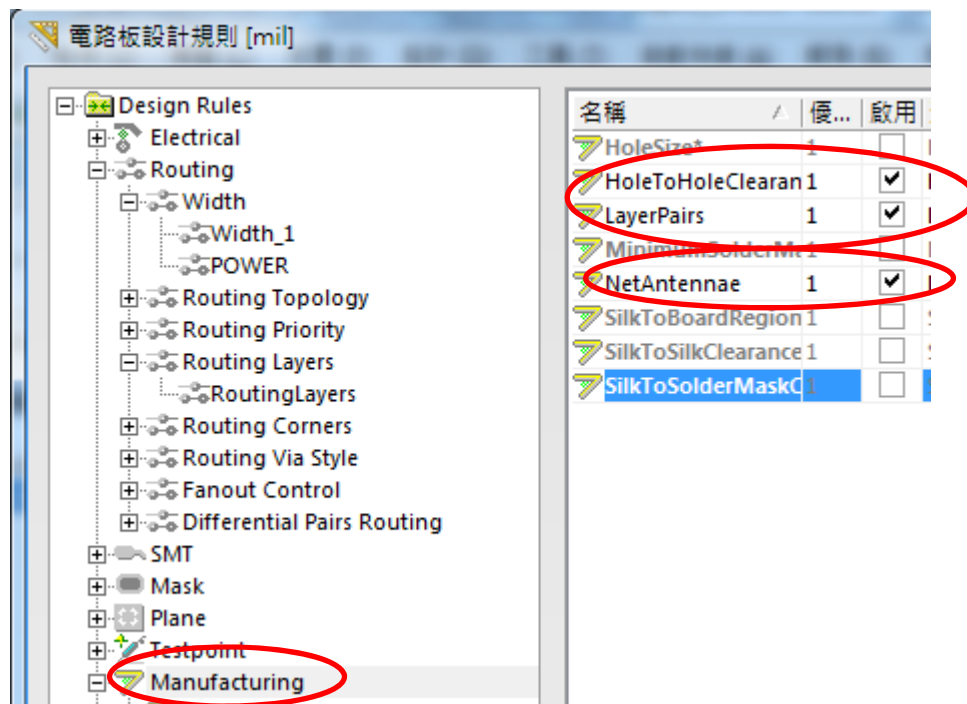


接著設定電源相關跑線之線寬如下圖

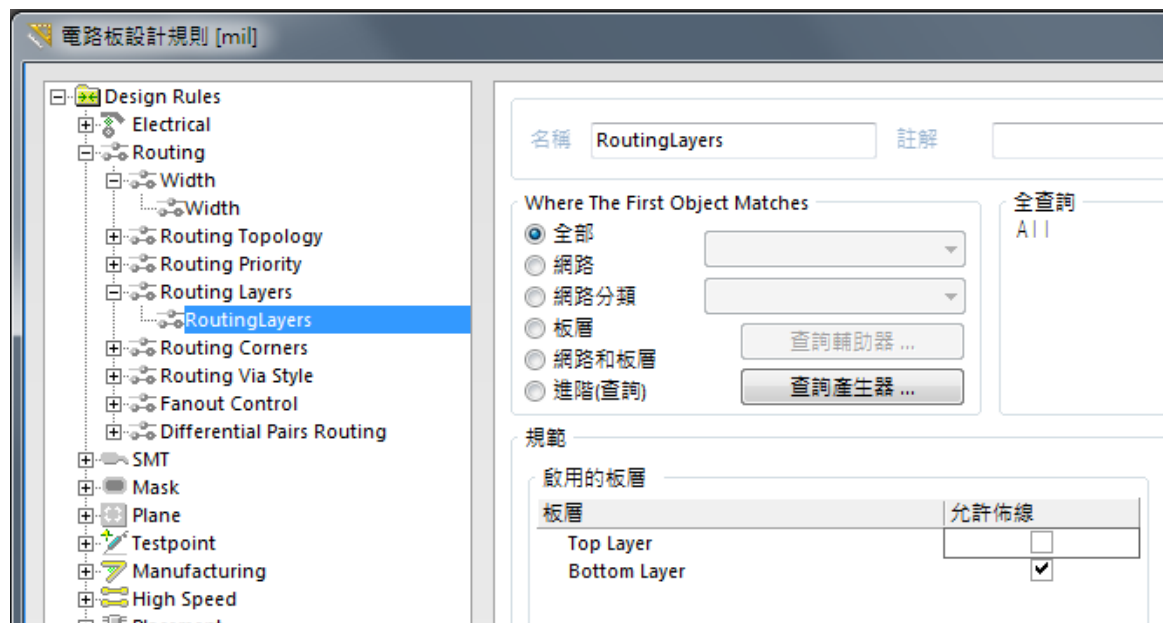




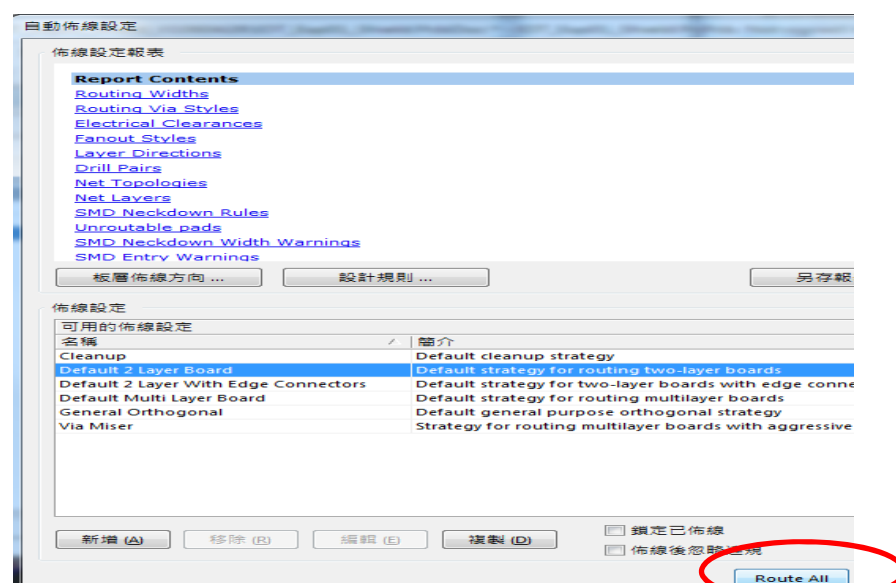
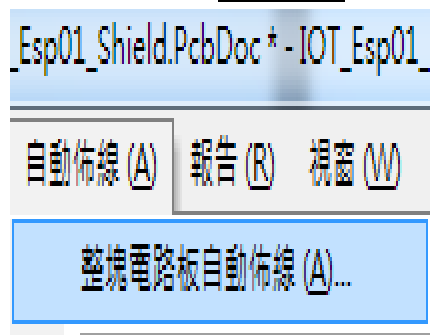
3. 製造規則設定如下：2、3、5 請打勾



4.佈線規則如下(因為為單面板)：Top Layer☑內之打勾取消

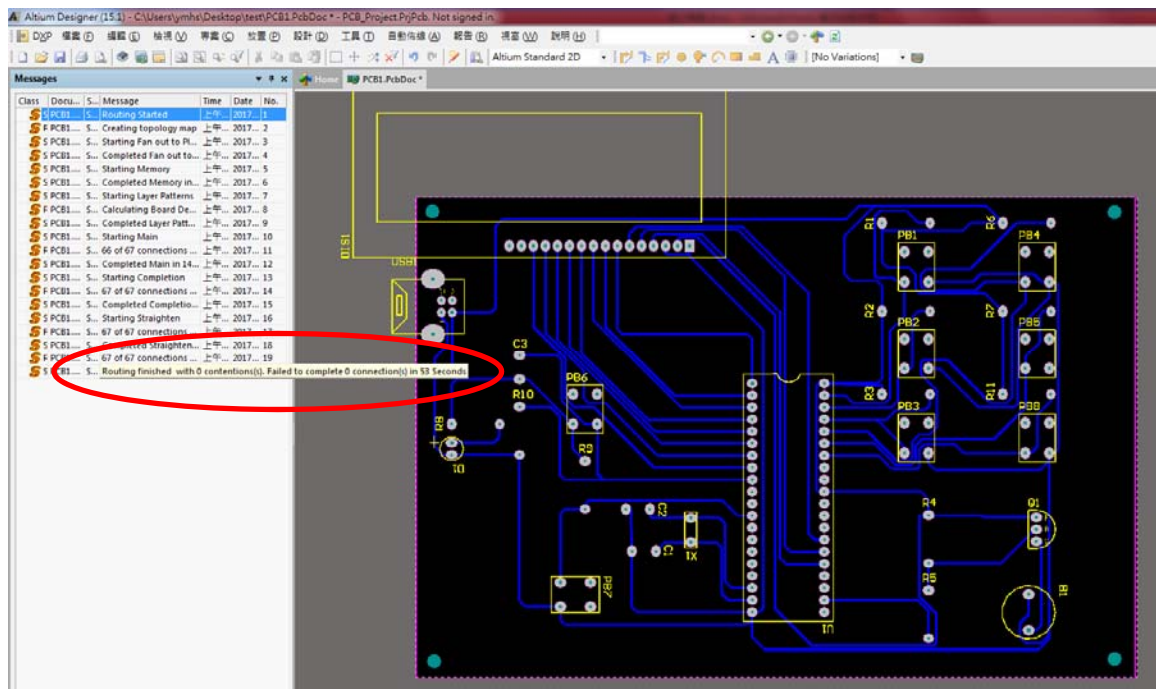


5.自動佈線：啟動功能表下 **自動佈線(A)/整塊電路板全部佈線(A)**，即可啟動自動佈線設定，再按 **Route All** 可完成





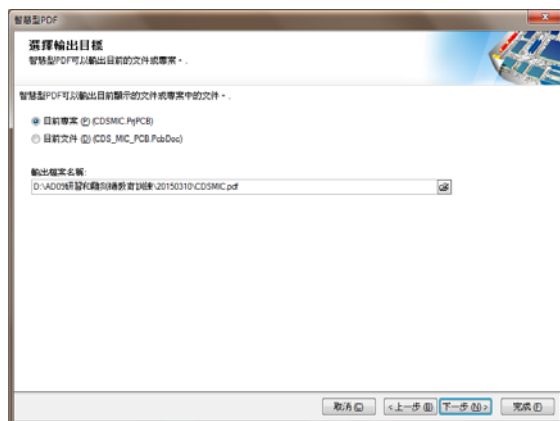
6.完成佈線：必須在左側的 Messages 視窗裡看到最後一個完成訊息「Routing finished with 0 contentions. Failed to complete 0 connections in 53 seconds.」, 其中要有「兩個 0」, 才表示規劃的佈線沒有重疊的情形發生。



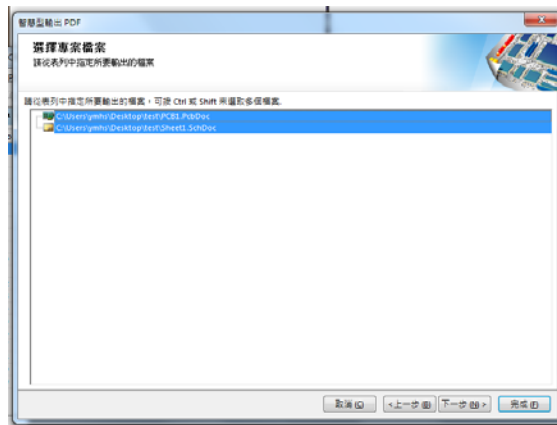
五、檔案/智慧型輸出 PDF(M) (做報告與訂材料用), 選 檔案/智慧型輸出 PDF(M)



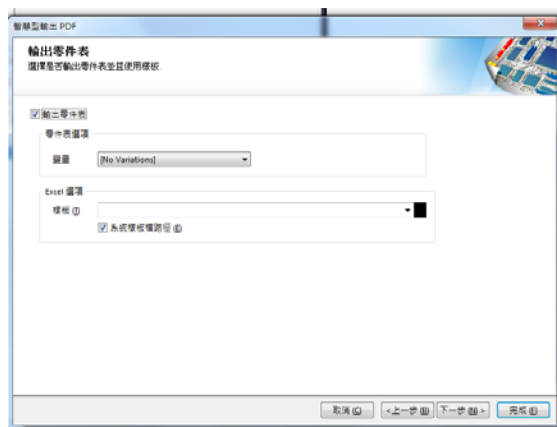
畫面(直接使用), 再按下一步



畫面(直接使用), 再按下一步



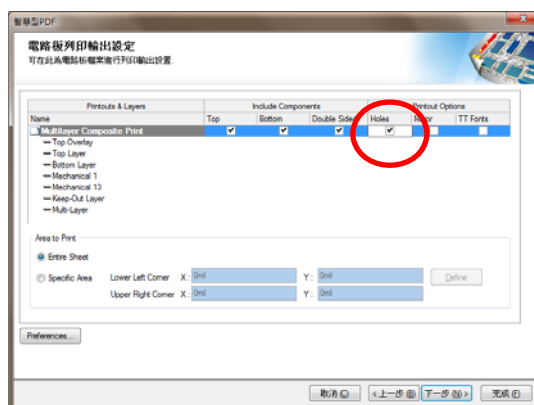
畫面(直接使用)，再按下一步



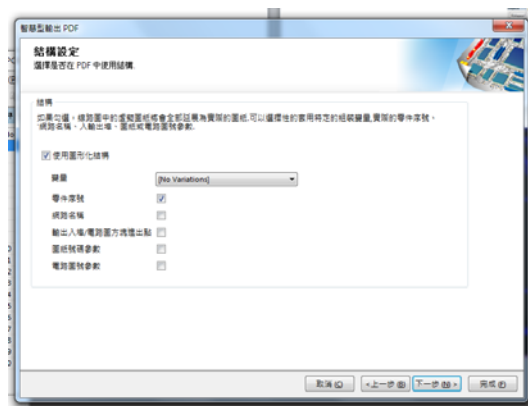
畫面(直接使用)，再按下一步



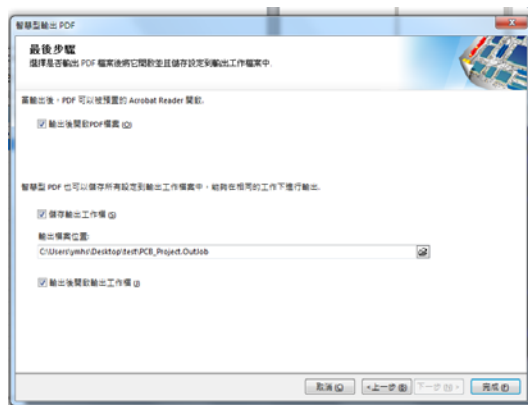
畫面(直接使用)，再按下一步



畫面，(其中 Holes 下面要☑)

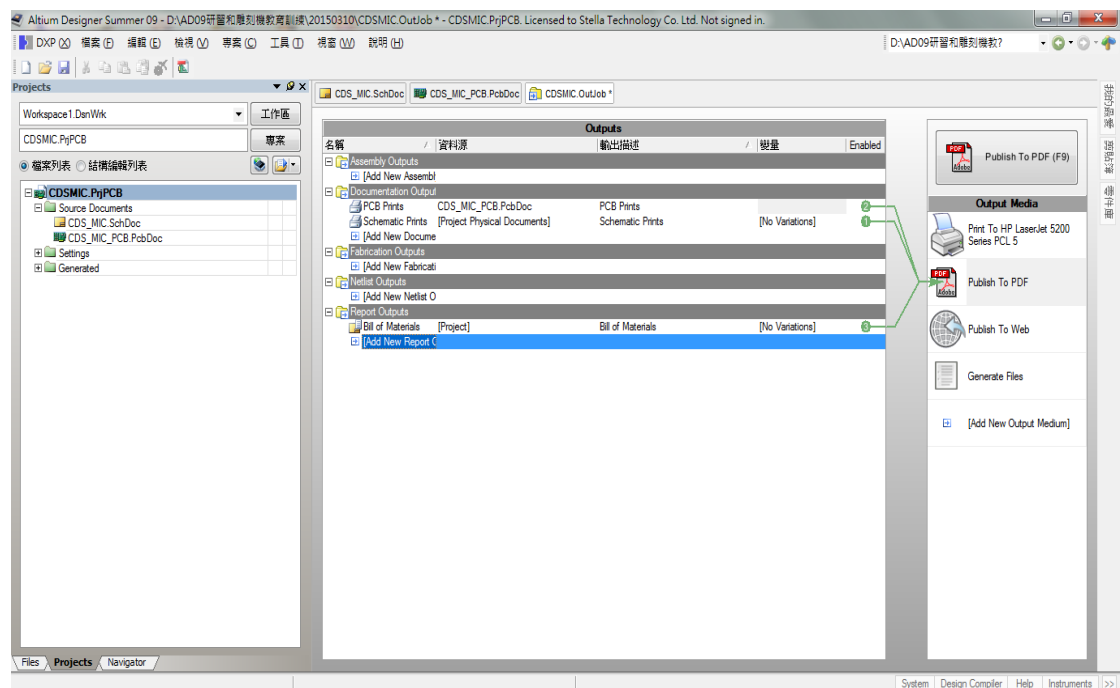


畫面(直接使用)，再按下一步



畫面(直接使用)，再按下一步

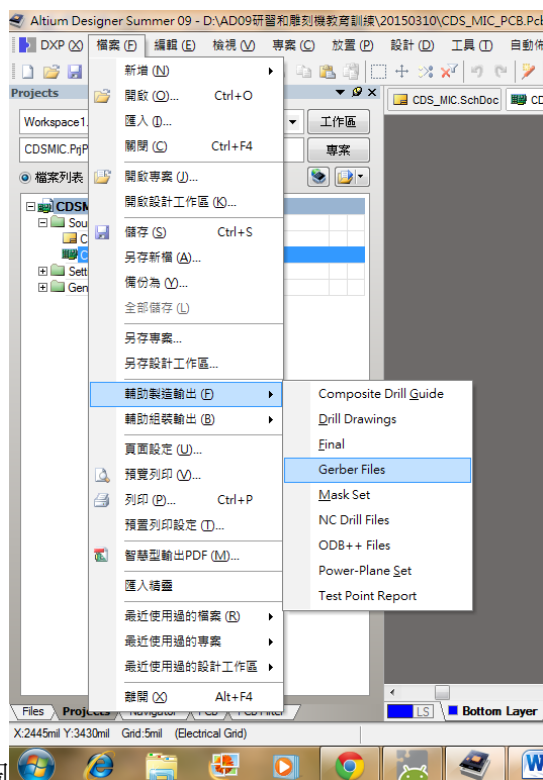
就可完成如下圖



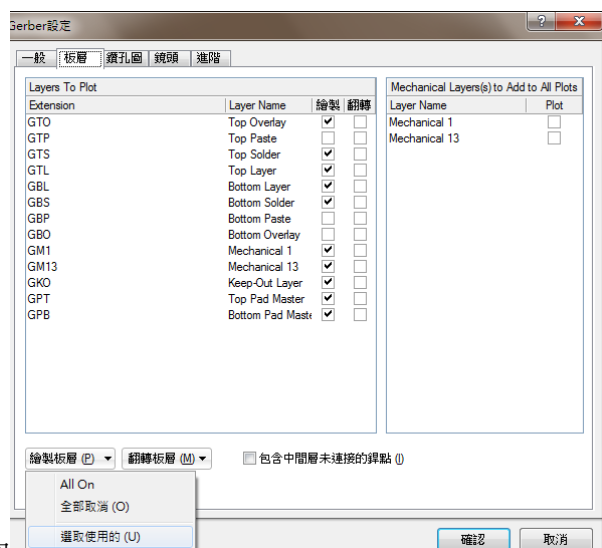
所示，之後，可以列印出來當參考資料了。

## 六、檔案/輔助製造輸出(F)

為了可以讓雕刻機製造電路板，我們必須把畫好的電路圖與 PCB 圖轉成 Gerber Files 以方便驅動雕刻機；在 PCB 面板設計下選 **檔案/輔助製造輸出**。

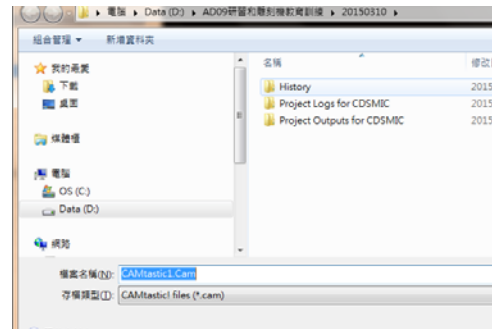
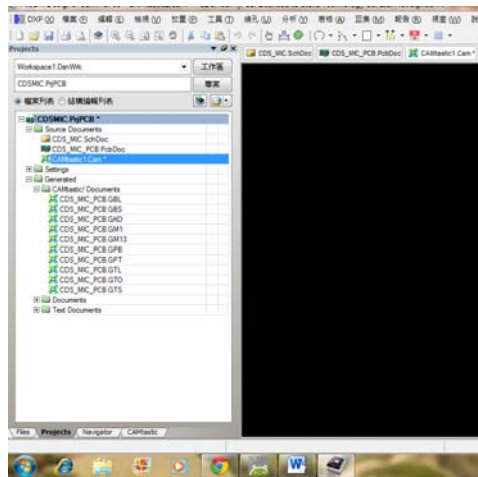


如圖 (F)/ Gerber Files 所示，然後出現



另一個對話盒如圖所示，選 **板層** 標籤，然後在 **繪製板層(P)** 鈕按一下選 **選取使用的(U)**，就會出現如圖的 ☒ 項目，再按**確認**之後，在專案欄就會產生相關的 Gerber Files(如下圖所示)，這些檔案會統一放在 Project Outputs for CDSMIC 檔案內，記得要存檔，然後用隨身碟儲存如右下的 Project Outputs for CDSMIC 檔案，再去雕刻機執行雕刻。

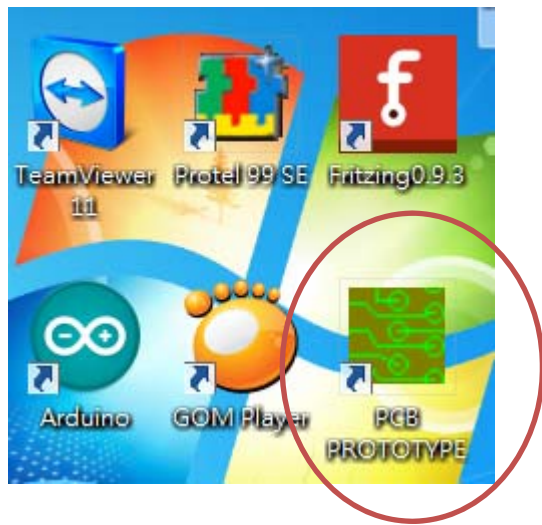




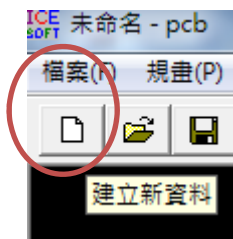
利用 **檔案/輔助製造輸出 (F)/NC Drill Files**，出現一個 NC 鑽孔設定盒，什麼都不用選，直接按**確認**鈕，鑽孔檔：**檔名.TXT**，會自動加入 Project Outputs for CDSMIC 檔案內，再去雕刻機執行雕刻。

說明:以下是示範單面板的雕刻機設定教學

一、桌面雙擊開啟 EP42\_AUTO\_雕刻機專用之 PCB PROTOTYPE 程式



二、建立新資料

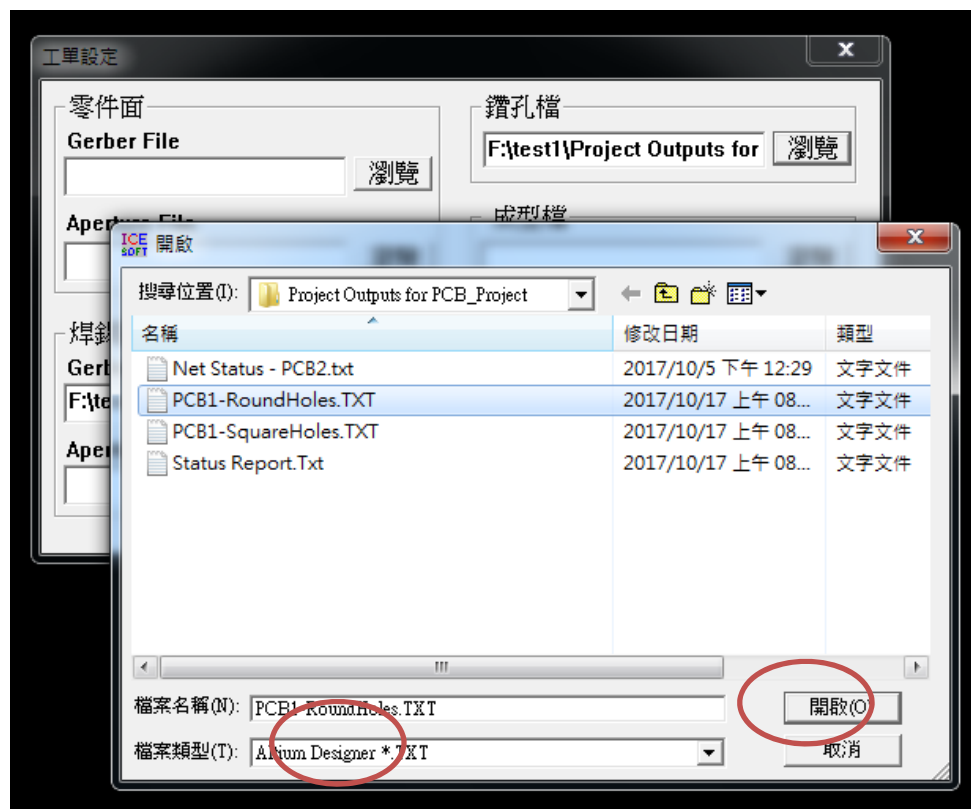


會直接進入 工單設定 視窗，因為是單面板的雕刻機設定→所以[零件面]無須設定

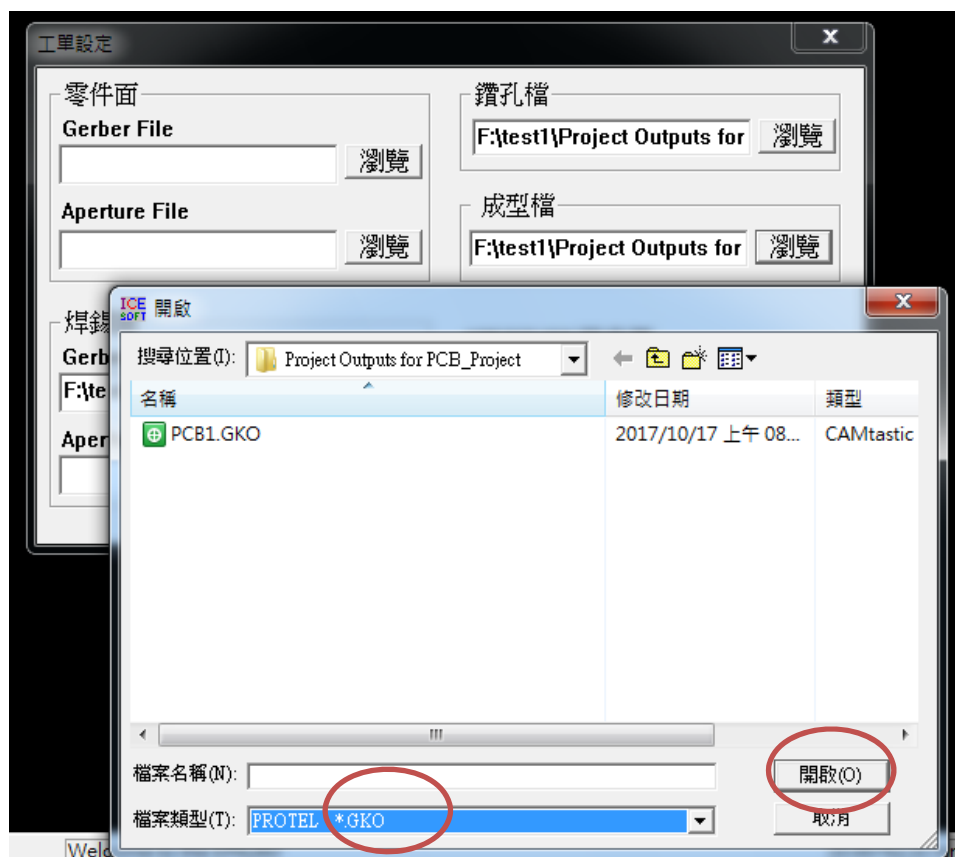
(一) 直接設定[焊錫面]，點選[瀏覽]指定底面 Bottom (\*.GBL) 即可  
技巧:直接按下檔案類型→直接選取(\*.GBL)，如圖



(二) 接著設定[鑽孔檔]，點選[瀏覽]指定圓孔鑽孔檔(\*-RoundHoles.TXT) 即可。

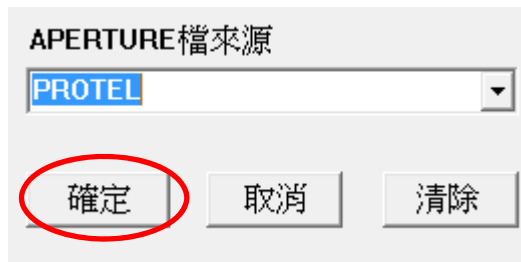


(三) 接著設定[成型檔]，點選[瀏覽]指定外框成型檔(\*.GKO) 即可

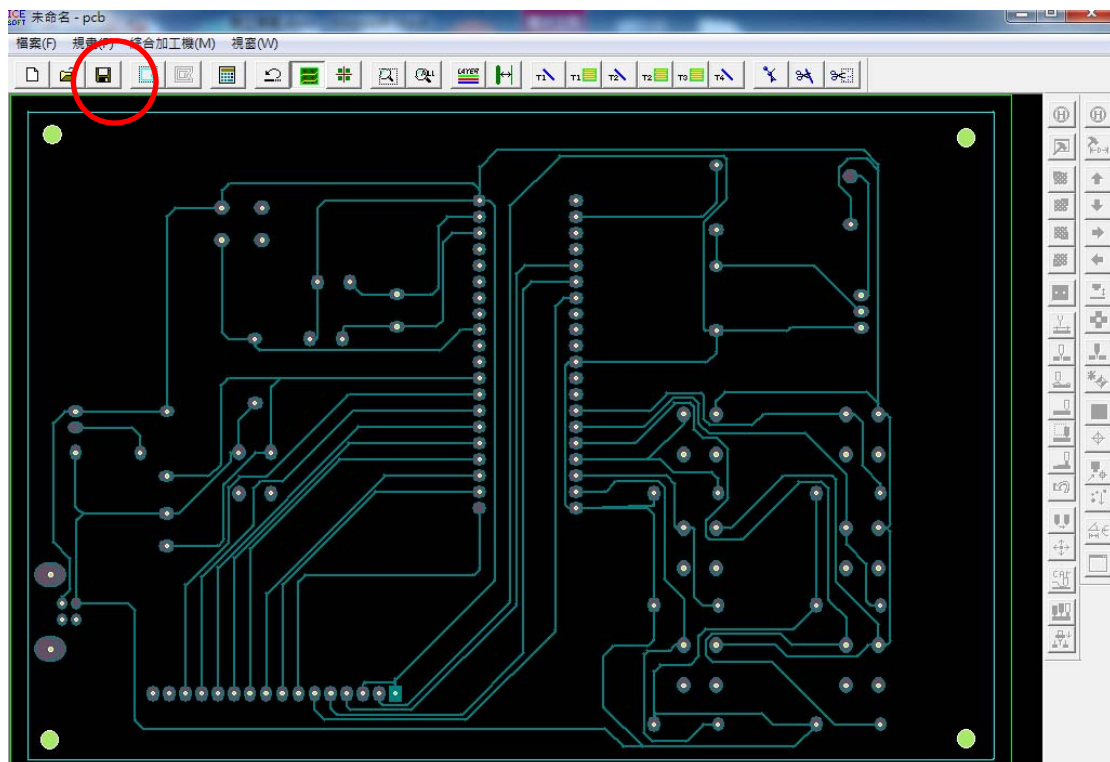


(四) 工單設定 完成→按下[確定]後→出現 PCB 線路，如圖

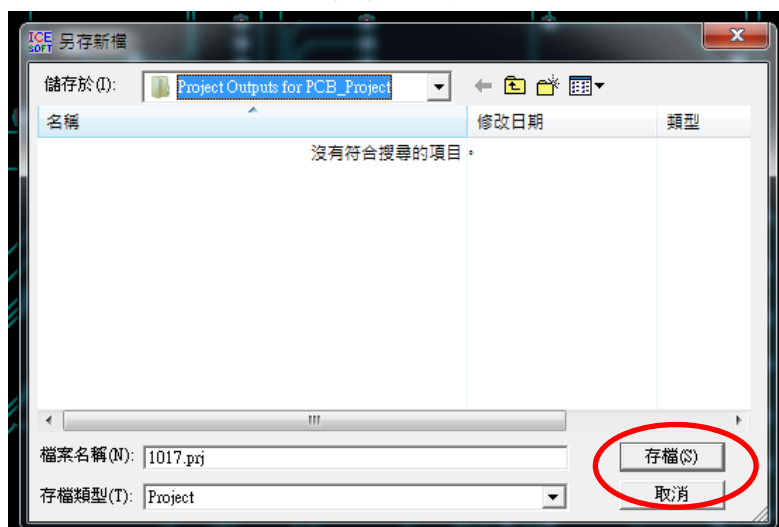
1.按下[確定]後



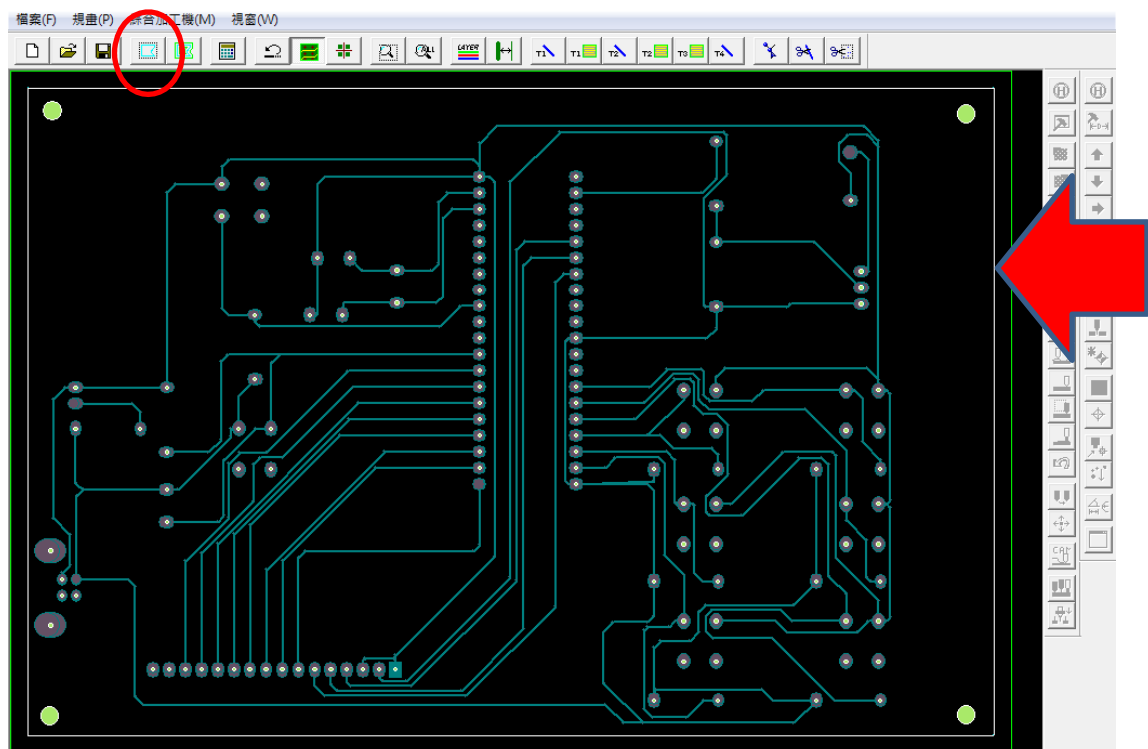
2.出現 PCB 線路，如圖



3.建議可直接進行[檔案儲存]，下次要雕刻的話可直接取用。



三、選取成型資料，選取內框，出現+號使用左鍵選取內框，如箭頭所示，反白後，在按下右鍵(確定)。

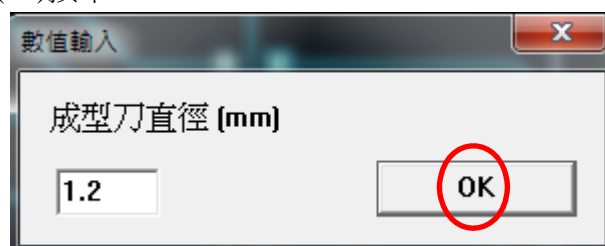


四、選取成型資料偏移計算

(一) 選取成型資料偏移計算

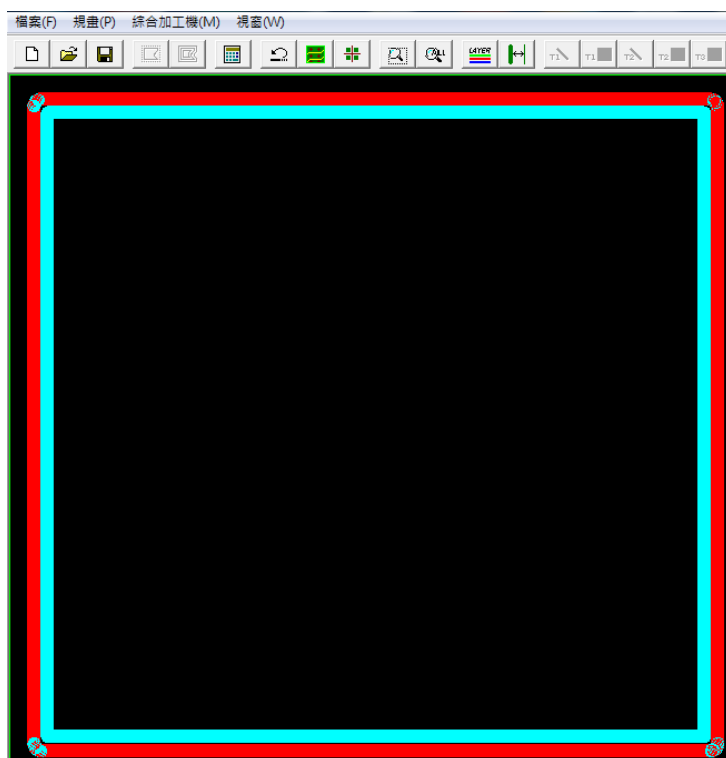


(二)按下 OK

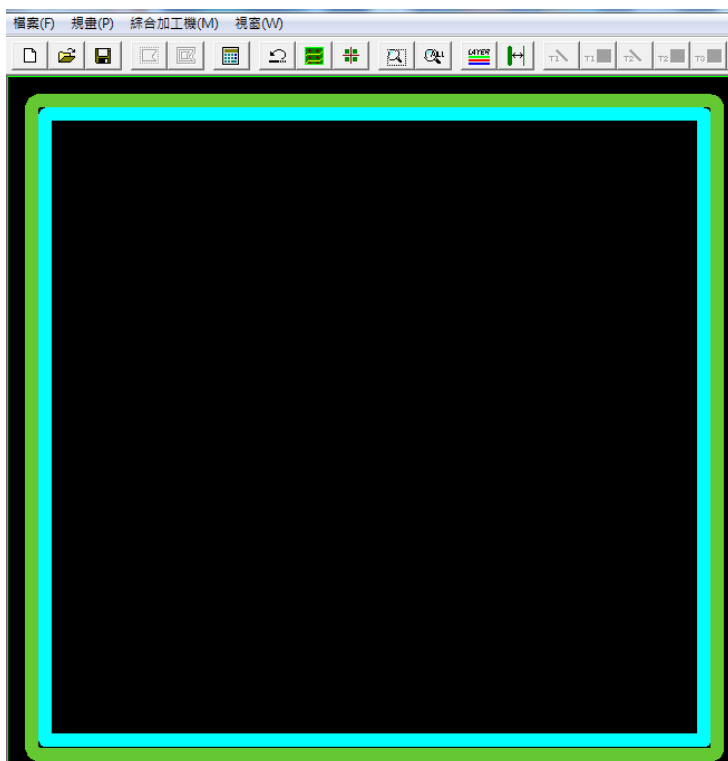


(三) 並先使用左鍵出現+號選取外框，外框由紅變成綠色後，再按下右鍵(確定)。

### 1.先使用左鍵出現+號選取外框

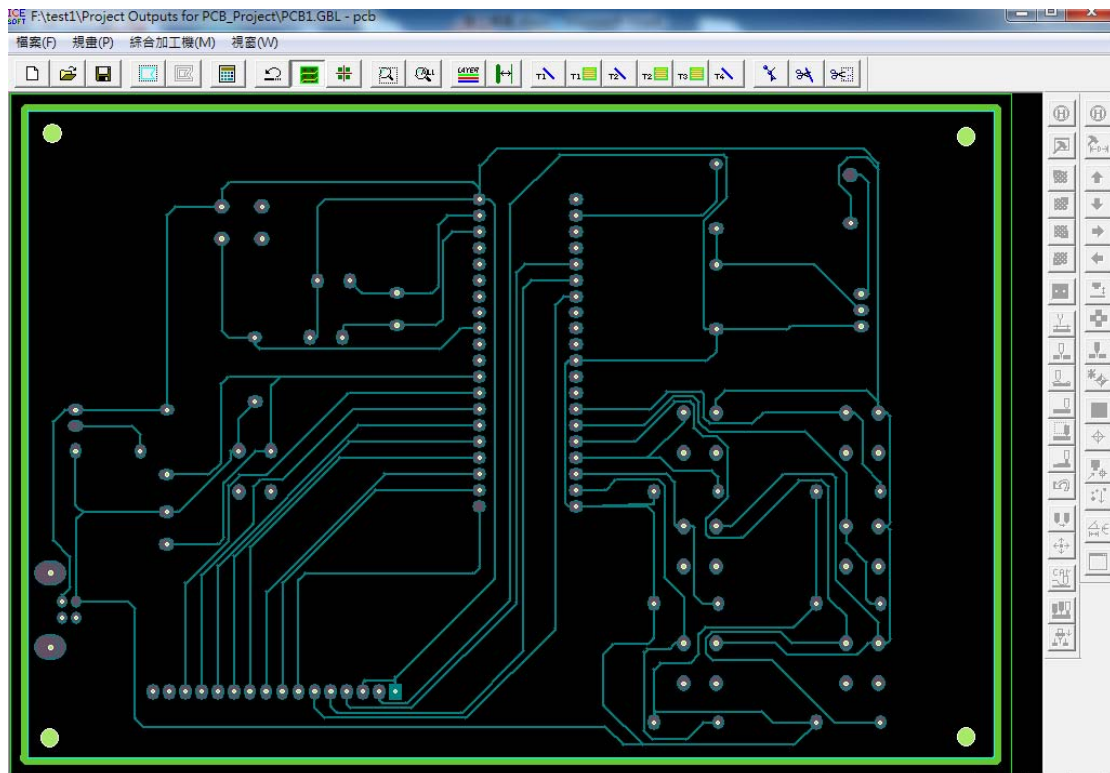


### 2.外框由紅變成綠色後



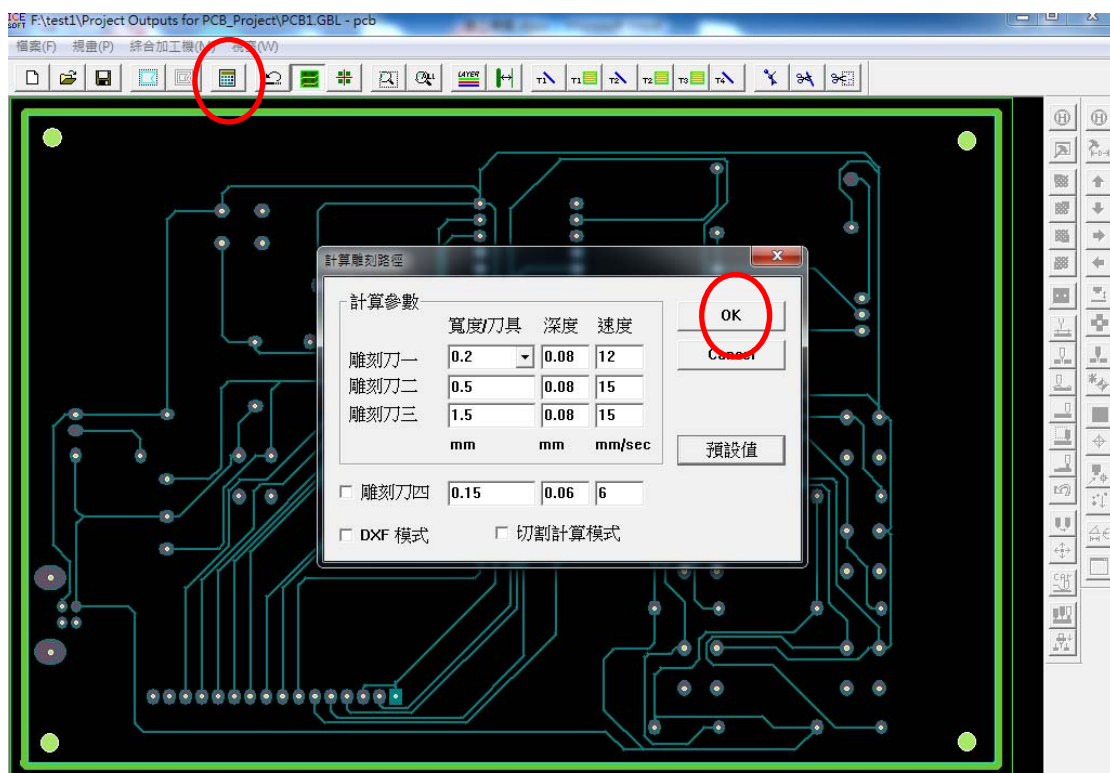


3.再按下右鍵(確定)→完成後如下圖所示



## 五、計算雕刻路徑

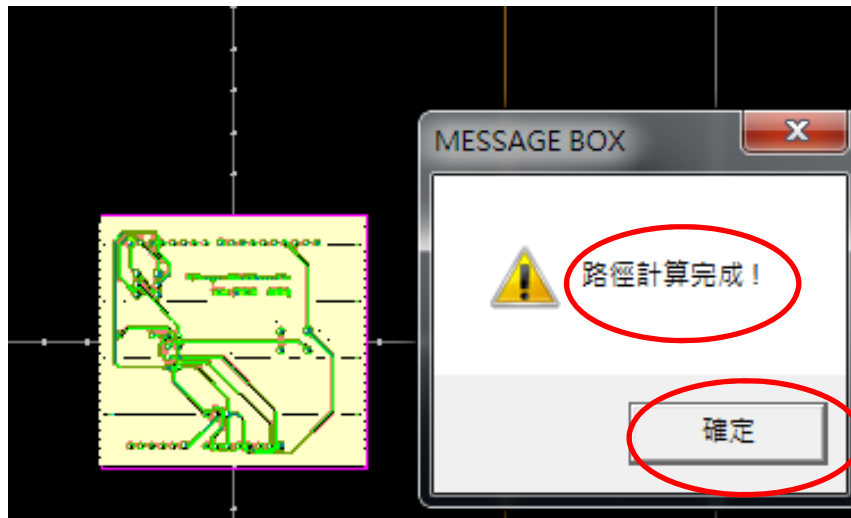
(一)按下[計算雕刻路徑]鈕，按下 OK



(二)程式自動開始進行計算

(三)樣板路徑產生

(四)當顯示[路徑計算完成]→即為隔離線(跑線)已經設定完成。



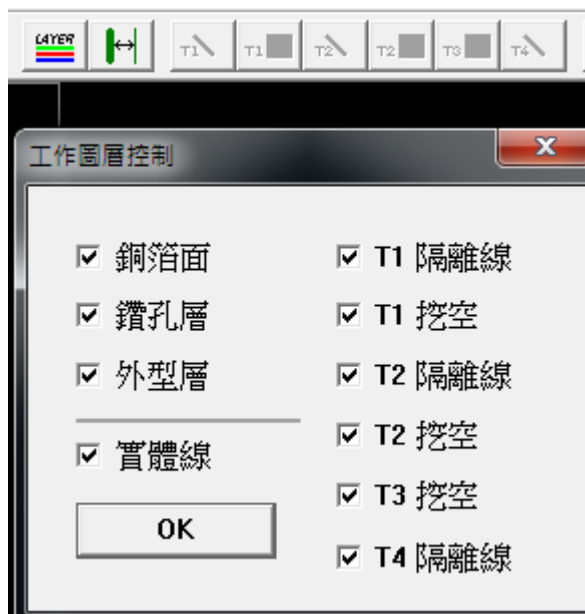
(五)按下[確定]

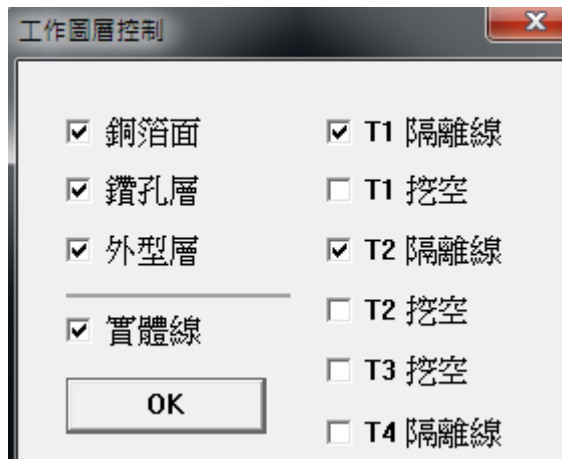
## 六、顯示圖層設定

(一)進入[顯示圖層設定]



(二)若想板子整塊挖空，則 T1-T4 全部選取，如圖





但若是想節省時間，則保留 T1 與 T2 隔離線即可，如圖

(三)按下 OK，完成[圖層設定]

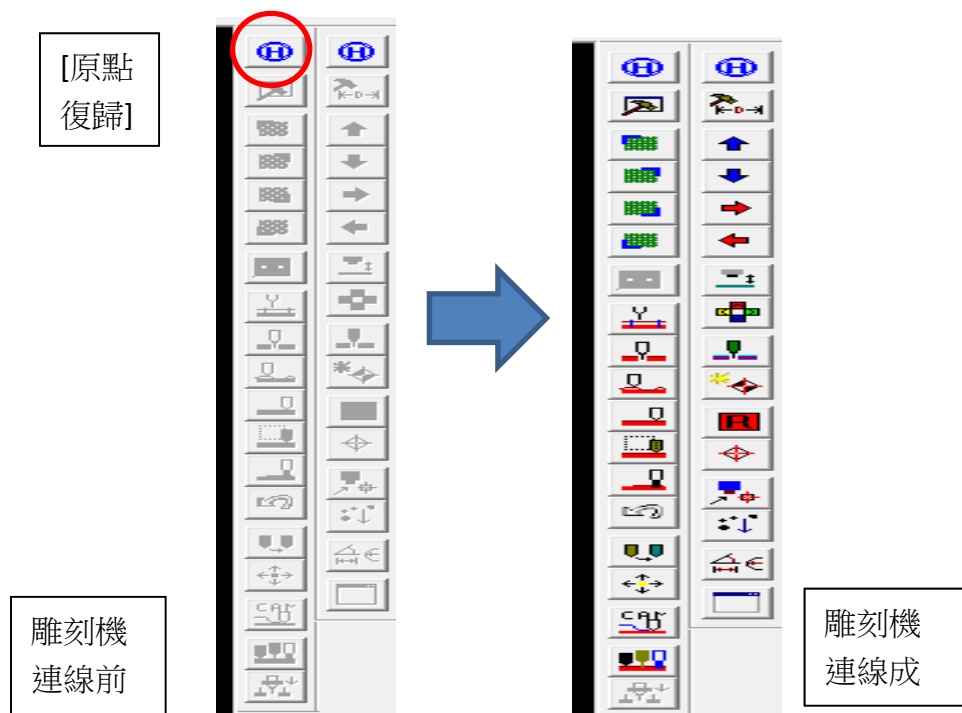
## 七、與雕刻機進行連線

(一)按下任一個[原點復歸]鍵→即可與雕刻機進行連線

(注意:雕刻機電源必須已經開啟)

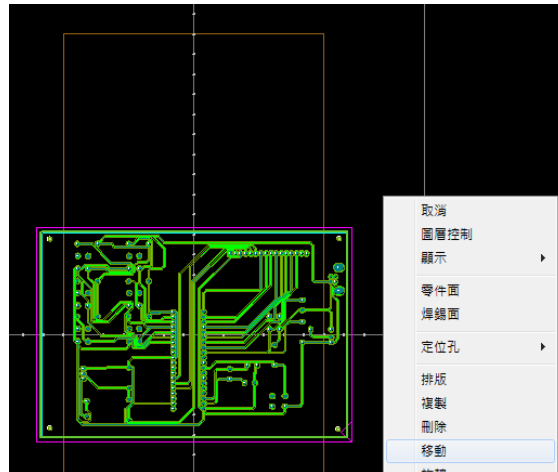
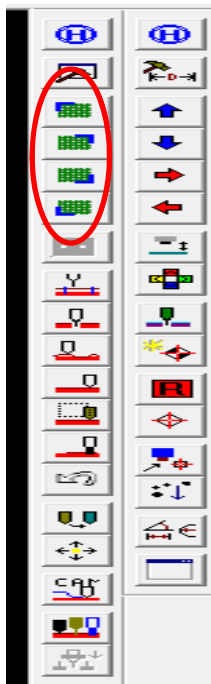


(二) 雕刻機進行連線成功後，按鈕會由[灰色]變成[彩色]，表示連線成功，如圖：

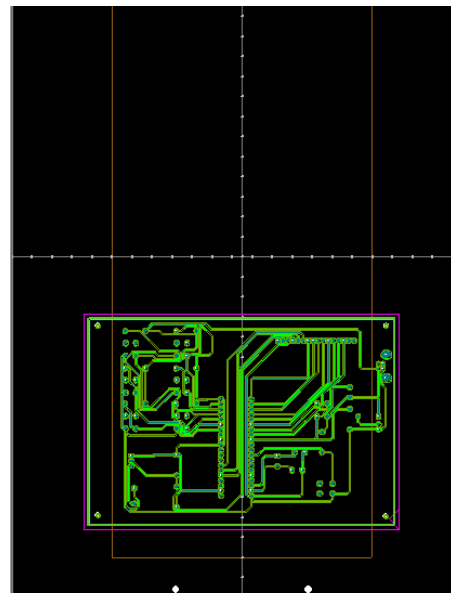
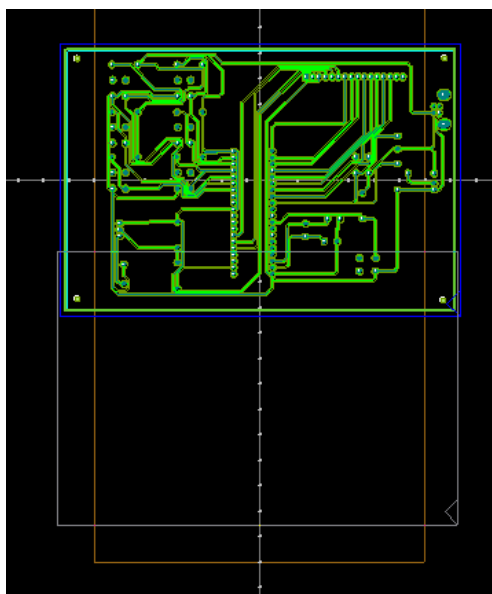


(三) 先確認電路圖所放置的位置在雕刻機裡的 PCB 板是有空間可以雕刻的。

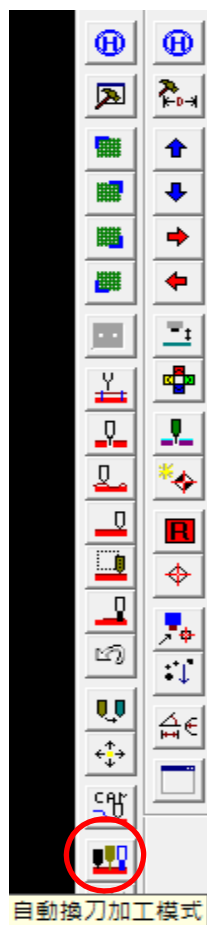
- 1.選擇「檢查左上角」、「檢查右上角」、「檢查右下角」、「檢查左下角」圖示，觀察雕刻機刀具移動的位置下是否有空白區域可以雕刻。



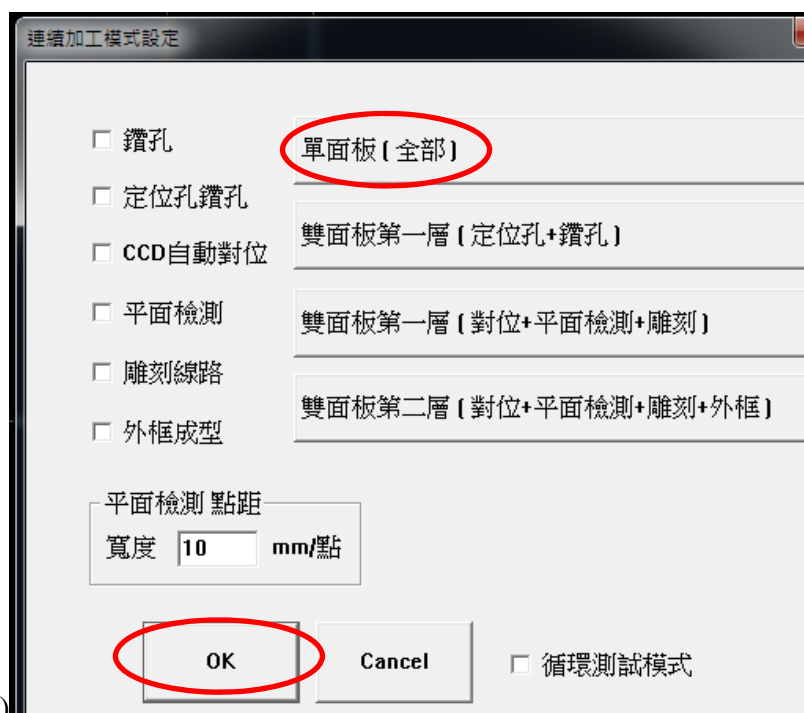
- 2.在 PCB 黑色區域按「滑鼠右鍵」，選擇「移動」，接這利用出現的+將電路板整塊選取起來，並移動至適當位置，並在重新檢查一次雕刻刀是否在「空白」位置。



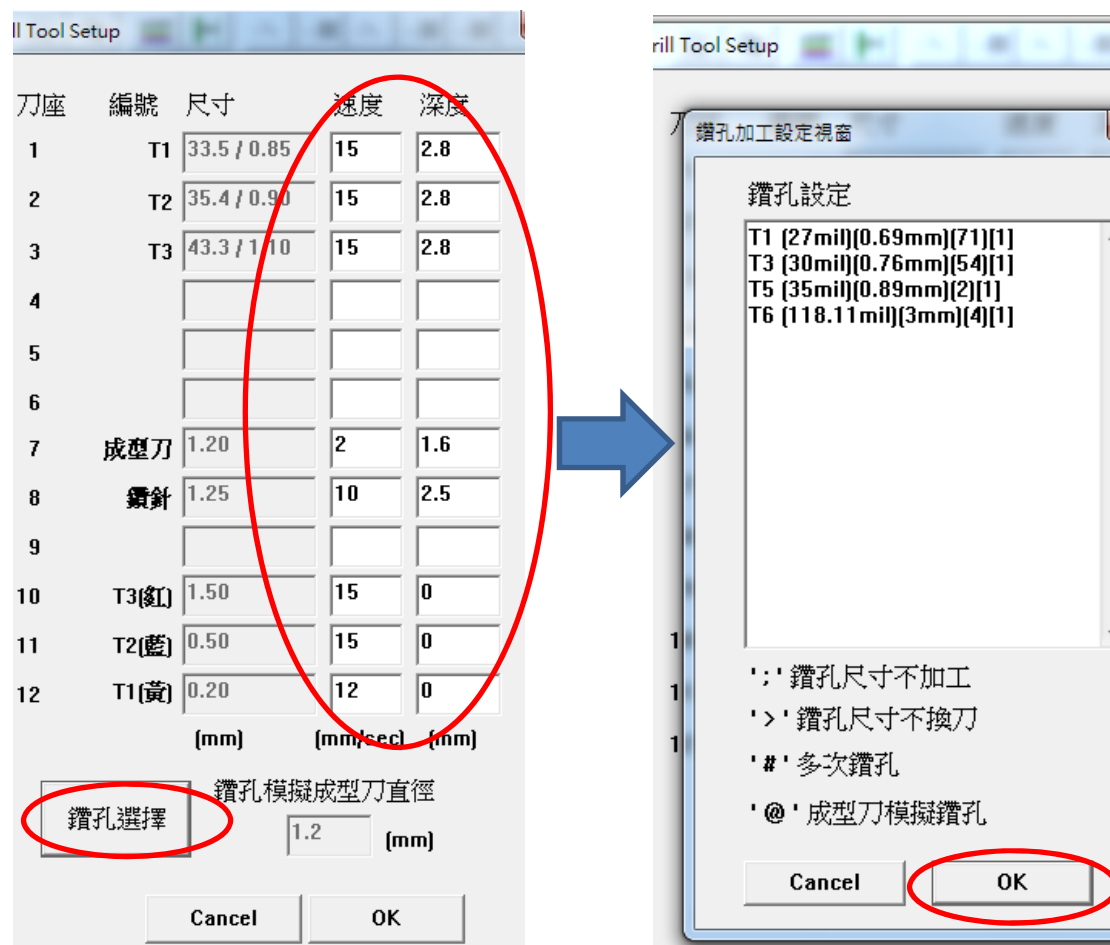
(四)點選自動換刀加工模式



(五) 出現連續加工模式設定，選取單面版(全部)，按下 OK



(六) 出現鑽刀工具設定，請依據下圖「設定」，設好後按下[鑽孔選擇]



(七) 鑽孔加工設定視窗：如圖表示舉例，目前的電路檔需要用到 4 種「鑽孔刀」，請依序安排在雕刻機刀具孔上。

(如果覺得不需要換刀，可在它的標號前加上「>」符號，但是第一把刀不可以加符號，此時可以自己把下一把刀放在第一把刀的位子。)

(八)按下 OK 後，設定完畢→開始進行雕刻。

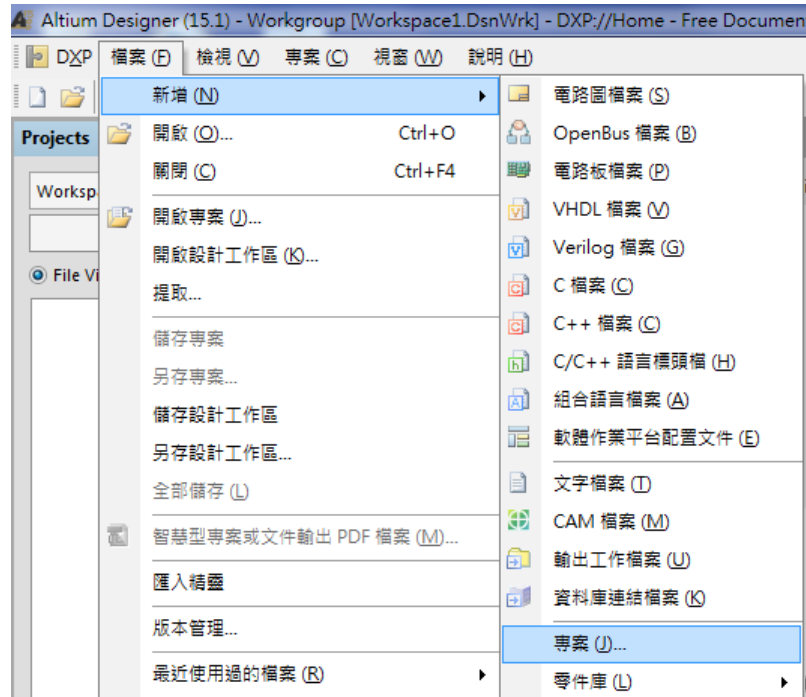


## 「專題製作- Arduino 三合一專題製作」---以雕刻電路板實現

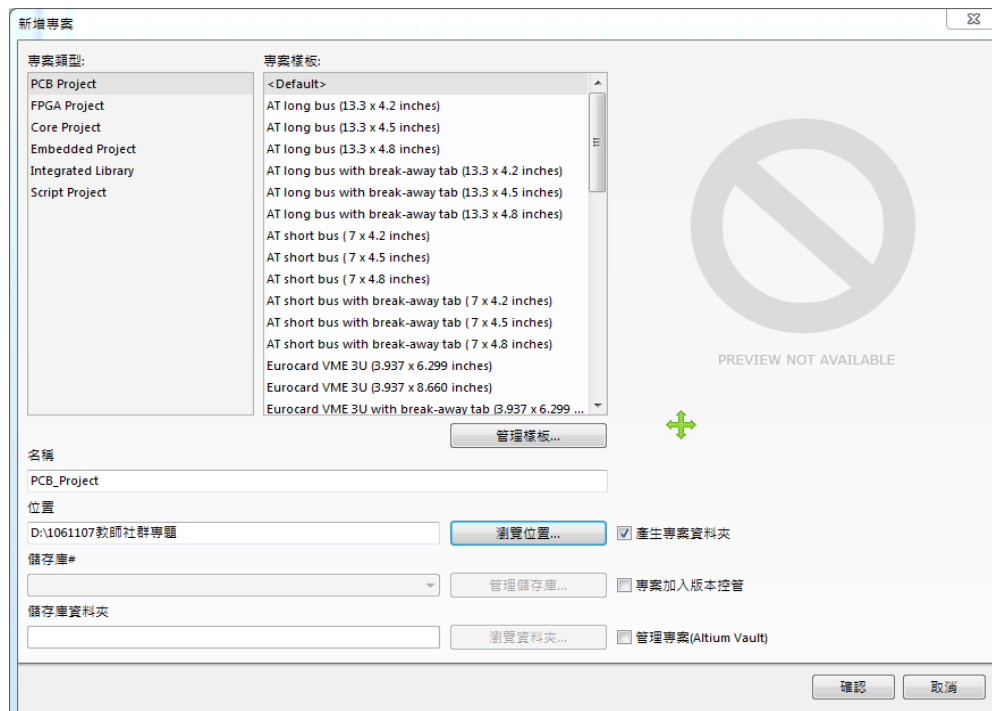
編寫老師：簡樹桐 老師

## 一、建立專案

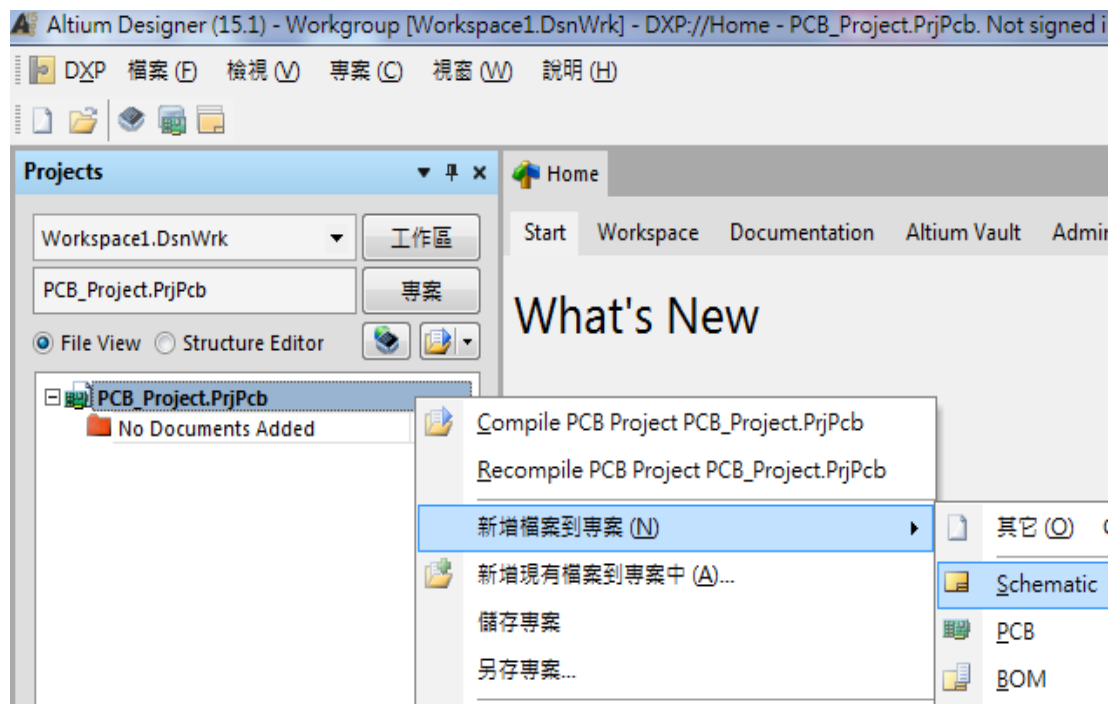
(一)檔案/新增/專案，按下後，會出現新增專案對話盒



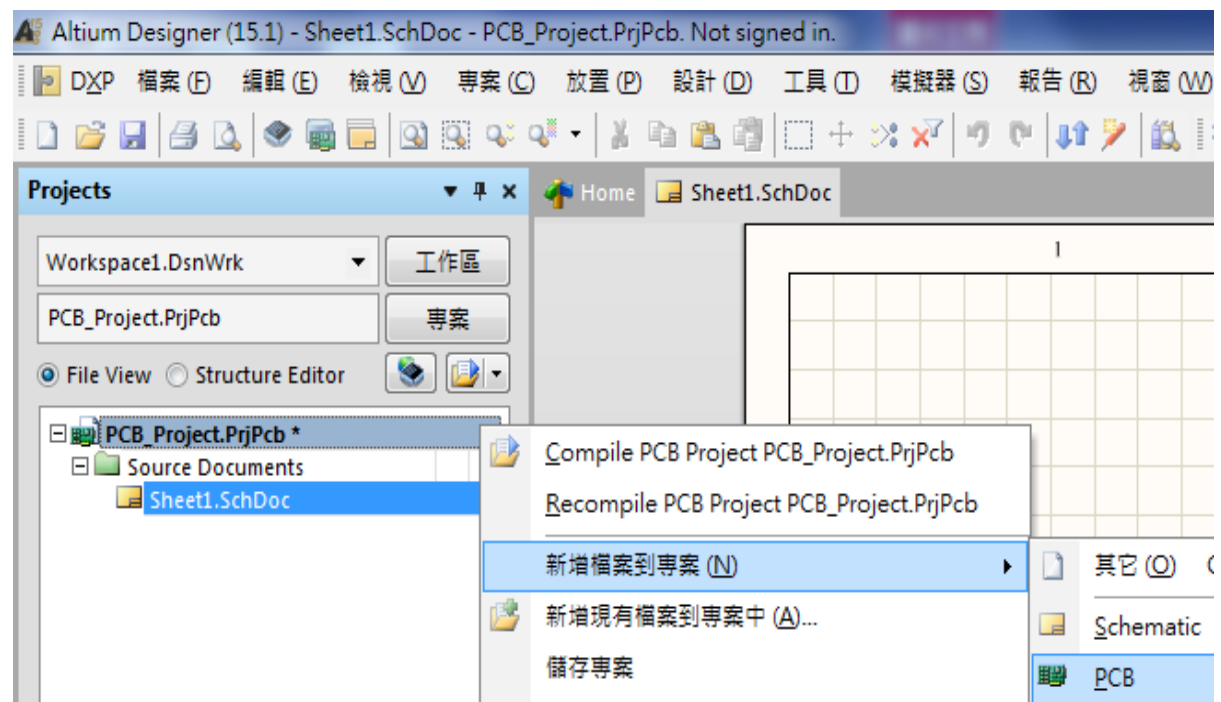
(二)專案類型:選 PCB Project ，位置選好儲存路徑，在此為 D:\1061107 教師社群  
專題



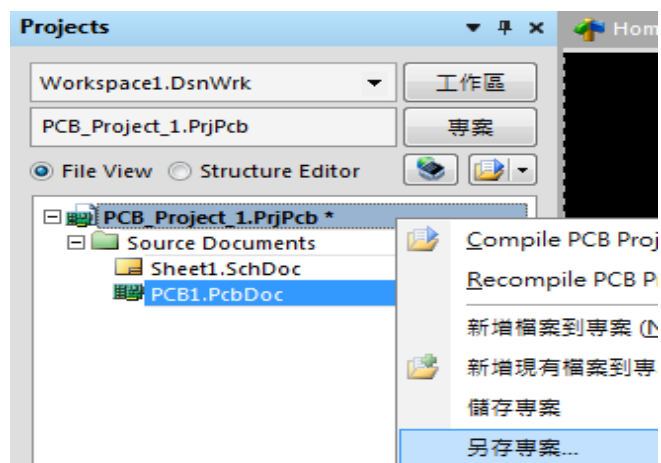
(三)新增電路圖檔案：在 PCB\_Project1.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選[Schematic]



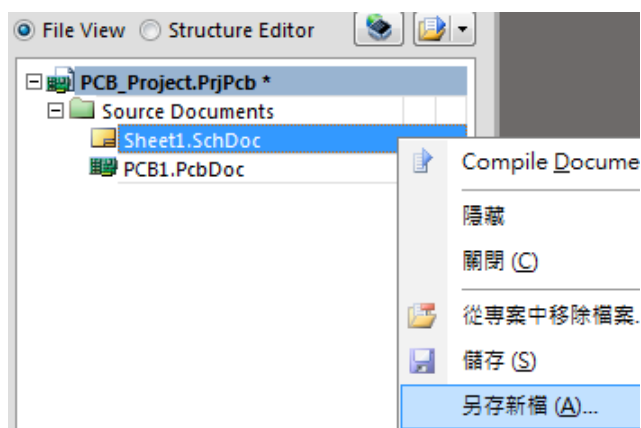
(四)接著新增電路板檔案：在 PCB\_Project1.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選[PCB]



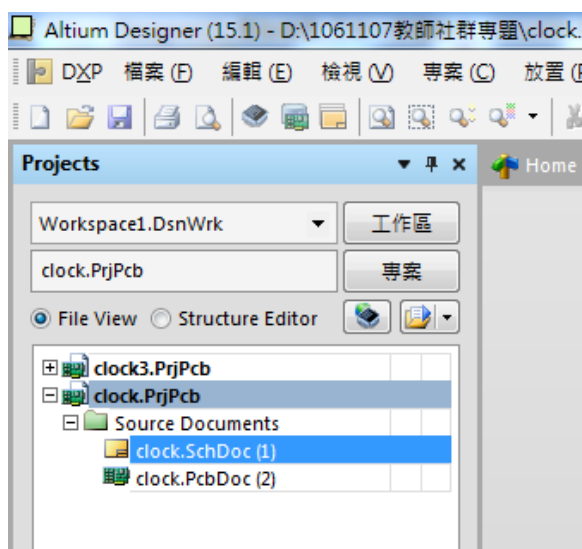
(五)存檔：在 PCB\_Project.Prjpcb 旁出現\*字號，表示未存檔，在 PCB\_Project.Prjpcb 上按另存專案



- 1.存.PcbDoc (檔名自己取；在此為 clock.PcbDoc)
- 2.再存.SchDoc (檔名自己取；在此為 clock.SchDoc)



- 3.最後將 PCB\_Project1.PrjPCB(檔名自己取；在此為 clock.PrjPcb)
- 4.完成後如下圖



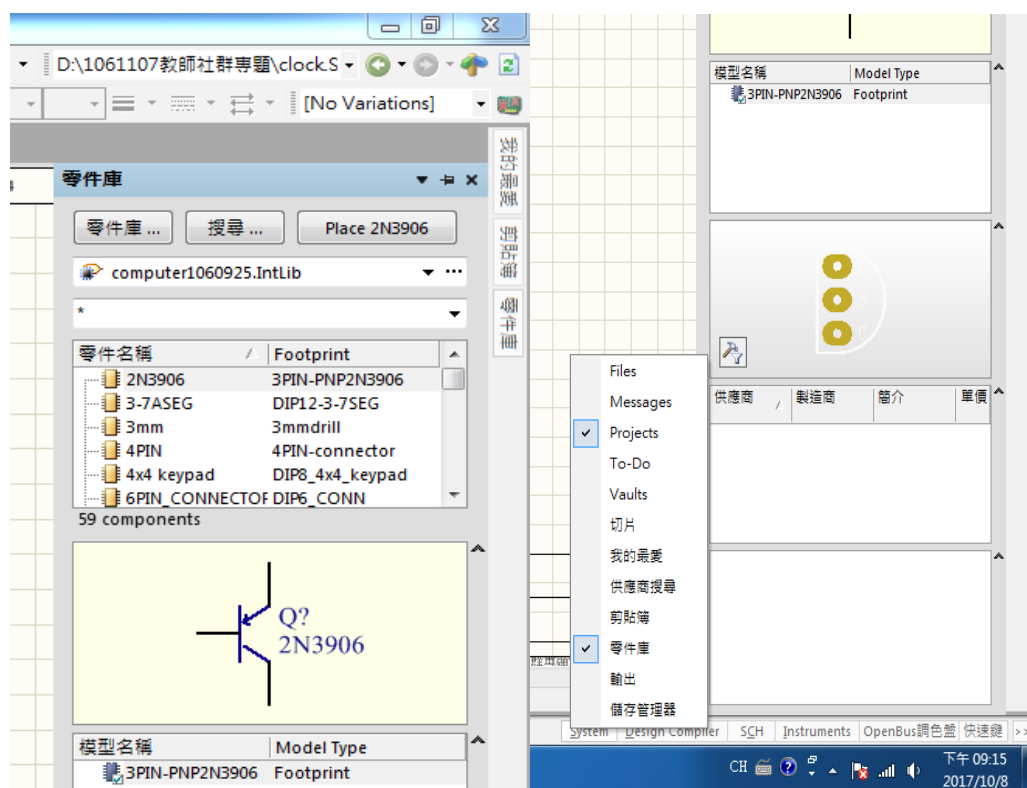
- 5.最後用 Ctrl+S 快速存檔

## 二、零件庫的操作

### (一) [零件庫]的操作的方式有兩種

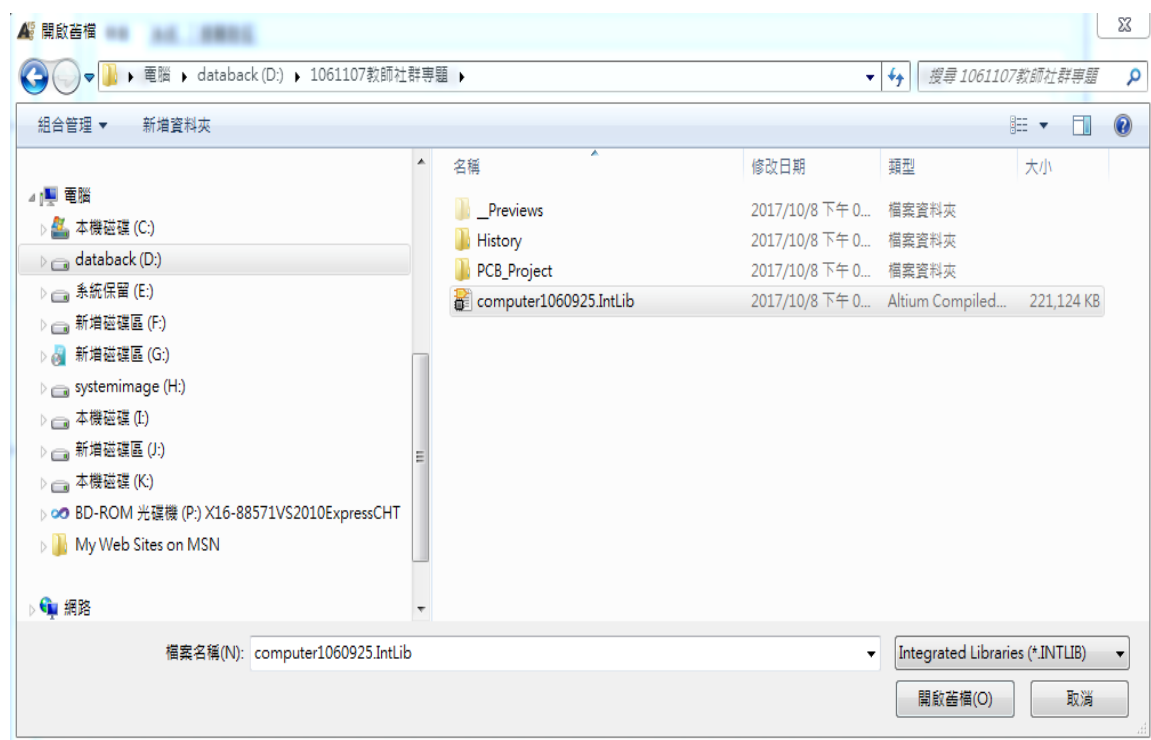
- 停在[零件庫]標籤上一會兒，會彈出零件庫面板，就可操作，移開後自動會消失。
- 在[零件庫]標籤上按一下滑鼠左鍵一下，就可操作面板，不用在[零件庫]標籤上按一下滑鼠左鍵一下就會消失。

### (二) 若不小心關掉零件庫(操作不正確)，可以勾選用編輯區的[system]選項恢復顯示。

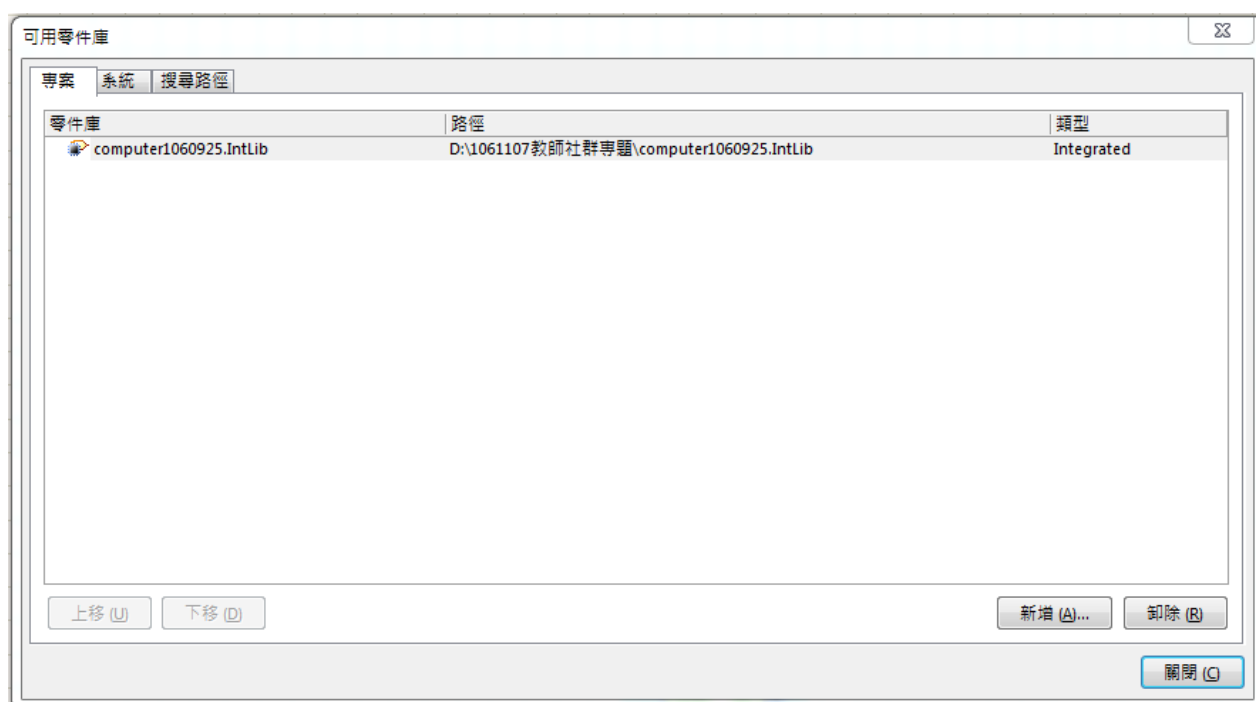


### (三) 零件庫的掛載(.IntLib)：在零件庫面板上，按一下[零件庫]鈕，出現可用零件庫選上面系統的標籤，然後按一下掛載的標籤，出現從檔案掛載...

(四) 指到正確的路徑，按下開啟舊檔就可以了(D:\1061107 教師社群專題  
 \computer1060925.IntLib)，如下圖所示。

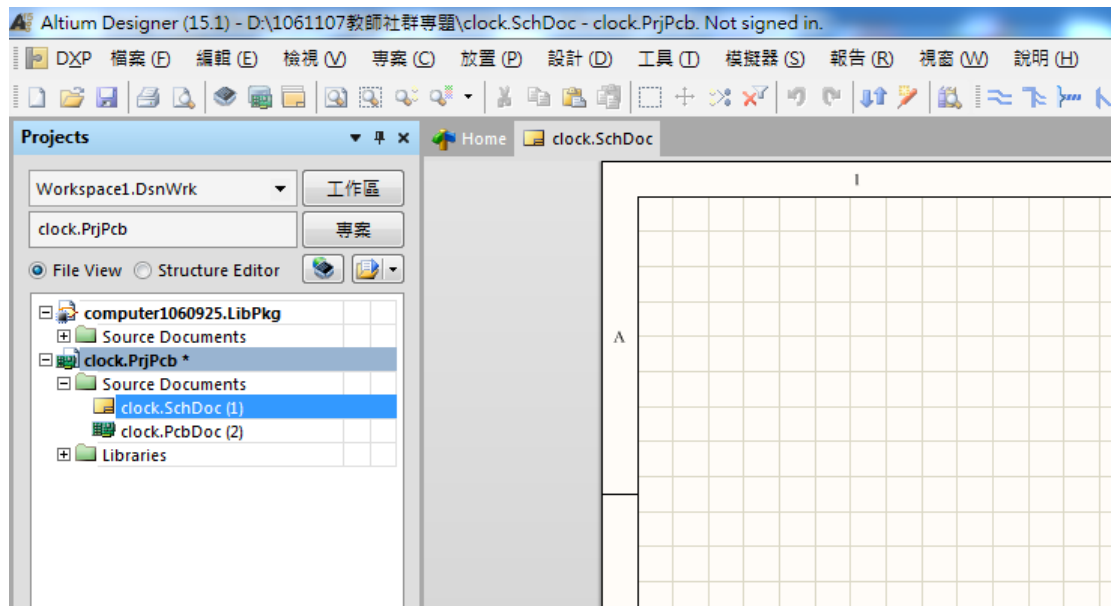


(五) 檢查是否已經掛載完成，出現 computer1060925.IntLib，如下圖所示。



### 三、開始繪製電路圖畫電路圖

(一) 滑鼠左鍵點擊 clock.SchDoc，出現 SchDoc 圖紙如右下圖

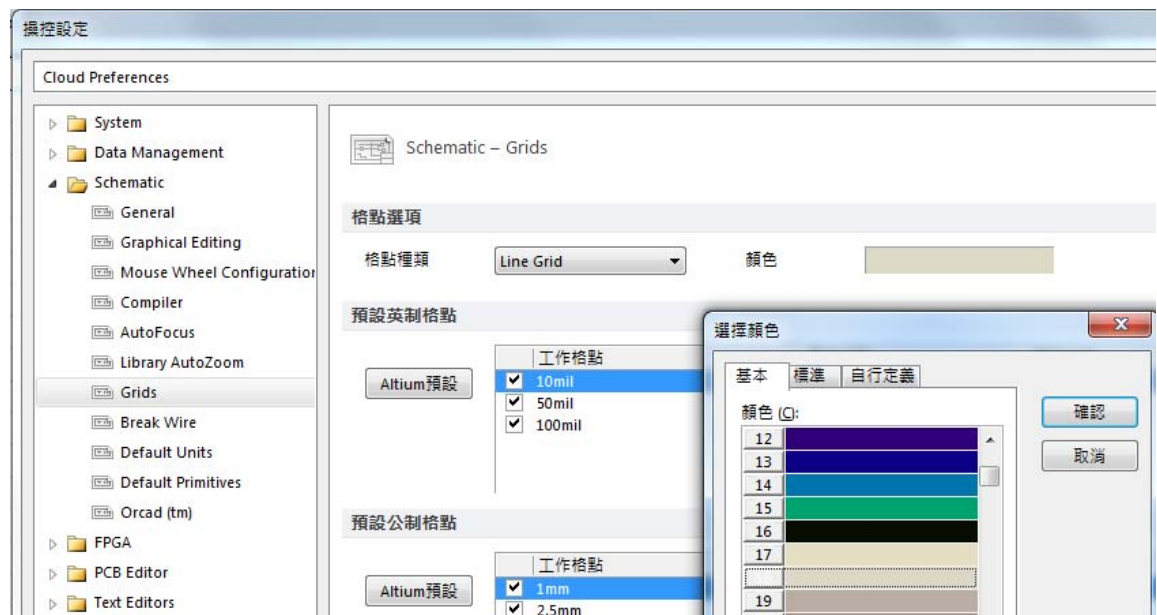


(二) 圖紙格線的設定：(因個人需要而定)利用 工具(T)/電路圖操控設定(P)

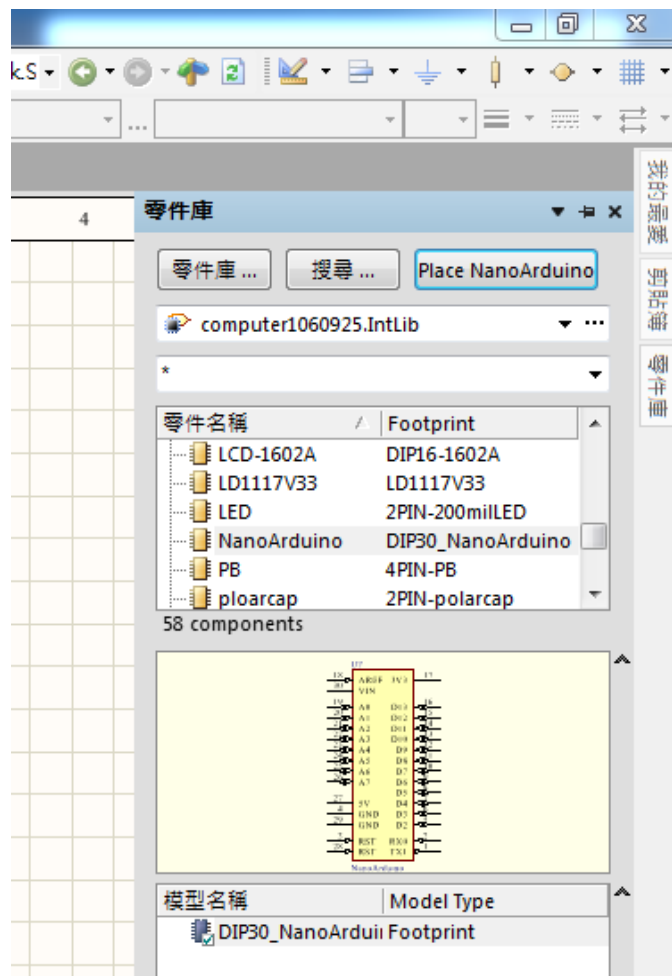


(三) 出現[操控設定]對話盒選其中 Schematic 之下的 Grids，在格點顏色上按一下滑鼠左鍵，設定格點顏色為 18 如下圖所示





(四) 本例以 Arduino nano 為主要元件就先擺放 nanoArduino



Properties for Schematic Component in Sheet [clock.SchDoc]

Parameters

Designator

U1

☒ Visible ☐ Locked

Comment

NanoArduino

☒ Visible

<<

<

>

>>

Part 1/1

☒ Locked

Description

NanoArduino

Unique Id

HCNIMMVO

Reset

Type

Standard

Link to Library Component

Use Vault Component ☐

Design Item ID

NanoArduino

Choose...

Parameters

顯示

名稱

/

數值

類型

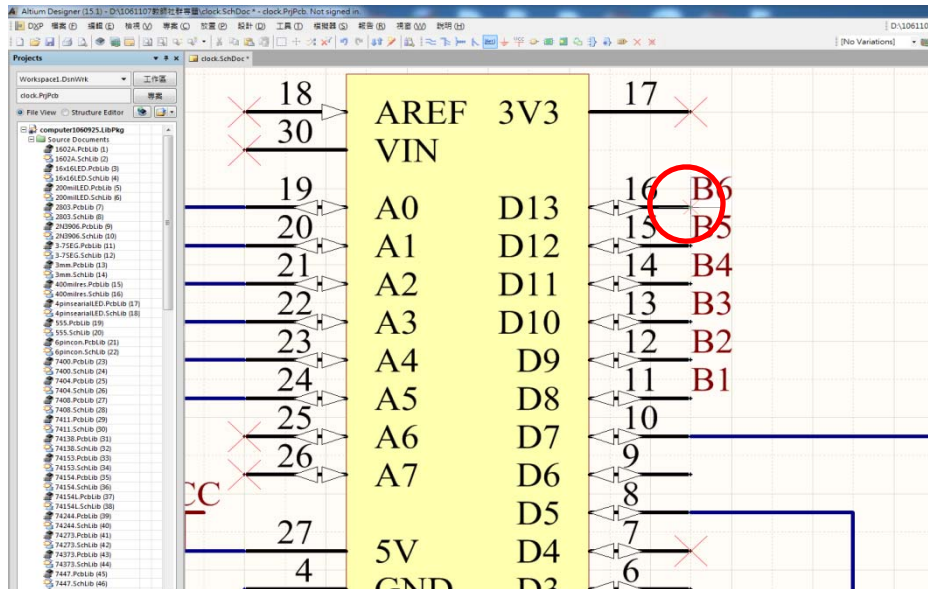
乙、縮小電路圖：Ctrl+滑鼠中間滾輪向下 或 [PgDn]

Place Wire

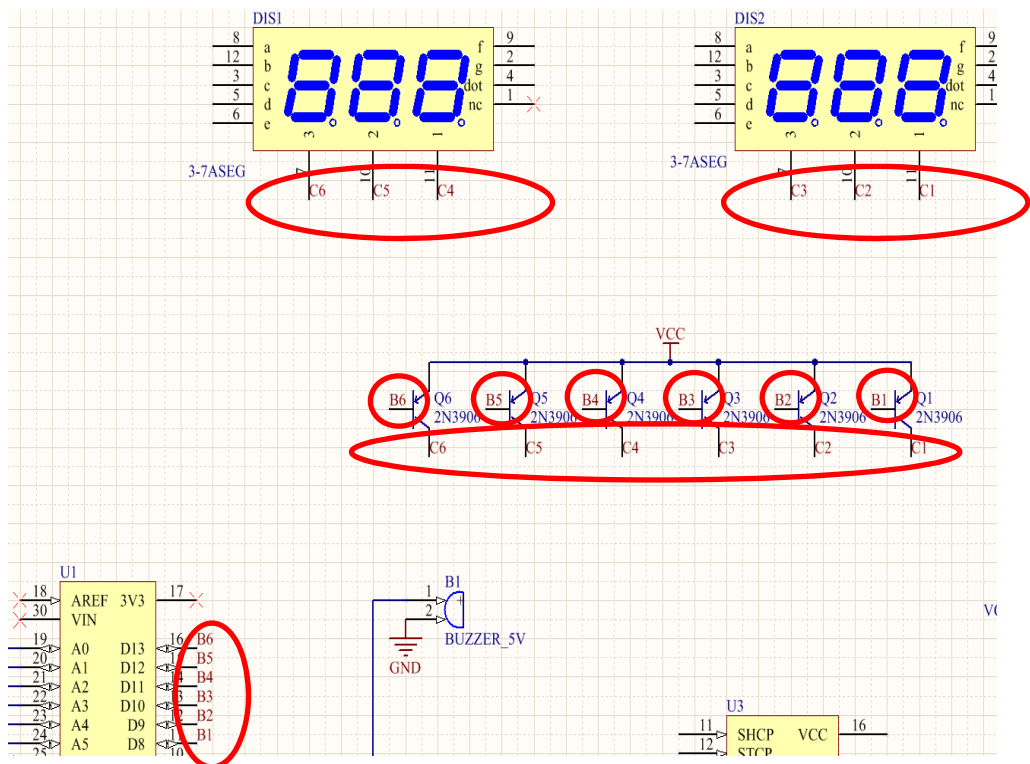
38



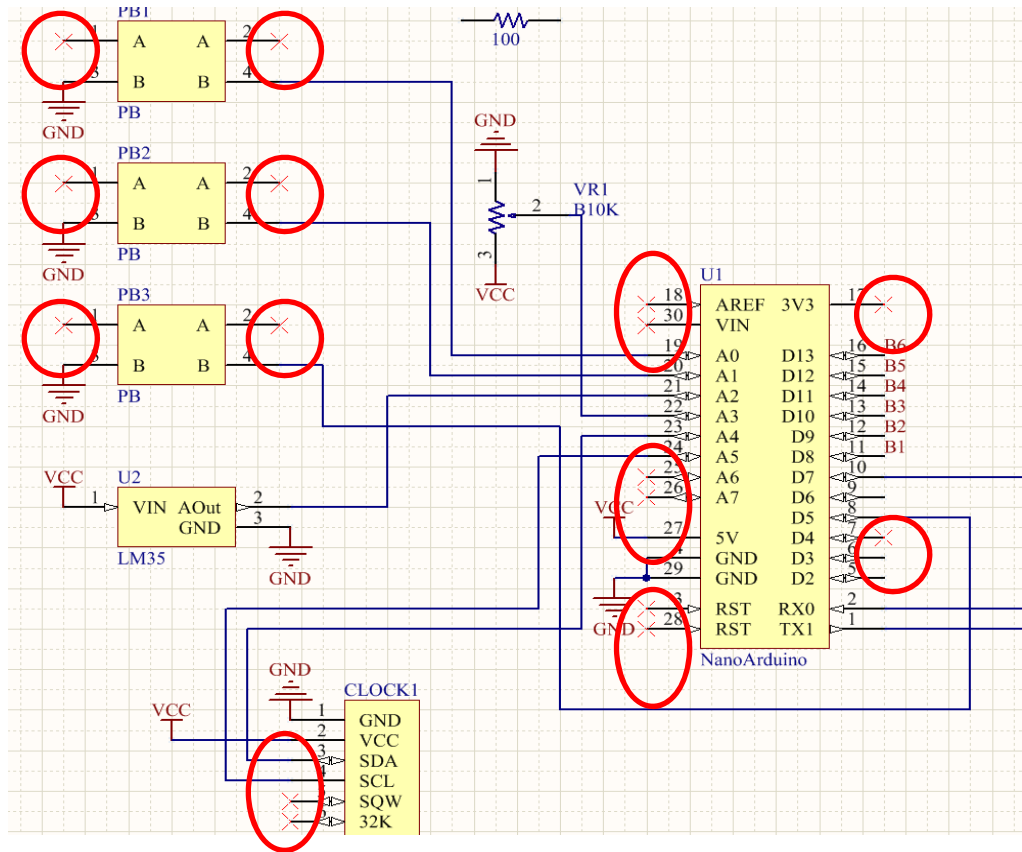
39



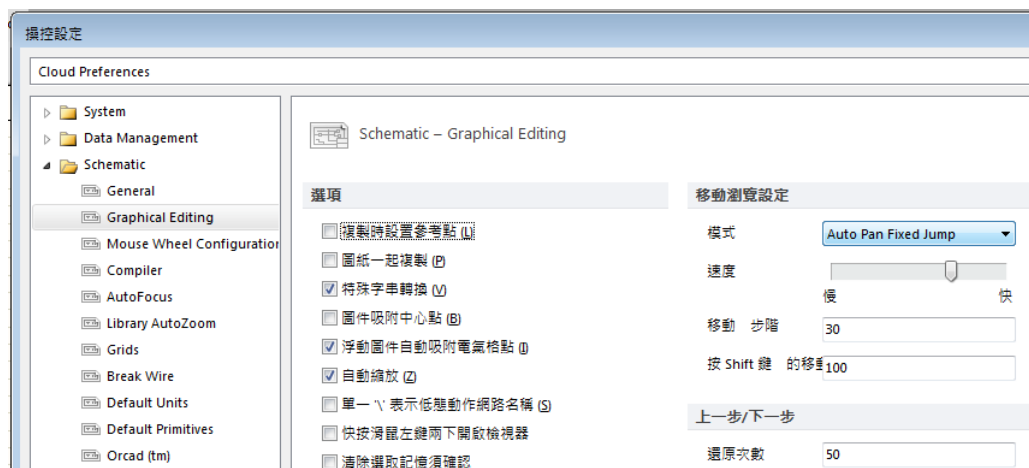
2.請依據電路圖放置不同之網路接點名稱於下圖之[圈起來]之相對位置。



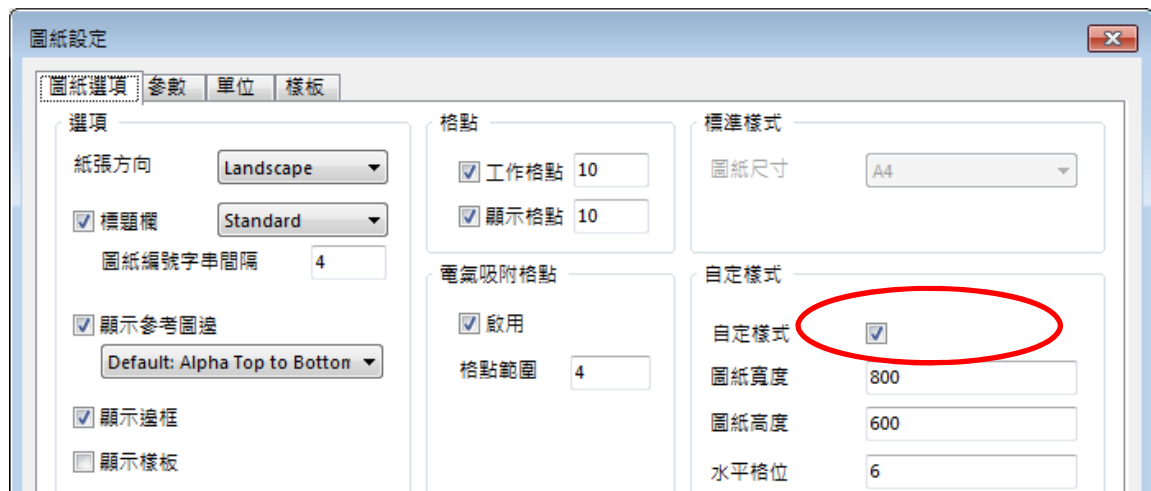
(十三)放置不檢查符號：若於電路圖中，有些接點是空接，並未使用請記得要放置[不檢查符號]，於電路檢查時不至於發生錯誤。



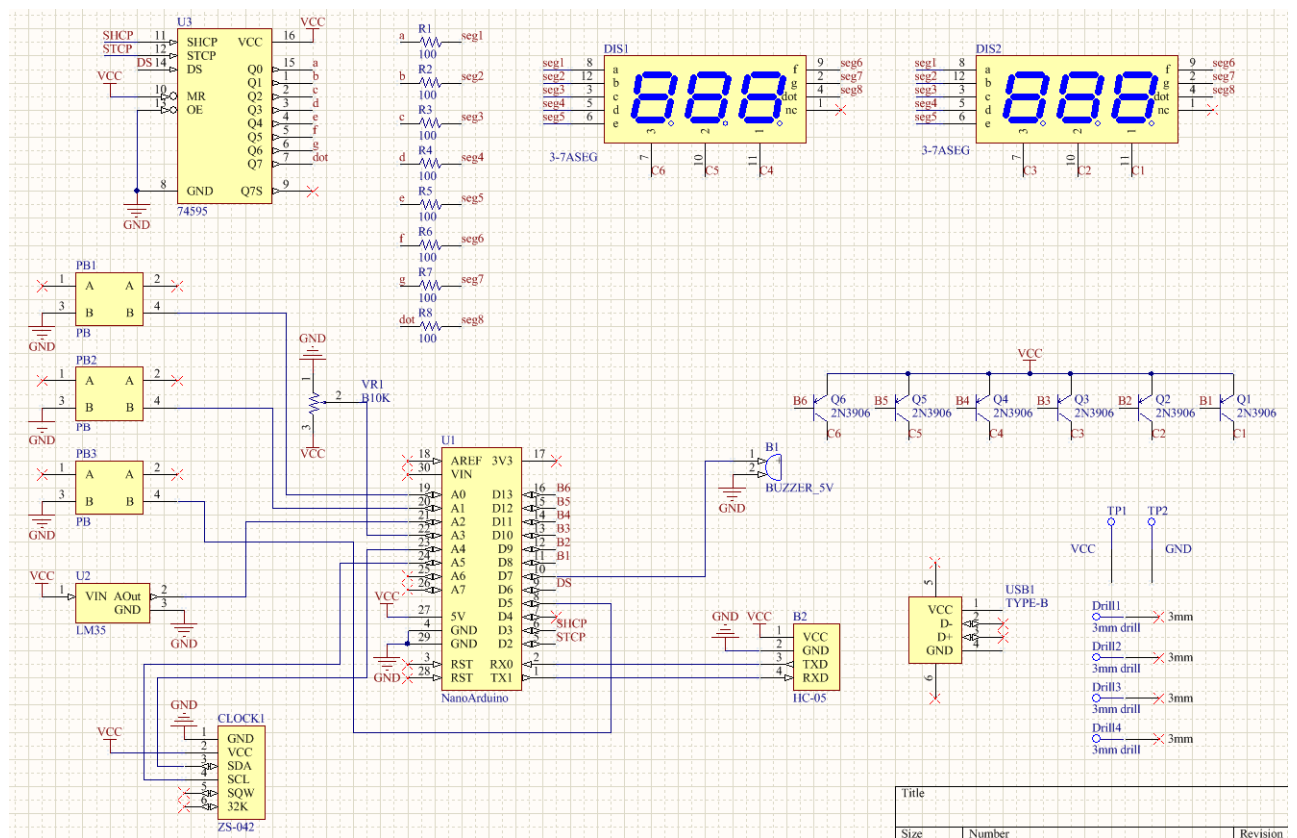
(十四)圖紙移動的設定：(台灣人的習慣)利用 工具/電路圖操控設定(P)，出現  
操控設定 對話盒選其中 Schematic 之下的 Grapical Editing 之自動邊移  
選項中 挑 [Auto Pan Fixed Jump]



(十五)編輯完成後，可更改圖紙大小，利用[設計(D)/圖紙設定(O)]出現圖紙設定視窗，核取[自定樣式]，輸入自訂大小。



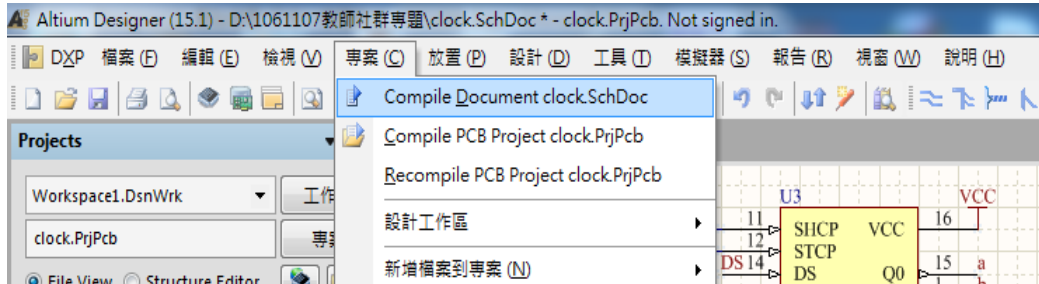
(十六)可以盡量使用[Net]網路名稱定義連線加速繪圖的速度，本專題最後繪製完成的電路圖如下，請參考，最後再用 Ctrl+S 快速存檔



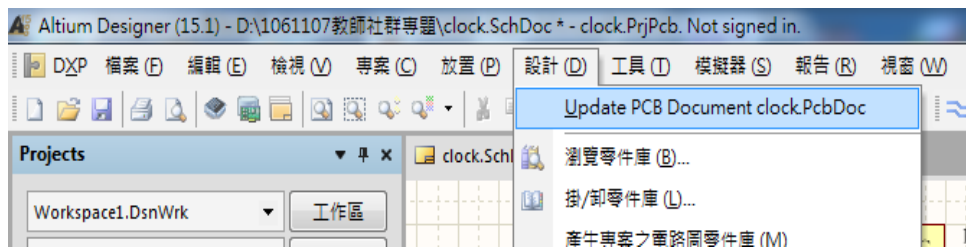


#### 四、輸出到 PCB 電路板

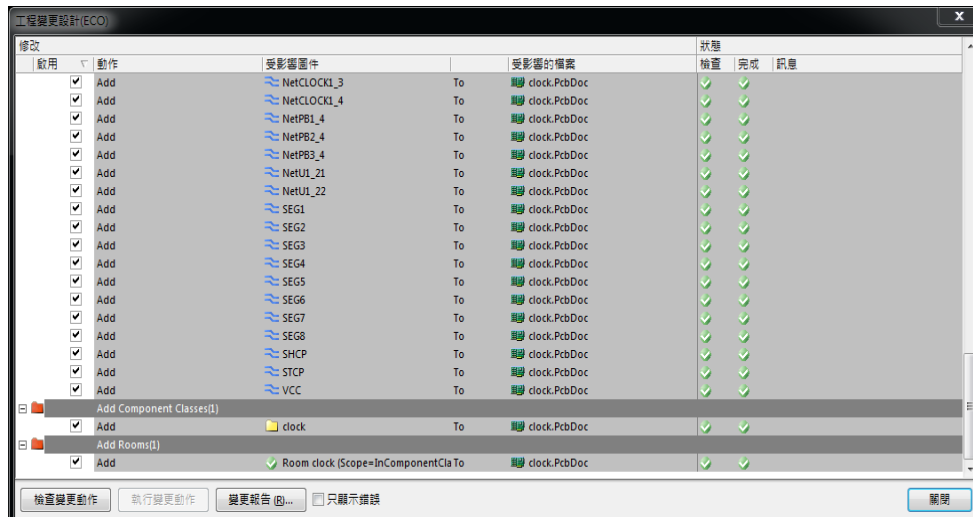
將繪製好的電路圖資料將過[編譯]才能轉到 PCB 面板，只要電路有做任何修改，一定要先做這個程序，否則電路不會更新。進行編譯請先選擇[專案]中的 [Compile Document clock.SchDoc]，接著在選擇[Compile PCB Project clock.PrjPcb]，執行這兩個動作，畫面不會有任何變化，但是一定要作，沒有做的話 PCB 無法輸出。



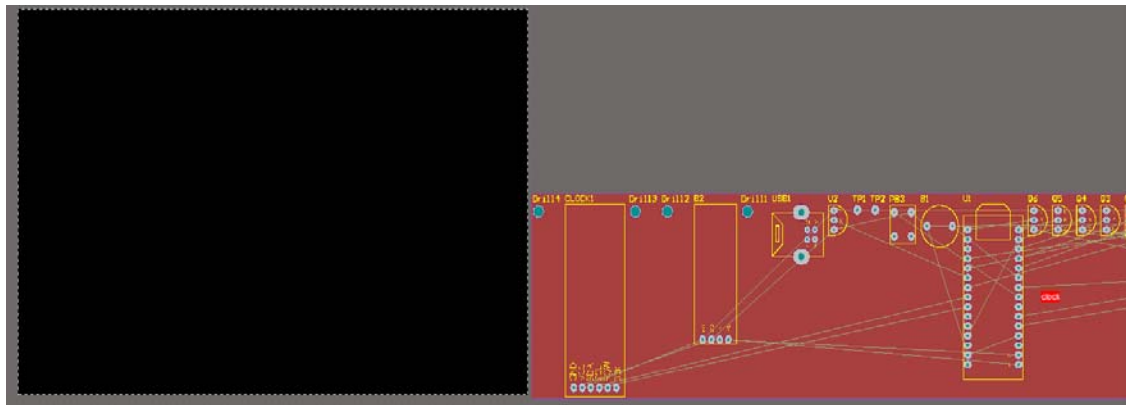
- (一) 經過上述兩個步驟之後，接著在[設計]的選單中就會有[Update Schematics clock.PrjPcb]的選項，選擇此一選項，將進入 PCB 的操作模式



- (二) 當你選擇[Update PCB Document clock.PcbDoc]會出現[工程變更設計 (ECO)]的設定視窗，接著按下[檢查變更動作]此時在狀態中的檢查欄位會依序打勾，接著按下[執行變更動作]按鈕，此時在狀態中的完成欄位也會依序打勾。若順利完成兩種選項的打勾代表基本的電路繪製應該沒有問題。若有出現[X]代表電路繪製有問題，此時請切回 SCH 的操作畫面，檢查電路。

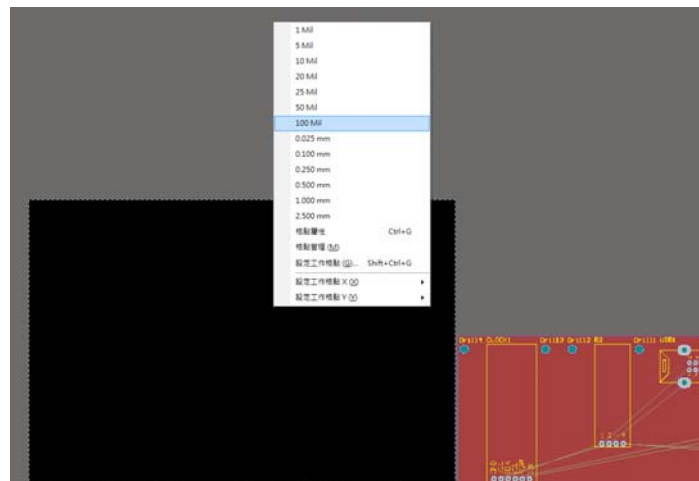


(三) 按[關閉]鈕，將其關閉，再按[PgDn]鍵縮小顯示，如下圖所示



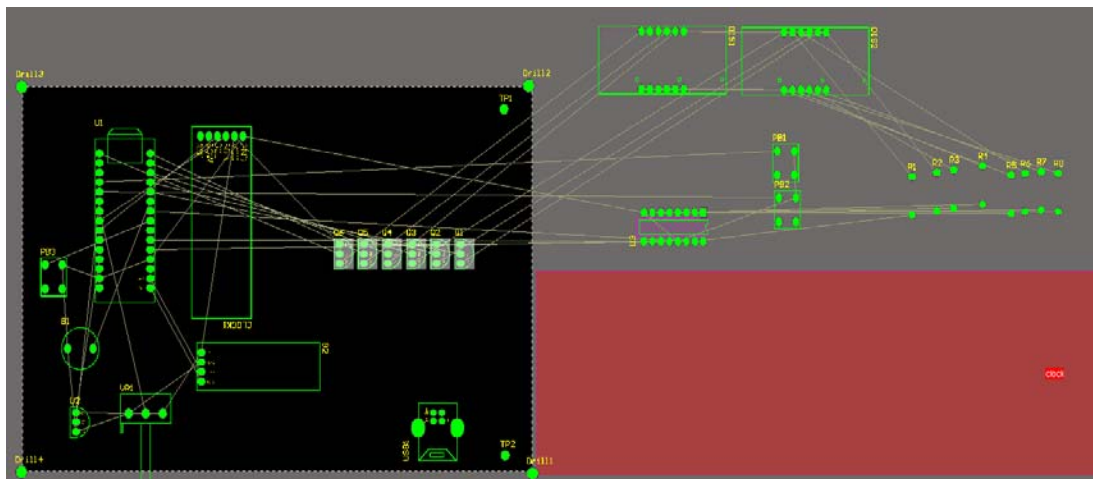
(四) 零件的擺置：

在鍵盤上按下[G]鍵，選取 PCB 格線切至[100mil]，做主要元件定位擺置。

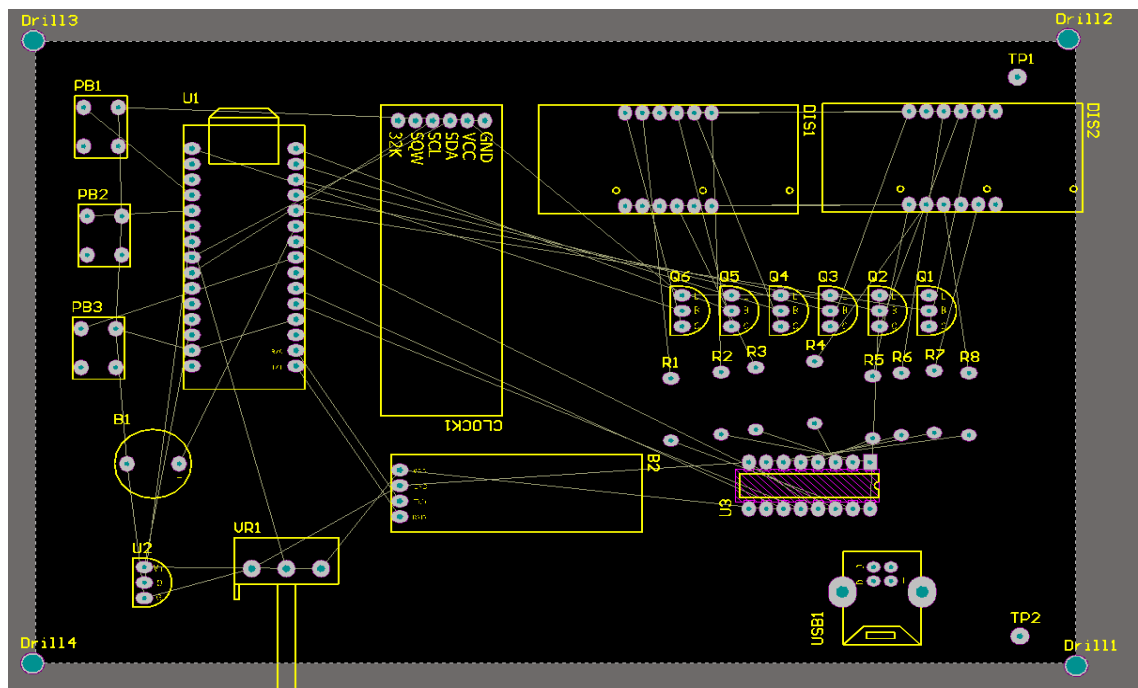


(五) 接著將零件佈置區間(Room)利用滑鼠左鍵，指向內部空白區域按住不放，移至黑色編輯區上方大零件、主要零件先放置，可按零件在電路圖裡的相對位置進行佈置，先進行零件粗排，未成排好零件時，零件接腳

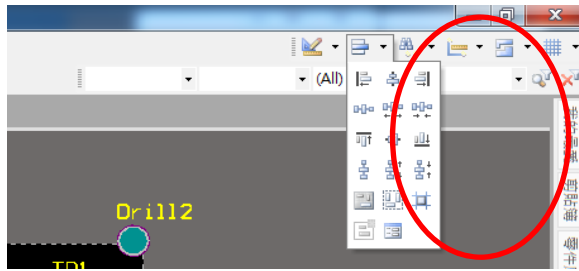
為綠色，如下圖所示



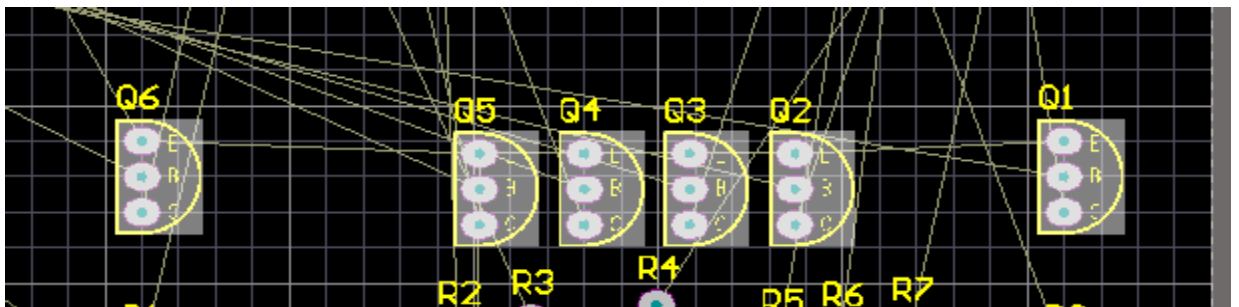
(六) 完成零件的初排後，刪除紅色零件區此時原本螢光綠色的顯示會消失，變為正常的圓孔顯示，如下圖所示：



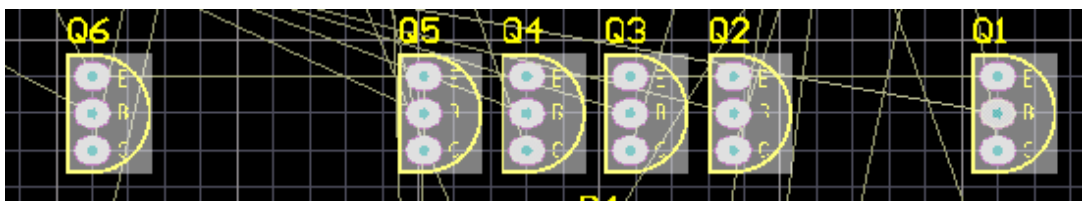
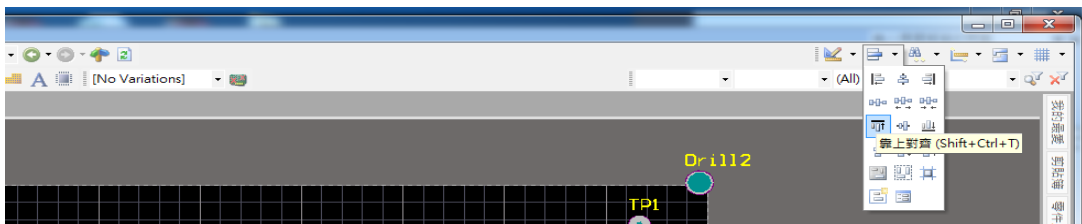
(七) 目前的格線仍維持在 100mil 的間隔，我們將利用元件的上下對齊，均分的擺置功能，細排相同的零組件，例如 R1~R8 的電阻排列，Q1~Q6 電晶體的排列，PB1~PB3 按鍵開關的排列，可以使用如下圖紅圈圈中的對應功能完成對齊跟均分的位置擺置。



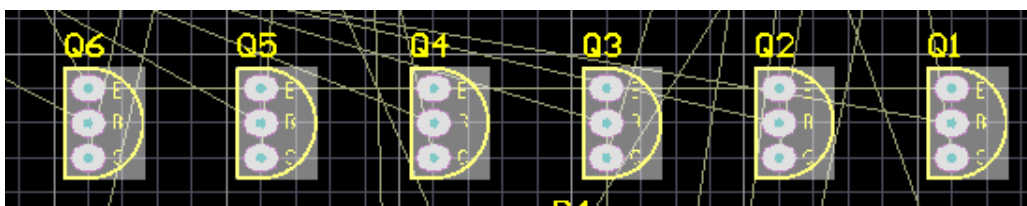
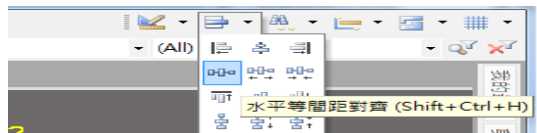
(八) 使用上述功能進行擺置的操作步驟，都是先對要對齊及均分的群組元件先用滑鼠左鍵，做區域選取的動作，使其群組反白，然後選取[對齊]的功能，再選擇[均分]的功能。如下圖所示為完成選取的畫面：



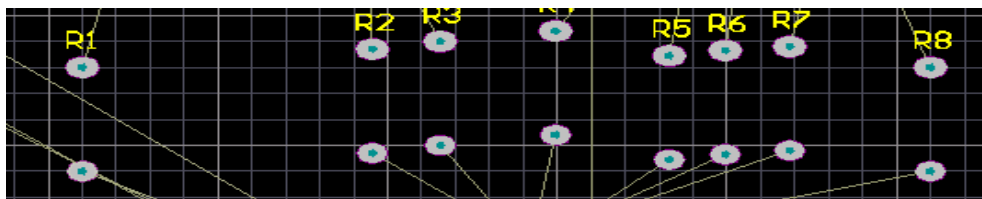
(九) 接著再選取[靠上對齊]或是[靠下對齊]的功能，做水平對齊的功能。



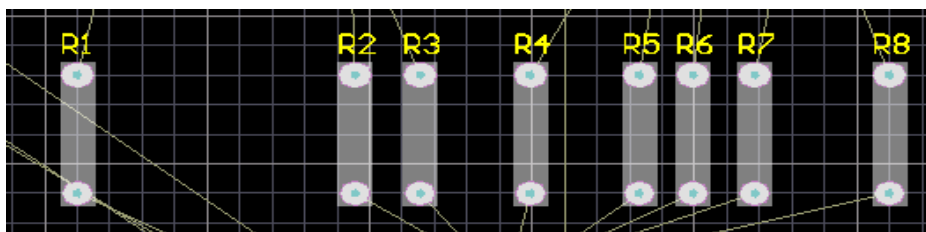
(十) 完成了水平對齊功能之後，選取[水平等間距對齊]的圖示，進行均分



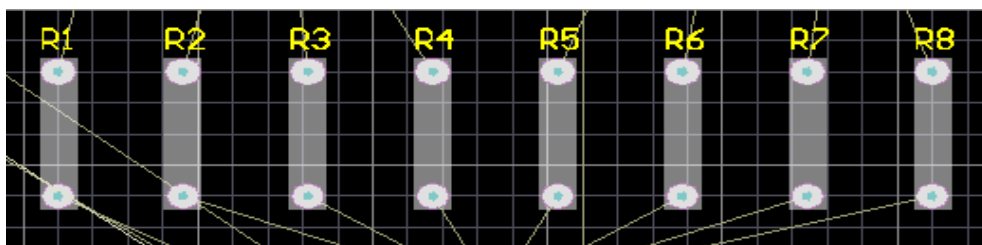
接著對電阻群組，按鈕群組做同樣的動作，其過程如下所示：



水平對齊結果如下：

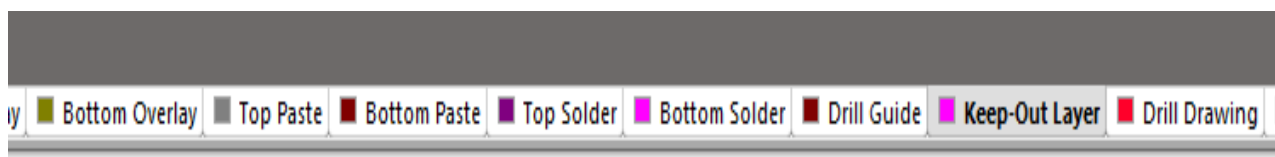


水平平均分結果如下：

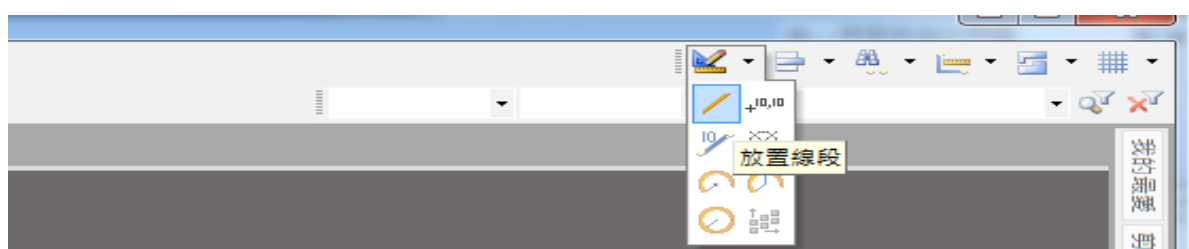


## 五、板形設計

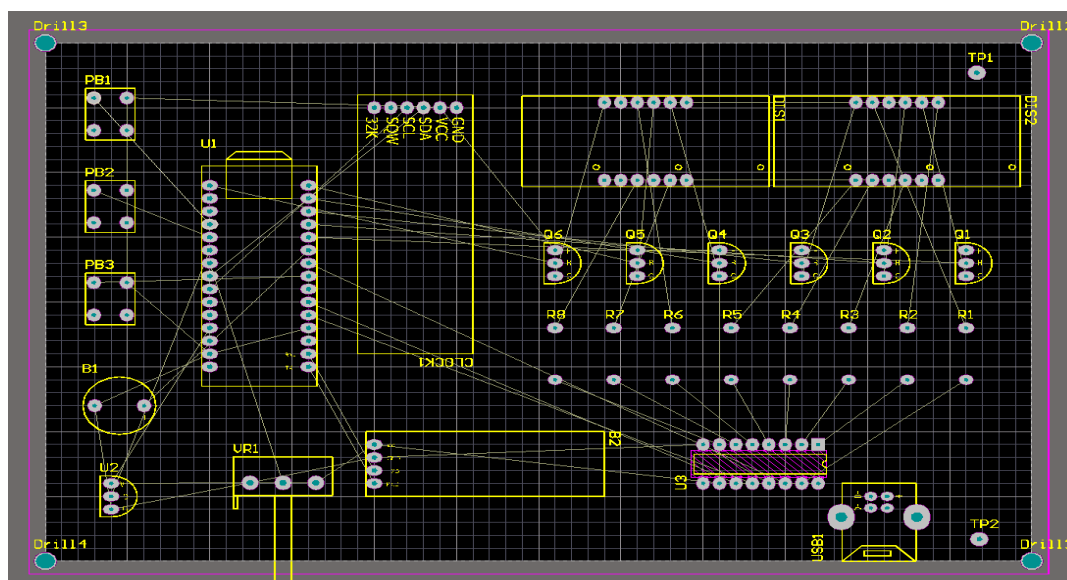
(一) 定義外框大小：先切換到[keep out layer]層，



(二) 再利用上面的公用程式工具列的選擇[放置線段]，按住[shift+空白鈕]可更換樣式。

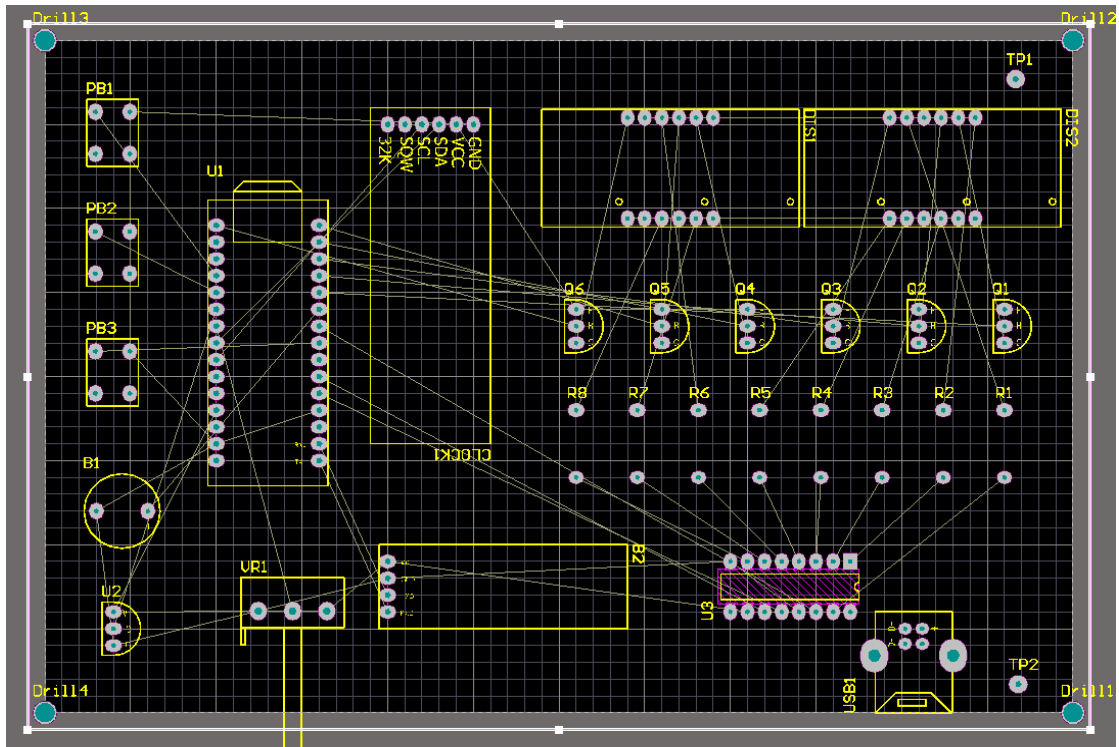


(三) 接著電路板格線間隔仍設為 100mil 方便作板形定義的繪圖連接，在電路板週圍畫出一封閉迴路(紫色方框為手繪線段，在繪製線段時注意不要中斷要連續，以方便下個階段的選取)如下圖所示：

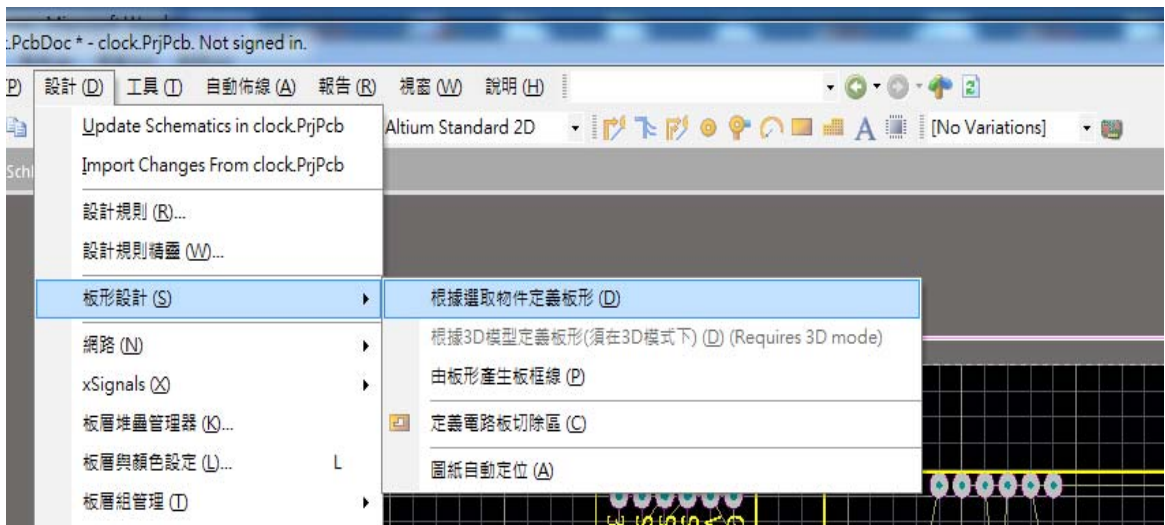


(四) 板框製完後，按住 Shift 鍵，再一一選取每段板框線，為了方便選取所繪製的邊框，在選取時可以先按[PG-UP]鍵放大圖形，方便滑鼠選取紫色的線段。



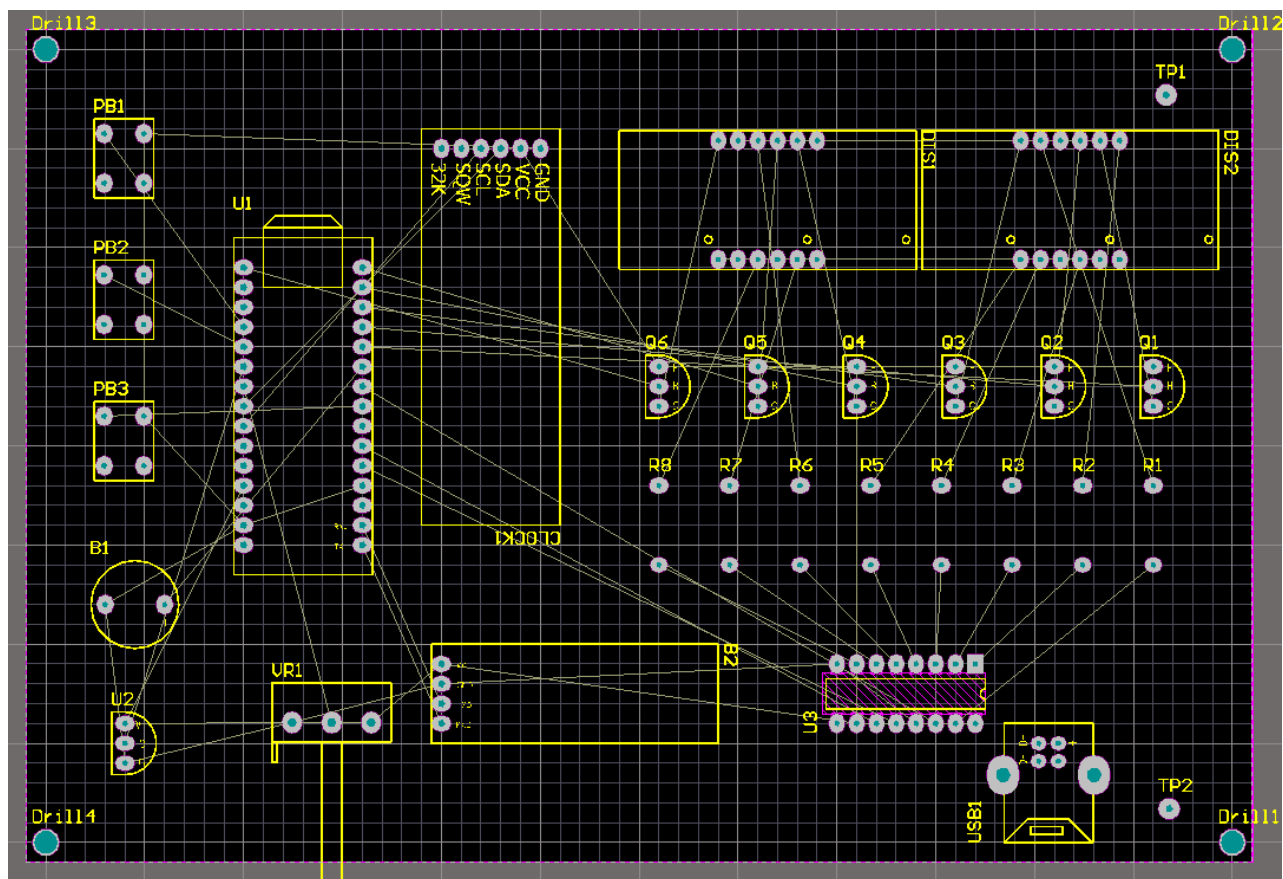


(五) 再點選設計(D)/板形設計(S)/根據選取物件定義板形(D)。



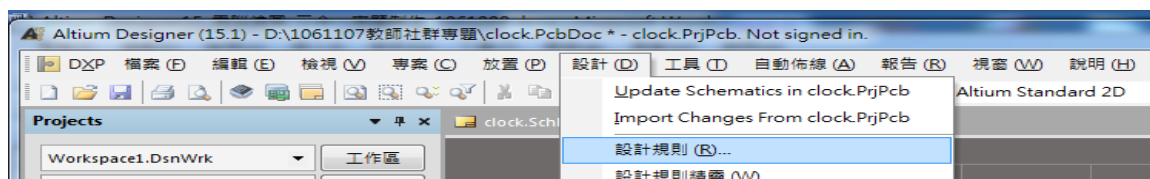
(六) 板形定義完之後的結果如下，原先角落 4 個 3mm 的銅柱鑽孔點，在板形重新放大定義後，順利進入电路板的範圍內，如下圖所示：



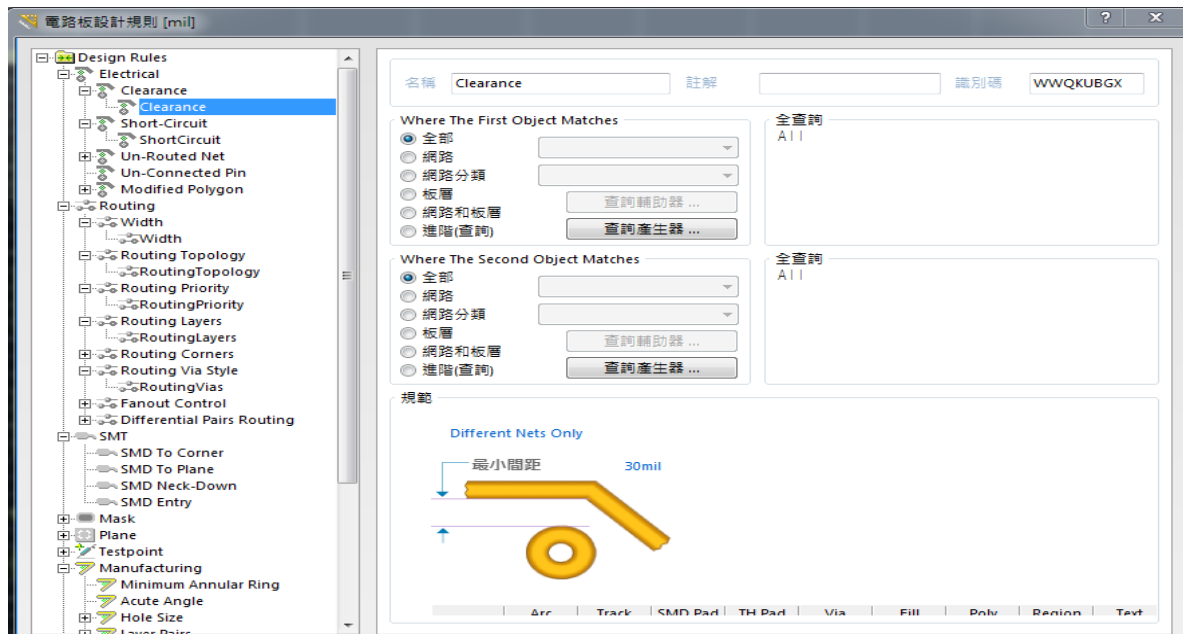


## 六、電路板設計規則與製造規則

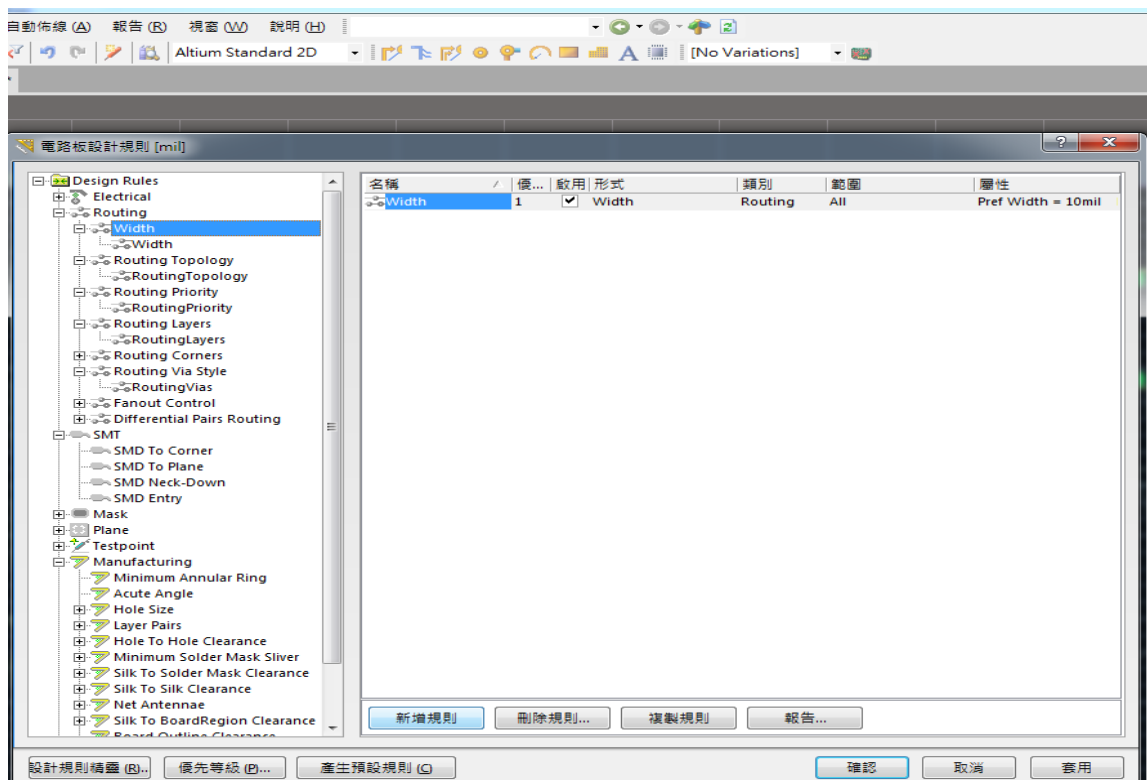
(一) 選取[設計]下拉選單中的[設計規則]選項，進行相關規則定義



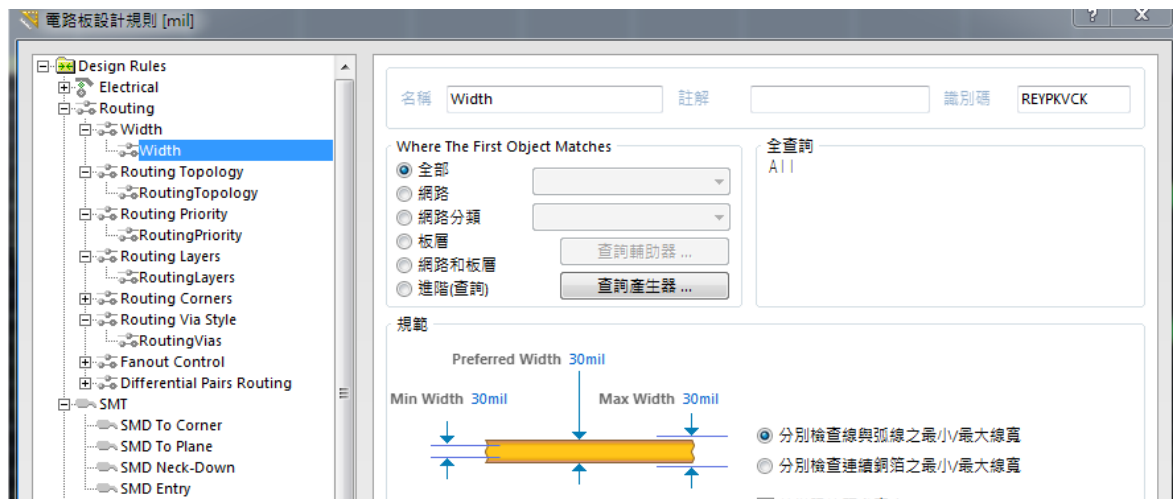
設定 Clearance 為 30mil，容忍度隨著電路的複雜度調整，愈複雜的電路容忍度要設定小一點，如果不是用雕刻機的話，建議最小的容忍度約 20 mil。



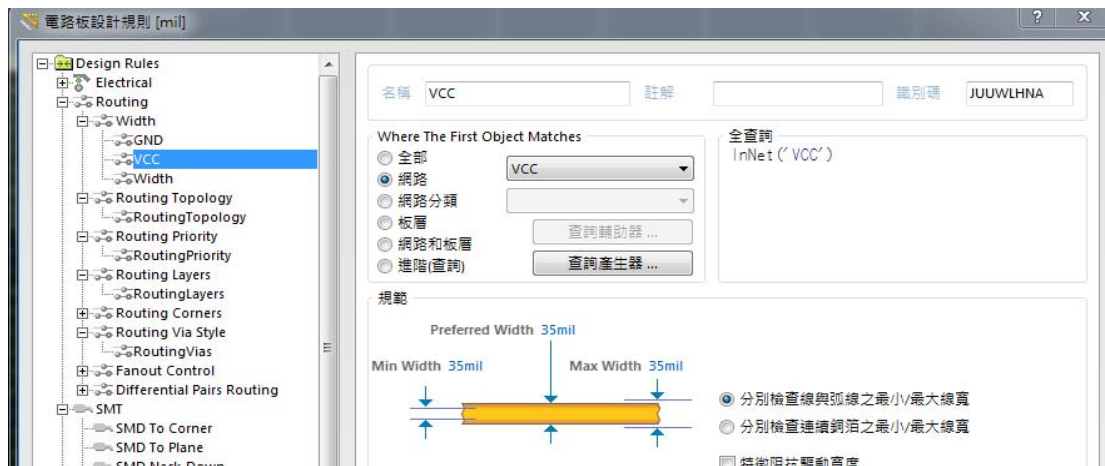
(二) 點選[Routing]中的[Width]並且按下[新增規則]按鈕，新增 VCC 跟 GND 兩種電路佈線的網路名稱，由於 VCC 跟 GND 屬於電源接線部分，所以在 Width 的線寬設定上會比較粗，可設定 30~35mil。其他一般電路的線寬可以設定 20mil~30mil 之間。如果是使用雕刻機的話，線寬可以再細一點。



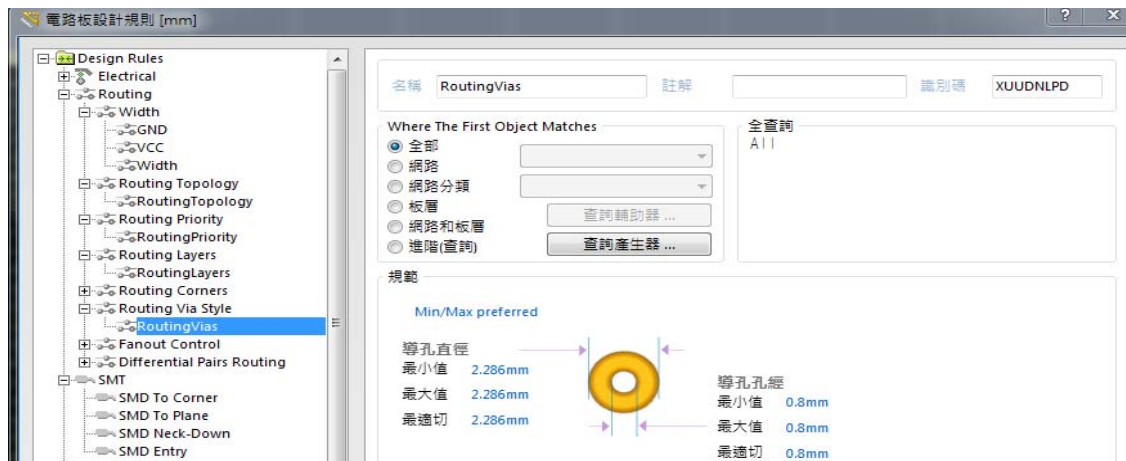
### (三) 一般的佈線寬度設定 30mil



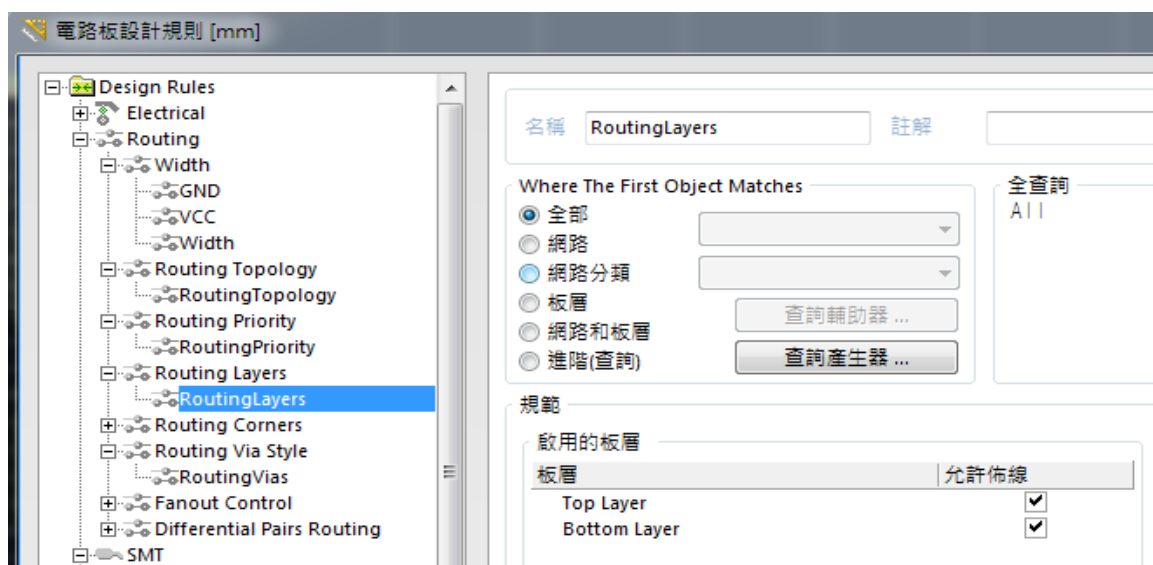
### (四) 新增 VCC 跟 GND 的規則，其佈線寬度設定為 35mil



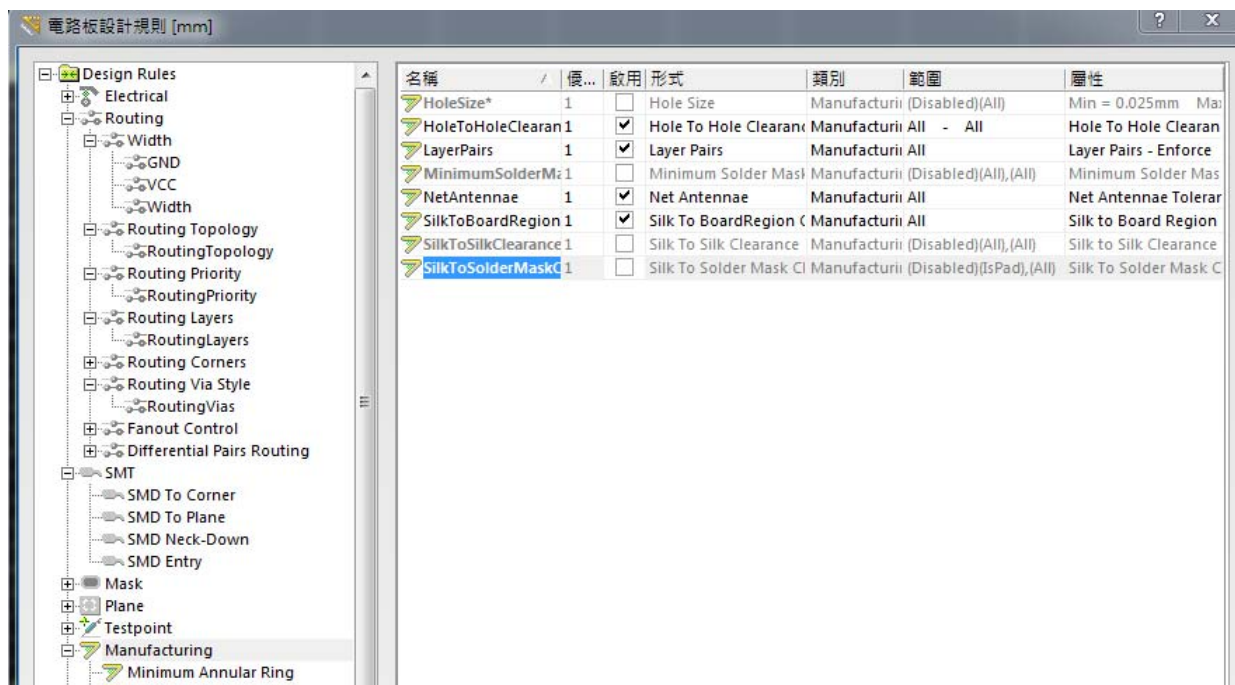
### (五) 按一下 Q 鍵切換為 mm 單位，點選 Routing Via Style 中的 RoutingVias 設定貫孔的大小，其中銅膜的外框大小為 2.286mm，孔徑則設定為 0.8mm。



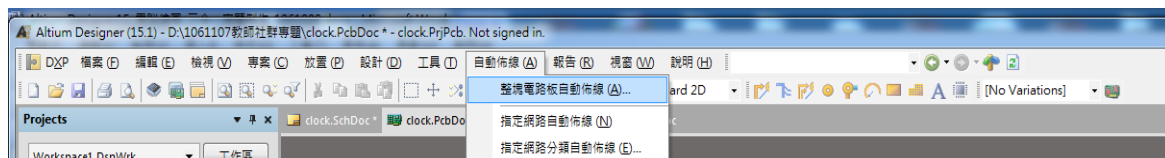
(六) 點選 Routing Layers 中的 RoutingLayers 設定啟用的板層設定，本電路設計的是雙面板必須在 Top Layer 和 Bottom Layer 的允許佈線的框框內打勾。Altium Designer 預設值就是雙面，所以不需要做任何變更即可。



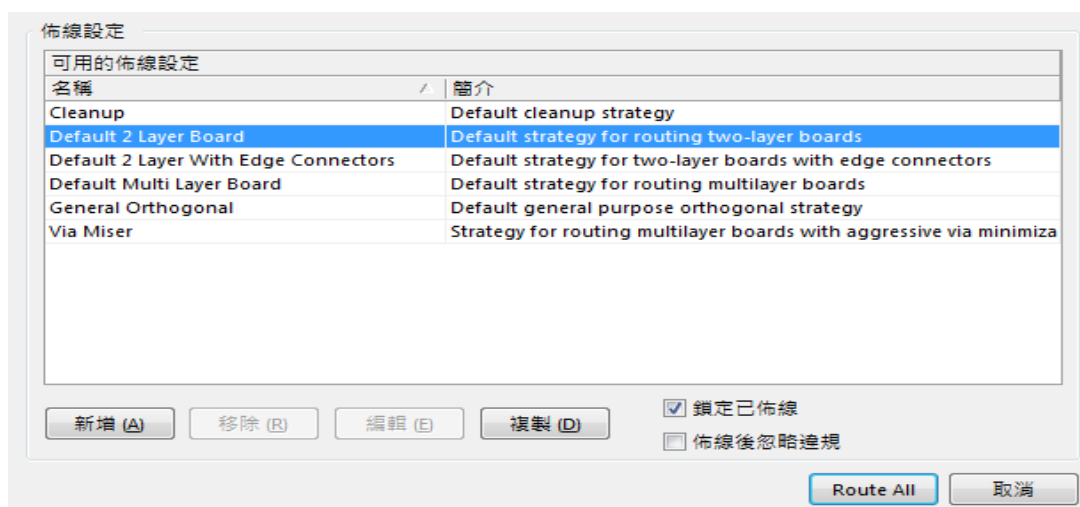
(七) 點選[Manufacturing]後，保留右側 2,3,5,6 的啟用勾選，其餘的框框皆取消。



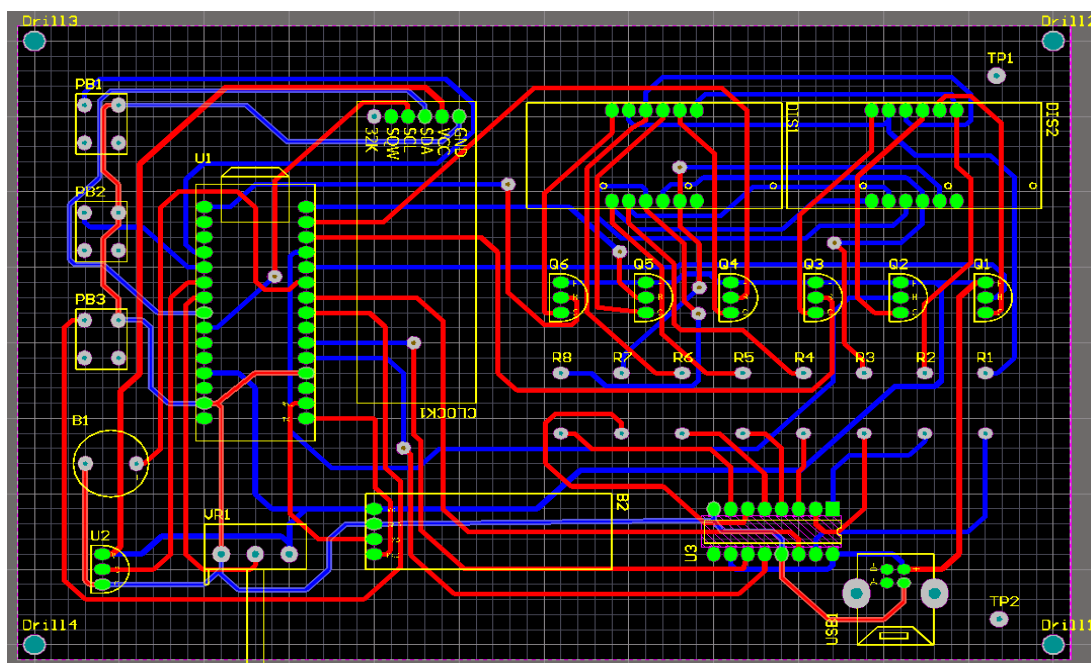
(八) 如果是使用雕刻機進行製作 PCB 板的話，透過銀漿完成貫孔，可以直接使用[自動佈線]的功能，啟動功能表下自動佈線(A)/整塊電路板全部佈線(A)，即可啟動自動佈線。



(九) 再按[Route All] 可完成，其中鎖定已佈線可以忽略。




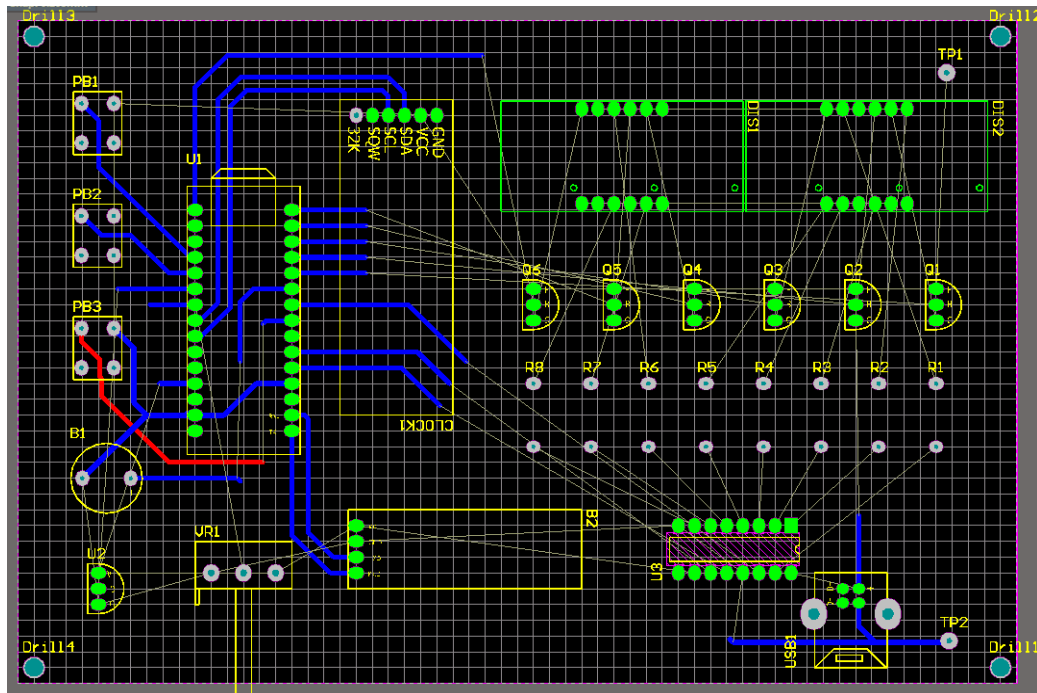
(十) 不用一分鐘的時間，其自動佈線結果如下：





(十一) 如果不使用銀漿貫孔的話，或不用雕刻機進行製作的話。必須手動貫孔，此時在 PCB 的佈線上要考慮某些元件，無法手動貫孔只能是用單面，例如 Arduino nano 的腳座、USB TYPE-B 的元件其上面(Top Layer)都被腳座遮住了，無法進行手動貫孔。所以必須對這些元件要先進行手動佈線，讓佈線全部在背面(Bottom Layer)，上面(Top Layer)不要有佈線。選

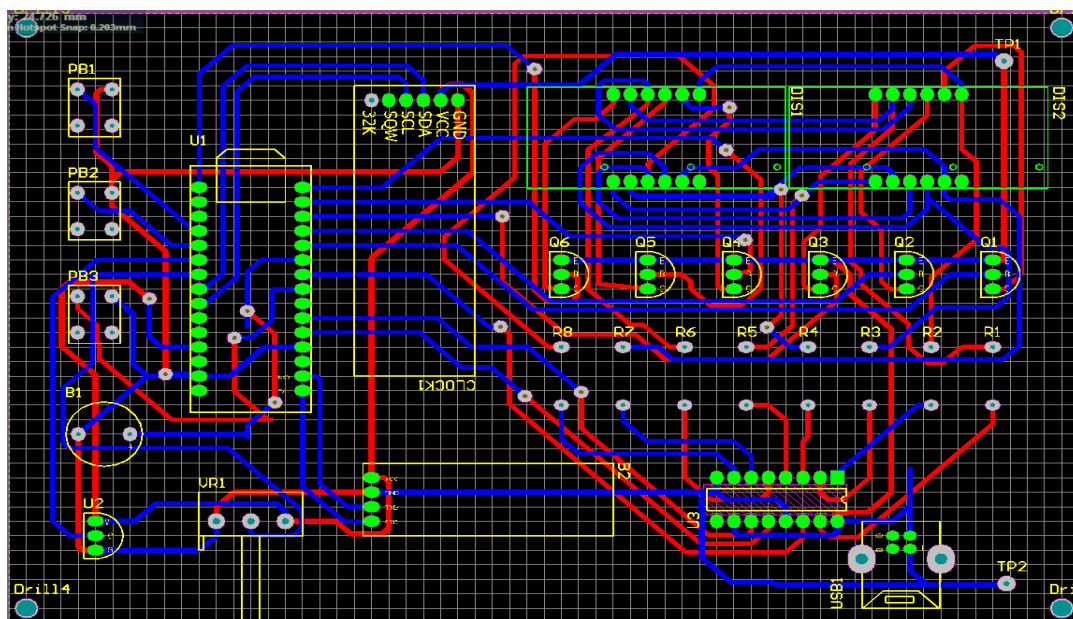
按上面  互動式佈線連接鈕利用滑鼠指到◎點，電路會出現連接的線與亮點◎



(十二) 完成之後勾選[鎖定以佈好的線]，按下自動佈線的[Route All]功能，完成未完成佈線的部分，使用自動佈線要透別注意最後的訊息是否為 Routing finished with 0 contention(s).Failed to complete 0 connetcion(s)，如果不為 0 則必須拆除佈線再重新自動佈線。

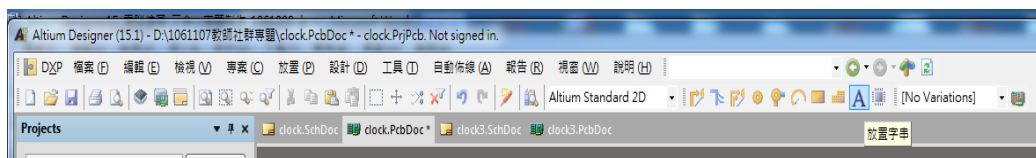
Class	Document	Source	Message	Time	Date	No.
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Starting Memory	下午 04:39:11	2017/10/9	5
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	下午 04:39:11	2017/10/9	6
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Starting Layer Patterns	下午 04:39:11	2017/10/9	7
Routing S...	clock.PcbDoc	Situs	Calculating Board Density	下午 04:39:11	2017/10/9	8
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Completed Layer Patterns in 0 Seconds	下午 04:39:12	2017/10/9	9
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Starting Main	下午 04:39:12	2017/10/9	10
Routing S...	clock.PcbDoc	Situs	62 of 66 connections routed (93.94%) in 8 Seconds	下午 04:39:19	2017/10/9	11
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Completed Main in 7 Seconds	下午 04:39:20	2017/10/9	12
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Starting Completion	下午 04:39:20	2017/10/9	13
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Completed Completion in 0 Seconds	下午 04:39:20	2017/10/9	14
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Starting Straighten	下午 04:39:20	2017/10/9	15
Routing S...	clock.PcbDoc	Situs	66 of 66 connections routed (100.00%) in 9 Seconds	下午 04:39:20	2017/10/9	16
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Completed Straighten in 0 Seconds	下午 04:39:21	2017/10/9	17
Routing S...	clock.PcbDoc	Situs	66 of 66 connections routed (100.00%) in 10 Seconds	下午 04:39:21	2017/10/9	18
Situs Event	clock.PcbDoc	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed to complete 0 connection(s) in 10 Seconds	下午 04:39:21	2017/10/9	19

其最後佈線結果如下圖所示：



## 七、在 Top Layer 板層新增文字

(一) 一般習慣會在 Top Layer 層面放置說明文字或名稱，選擇工具列上的[A]放置字串按鈕，並按下[TAB]鍵。

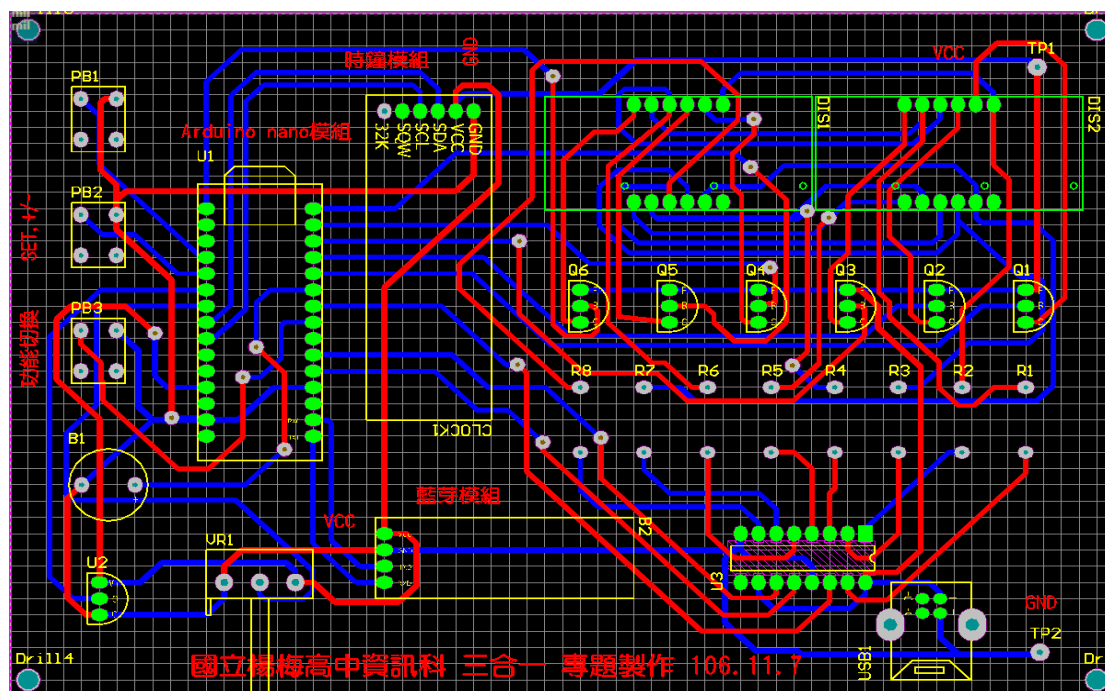


(二) 在[屬性]位置輸入要顯示的中英文字，字型選擇 TrueType，也可以改變字型名稱，格式也可以改成粗體字或斜體字。其中若是標題名稱建議高度大小約 150~160mil，若是功能提示文字的話則建議高度大小約 110~120mil。



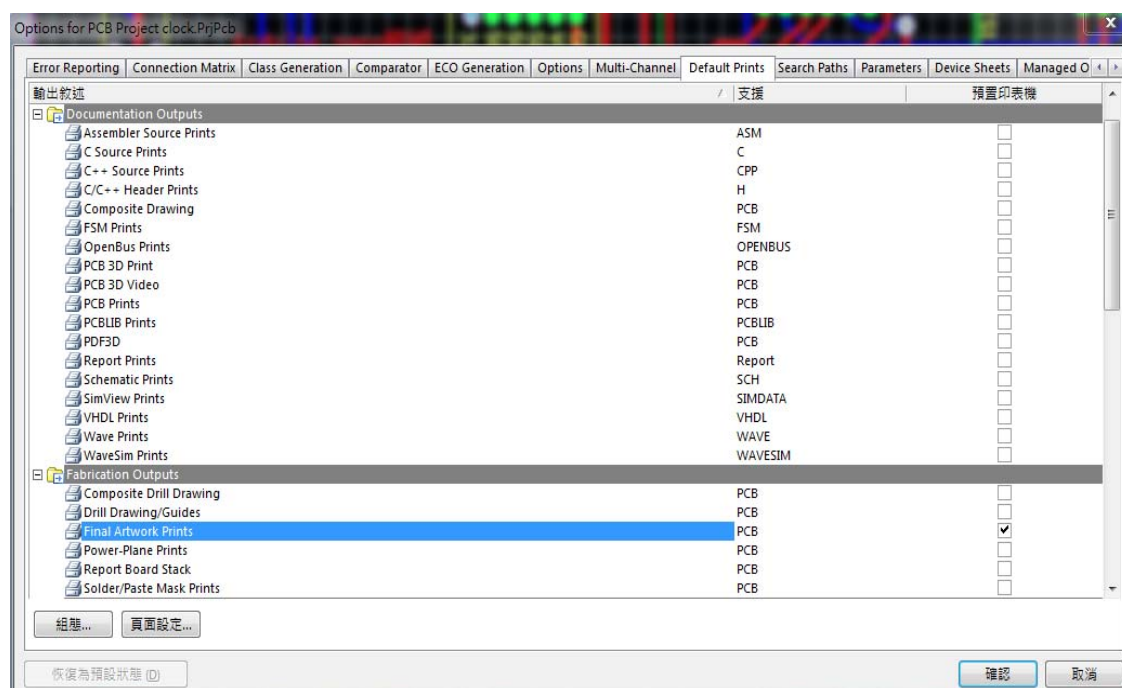


### (三) 加上文字說明的 PCB 電路板

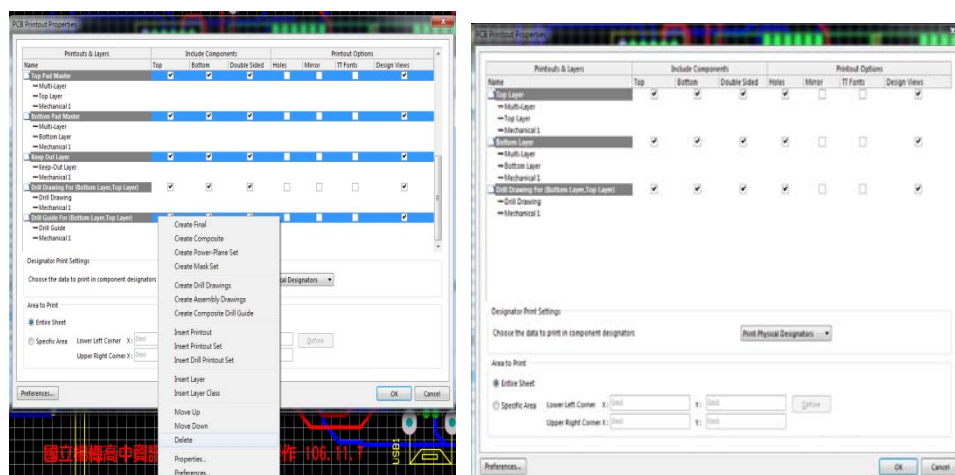


## 八、預置列印輸出設定及預覽電路板輸出結果

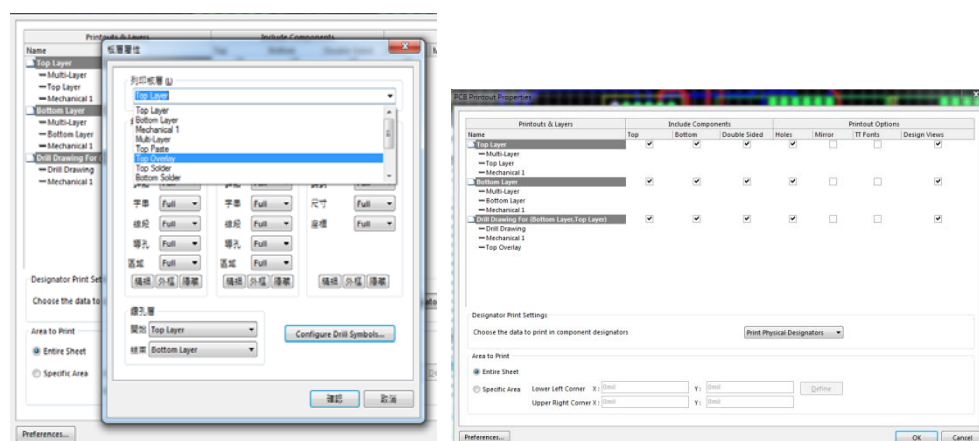
(一) 選取[檔案]中的[預置列印設定]，然後在 Final Artwork Prints 預置印表機處打勾。



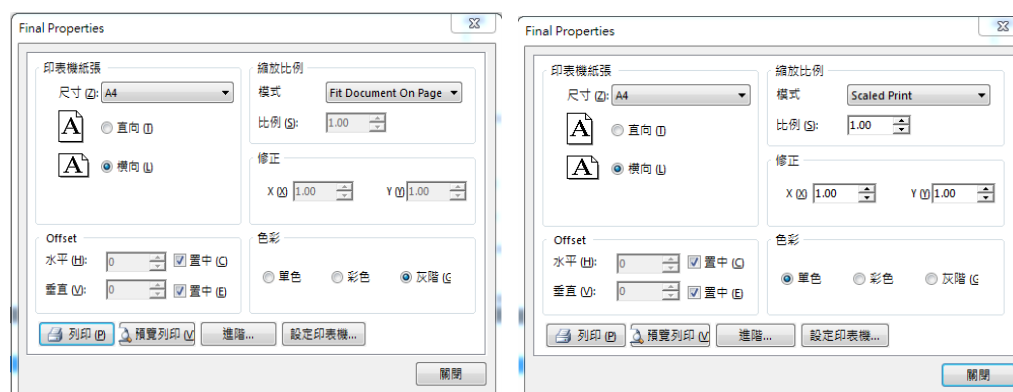
(二) 接著按下[組態]按鈕出現如下畫面，按住[Ctrl]鍵，滑鼠點選保留 Top Layer、Bottom Layer、Drill Drawing for (Top Layer、Bottom Layer)，其餘圖層選擇[Delete]，並勾選 Holes 選項



(三) 接著在 Drill Drawing for (Top Layer、Bottom Layer)，按滑鼠右鍵選擇 [Insert Layer]圖層名稱為 Top Overlay Layer

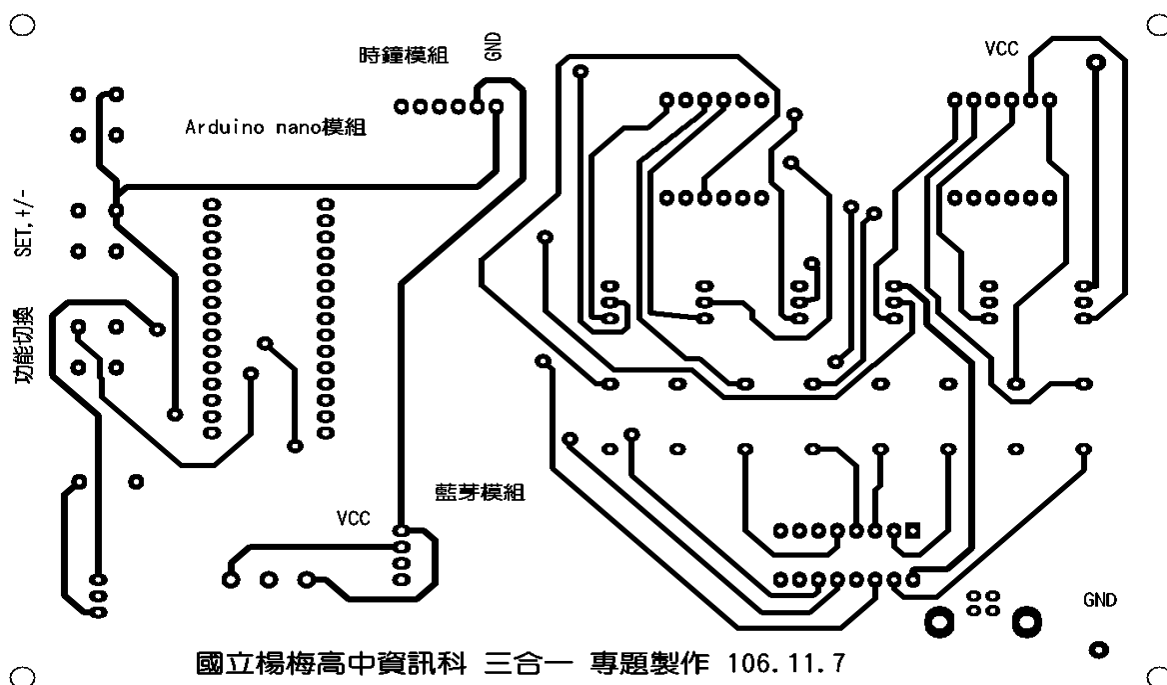


(四) 接著按下[ok]按鈕，繼續[頁面設定]，其中模式選擇[Scaled Print]比列跟修正全部設定為數值 1，還有很重要的色彩要設定成[單色]。

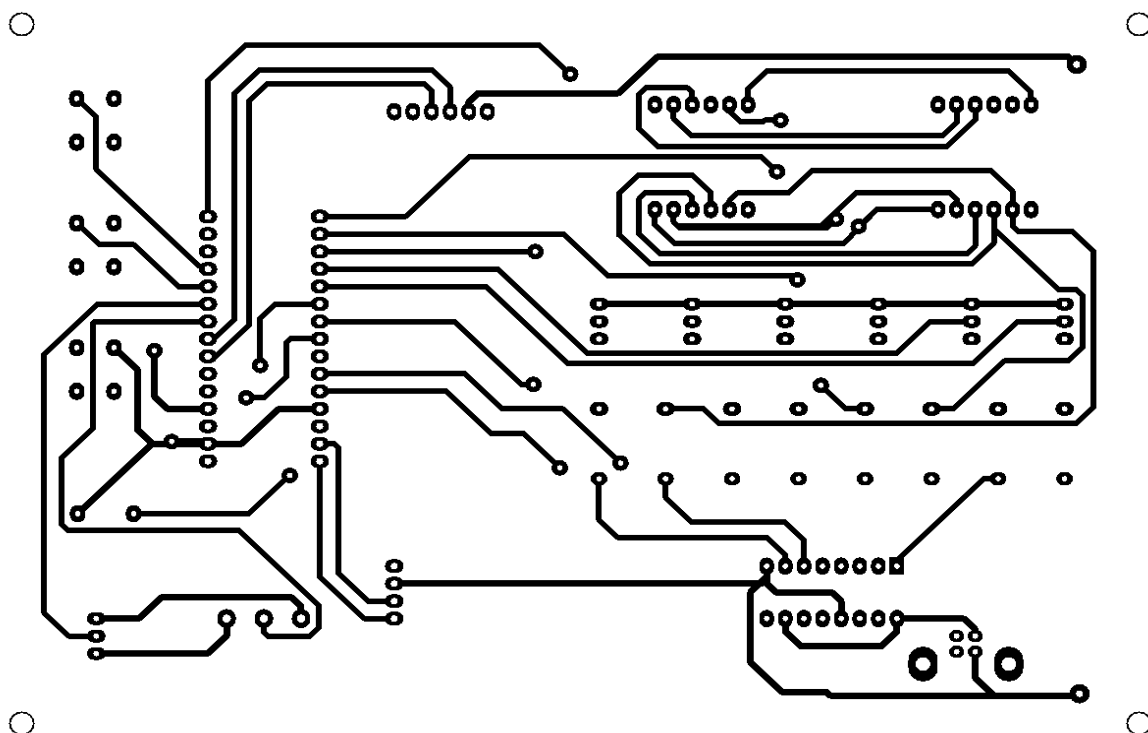


(五) 接下來，按下[預覽列印]功能，可以預覽上面板層、下面板層及元件面零件屬性的擺置參數。

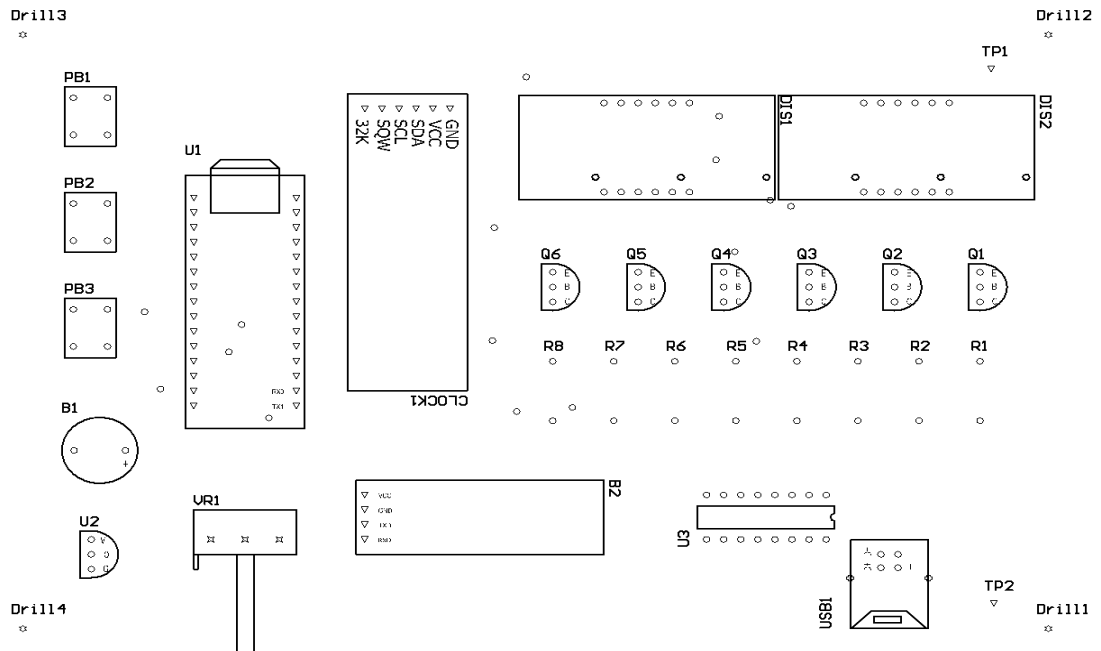
※上面板層



※下面板層

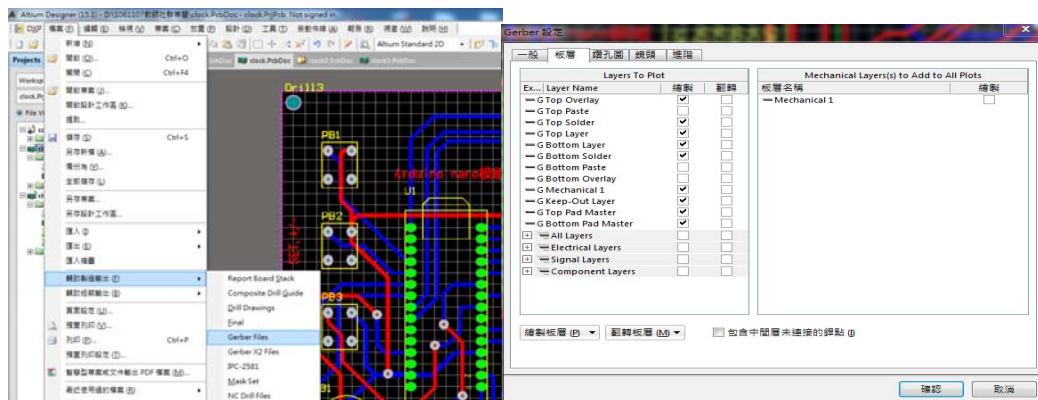


## ※元件面零件擺置圖

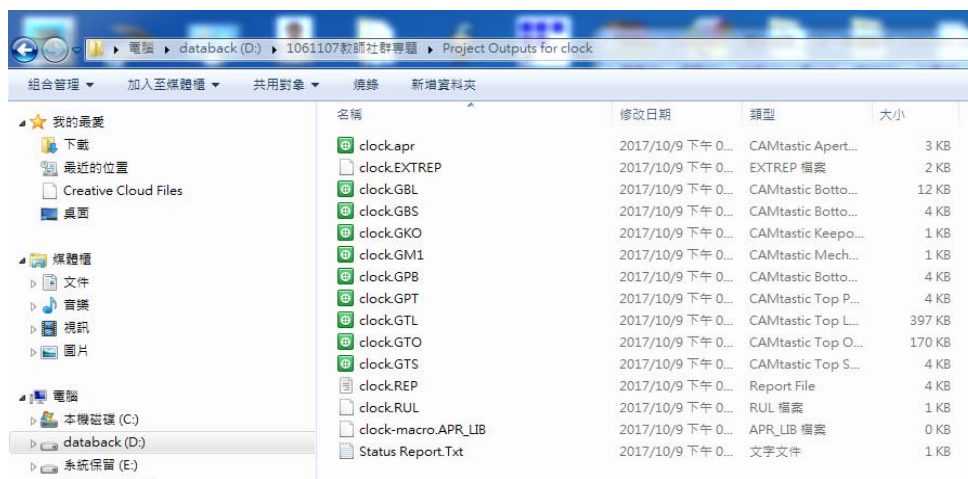


## 九、檔案/輔助製造輸出 (F)

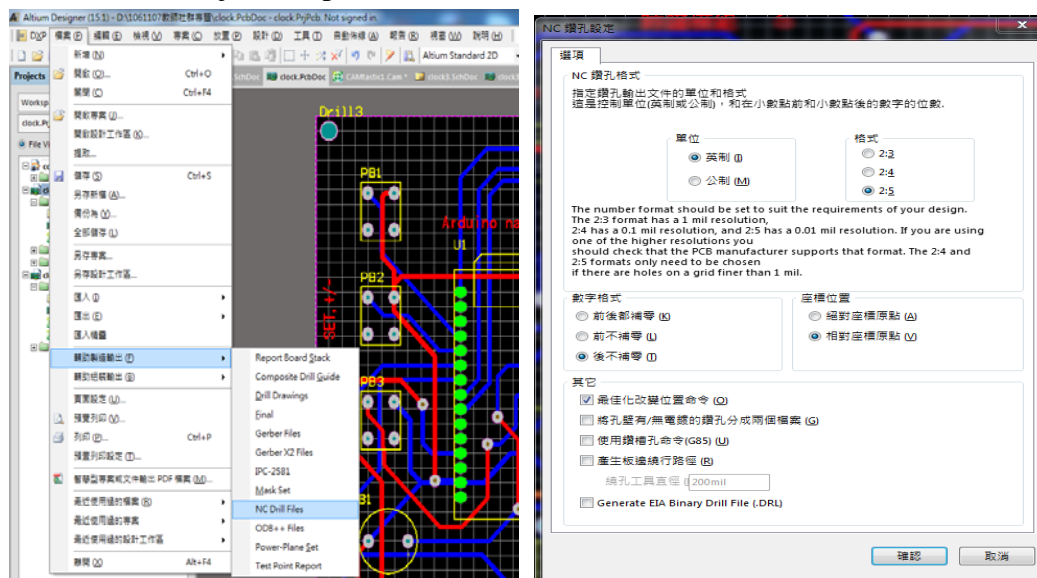
(一) 為了可以讓雕刻機製造電路板，我們必須把畫好的電路圖與 PCB 圖轉成 Gerber Files 以方便驅動雕刻機；在 PCB 面板設計下選檔案/輔助製造輸出 (F)/ Gerber Files 如左下圖所示，然後出現另一個對話盒如圖所示，選[板層]標籤，然後在繪製板層(P)鈕按一下選[選取使用的(U)]，就會出現如圖的☑項目。



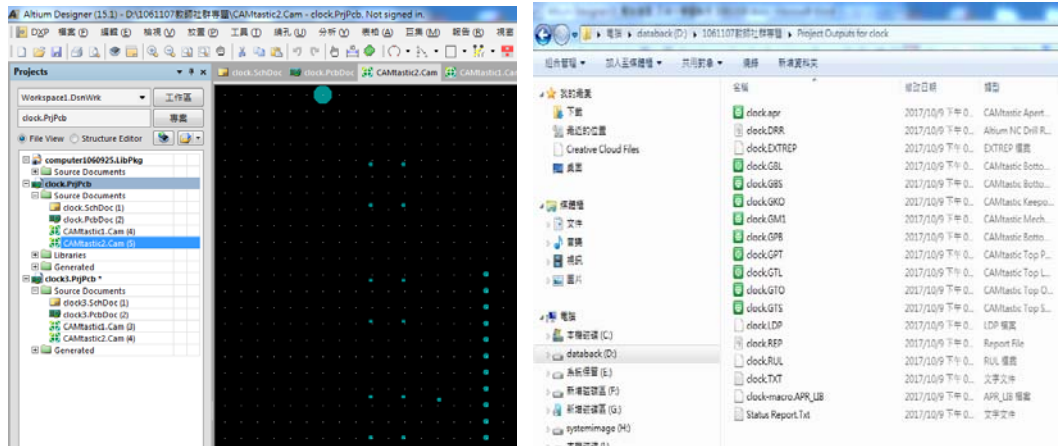
(二) 再按確認之後，在專案欄就會產生相關的 Gerber Files(如下圖所示)，這些檔案會統一放在 Project Outputs for clock 檔案內，記得要存檔，然後用隨身碟儲存如下的 Project Outputs for clock 檔案，再去雕刻機執行雕刻。



(三) 鑽孔檔:檔名.TXT：利用[檔案/輔助製造輸出][ (F)/NC Drill Files]，出現一個 NC 鑽孔設定盒，什麼都不用選，直接按[確認]鈕，鑽孔檔會自動加入 Project Outputs for clock 檔案內，再去雕刻機執行雕刻。



(四) 產生相關的 Gerber Files 同時也為在專案內產生 CAMtastic1 檔案，產生了鑽孔檔之後，也會在專案中產生 CAMtastic2 檔案。如左下圖所示。其中所產生的鑽孔檔為 clock.txt。

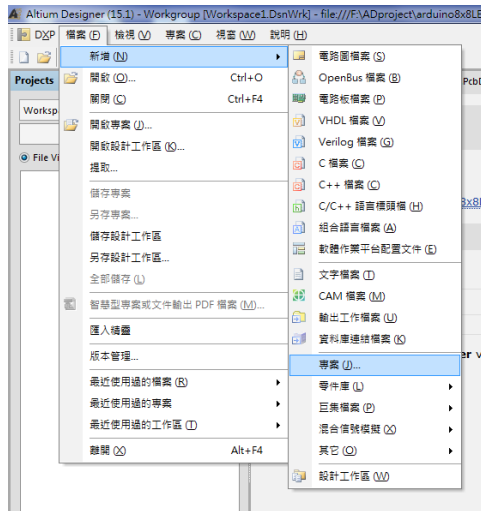


## 「專題製作-ATMEGA328 物聯網 IOT」---以雕刻電路板實現

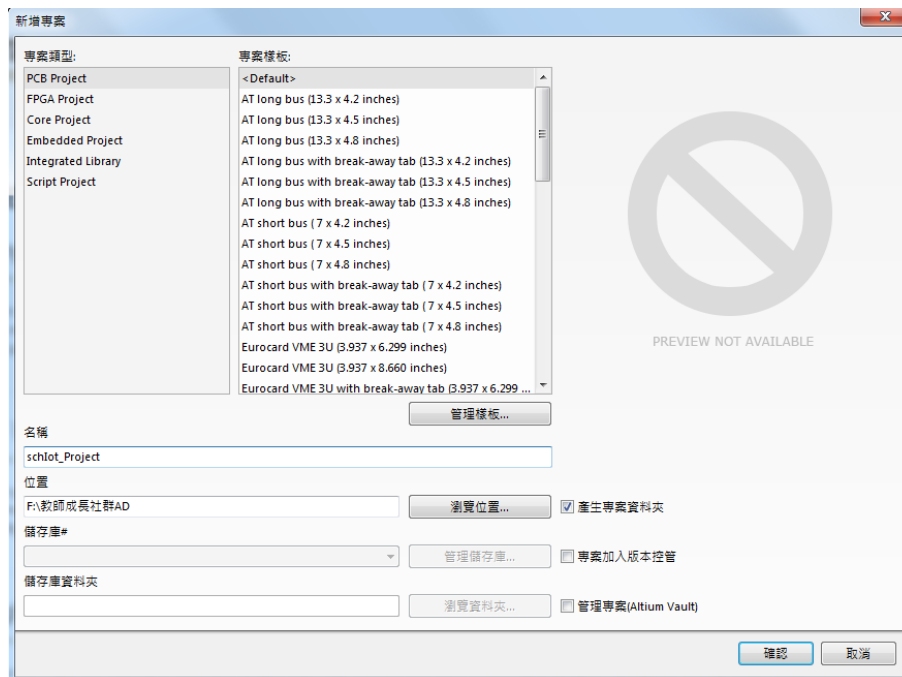
編寫老師：林獻柱 老師

### 一、建立專案

(一) 檔案/新增/專案，按下後，會出現新增專案對話盒



(二) 專案類型:選 PCB Project ，位置選好儲存路徑，在此為 D:\教師成長社群



(三) 新增電路圖檔案：在 schIot\_Project1.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選 Schematic,在此我們增加二個 Schematic,分別命名 basic,sensor,relay

(四) 同理，新增電路板檔案：在 PCB\_Project1.PrjPCB 預設專案上按右鍵，選新增檔案到專案，選 PCB，並命名為 schIot.PcbDoc

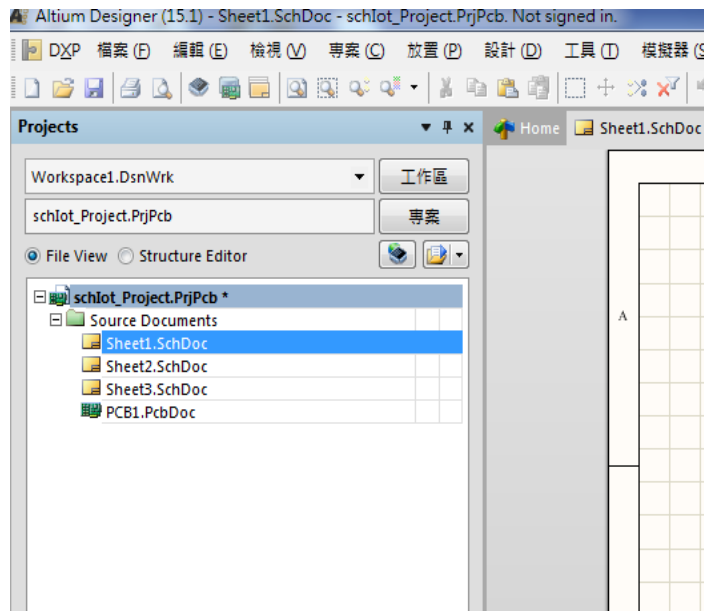


(五) 存檔；在 schIot.PrjPCB 旁出現\*字號，表示未存檔

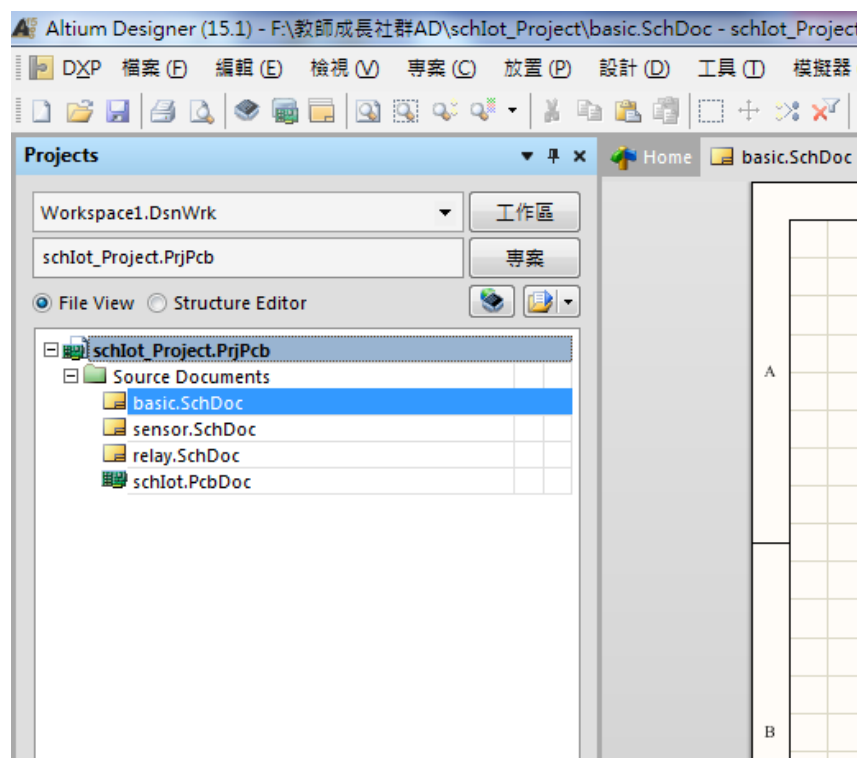
A. 在 schIot\_Project1.PrjPCB 上按儲存專案

B. 存.PcbDoc (檔名自己取；在此為 schIot.PcbDoc)

C. 再存 Schematic(檔名自己取；在此為 basic；sensor；relay)



(六) 如下圖所示



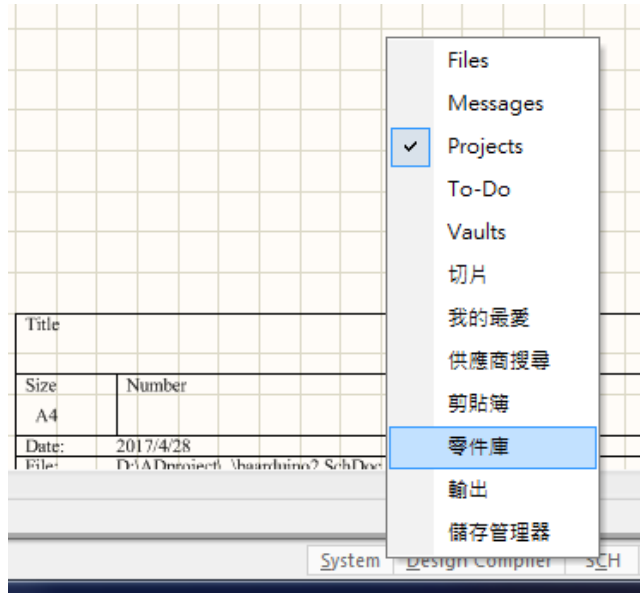
(七) 之後，用 Ctrl+S 快速存檔

二、零件庫的操作

(一) 零件庫的操作的方式有兩種 a. 停在零件庫標籤上一會兒，會彈出零

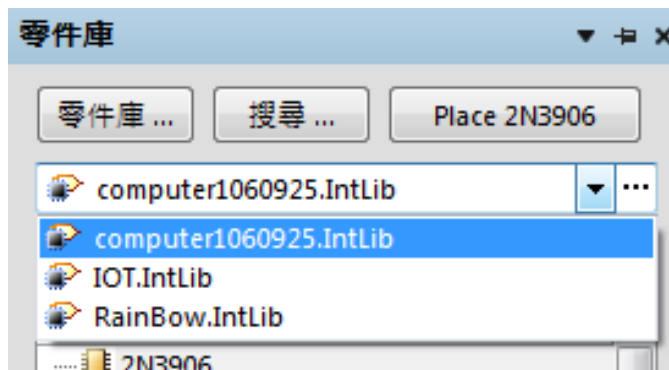
件庫面板，就可操作，移開後自動會消失 b. 在零件庫標籤上按一下滑鼠左鍵一下，就可操作面板，不用在零件庫標籤上按一下滑鼠左鍵一下就會消失

(二) 若不小心關掉零件庫(操作不正確)，可用編輯區的 system 按鈕叫回來



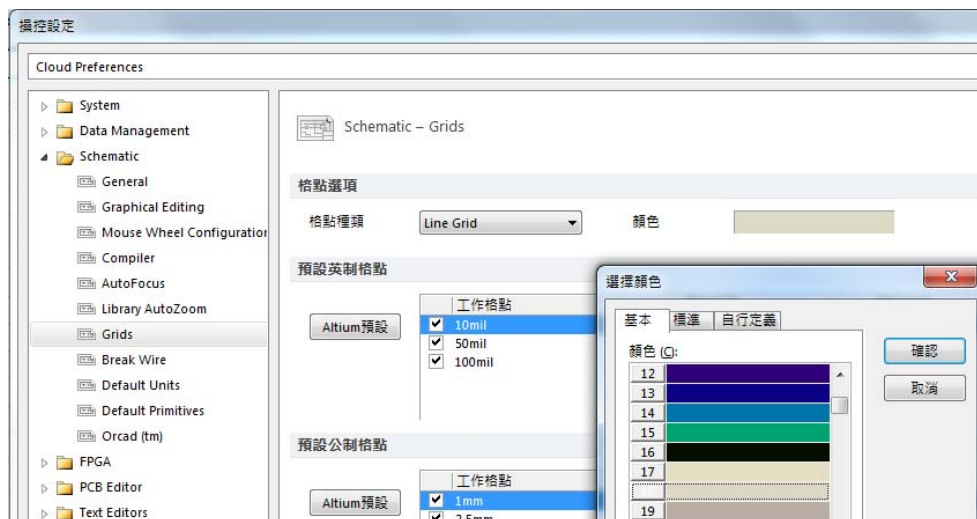
(三) 除了 Miscellaneous Device.IntLib(常用零件庫)和 Miscellaneous Connectors.IntLib(常用連接埠) 之外，其他自己掛載上去。

(四) 零件庫的安裝：在零件庫面板上，按一下零件庫...鈕，出現可用零件庫選上面系統的標籤，然後再按一下下面的掛載的標籤，指到正確的路徑就可以了，如下圖所示(在此掛上 RainBow 和 IOT 零件庫)。



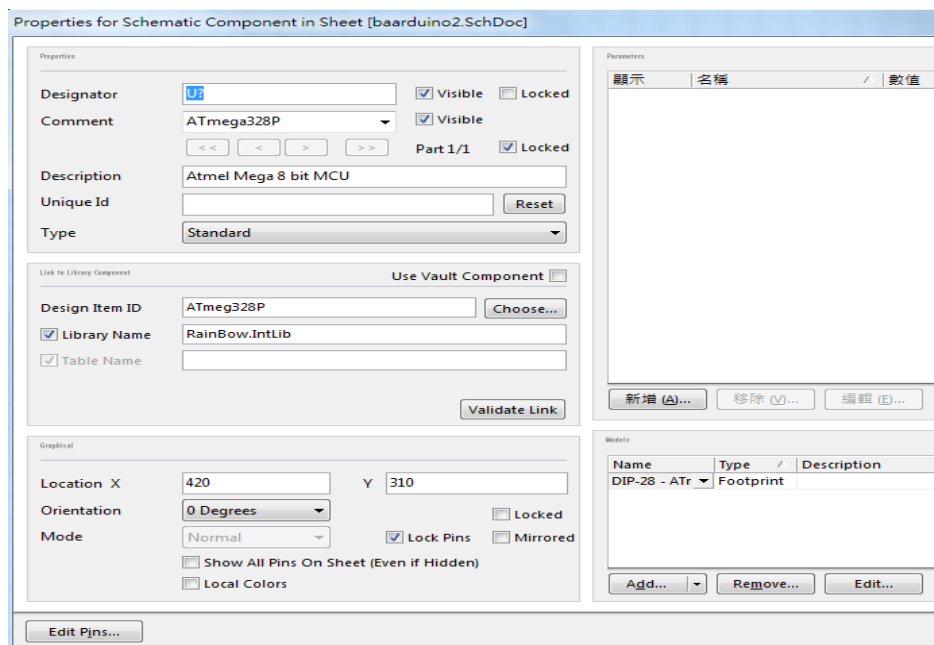
### 三、畫電路圖

(一) 圖紙格線的設定：(因個人需要而定)利用 工具(T)/電路圖操控設定(P) 出現操控設定 對話盒選其中 Schematic 之下的 Grids，在格點顏色上按一下滑鼠左鍵，設定格點顏色為 18 如下圖所示



(二) 主要零件先擺放：本例以 ATmeg328P 為主要元件就先擺放

(三) 每次元件選後(未放定位)，即按 **TAB** 更改編定元件序號



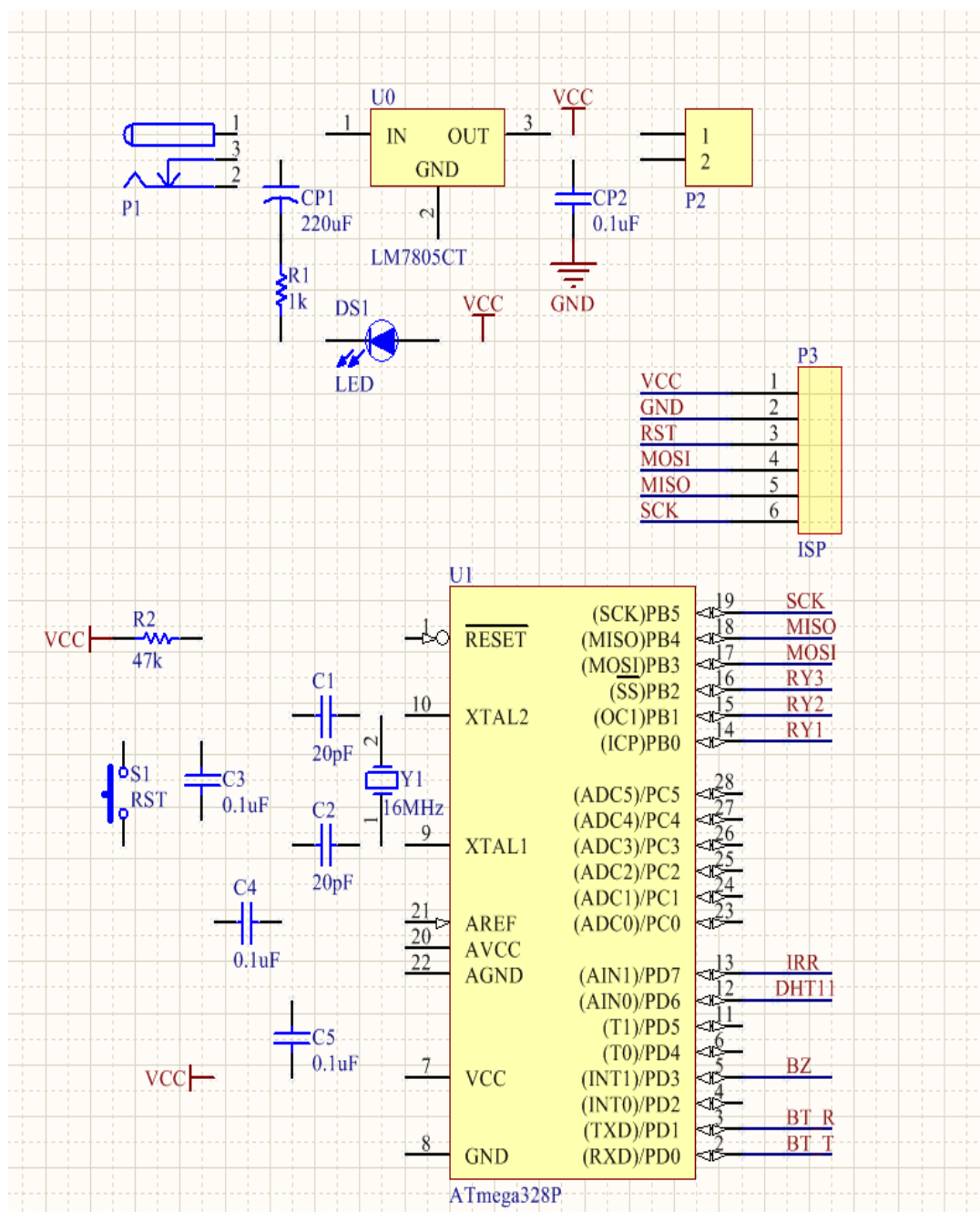
(四) 放大電路圖與縮小電路圖的方法：

甲、放大電路圖：**ctrl**+**滑鼠中間滾輪向上** 或 **PgUp**

乙、縮小電路圖：**ctrl**+**滑鼠中間滾輪向下** 或 **PgDn**

(五) 注意：G 鍵可以使電路圖間格 Grid 1 → Grid5 → Grid10 輪流切換

(六) 兩元件之間若有碰撞，必須引起火花，才有相連接

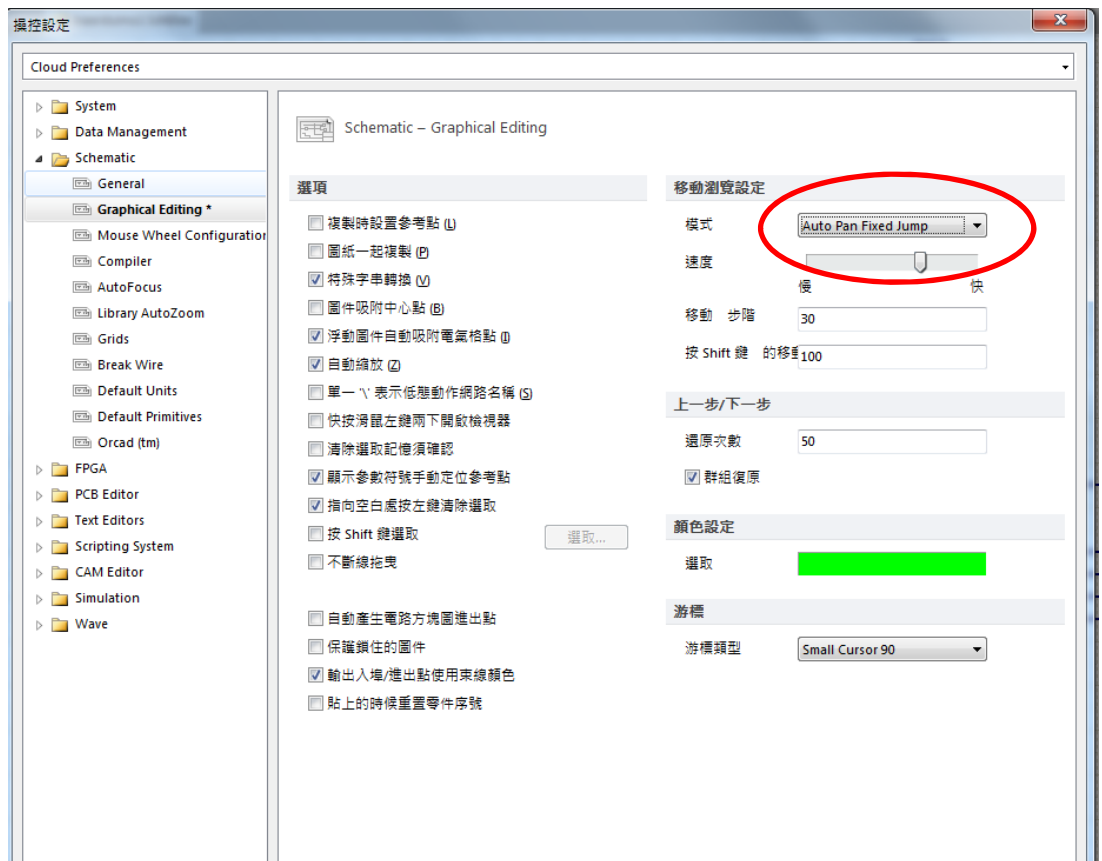


(七) 利用畫導線鈕，來完成連接導線

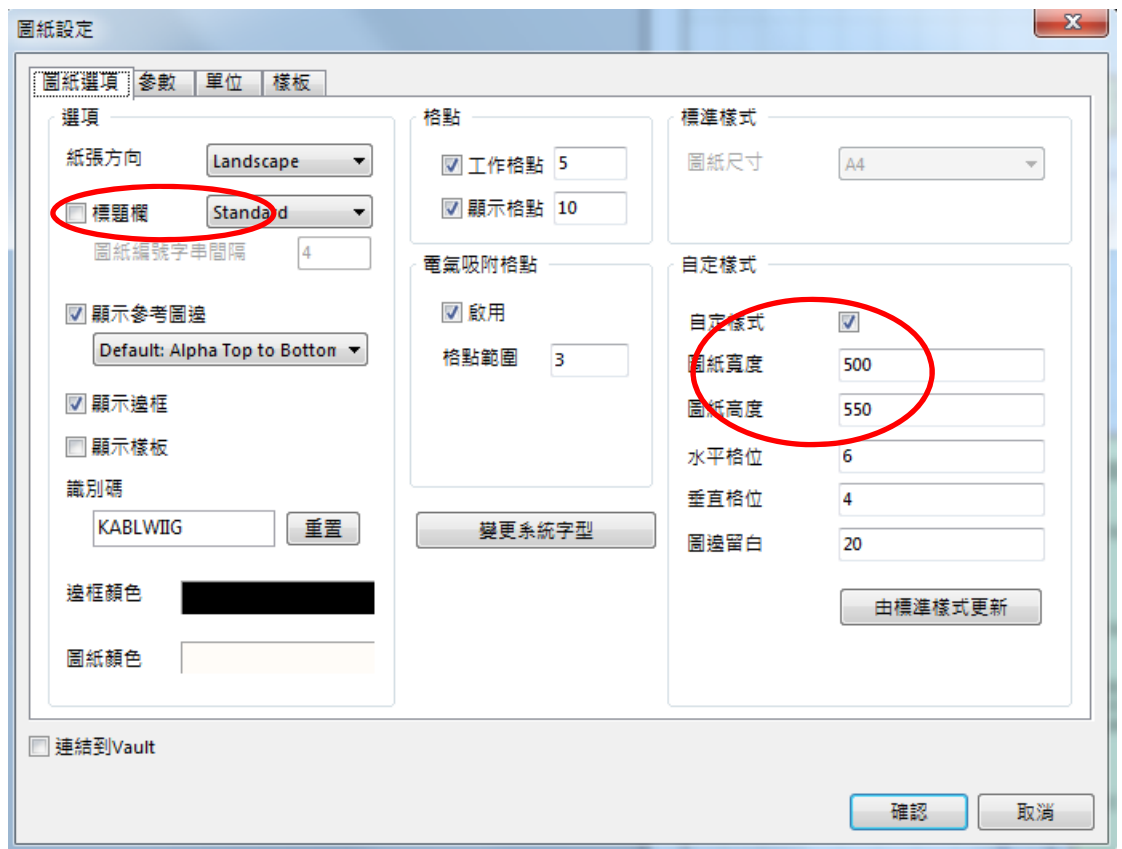
(八) 若連接好的導線，想拉開距離不斷線，先按 **ctrl**+**按滑鼠左鍵移動** 拉開

(九) 複製元件的方法：先按 **ctrl**+再指向要複製的元件

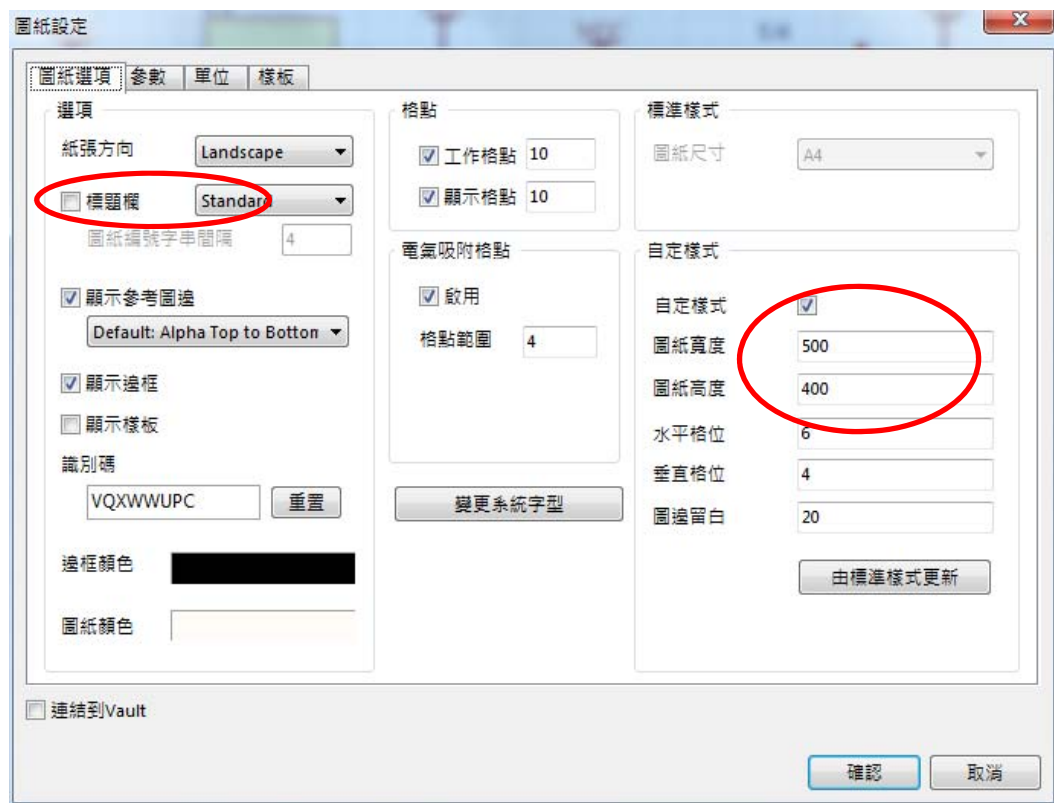
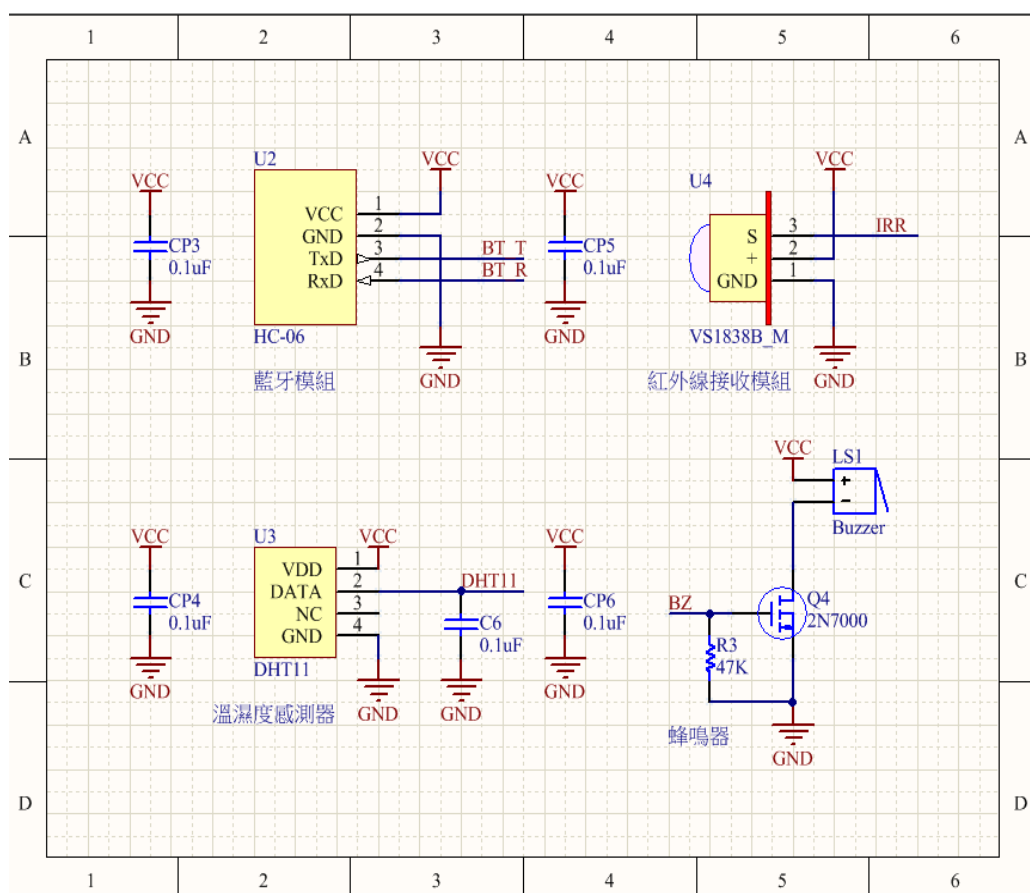
(十) 圖紙移動的設定：(台灣人的習慣)利用 工具/電路圖操控設定(P)，出現 操控設定 對話盒選其中 Schematic 之下的 Grapical Editing 之自動邊移選項中 挑 **Auto Pan Fixed Jump**

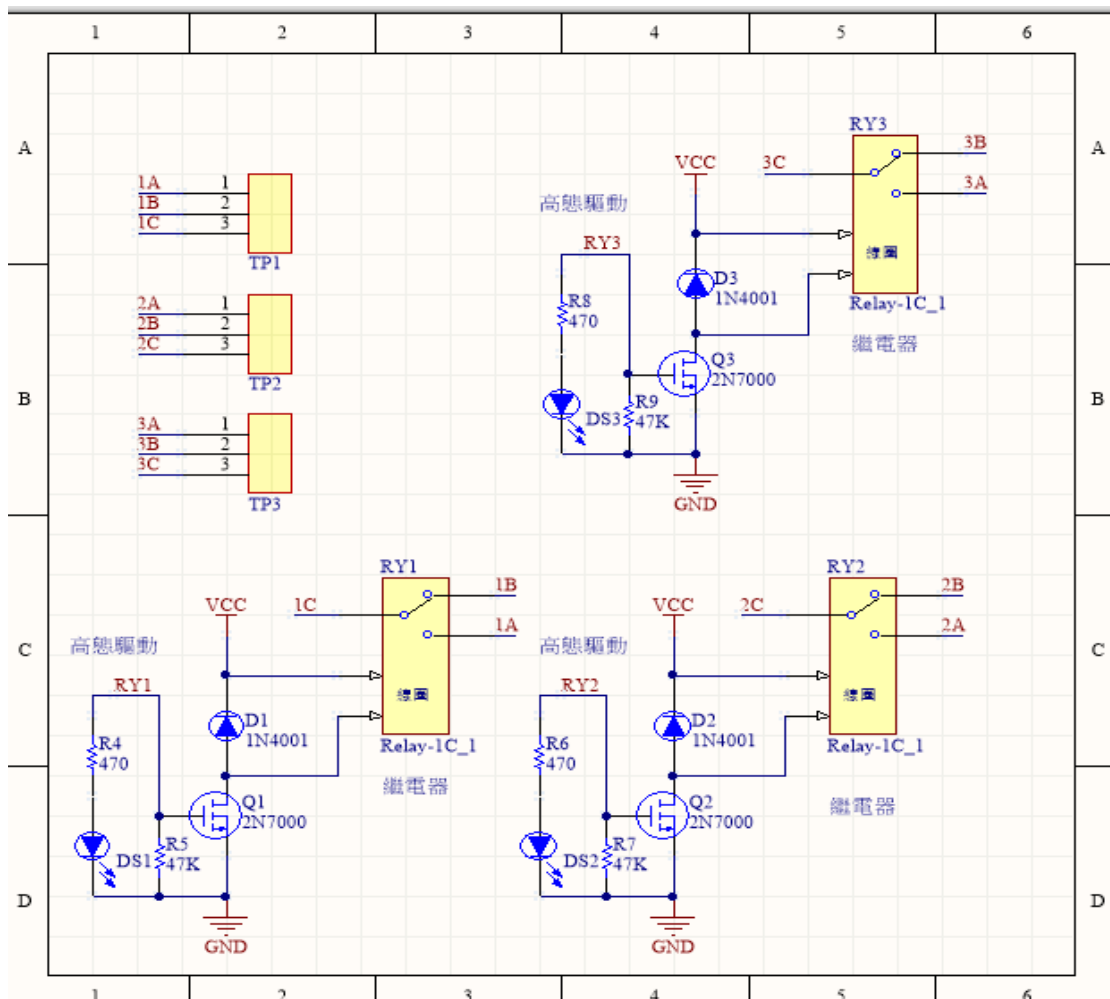


(十一) 編輯完成後，可更改圖紙大小，利用 設計(D)/圖紙設定(O) 出現圖紙設定對話盒，自行設定圖紙大小



(十二) 同理，再將 sensor.SchDoc 與 relay.SchDoc 電路圖完成





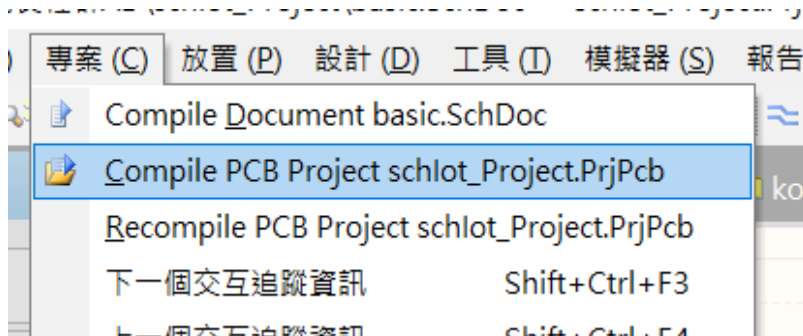
圖紙設定

圖紙選項	參數	單位	樣板
<p>選項</p> <p>紙張方向: Landscape</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 標題欄: Standard</p> <p>圖紙編號字串間隔: 4</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 顯示參考圖邊: Default: Alpha Top to Bottom, Num</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 顯示邊框</p> <p><input type="checkbox"/> 顯示樣板</p> <p>識別碼: XRAACYHW</p> <p>邊框顏色: [Color Selection]</p> <p>圖紙顏色: [Color Selection]</p>			
<p>格點</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 工作格點: 10</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 顯示格點: 10</p> <p>電氣吸附格點</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 啟用</p> <p>格點範圍: 4</p>			
<p>標準樣式</p> <p>圖紙尺寸: A4</p>			
<p>自定樣式</p> <p>自定樣式: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>圖紙寬度: 500</p> <p>圖紙高度: 500</p> <p>水平格位: 6</p> <p>垂直格位: 4</p> <p>圖邊留白: 20</p> <p>由標準樣式更新</p>			



(十三) 再用 Ctrl+S 快速存檔

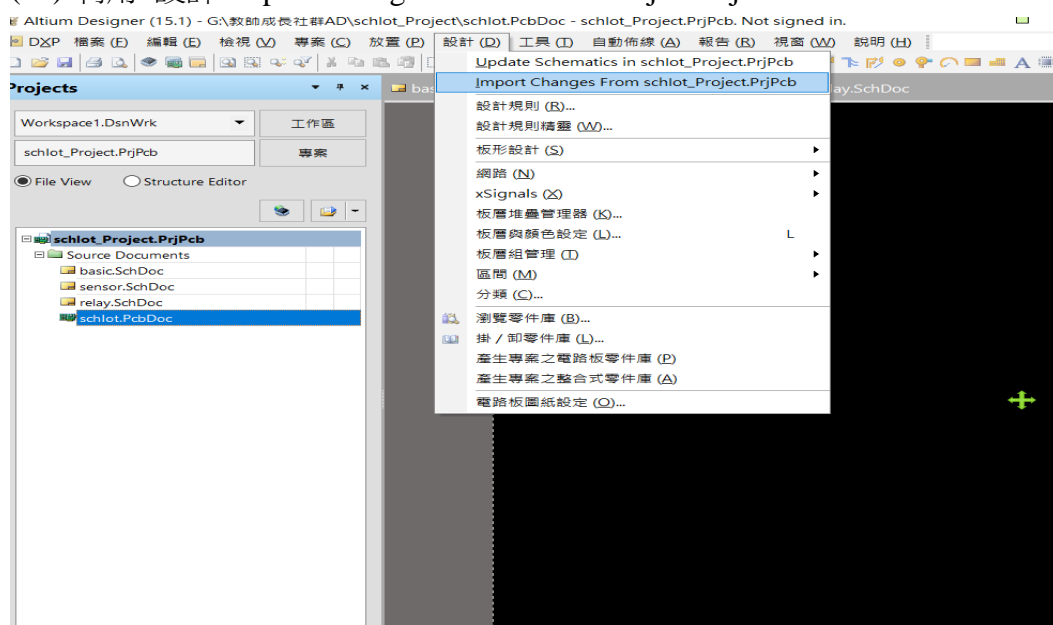
(十四) 最後，再利用 專案/Compile PCB Project schlot\_Project.PrjPcb 驗證  
電路圖正確



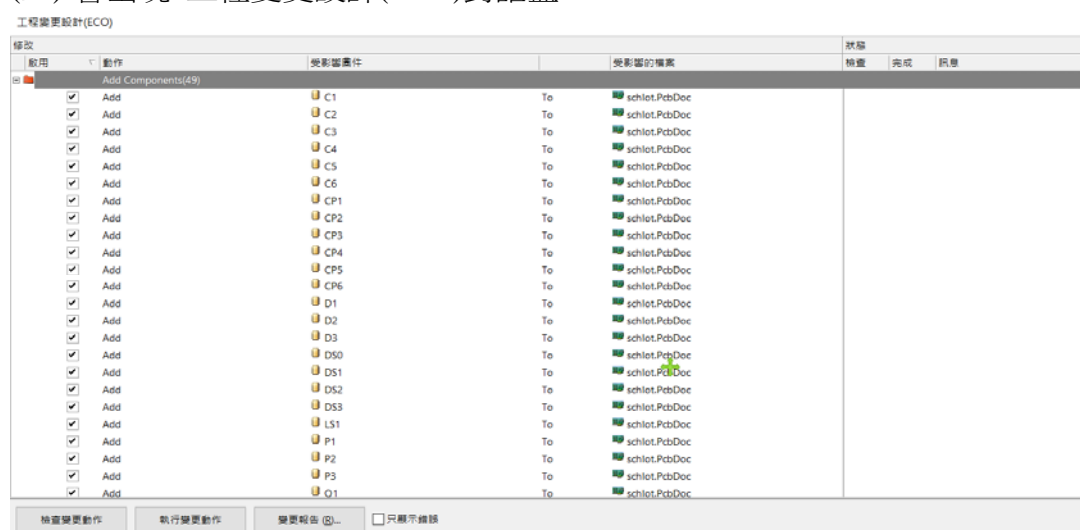
#### 四、電路圖資料轉到 PCB 面板

(一) 切換到 PCB 面板檔案(schlot.PcbDoc)

(二) 利用 設計/Import Changes From schlot\_Project.PrjPcb



(三) 會出現 工程變更設計(ECO)對話盒



(四) 其中，先執行檢查變更動作鈕：程式執行檢驗動作，電路圖是否畫正確，檢驗動作結果列在檢查欄位裡，如有錯誤，回電路圖修改；再執行執行變更動作鈕：程式執行資料轉移，並記錄在其完成欄位裡

工程變更設計(ECO)

修改	啟用	動作	受影響元件	受影響的檔案	狀態	檢查	完成	訊息
Add Components(49)								
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C4	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C5	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	C6	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP4	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP5	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	CP6	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	D3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	DS0	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	DS1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	DS2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	DS3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	LS1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	P1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	P2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	P3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	Q1	To	schlot.PcbDoc				

檢查變更動作 執行變更動作 變更報告 (R...) ☐ 只顯示錯誤 關閉

檢查變更動作

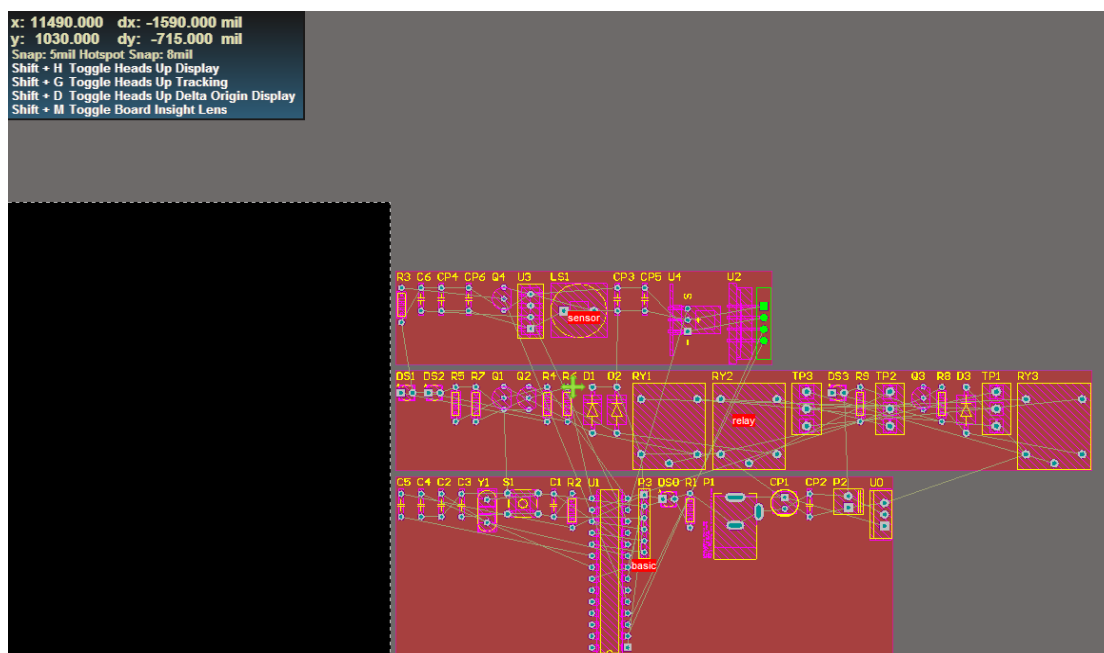
工程變更設計(ECO)

修改	啟用	動作	受影響元件	受影響的檔案	狀態	檢查	完成	訊息
Add Components(49)								
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetC5_2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetCP1_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD1_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD2_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetD3_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetDS0_2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetDS1_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetDS2_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetDS3_1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	NetLS1_2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	RST	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	RY1	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	RY2	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	RY3	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	SCK	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	VCC	To	schlot.PcbDoc				
Add Component Classes(3)								
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	basic	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	relay	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	sensor	To	schlot.PcbDoc				
Add Rooms(3)								
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	Room basic (Scope=InComponentClass("basic"))	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	Room relay (Scope=InComponentClass("relay"))	To	schlot.PcbDoc				
<input checked="" type="checkbox"/>	Add	Room sensor (Scope=InComponentClass("sensor"))	To	schlot.PcbDoc				

檢查變更動作 執行變更動作 變更報告 (R...) ☐ 只顯示錯誤 關閉

執行變更動作

(五) 按[關閉]鈕，將其關閉，再按[PgDn]鍵縮小顯示，如下圖所示



(六) 零件的佈置：

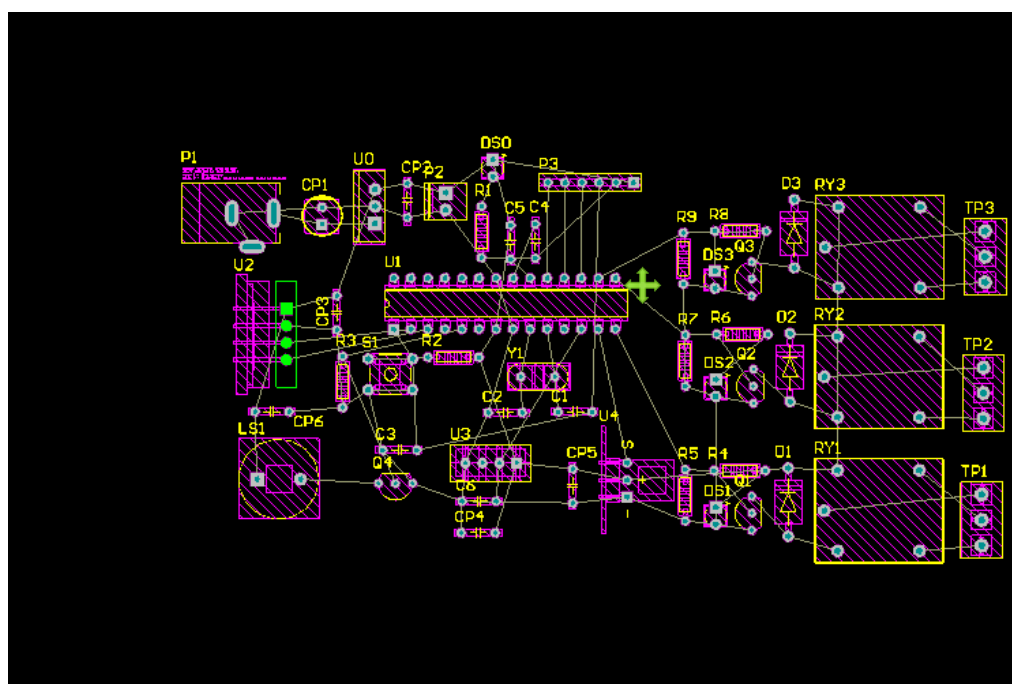
先將零件佈置區間(Room)利用滑鼠左鍵，指向內部空白區域按住不放，移至黑色編輯區上方

大零件、主要零件先放置

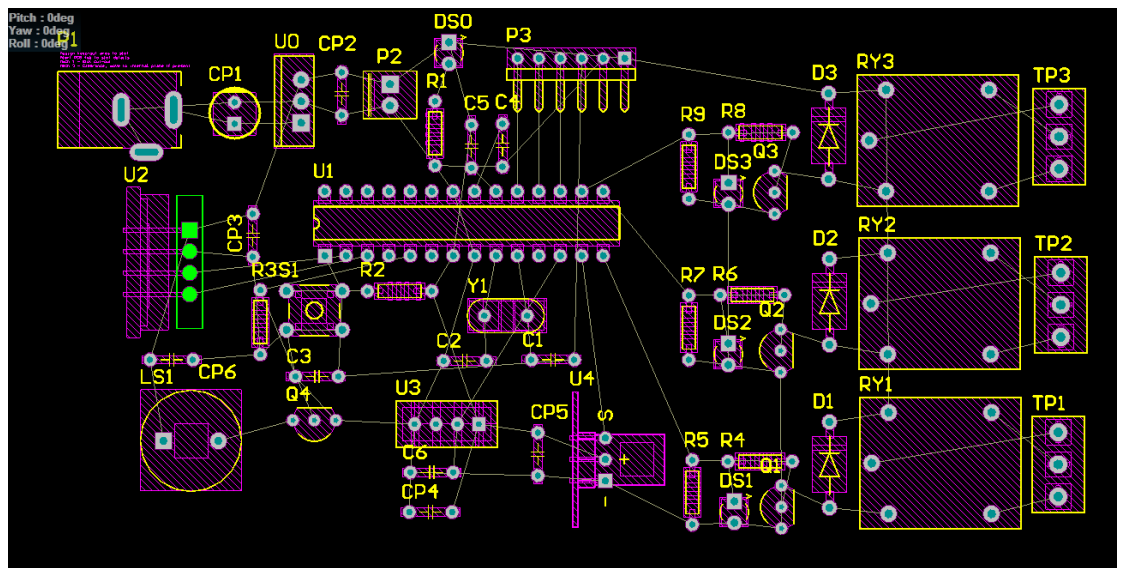
可按零件在電路圖裡的相對位置進行佈置


先進行零件粗排，再進行零件細排

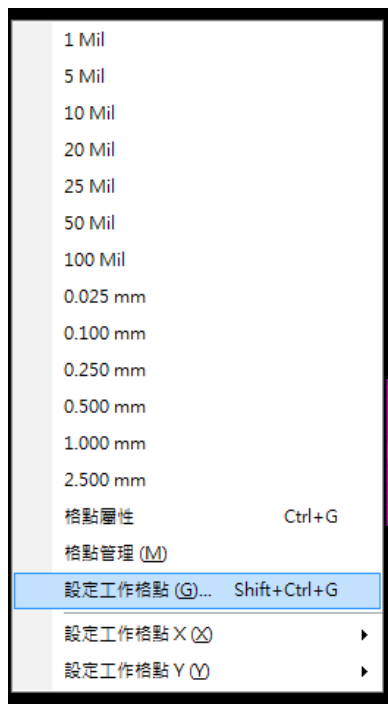
未成排好零件時或零件高度超過額定高度，零件接腳為綠色，如下圖所示



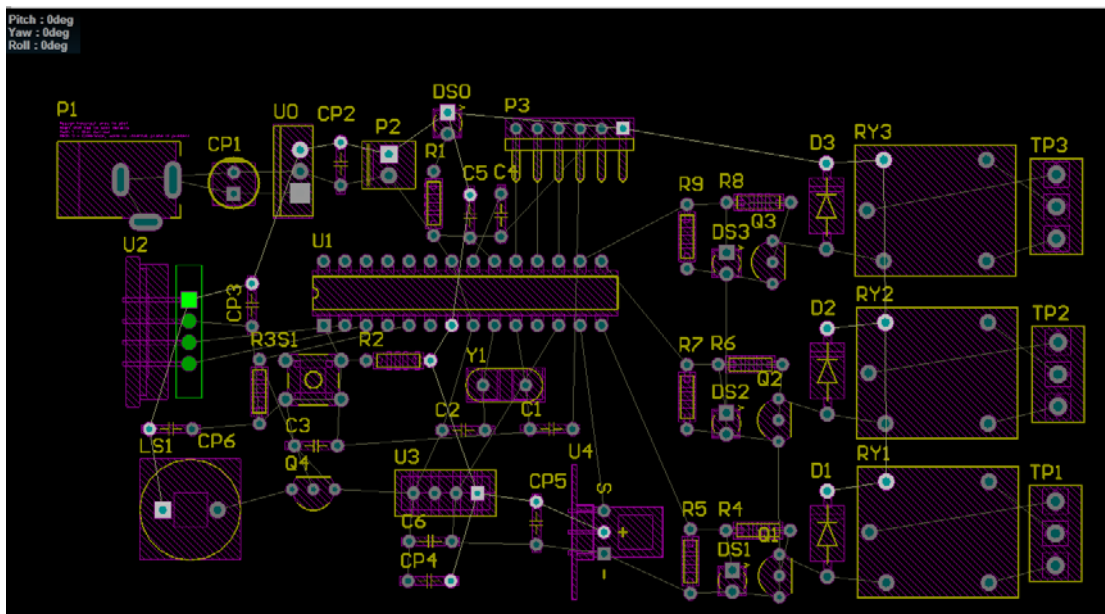
安排零件完成後，再將 Room 那一塊點到刪除，就非常漂亮了



(七) 可利用工具列上的  來細部調整零件對齊 或利用 G 鍵，彈跳出格子值設為 1Mil，如下圖所示，然後再去細調零件位置，細調後，圖變更漂亮了

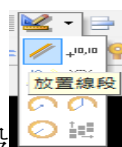



(八) 觀看焊接點的連接：(方便調整位置和以後自己佈線)按 **Ctrl**+任一焊接點和利用遮罩程度配合，就很明顯清楚了。(取消觀看則按 **Ctrl**+空白沒有電路的地方)

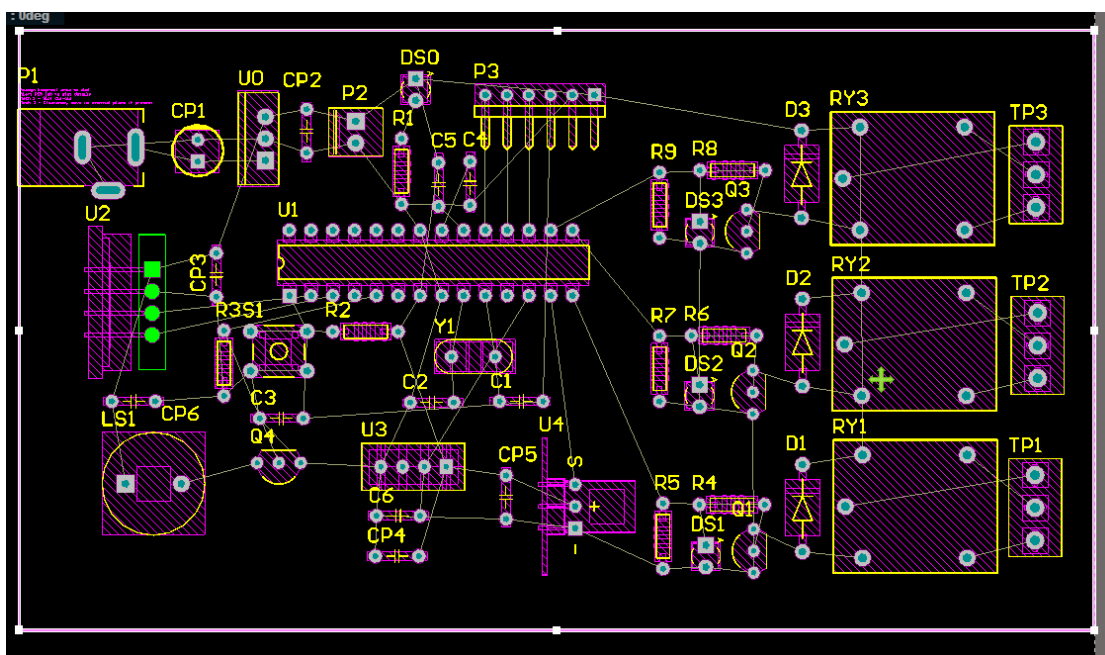


## 五、板形設計

定義外框大小：先切換到  Keep-Out Layer 層，再利用上面的公用程式工具列的

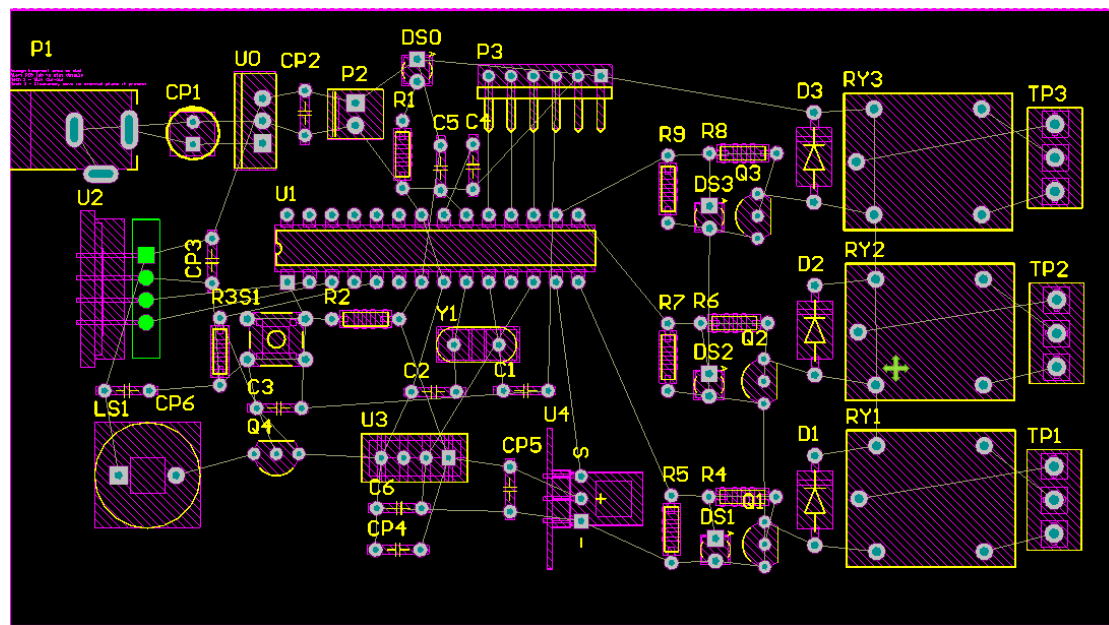
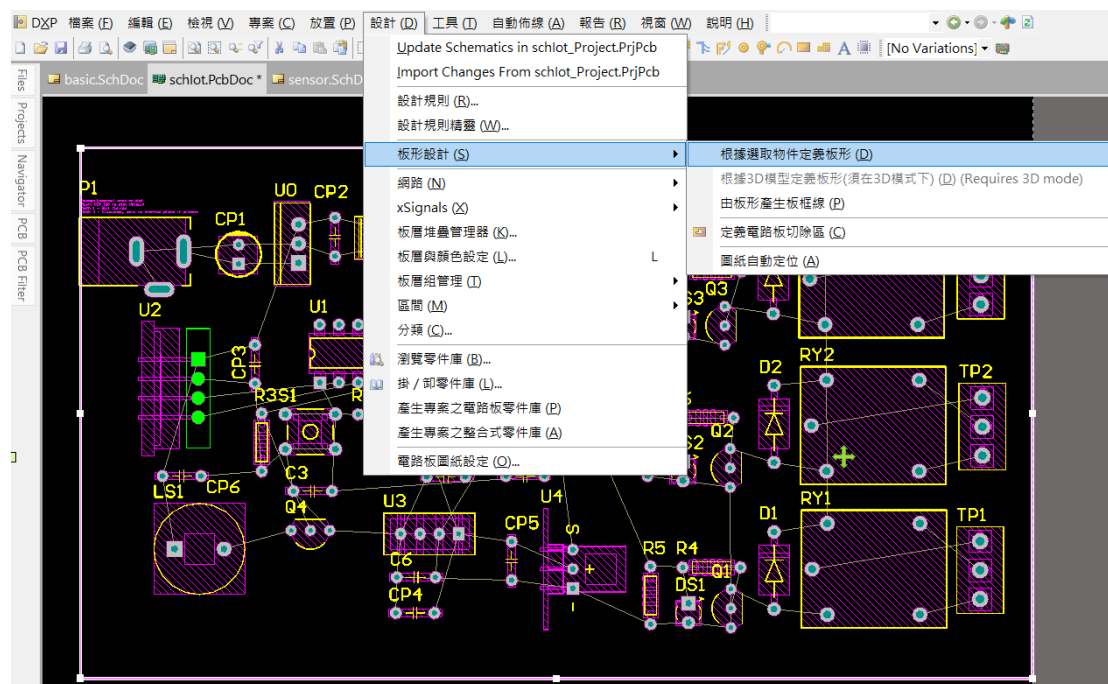


選擇放置線段 ，按住 **shift**+**空白鈕**可更換樣式。在電路週圍畫出一封閉迴路，如下圖所示



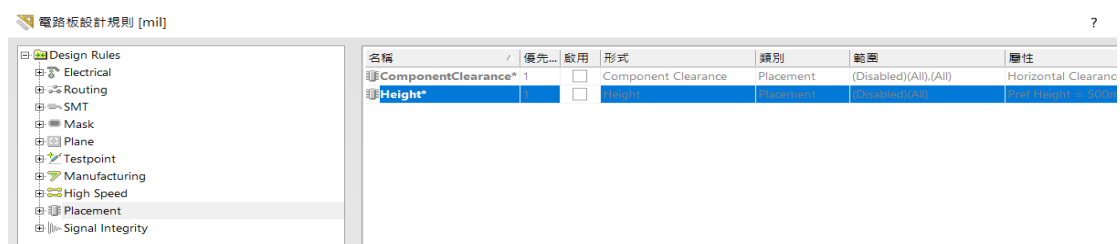
板框製完後，按住 **Shift** 鍵，再一一選取每段板框線，再啟動 設計(D)/電路板

外形(S)/依選取物件自動定義(D)，即可切板，如下圖所示。



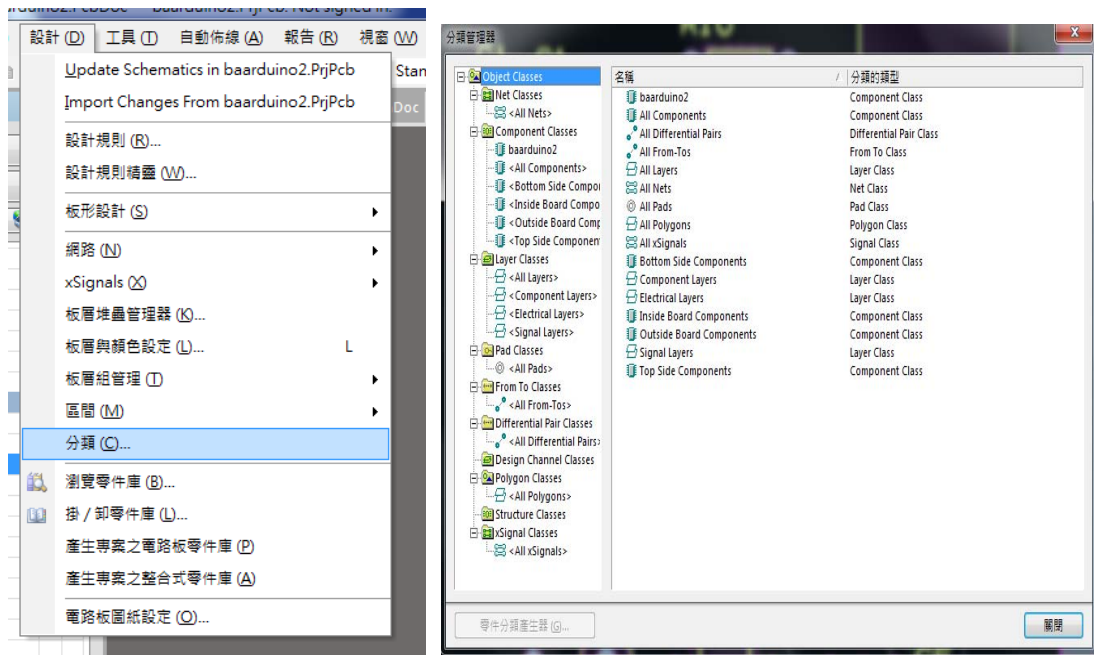
## 六、基本設計規則與製造規則

(一) 首先取消零件佈置相關的設計規則，動 設計(D)/設計規則命令，在左邊的設計規則條列裡，選取 **Placement** 項，並取消 **Component Clearance** 項和 **Height** 項的啟用欄位，如下圖所示

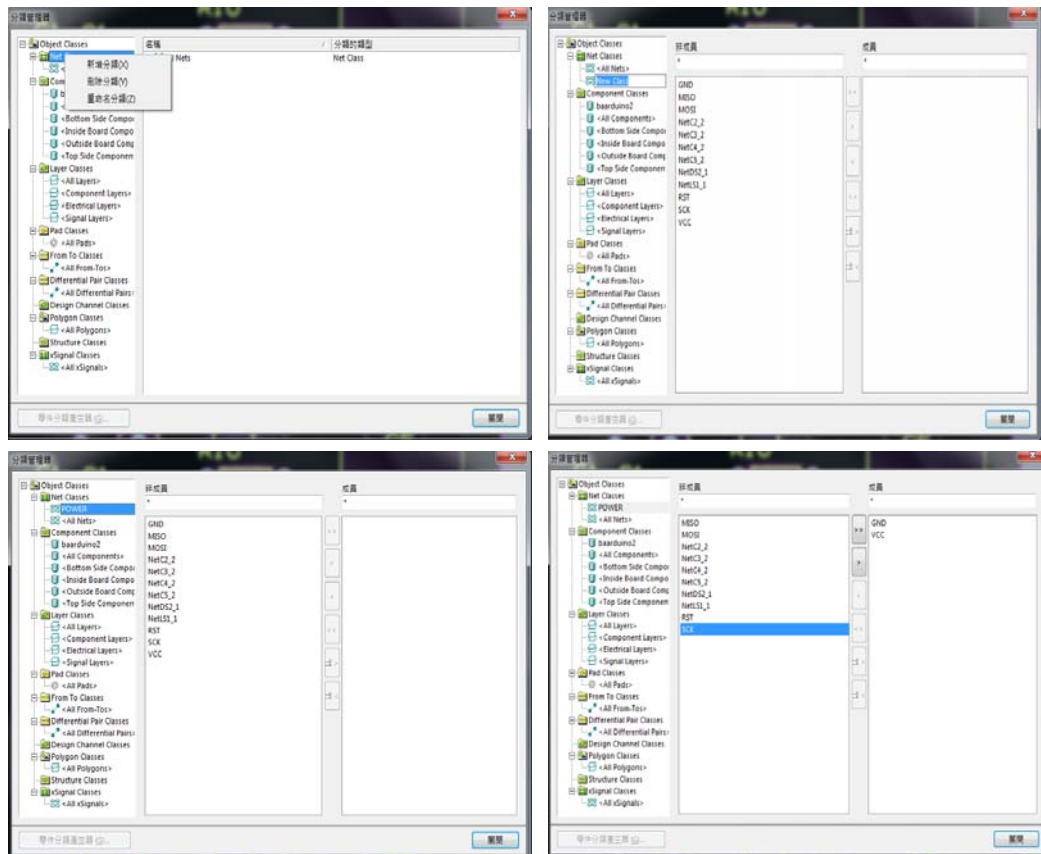




(二) 啟動 設計(D)/分類：產生一分類管理器對話盒，再指向左邊的 Net Classes 項目，再其上按滑鼠右鍵拉下選單，選取新增分類命令，即可產生一個 New Class 分類

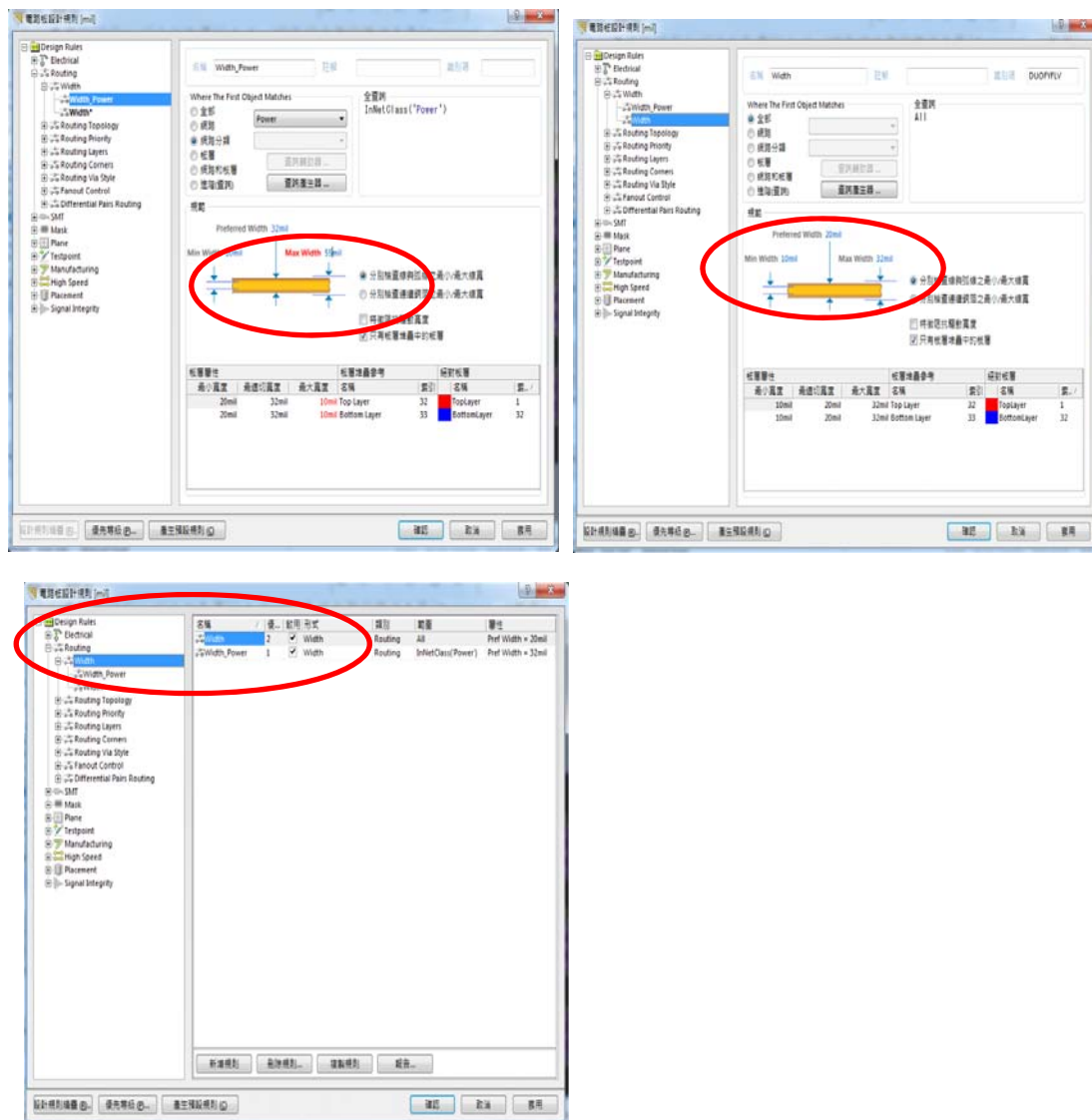


(三) 再指向這個 New Class 分類按鼠右鍵拉下選單，選取重新命名分類命令，將 New Class 改為 POWER，再將非成員區塊下選取 VCC 和 GND 項目移入成員區裡，再按關閉，完成 POWER 網路分類定義

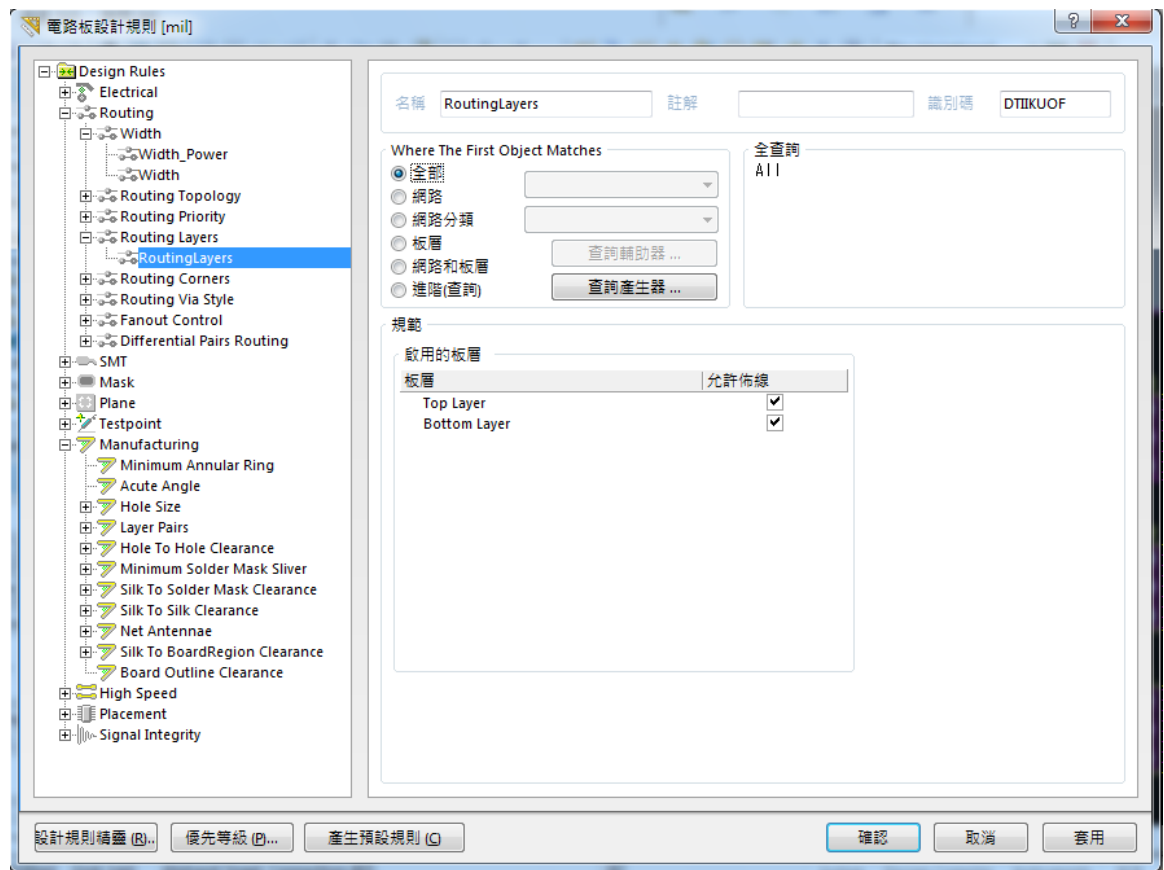




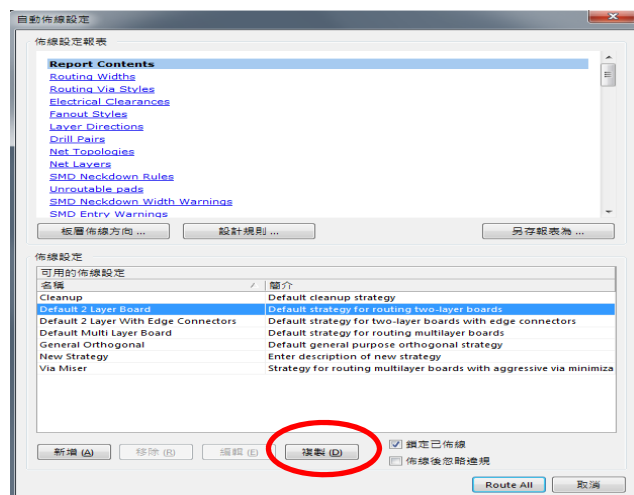
- (四) 設計(D)/設計規則(R) 出現電路板規則和限制編輯器 面板，選取 **Routing⇒Width⇒Width**，我們就佈線線寬設計規則設定如下：
- (五) 再從左邊的 **Width** 項目，在其上按滑鼠右鍵拉下選單，選取新建設計規則命令，即可產生一個 **Width\_1** 命令，再將此名稱改為 **Width\_Power**
- (六) 選取網路分類，然後在其右上欄位選取 **Power** 選項。
- (七) 將 **Max Width** 欄位設定為 **55mil**，**Preferred Width** 欄位設定為 **32mil**，然後按確定
- (八) 而在原來的 **Width** 將 **Max Width** 欄位設定為 **32mil**，**Preferred Width** 欄位設定為 **20mil**，然後按確定
- (九) 最後，可在 **Routing/Width** 下，可以看出 **width\_Power** 分類及優先等級



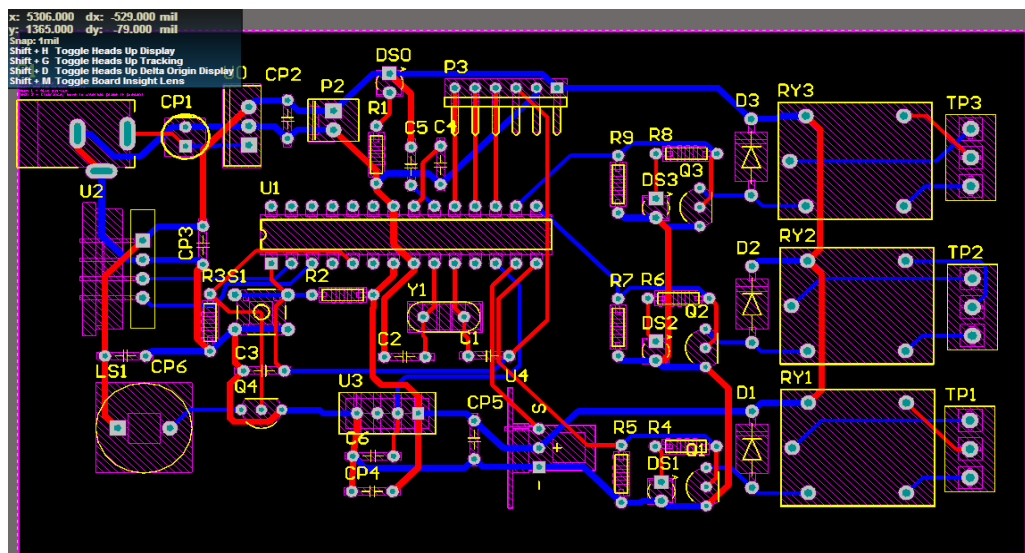
(十) 製造、佈線規則設定如下：



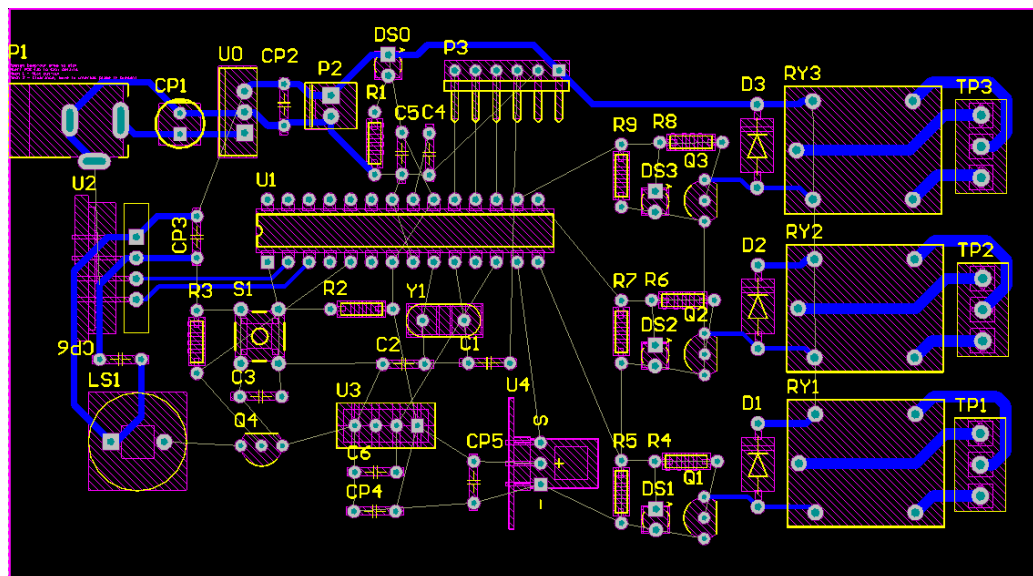
(十一) 自動佈線：啟動功能表下 自動佈線(A)/全部電路(A)，即可啟動自動佈線設定，再按 **Route All** 可完成



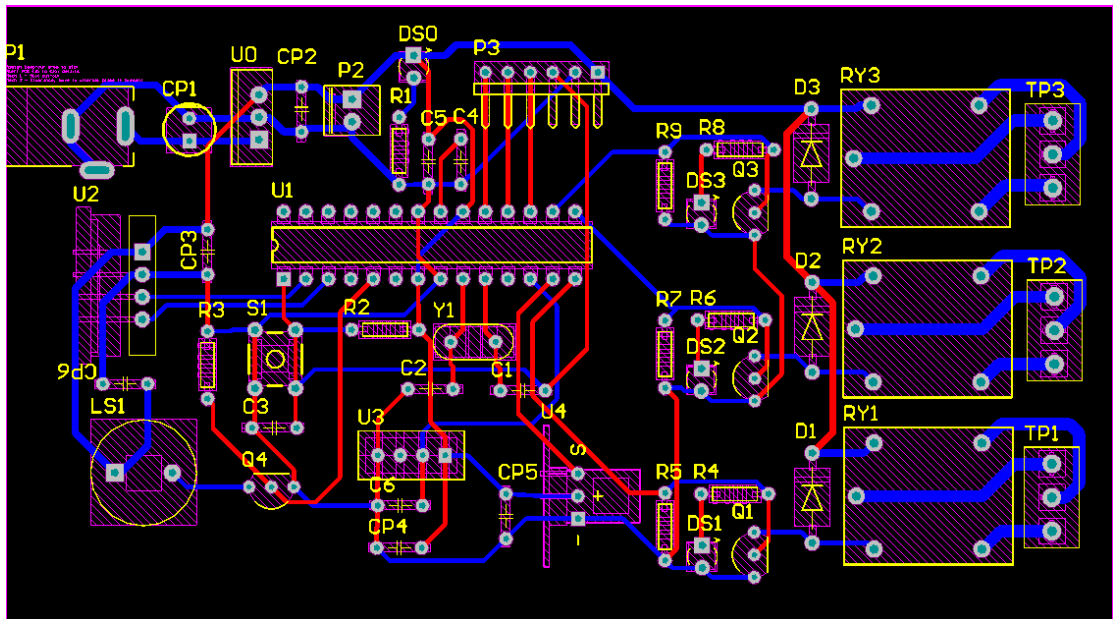
Messages						
Class	Document	Sour...	Message	Time	Date	No.
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Routing Started	下午 03:...	106/10/30	1
Rou...	schIot.PcbDoc	Situs	Creating topology map	下午 03:...	106/10/30	2
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Fan out to Plane	下午 03:...	106/10/30	3
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Fan out to Plane in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	4
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Memory	下午 03:...	106/10/30	5
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	6
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Layer Patterns	下午 03:...	106/10/30	7
Rou...	schIot.PcbDoc	Situs	Calculating Board Density	下午 03:...	106/10/30	8
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Layer Patterns in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	9
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Main	下午 03:...	106/10/30	10
Rou...	schIot.PcbDoc	Situs	Calculating Board Density	下午 03:...	106/10/30	11
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Main in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	12
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Completion	下午 03:...	106/10/30	13
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Completion in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	14
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Starting Straighten	下午 03:...	106/10/30	15
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	107 of 107 connections routed (100.00%) in 2 Seconds	下午 03:...	106/10/30	16
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Completed Straighten in 0 Seconds	下午 03:...	106/10/30	17
Rou...	schIot.PcbDoc	Situs	107 of 107 connections routed (100.00%) in 2 Seconds	下午 03:...	106/10/30	18
Situ...	schIot.PcbDoc	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed to complete 0 co...	下午 03:...	106/10/30	19



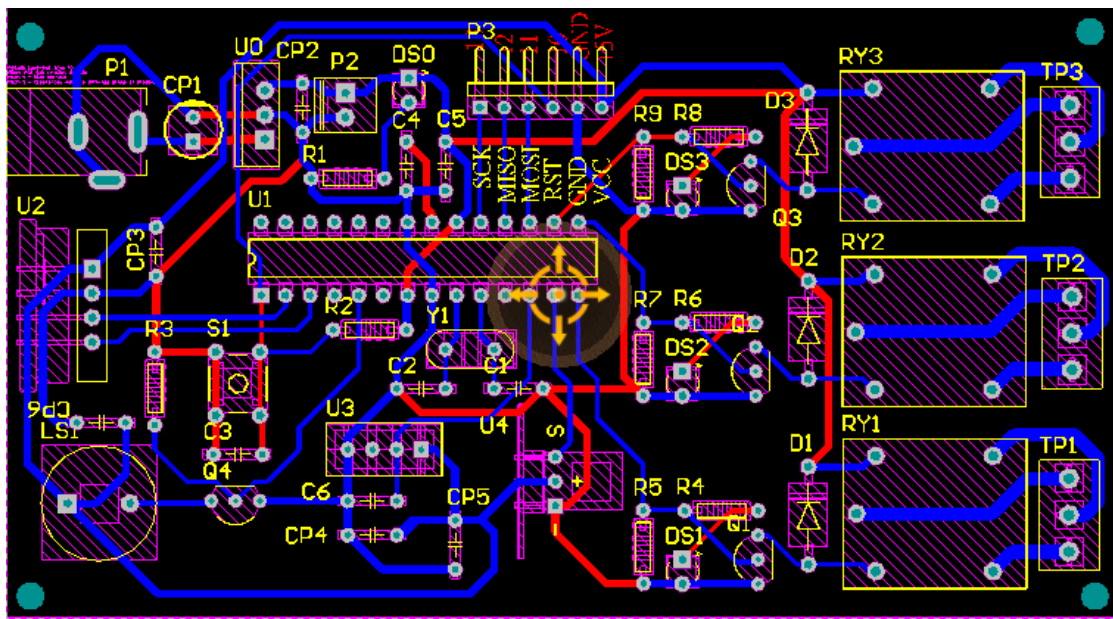
(十二)重新修正零件與佈線：工具(T)/拆除線段(U)/全部(A)，再視元件特性來自行佈線，如下圖所示



(十三)自動佈線：自動佈線(A)/整塊電路板自動佈線(A)，其中確定鎖定已佈線已打勾，再按 Route All 按鈕，讓程式自動完成剩下的佈線

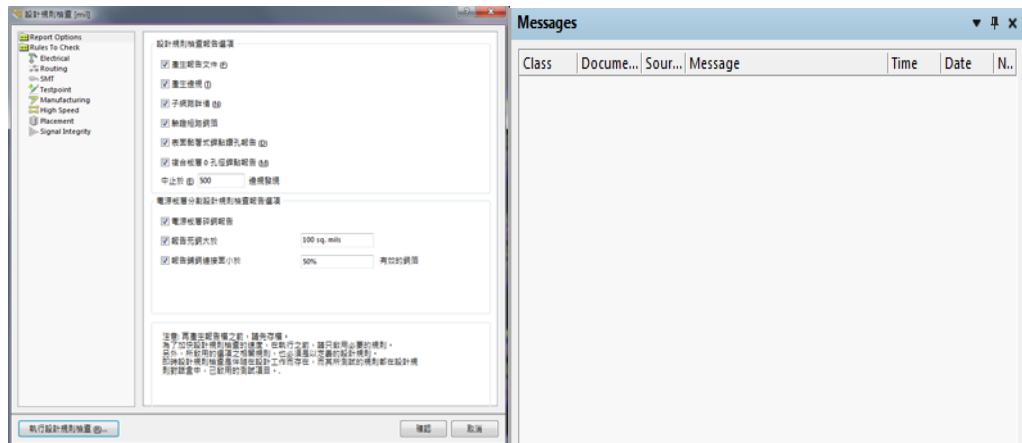


(十四)或是全部用手動佈線：會更有成就感

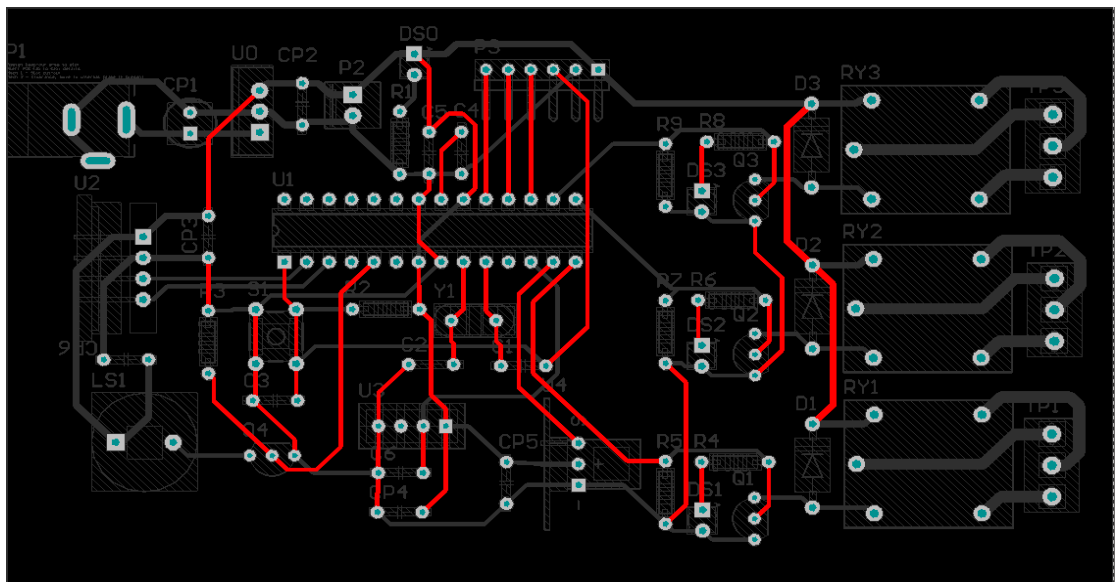


(十五)完成後，再利用工具(D)/設計規則檢查(D)，執行執行設計規則檢查鈕，若無問題，則 Messages 視窗會出現空白訊息，表示大功完成。

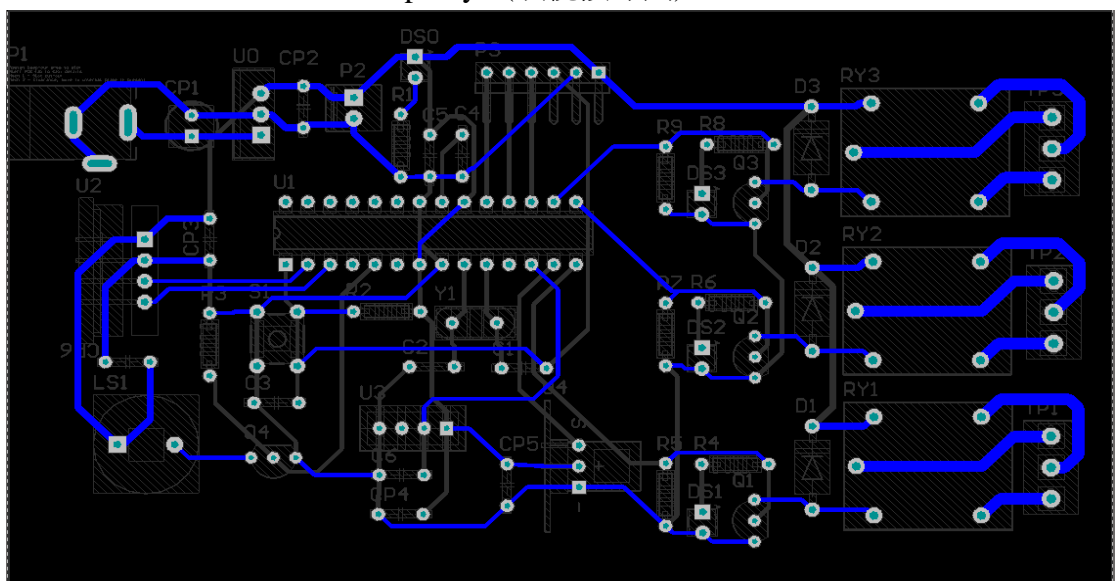




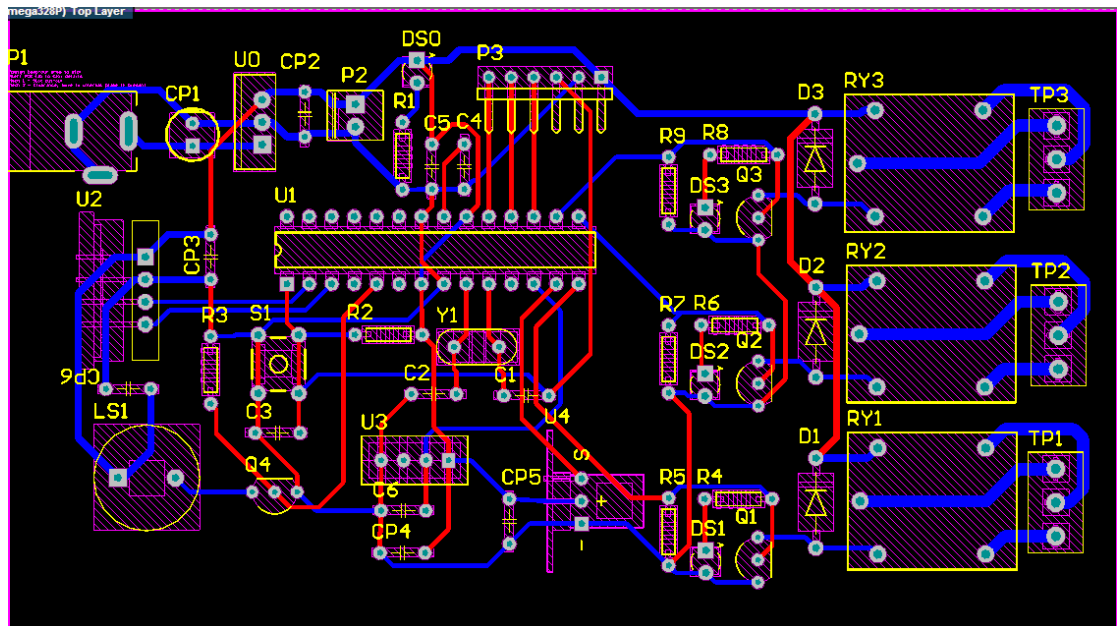
(十六)再利用 shift+S，來檢視單層的佈線，再將佈線拉直拉寬，如下圖所示，佈線圖就更加完美



Top Layer(頂視接線圖)

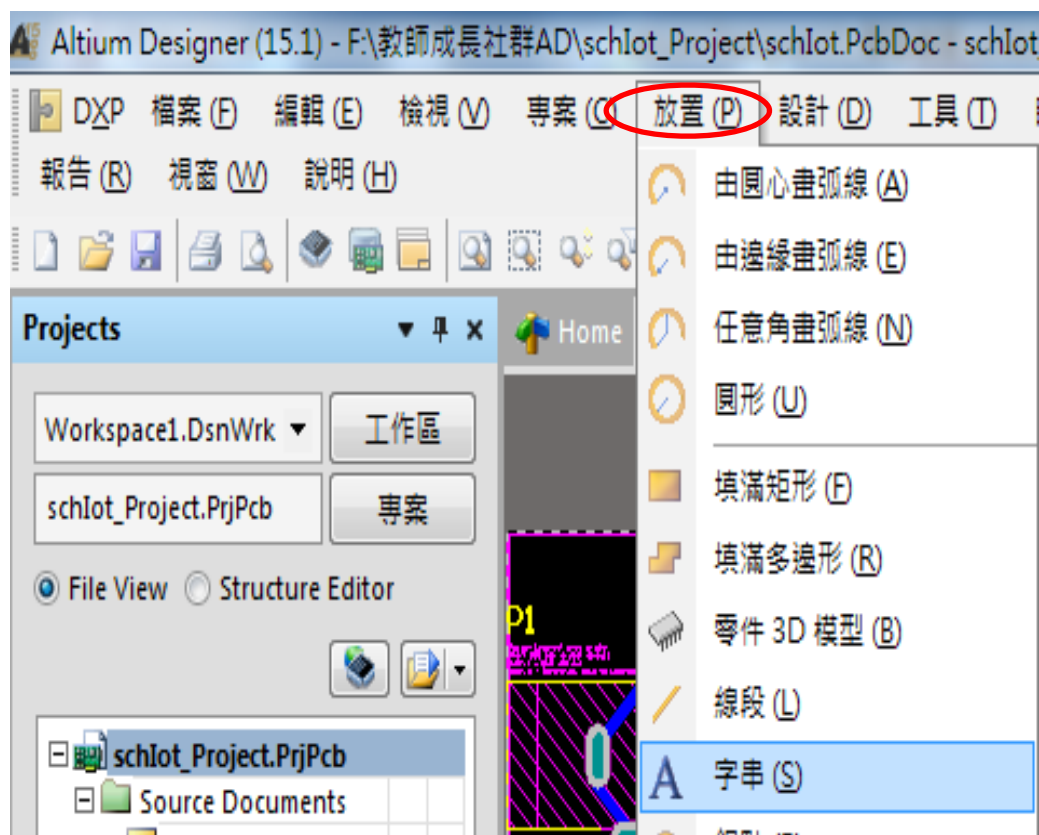


Bottom Layer(底視接線圖)

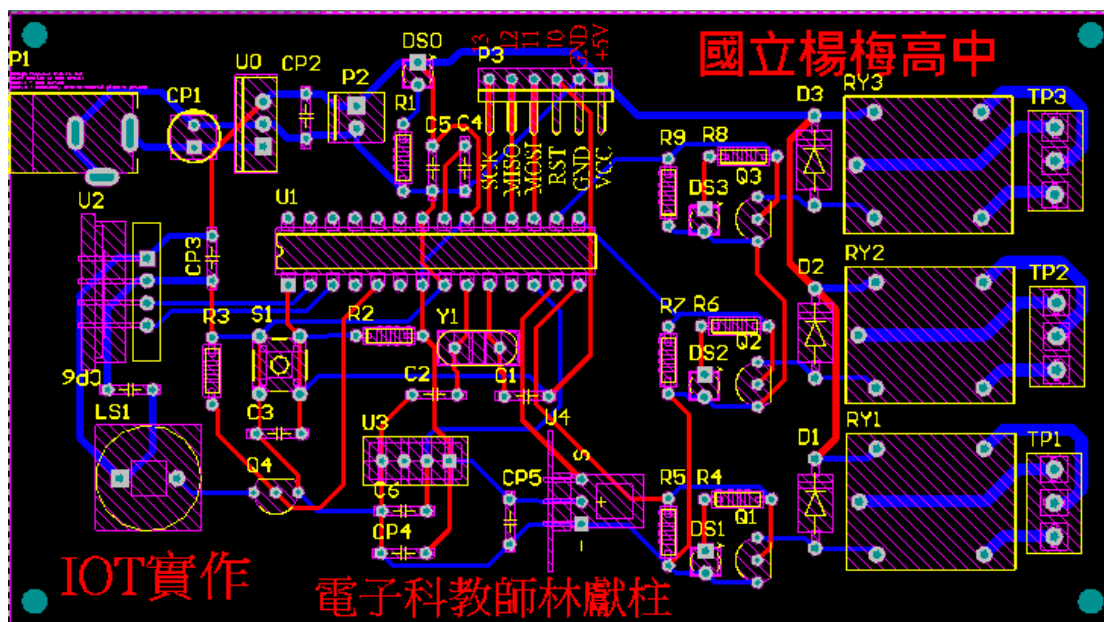
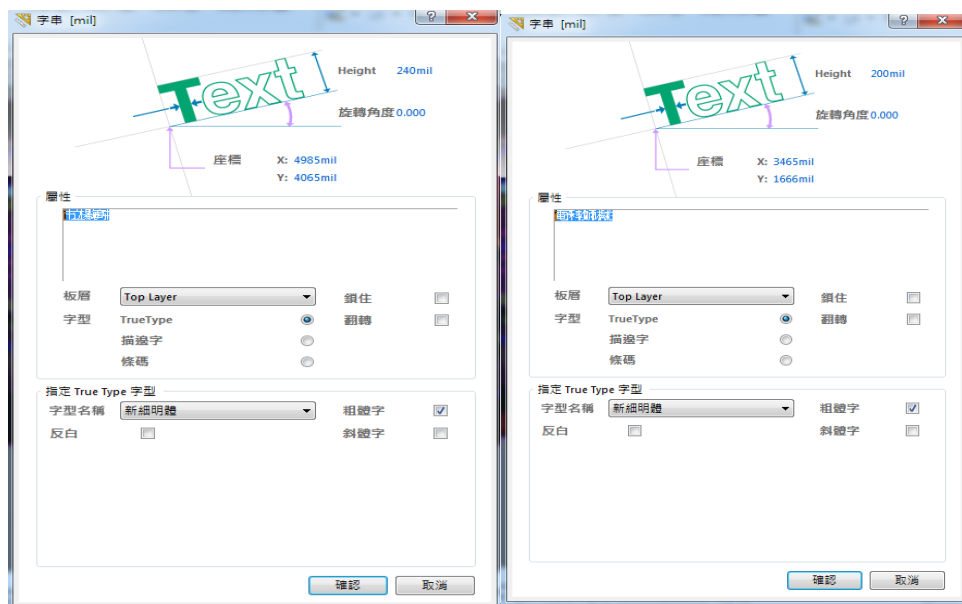


## 七、新增文字方法與 3D 圖示

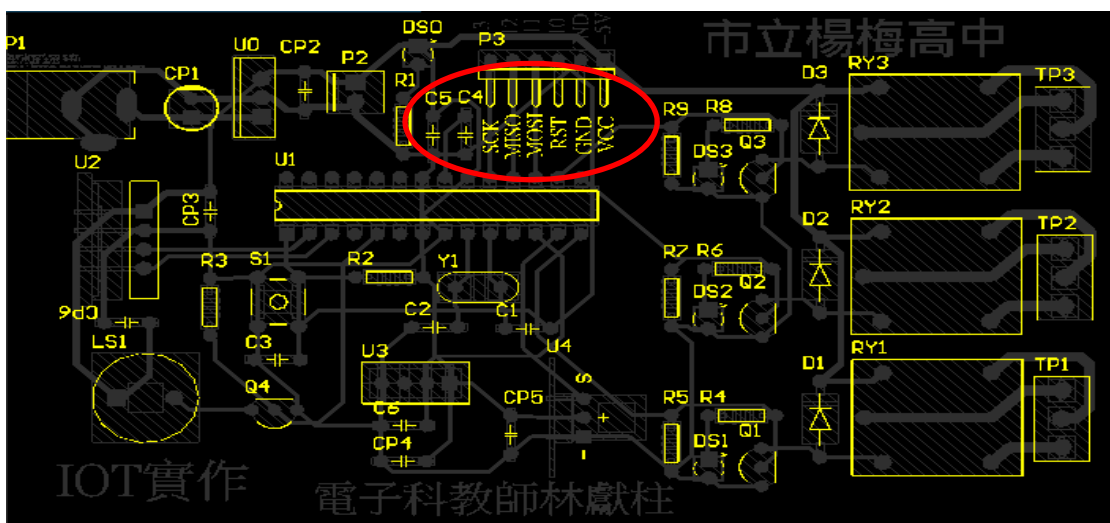
- (一) 若板框範圍太小，無地方放置文字時，可先選邊緣線(成反白狀態)+用滑鼠左鍵拉開
- (二) 由放置(P)/字串(S)或按 **[A]** 放置字串鈕，再按 **[TAB]** 鈕，來設定文字屬性



- (三) 其中：文字 Height 設為 300mil；文字：輸入你想輸入的(市立楊梅高中)；板層：Top Layer 字型名稱：試試看可不可用，放好位置如下圖




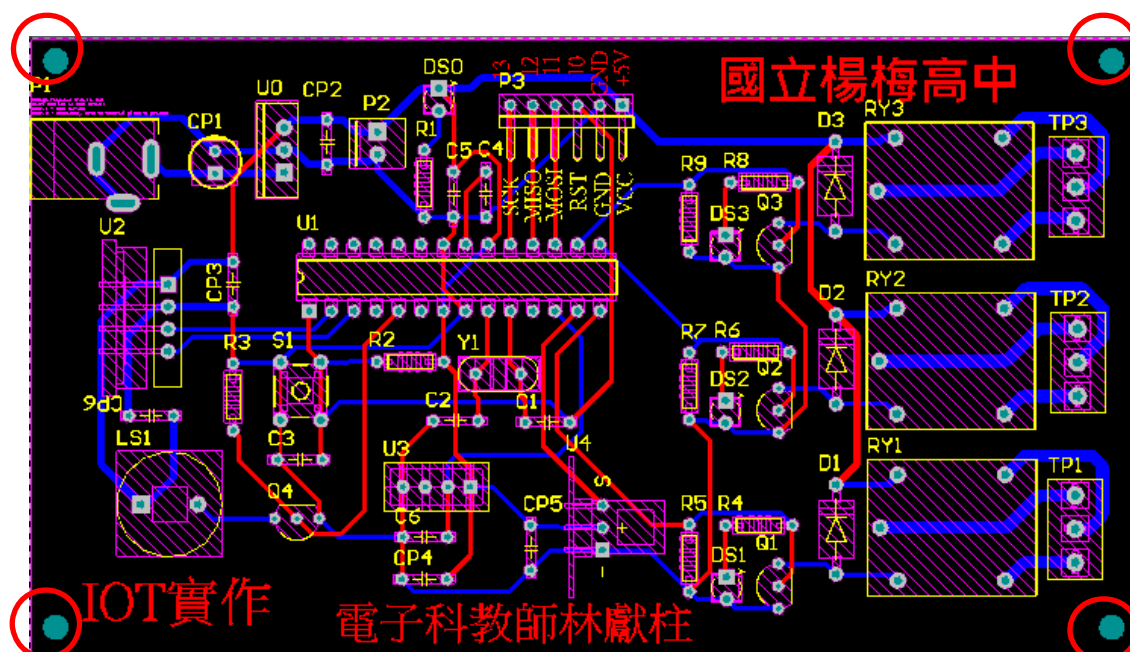
(四) 再者，利用 Top Overlay 板層，將燒錄接腳標示出來



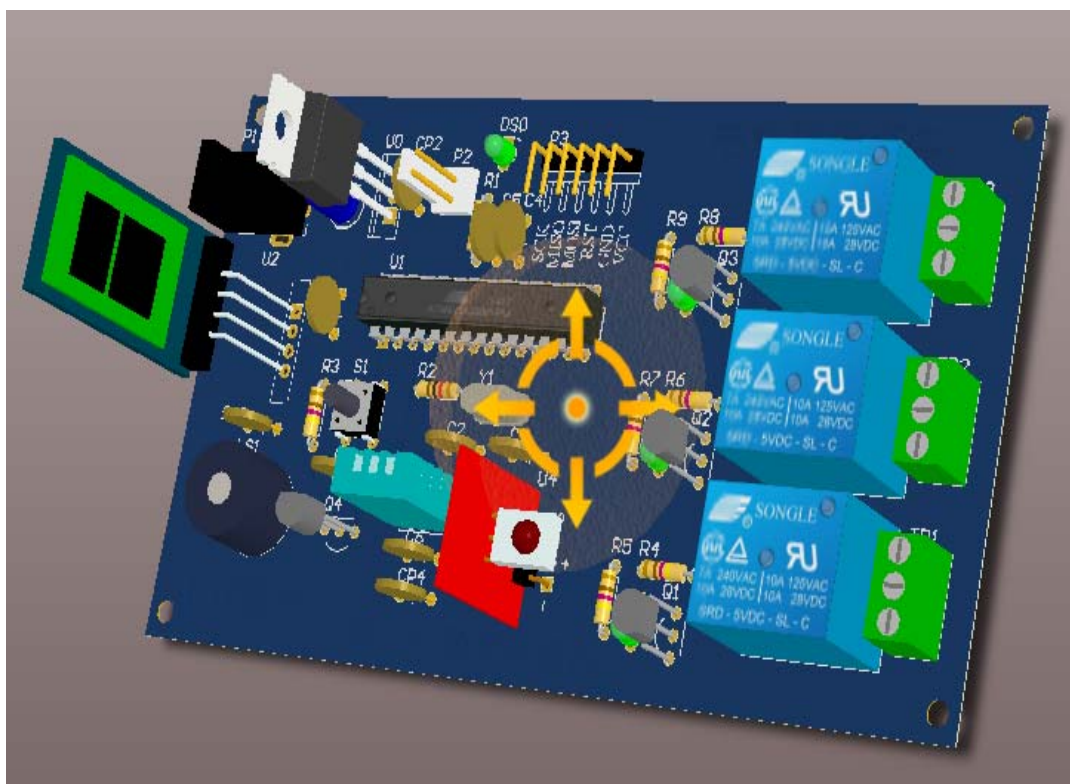


(五) 決定板框大小：a.先全部選取:按住 shift +——選取 b. 設計(D)/電路板外形(S)/依選取物件自動定義(D) 再定義一次外框。

(六) 按放置焊點(銅柱)鈕 ：即按 TAB 鈕，設定孔徑為 3mm，如圖所示，一般銅柱孔大小為 3mm，在四角落各放一個

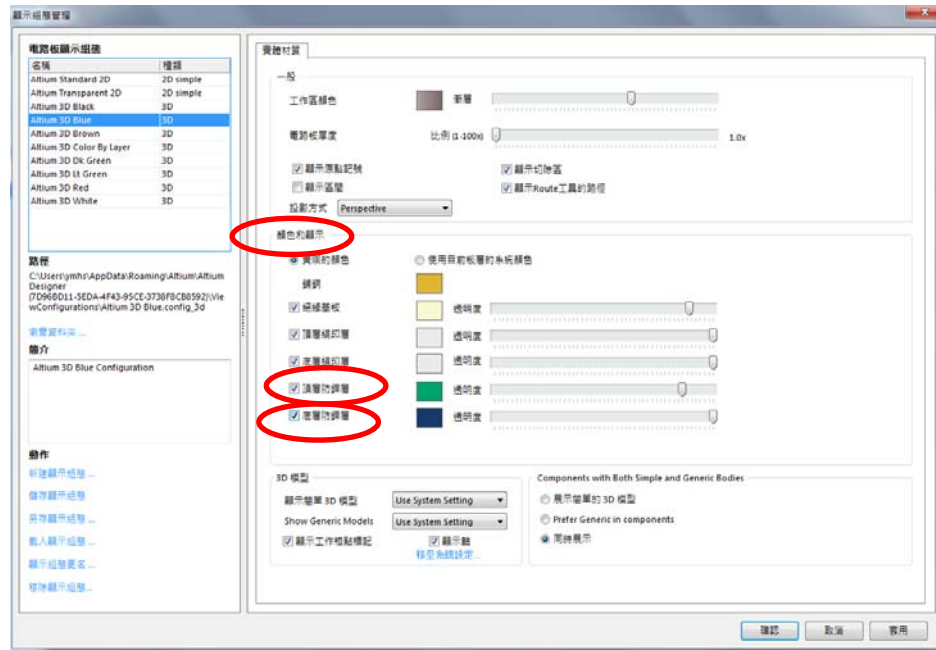


(七) 看 3D 示意圖：a.按數字鍵 3 b.左手按住 shift 鍵，滑鼠移至 3D 圖中心，再用右手按住滑鼠右鍵不放，移動滑鼠即可看到立體圖。



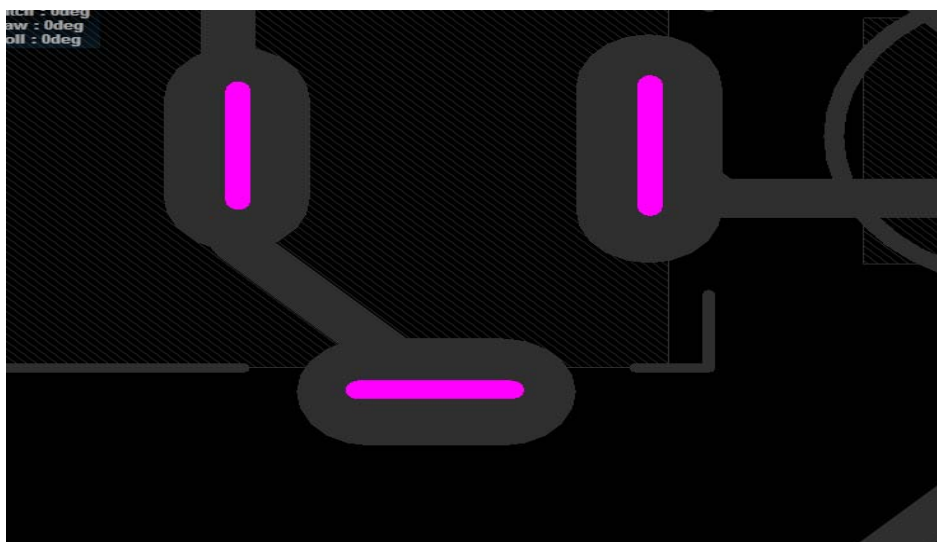
## 八、電路板子顏色修改

在 3D 模式下，再按 **L** 鍵可出現如下對話盒，再選其中顏色和顯示中的頂層防銲層 與 底層防銲層後的顏色格(在其上按左鍵兩下)，選取你想要的顏色。

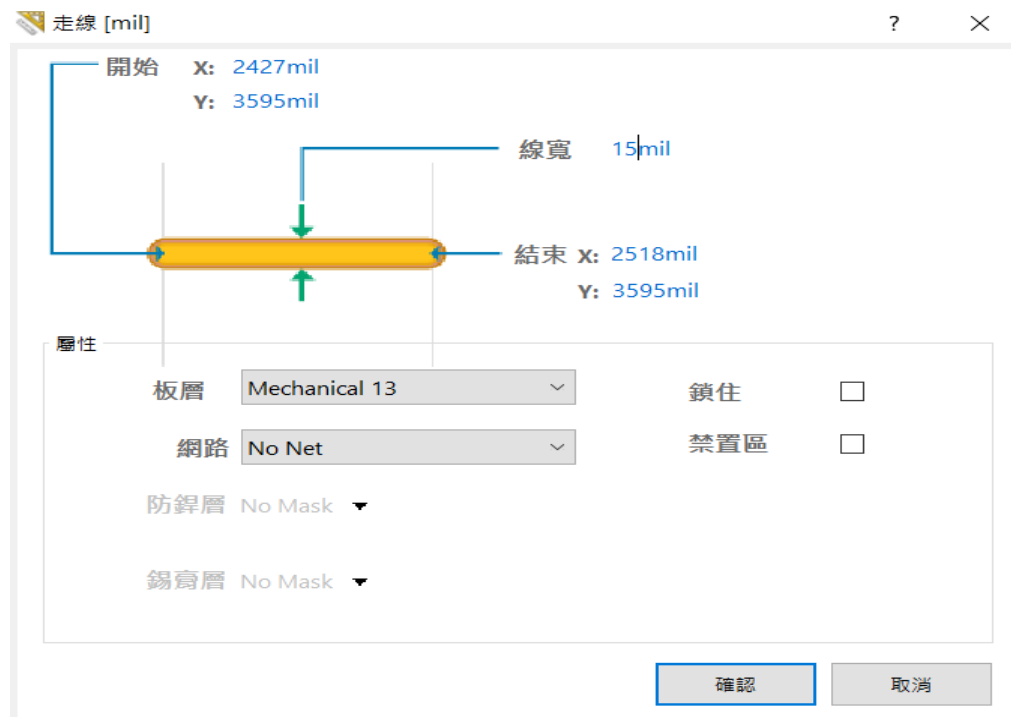


## 九、繪製曹孔路徑

指向編輯區下方的 **Mechanical 13** 標籤(現有的)，按滑鼠左鍵，切換到第 13 個機構層(粉紅色)，並按 **[shift]**、**[S]** 進入單層顯示模式  
按 **[P]**、**[L]** 鍵進入畫線狀態，指向 1 號銲點的上方圓心位置，將有吸附的感覺，按一下滑鼠左鍵；再移至下方圓心位置，將有吸附的感覺，按滑鼠左鍵、右鍵各一下，如下圖所示，即完成第一條曹孔路徑  
同上步驟，分別在 2 號銲點及 3 號銲點裡繪製曹孔路徑，然後按滑鼠右鍵結束畫線狀態，再按 **[shift]**、**[S]** 恢復單層顯示模式

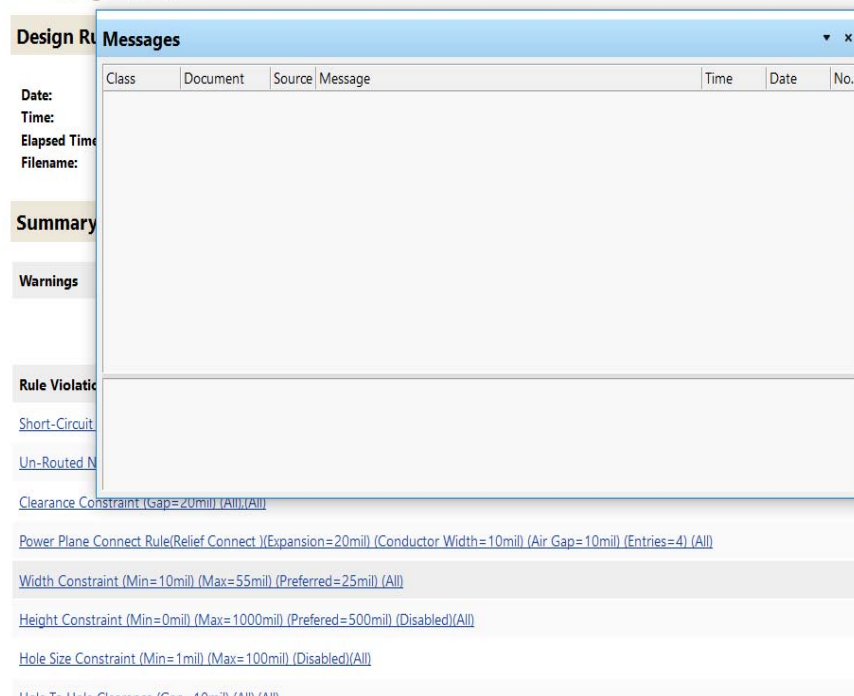


走線部線部可以指定線寬為 15mil

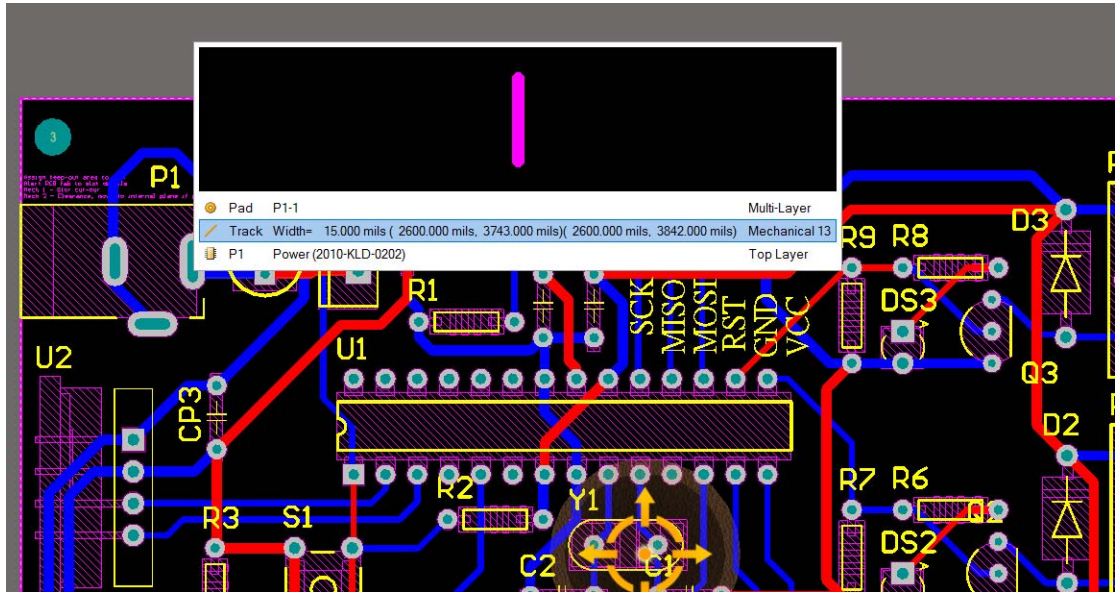


再執行設計規則檢查一次，若無問題，則 Messages 視窗會出現空白訊息，表示大功完成。

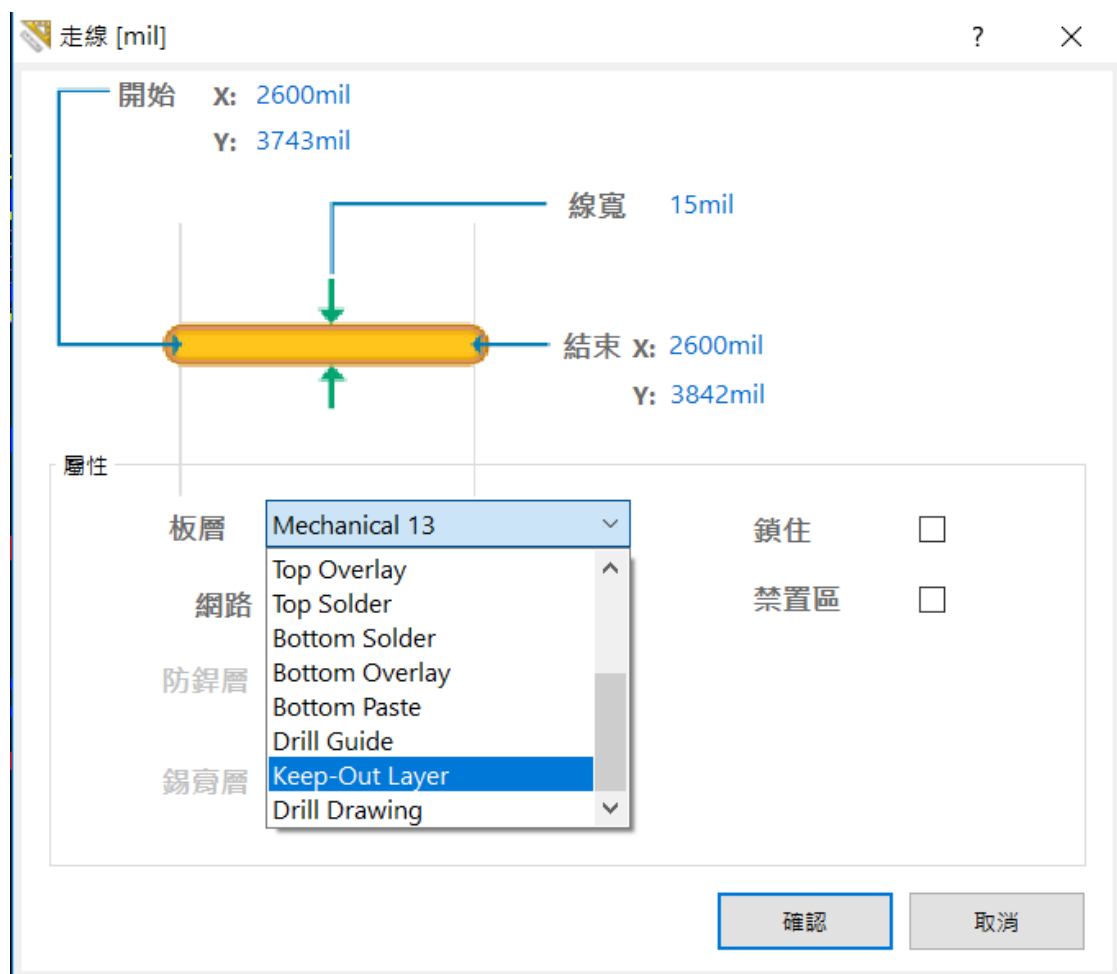
**Altium 15**  
Designer



確認設計無誤後，將剛才繪製的曹孔路徑(那三條線)改為 Keep-OutLayer  
a.選取 Mechanical 13 標籤，在 1 號鉗點的上方按滑鼠左鍵一下，即可開啟其屬性對話盒，如下圖所示

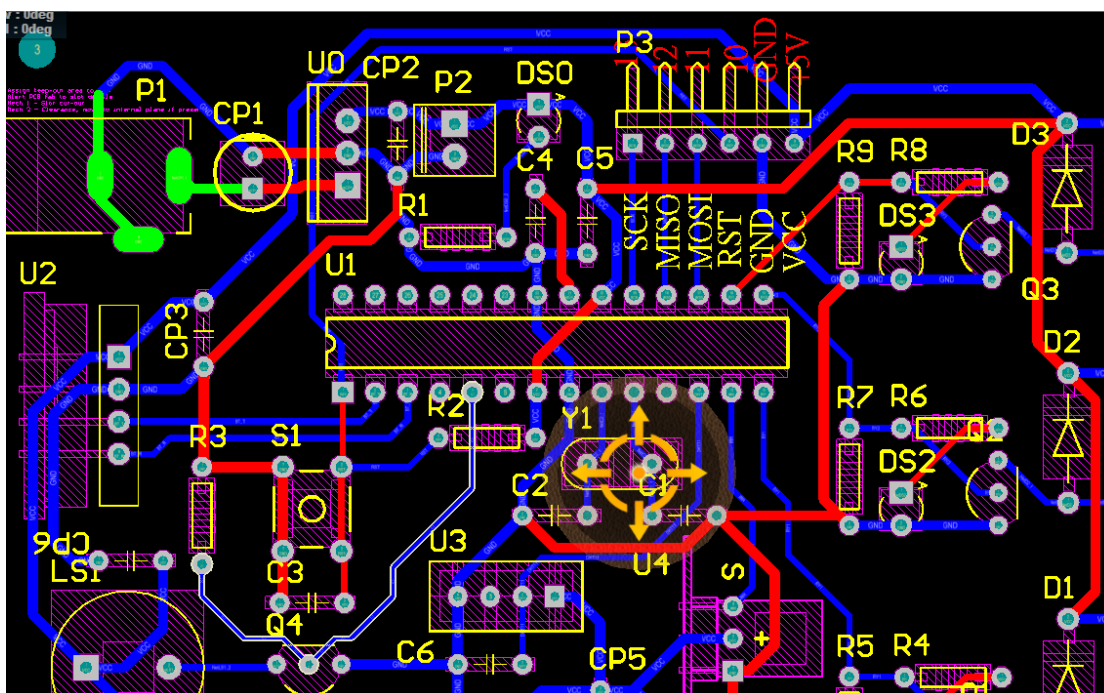


b.在板層欄位裡，選取 Keep-Out Layer 選項，再按確認鈕關閉對話盒，如下圖所示，即可將該路徑移至禁置板層



c.同步驟 a~b 的操作，將其他兩條曹孔路徑移至禁置板層

d.最後，會出現違規的綠色記號（銲點上有禁置板的線條），純屬正常，在雕刻機再設定處理



#### 十、檔案/智慧型輸出 PDF(M) （做報告與訂材料用）



選 檔案/智慧型專案或文件輸出 PDF 檔案(M) 會出現

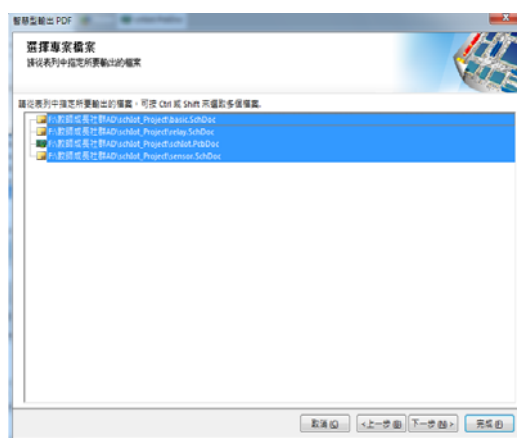




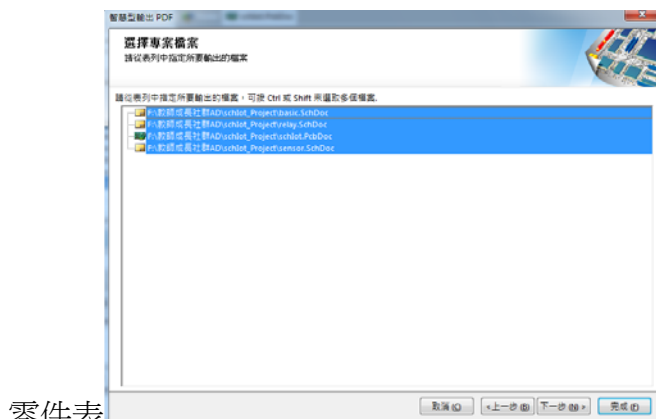
畫面，再按下一步會出現



畫面(直接使用)，再按下一步會出現

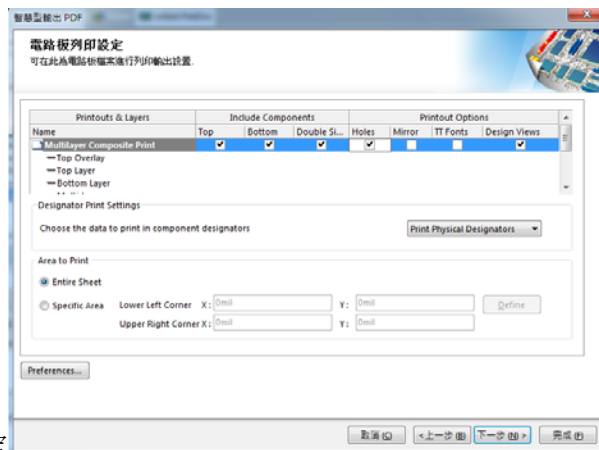


畫面(直接使用)，再按下一步出現輸出

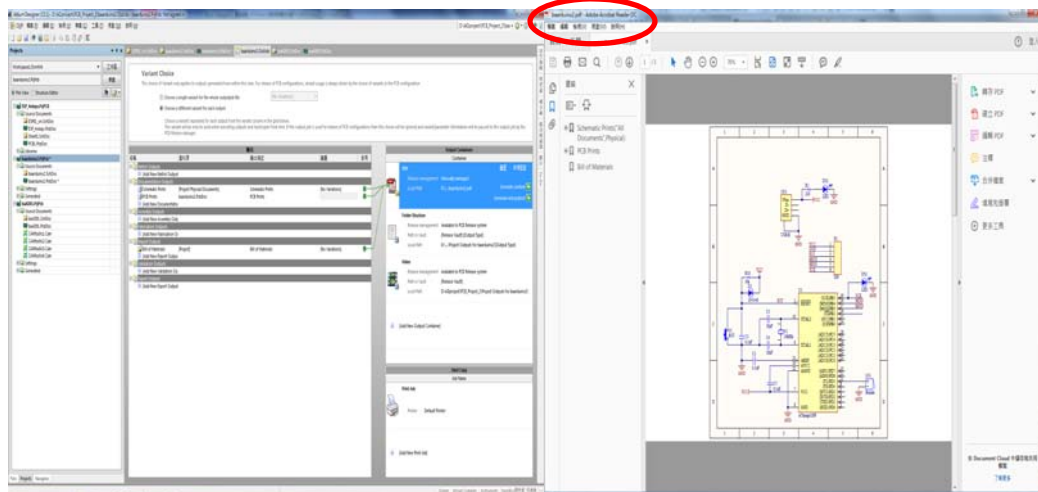


零件表

再按下一步會出現電路板列

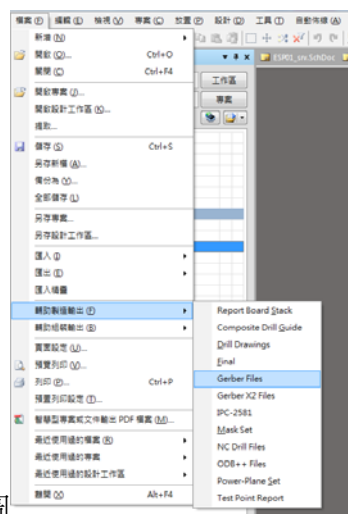


印設定畫面，(其中 Holes 下面要 ☒，其餘皆下一步，就可完成如下圖所示，之後，可以從檔案叫出 PDF 檔，然後列印出來當參考資料了。



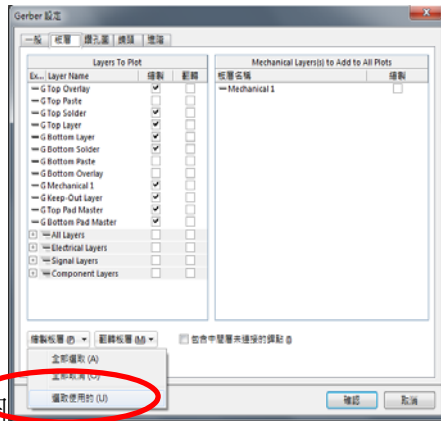
## 十一、檔案/輔助製造輸出 (F)

為了可以讓雕刻機製造電路板，我們必須把畫好的電路圖與 PCB 圖轉成 Gerber Files 以方便驅動雕刻機；在 PCB 面板設計下選 檔案/輔助製造輸出

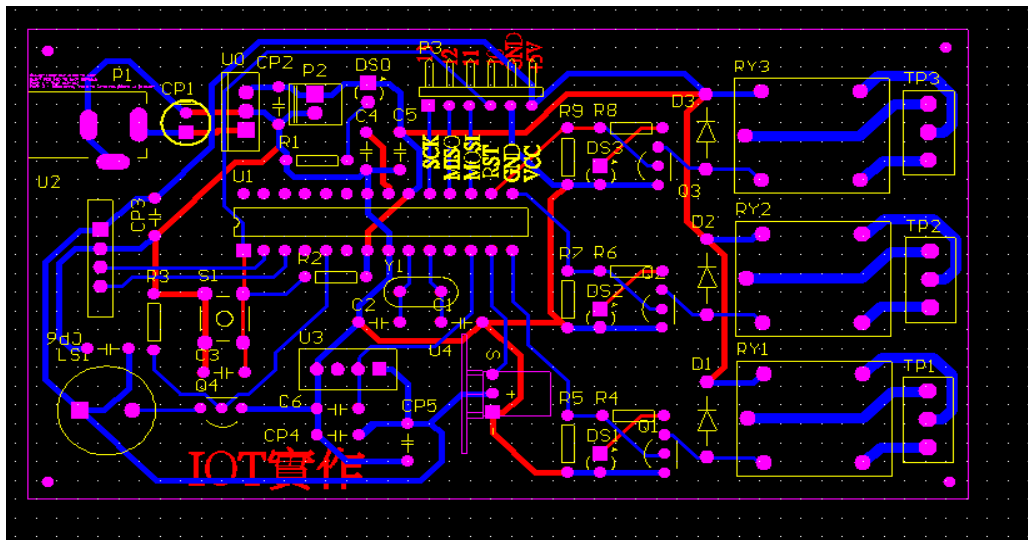


(F)/ Gerber Files 如圖所示，然後出現另一個對話



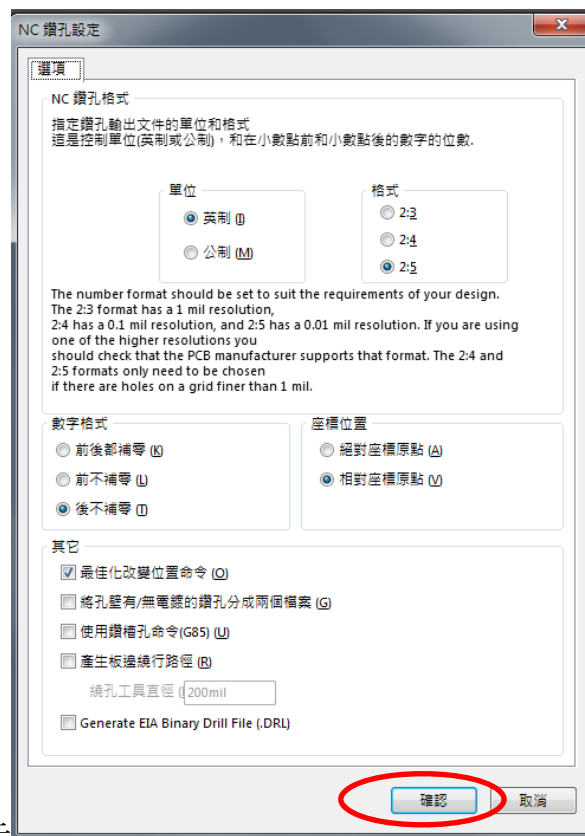


盒如圖所示，選板層標籤，然後在繪製板層(P)鈕按一下選 選取使用的(U)，就會出現如圖的☑項目，再按確認之後，在專案欄就會產生相關的 Gerber Files(如下圖所示)，這些檔案會統一放在 Project Outputs for schIot Project 檔案內，記得要存檔，然後用隨身碟儲存如右下的 Project Outputs for schIot Project 檔案，再去雕刻機執行雕刻。



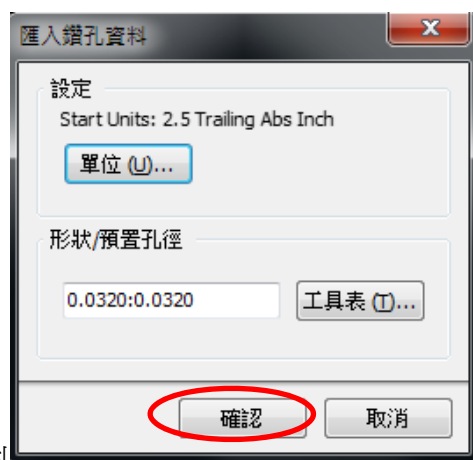
名稱	修改日期	類型	大小
History	2017/10/17 上午 ...	檔案資料夾	
Project Logs for schIot_Project	2017/10/22 上午 ...	檔案資料夾	
Project Outputs for schIot_Project	2017/11/3 下午 0...	檔案資料夾	
basic.SchDoc	2017/11/3 下午 0...	Altium Schematic...	116 KB
CAMtastic1.Cam	2017/11/9 下午 0...	Altium CAMtastic...	587 KB
relay.SchDoc	2017/10/22 上午 ...	Altium Schematic...	134 KB
schIot.PcbDoc	2017/11/9 下午 0...	Altium PCB Docu...	27,644 KB
schIot_Project.Dat	2017/11/4 下午 1...	GOM媒體檔案(d...	3 KB
schIot_Project.OutJob	2017/11/4 下午 1...	Altium Output Jo...	14 KB
schIot_Project.pdf	2017/11/4 下午 1...	Adobe Acrobat ...	597 KB
schIot_Project.PrjPcb	2017/11/6 下午 0...	Altium PCB Project	44 KB
schIot_Project.PrjPcbStructure	2017/11/4 下午 1...	PRJPCBSTRUCTU...	1 KB
sensor.SchDoc	2017/10/22 上午 ...	Altium Schematic...	70 KB

(鑽孔檔:檔名.TXT): 利用檔案/輔助製造輸出 (F)/NC Drill Files，出現一個 NC 鑽



孔設定盒，如圖所示

什麼都不用選，



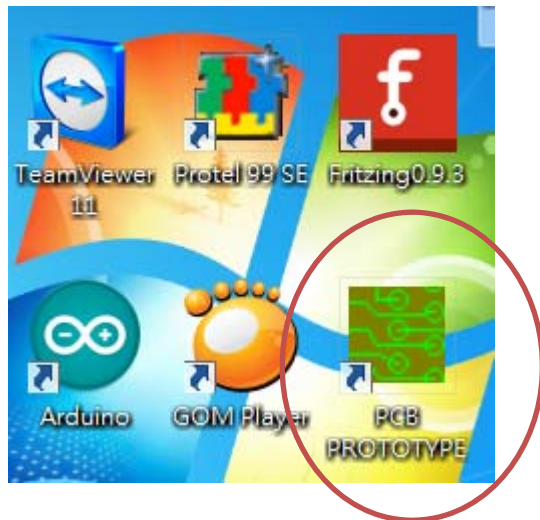
直接按**確認**鈕，會出現匯入鑽孔資料

後按確認，

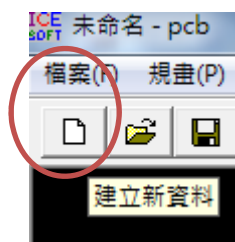
鑽孔檔會自動加入 Project Outputs for CDSMIC 檔案內(記得檔案要存檔)，再去雕刻機執行雕刻。

## 十二、 雕刻機操作

(一)桌面雙擊開啟 EP42\_AUTO\_雕刻機專用之 PCB PROTOTYPE 程式

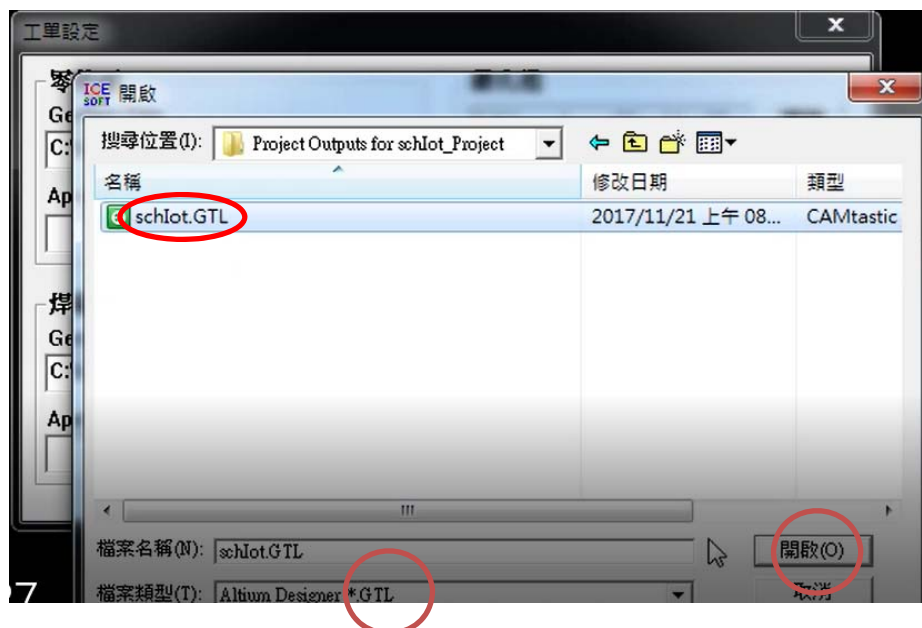


(二)建立新資料

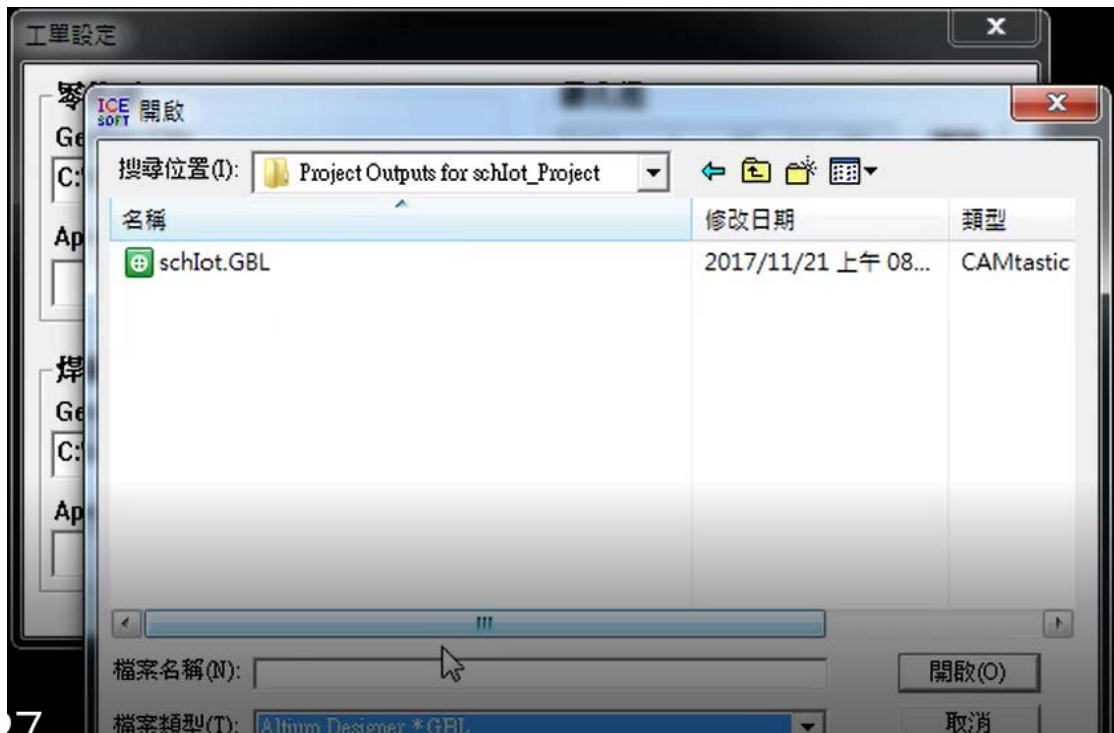


會直接進入 工單設定 視窗，雙面板的雕刻機設定→所以[零件面] [焊錫面] [鑽孔檔] [成型檔] 皆須設定

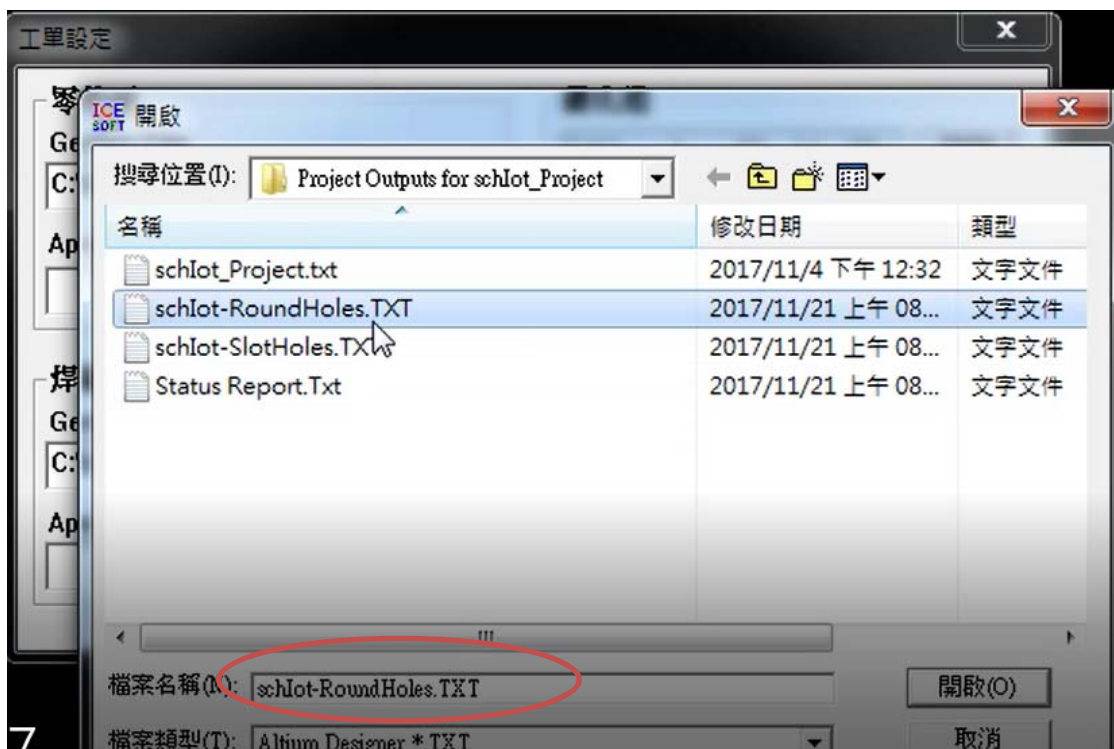
(三) 設定[零件面]，點選[瀏覽]指定零件面 (\*.GTL)即可  
技巧:直接按下檔案類型→直接選取(\*.GTL)



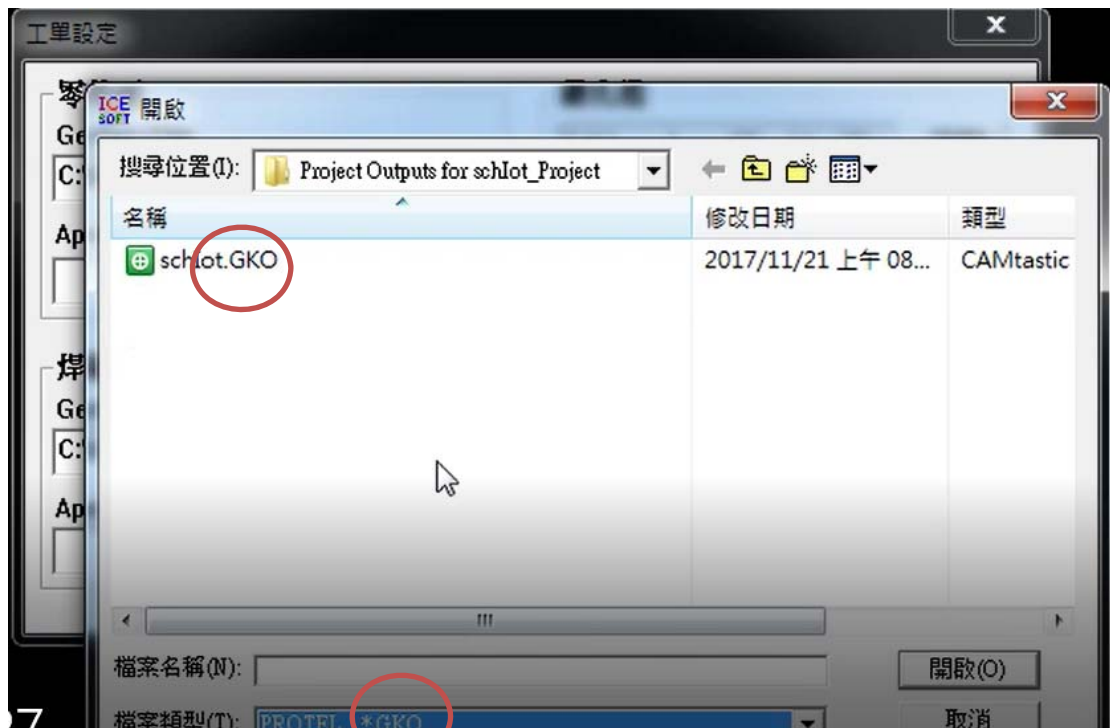
- (四) 設定[焊錫面]，點選[瀏覽]指焊接面 Bottom (\*.GBL) 即可  
技巧:直接按下檔案類型→直接選取(\*.GBL)，如圖



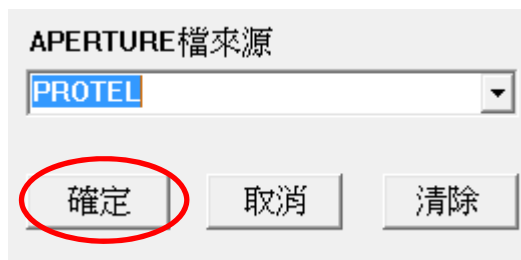
- (五) 接著設定[鑽孔檔]，點選[瀏覽]指定 鑽孔檔(\*.TXT) 即可  
技巧:直接按下檔案類型→直接選取(\*.TXT)，如圖



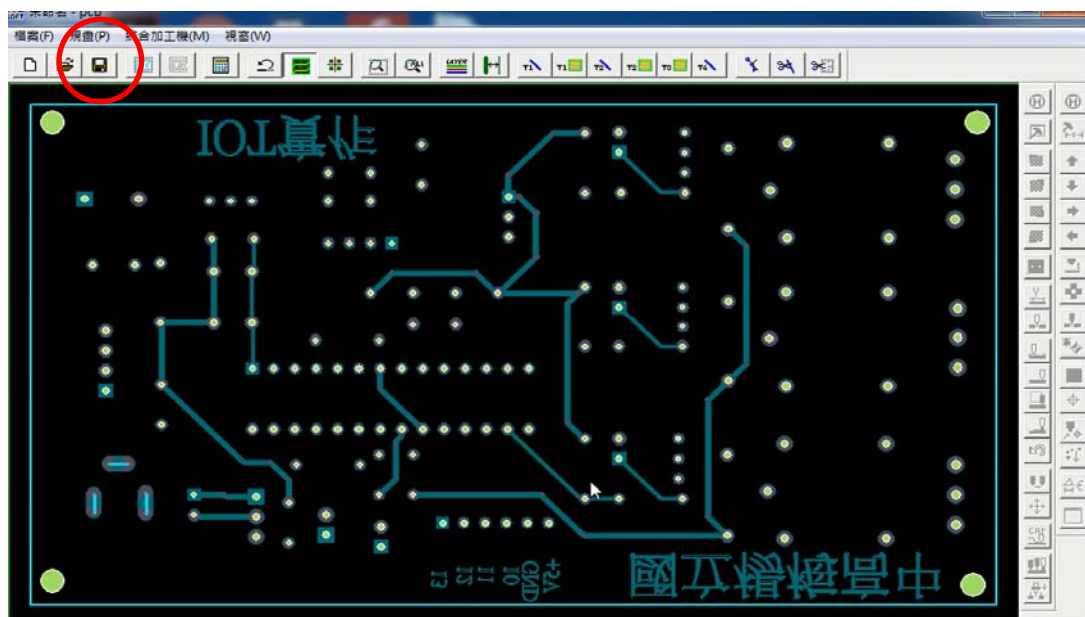
(六) 接著設定[成型檔]，點選[瀏覽]指定外框成型檔(\*.GKO) 即可



(七)工單設定 完成→按下[確定]後→出現 PCB 線路，如圖按下[確定]後



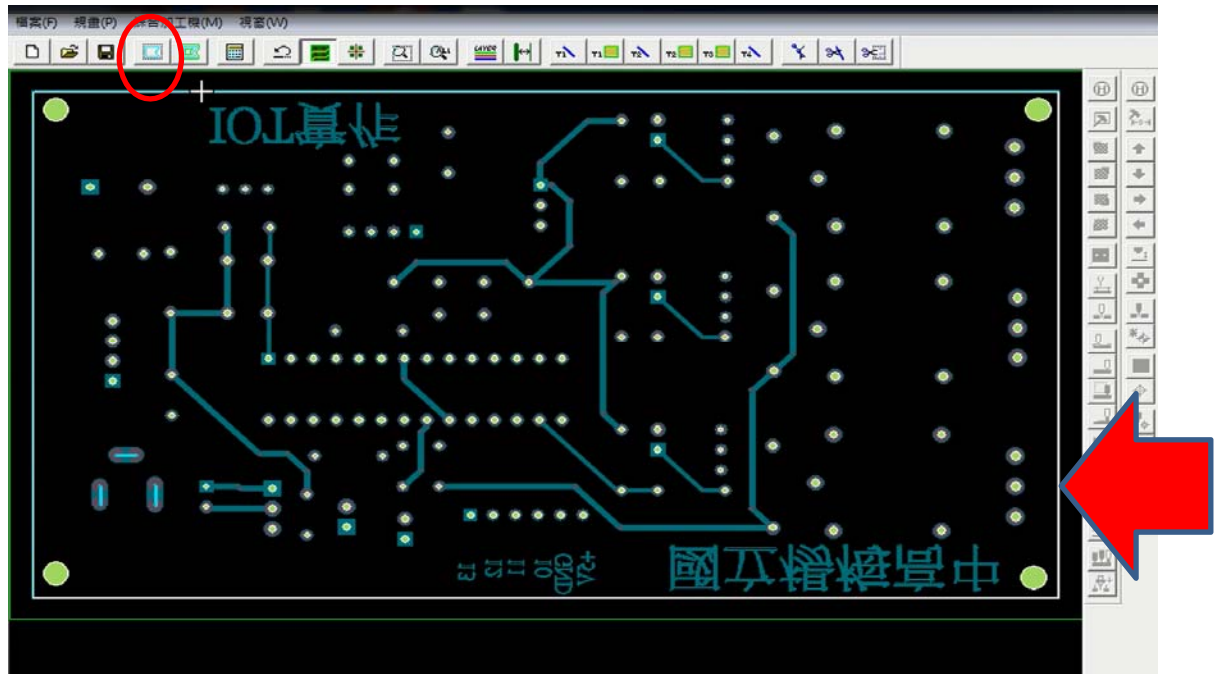
(八)出現 PCB 線路，如圖



(九)建議可直接進行[檔案儲存]，下次要雕刻的話可直接取用。

(十)選取成型資料，選取內框，如箭頭所示

並先使用左鍵出現+號選取內框，反白後，在按下右鍵(確定)。

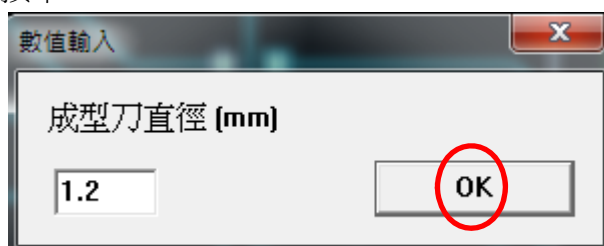


(十一)選取成型資料偏移計算

1.選取成型資料偏移計算



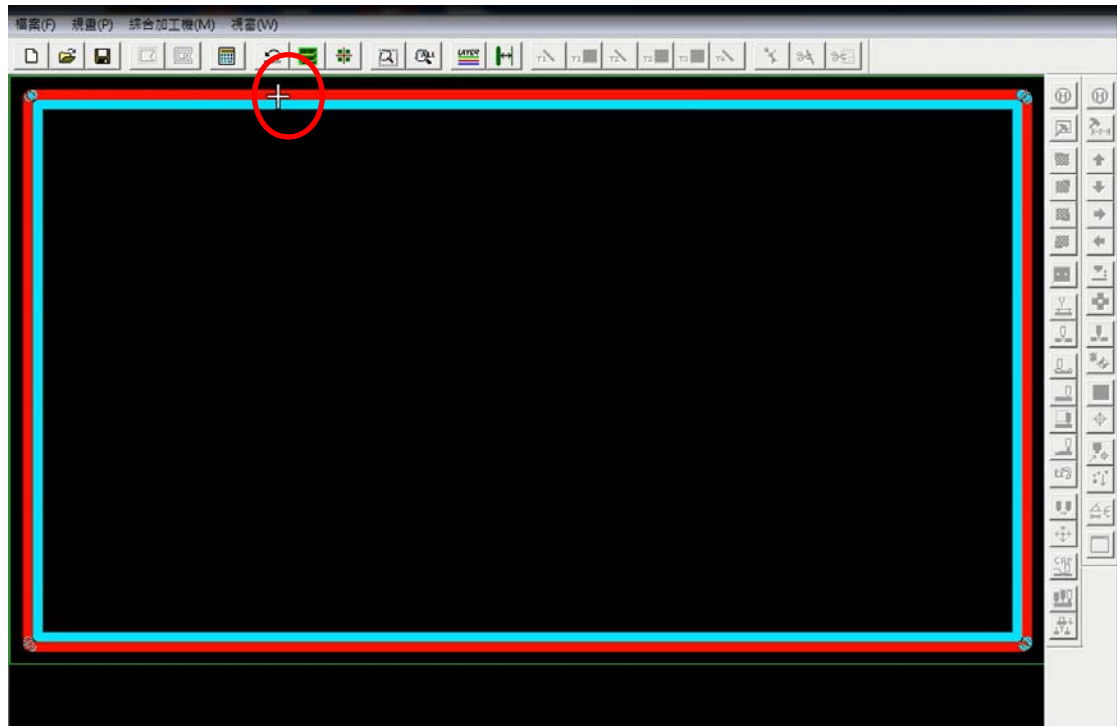
2.按下 OK



3.並先使用左鍵出現+號選取外框，外框由紅變成綠色後，再按下右鍵(確定)。

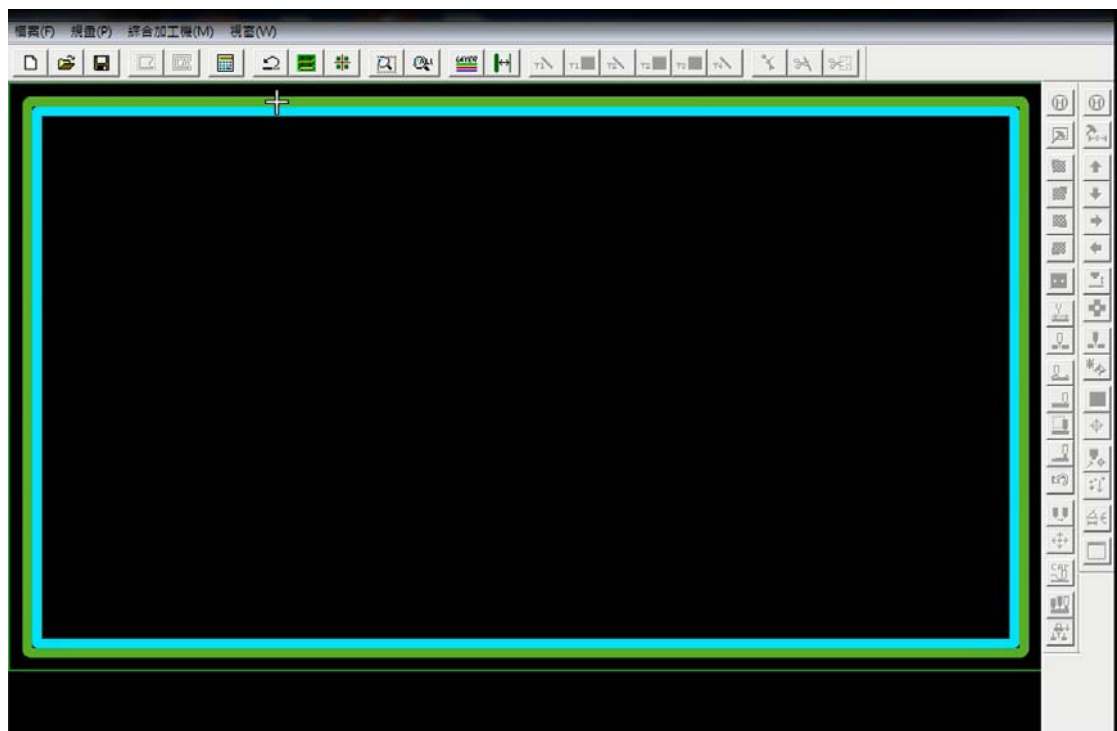
先使用左鍵出現+號選取外框





外框由紅變成綠色後

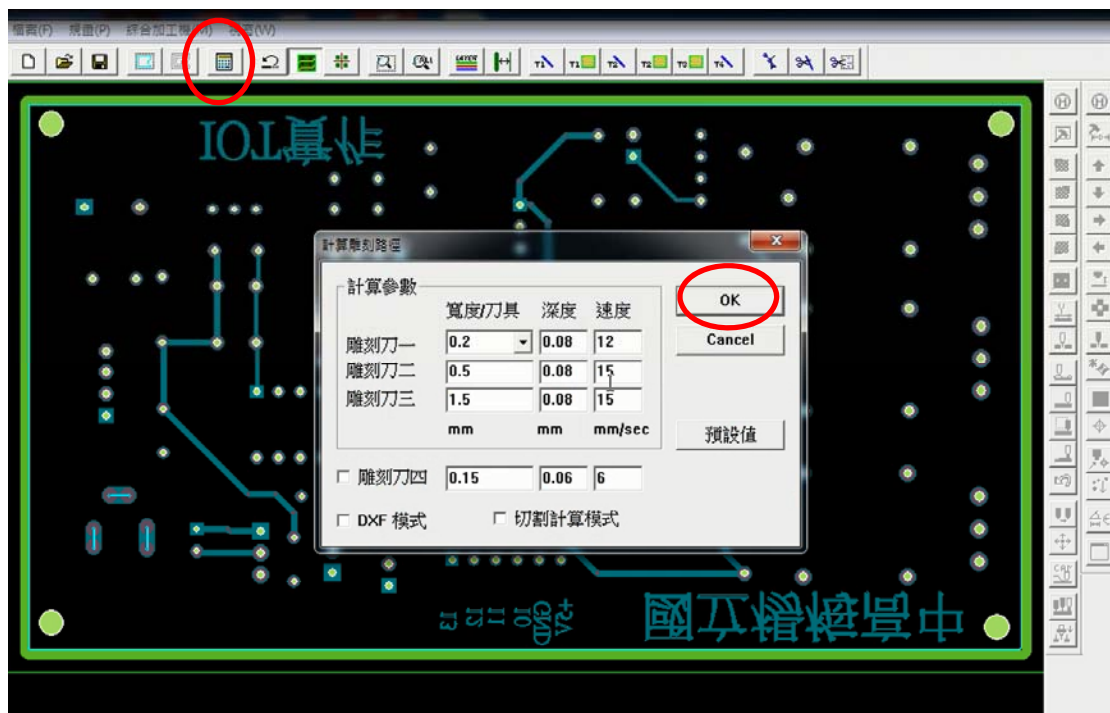
再按下右鍵(確定)→完成後如下圖所示



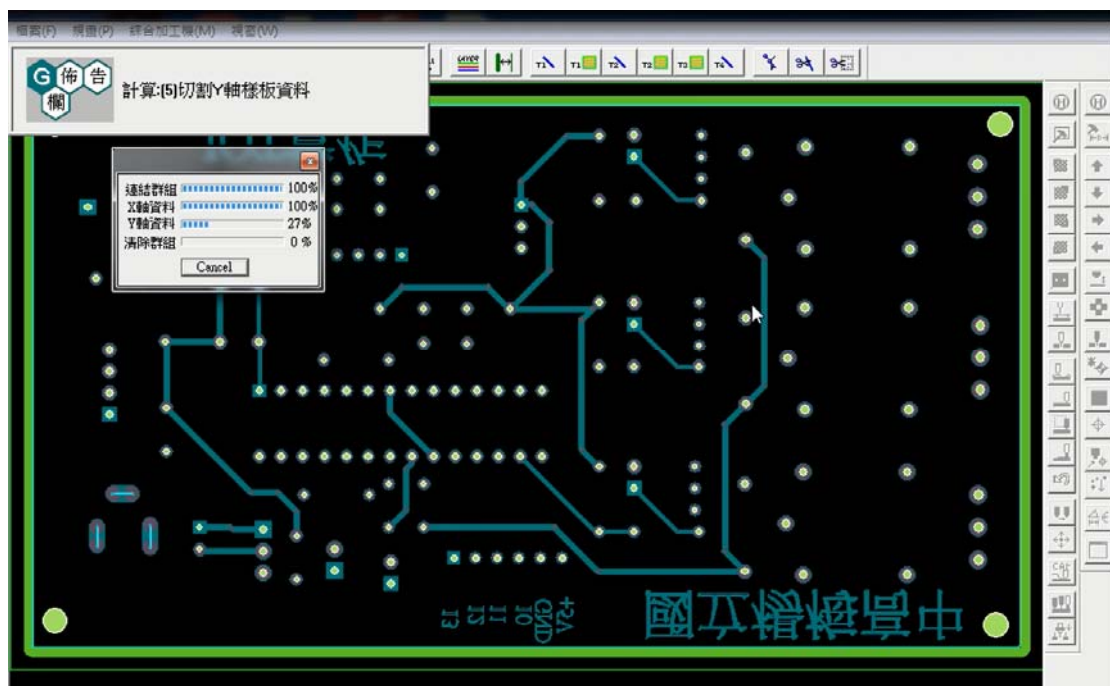


#### 4.計算雕刻路徑

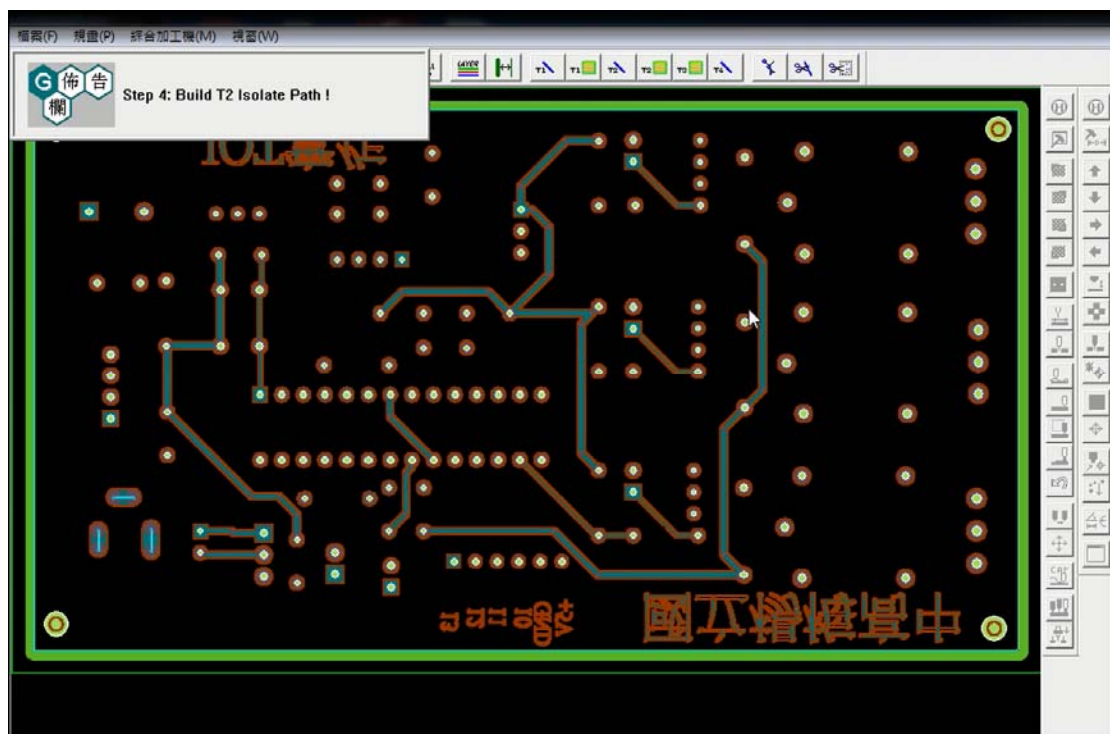
a.按下[計算雕刻路徑]鈕，按下 OK



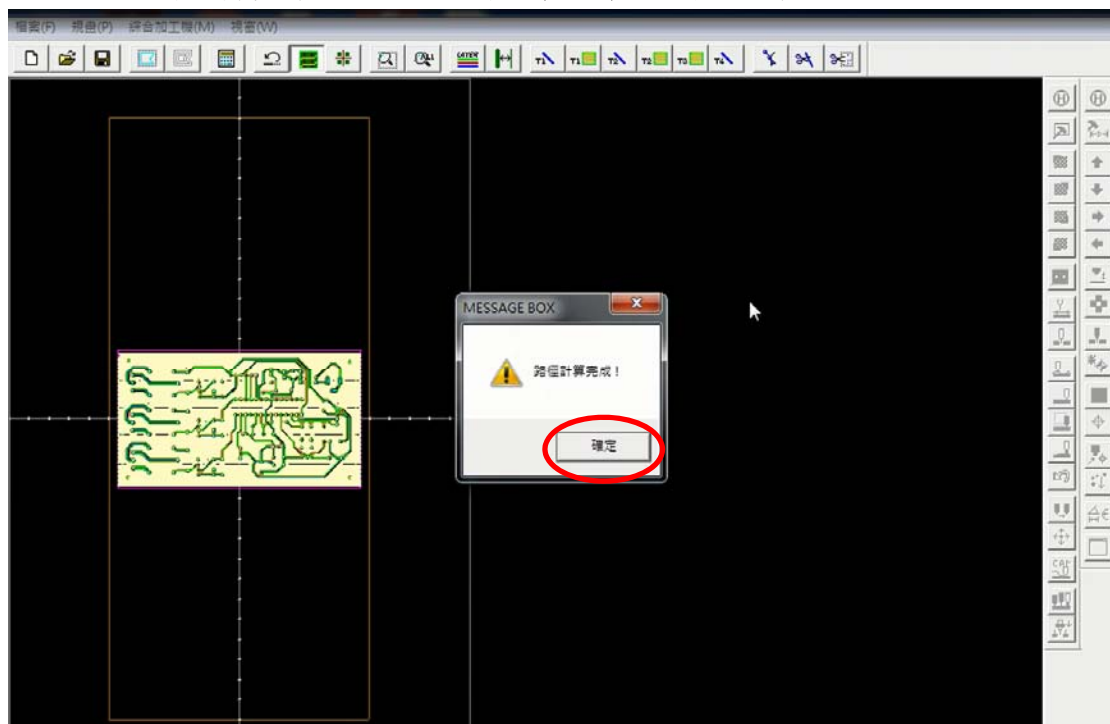
b.程式自動開始進行計算



c. 樣板路徑產生



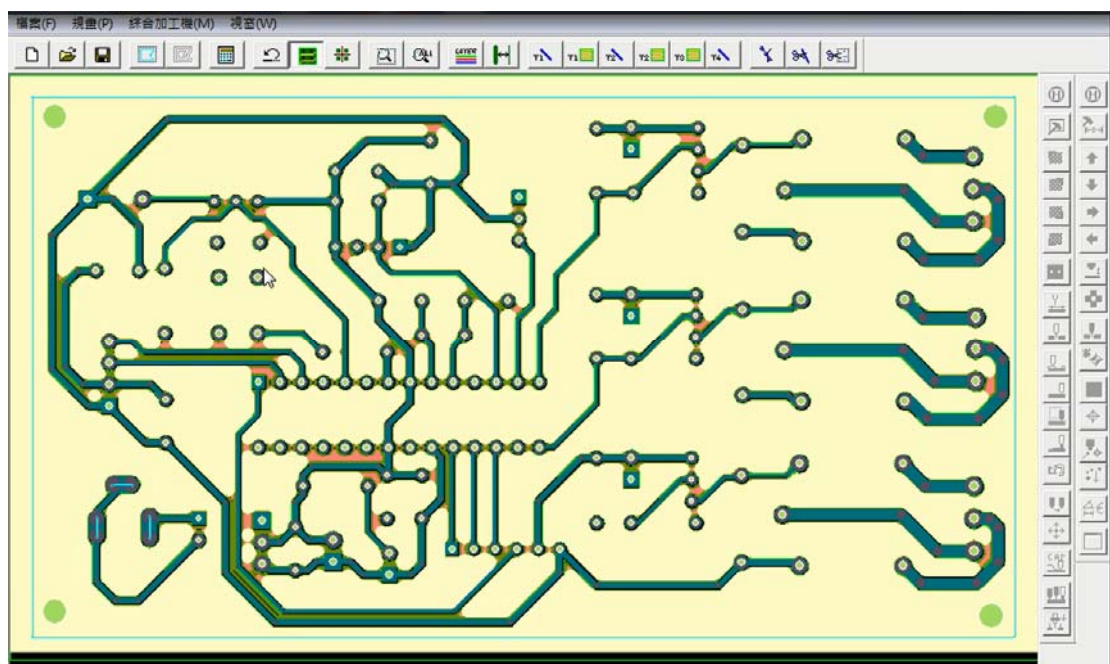
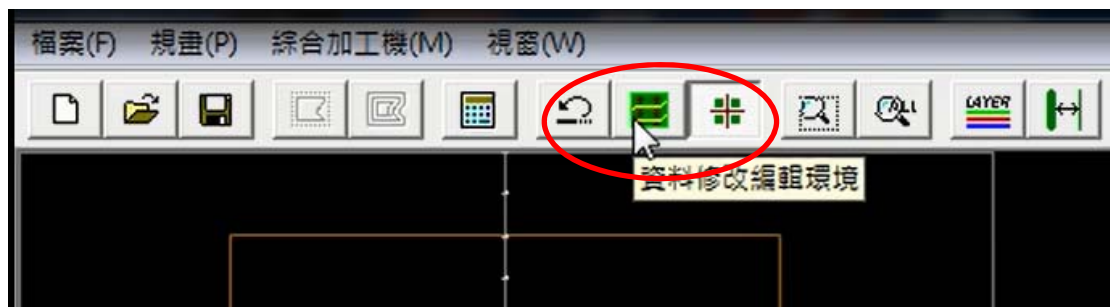
d. 當顯示[路徑計算完成]→即為隔離線(跑線)已經設定完成。



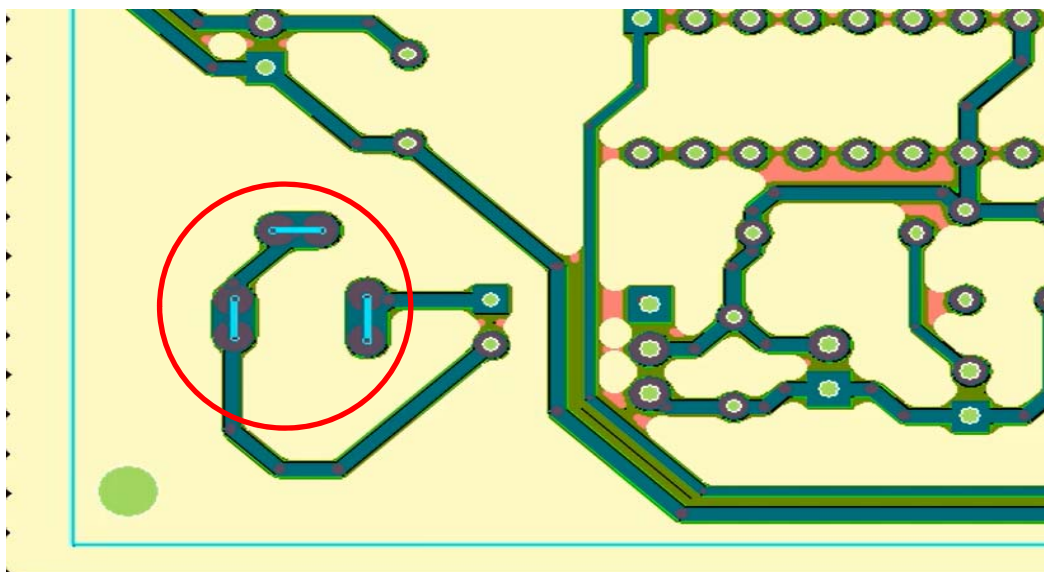
e. 按下[確定]

5.槽孔加工設定：本電路板之中有三個槽孔，因此，在開始加工之前，必須設定槽孔路徑。

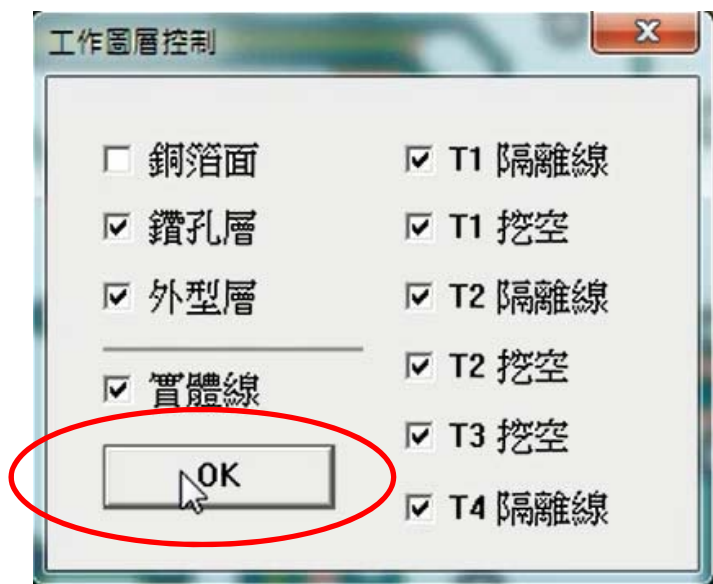
a.按資料修改編輯環境鈕，會顯示整塊電路編輯區，如下圖所示



b.再按 page up 鍵可以放大編輯區，按 page down 鍵可以縮小編輯區，我們往右拖曳，可以看到左下角的三個槽孔，如下圖所示。



- c. 按顯示圖層設定鈕，開啟工作圖層控制對話盒，取消銅箔面選項，再按關閉OK鈕關閉之

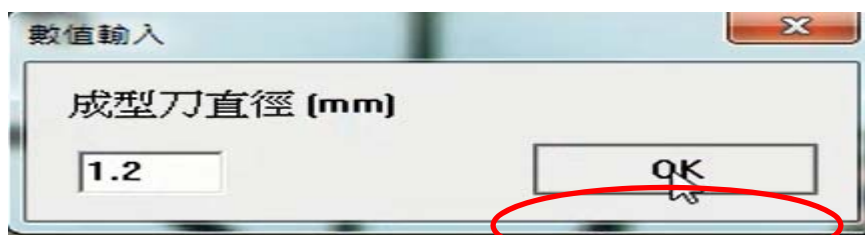
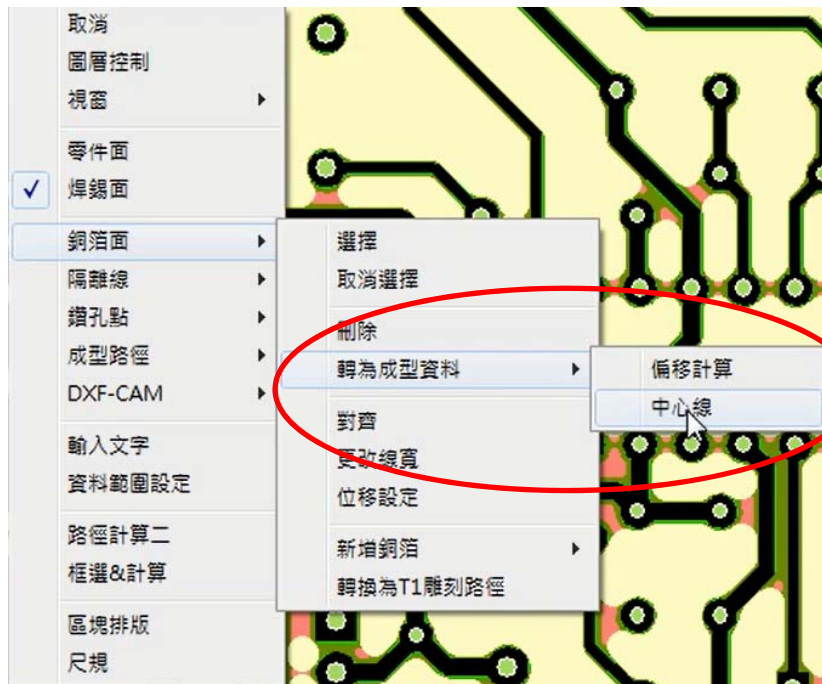


- d. 在圖形編輯區按滑鼠右鍵拉出選單，如圖所示，選取銅箔面⇒選擇選項，然後在圖形編輯區拖曳選取這三條孔路徑，這三條孔路徑將變成白色，按滑鼠右鍵，結束選取狀態。

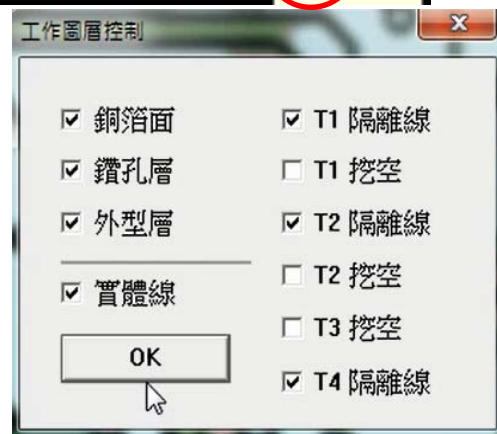
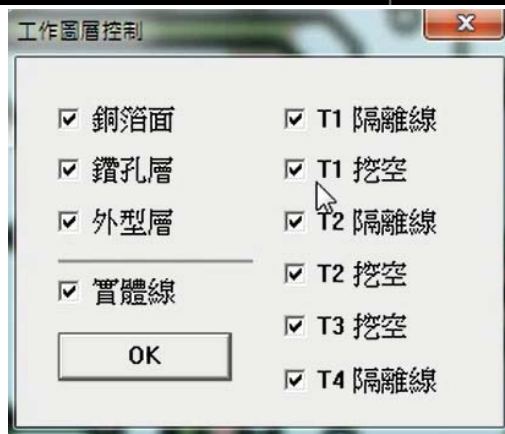




e.再次在圖形編輯區按滑鼠右鍵拉出選單，如圖所示，選取銅箔面⇒轉為成型資料⇒中心線，程式要求指定成型刀直徑，直接按 OK 鈕關閉之，完成設定。



f.顯示圖層設定：進入[顯示圖層設定]，若不想板子整塊挖空，則 T1-T4 全部選取，如左下圖，但若是想節省時間，則保留 T1、T2 與 T4 隔離線即可，如右下圖



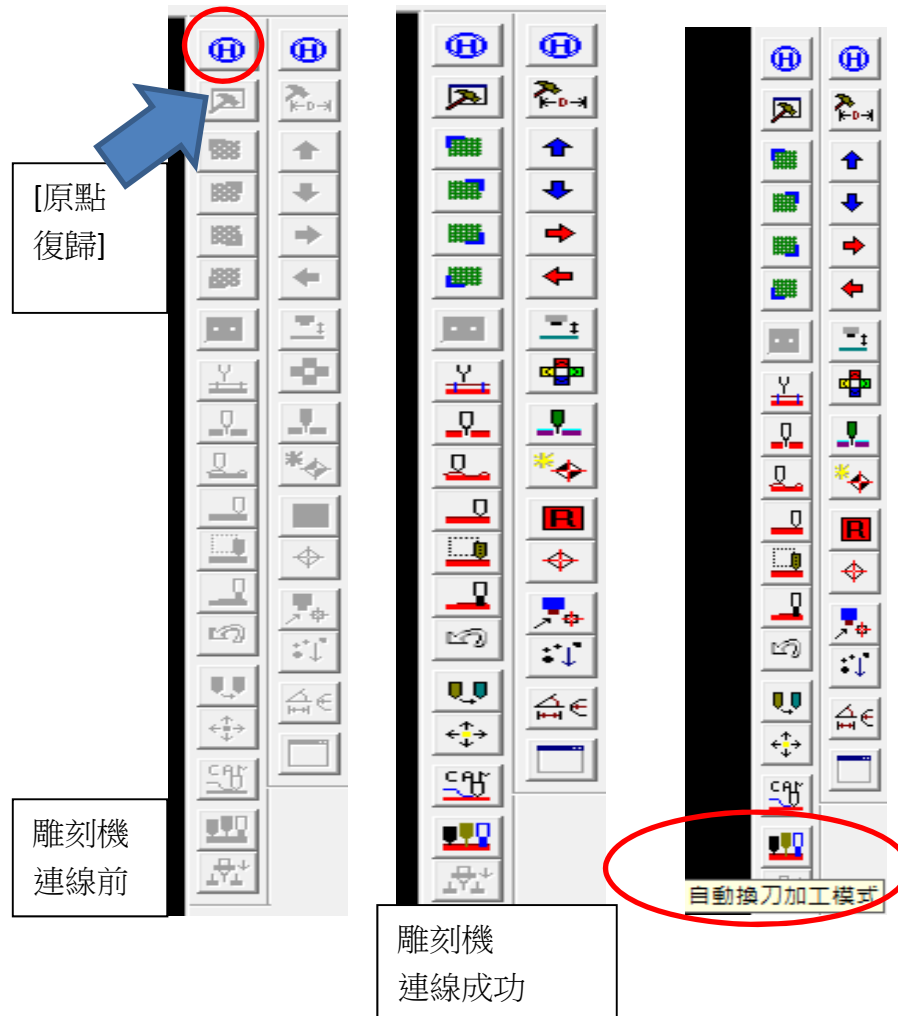
按下 OK，完成[圖層設定]

### 十三、與雕刻機進行連線

(一)按下加工模式鈕→即可與雕刻機進行連線(注意:雕刻機電源必須已經開啟)



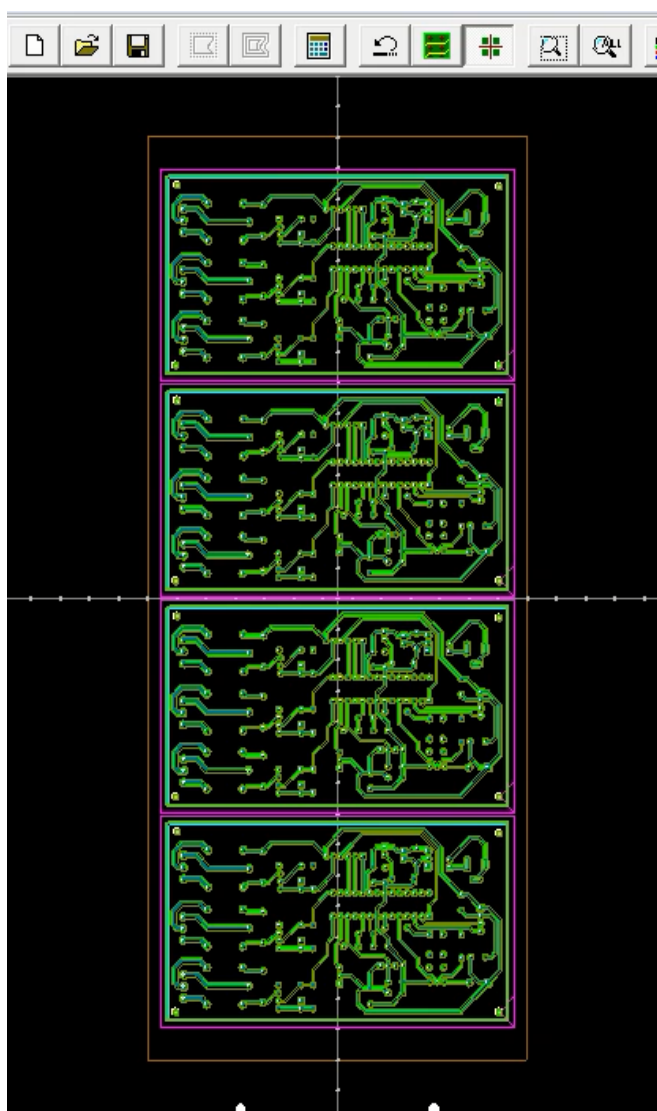
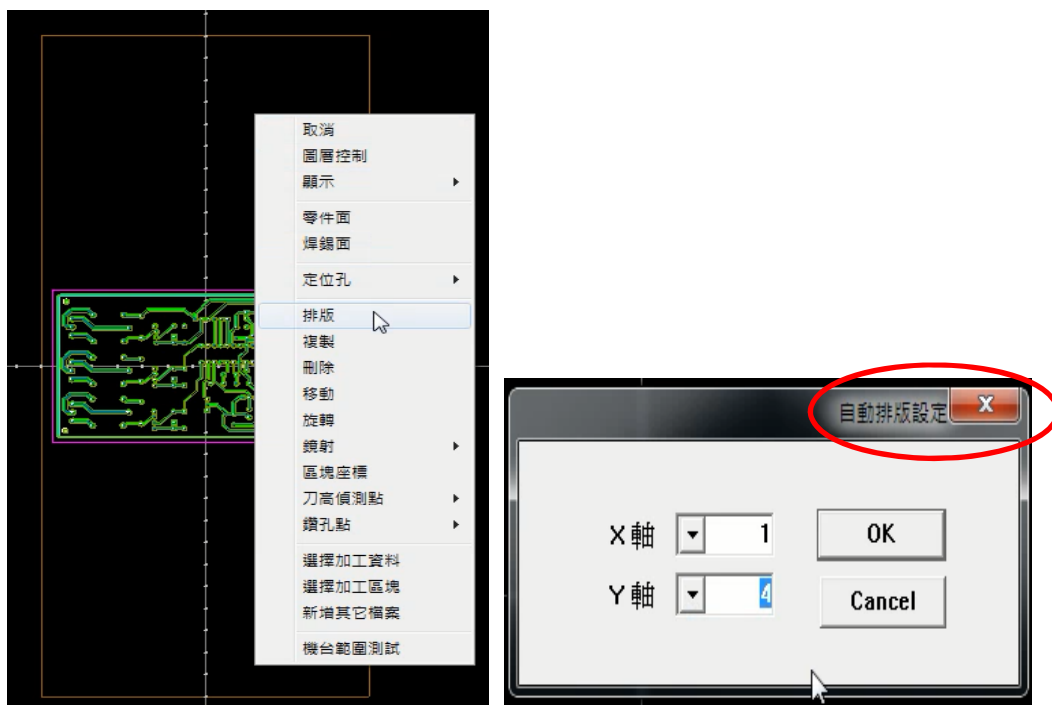
(二)雕刻機進行連線成功後，按鈕會由[灰色]變成[彩色]，表示連線成功，如圖



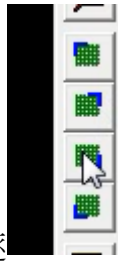
(三)點選自動換刀加工模式，即可進入單面雕刻或雙面雕刻

(四)若要一次雕刻多板塊，在圖形加工區按滑鼠右鍵拉出選單，選排版選項，程式會出現自動排版設定對話盒，可以選擇 X 軸與 Y 軸的數量。如下圖所示



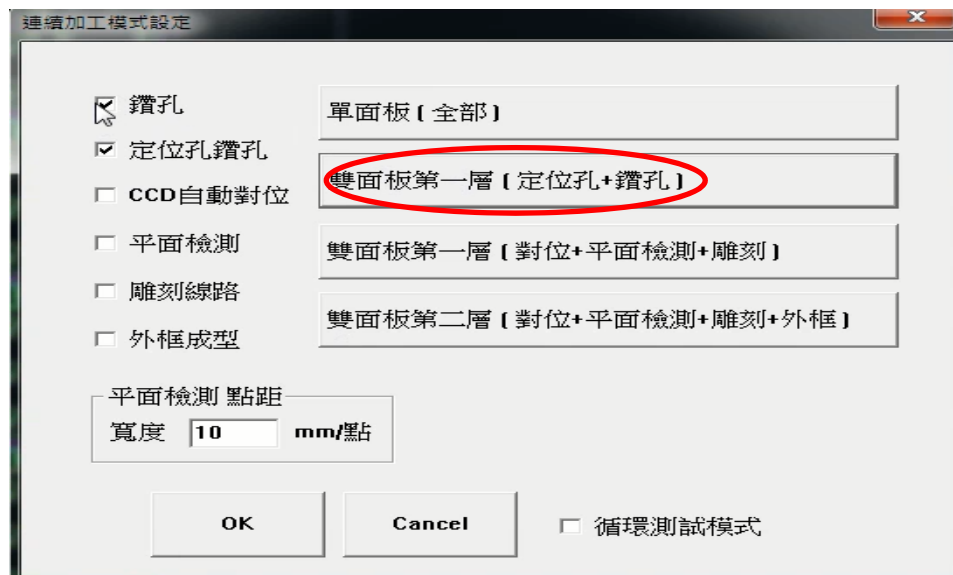


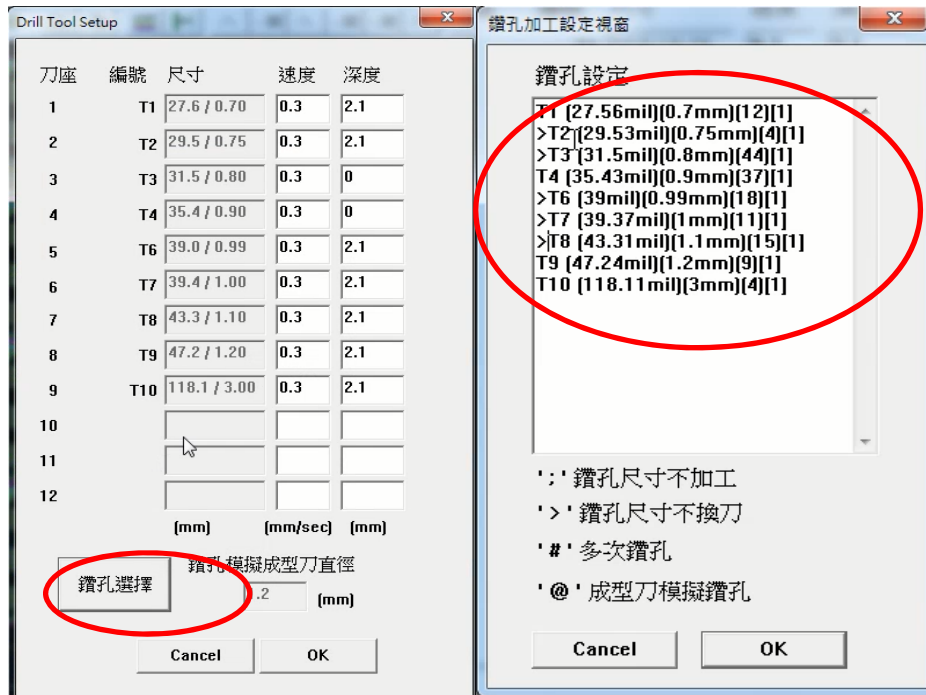
(五)調整雕刻機之主軸馬達移至所要的四個角落、也就是整塊电路板的大小、只



要將這四個鈕逐一按下，再觀看雕刻機下刀是否在合適的雕刻範圍。若不行，在圖形加工區按滑鼠右鍵拉出選單，選移動選項，再移動到適合的位置，再逐一按下四個鈕，調到最適位置。

(六)點選自動換刀加工模式，點選雙面板第一層【定位孔+鑽孔】，按下 OK；會出現 Drill Tool Setup 對話盒，再按鑽孔選擇鈕，會出現鑽孔加工設定視窗，利用 ‘>’鑽孔尺寸不換刀，來設定使用的鑽孔刀具，如下面三圖所示。





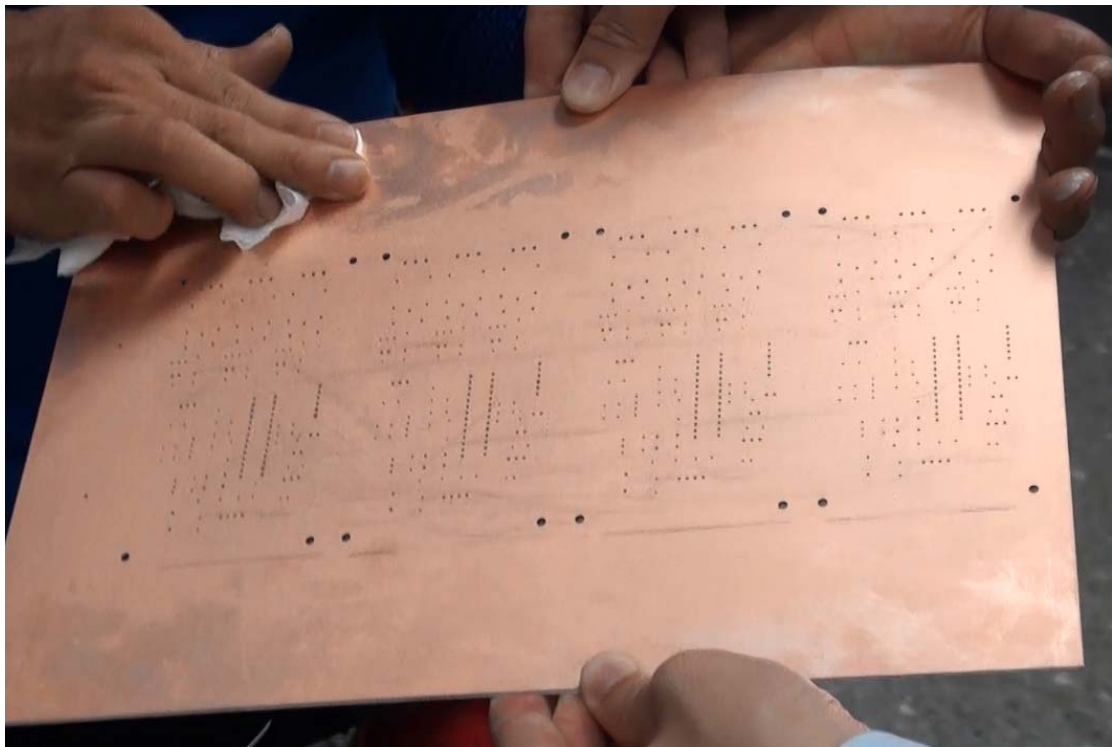
(七)最後，再將使用的雕刻刀速度和深度，調整如下所示，再按 OK，即進行第一面的鑽孔和定位。



(八)快速貫孔：步驟一：使用不織布擦拭電路板兩面，使之乾淨。步驟二：電路板放在不織布上，然後在鑽孔處均勻塗佈導電膏，確認鑽孔都塗上導電膏後，翻面看看每個鑽孔是否有溢出導電膏。若無，則再於該孔塗上導電膏。



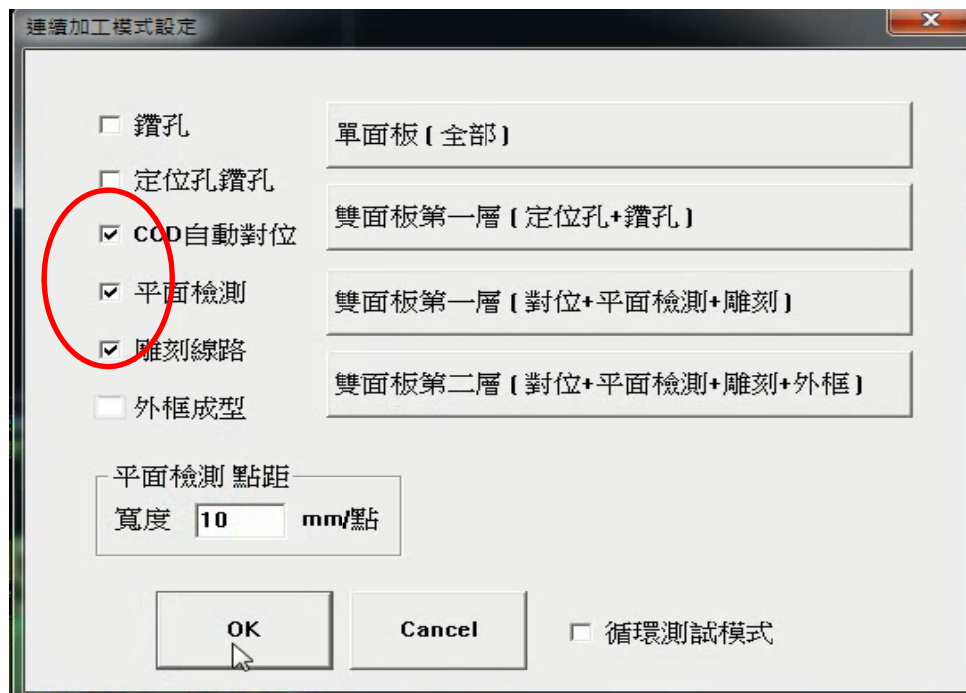
步驟三：使用不織布將電路板兩面溢出塗佈導電膏，擦拭乾淨。



步驟四：使用特殊專用吸頭與吸塵器，吸取電路板上鑽孔，並透過燈光，確認每個孔都通暢。再使用不織布將兩面溢出之塗佈導電膏，擦拭乾淨。

步驟五：將處理好之電路板放入烤箱，上下都加熱，溫度約 200 度，烘烤時間約 10 分鐘。完成後讓電路板冷卻，再進行下一步雕刻動作。

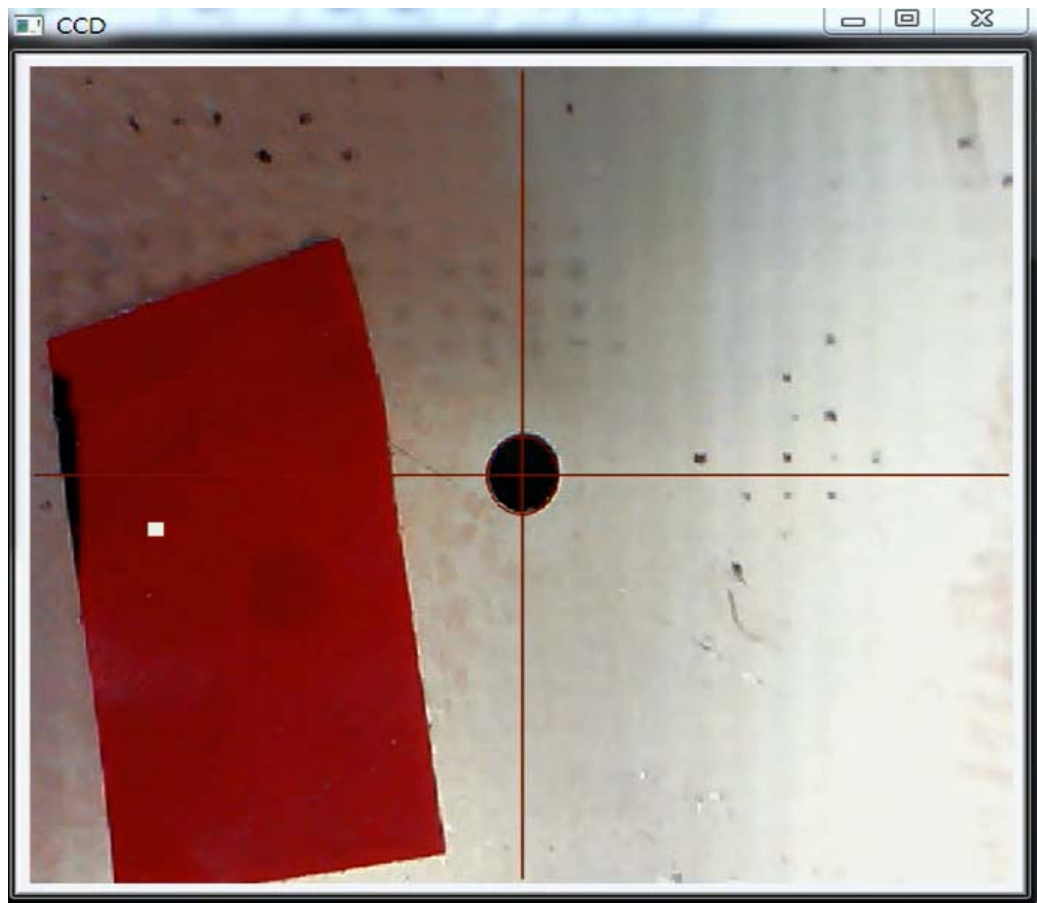
十四、雕刻雙面板第一層：先認電路板與原先電腦所執行雕刻機軟體是同一面，再執行雙面板第一層【對位+平面檢測+雕刻】，如下圖所示：



然後出現定位動作，會出現 Ccd Control 視窗與 CCD 視窗







完成後，再出現平面檢測動作，即電路板資料設定對話盒，如下所示



再執行線路雕刻



十五、雕刻雙面板第二層：拆下電路板，翻面再裝入加工平台(硬體翻面)，然後



按上方工具列的鈕，將編輯區裡的電路板翻面(軟體翻面)。再執行雙面板第二層【對位+平面檢測+雕刻+外框】動作，如下圖所示：



然後，如同雕刻雙面板第一層的過程，只是多了外框成形的動作，等雕刻機完成就好。

十六、電路板的清潔與保護：先利用菜瓜布施力同一方向將雙面電路板擦拭至光亮乾淨，然後逐一在面電路板上噴上電路板膜層保護劑(CPL)，等一面乾了再噴另一面。

十七、程式部份：

```
/* -----IoT 實作 -----  
  
* =====  
* 藍牙：使用 Serial Port(0,1)  
* ISP：GND(P2-2)、+5V(P2-1)  
* ISP：SCK=13(P2-6)、MISO=12(P2-5)、MOSI=11(P2-4)  
* 蜂鳴器：Buzzer=3  
* 溫濕度感測器：DHT11=6  
* 紅外線遙控器：IRR=7  
* 繼電器：RY1=8、RY2=9、RY3=5  
* =====  
* Andriod APP = IOT.apk
```

```

* =====
*/

#define Buzzer 3
#define DHTpin 6
#define IRR      7
#define RY1      8
#define RY2      9
#define RY3     10

//===== 紅外線遙控器編碼 =====
#define Up      0xFF629D
#define Down    0xFFA857
#define Left    0xFF22DD
#define Right   0xFFC23D
#define OK      0xFF02FD
#define key0    0xFF4AB5
#define key1    0xFF6897
#define key2    0xFF9867
#define key3    0xFFB04F
#define key4    0xFF30CF
#define key5    0xFF18E7
#define key6    0xFF7A85
#define key7    0xFF10EF
#define key8    0xFF38C7
#define key9    0xFF5AA5
#define keyStar 0xFF42BD
#define keySharp 0xFF52AD

//RY1 on  = key1
//RY2 on  = key2
//RY3 on  = key3
//RY1 off = key4
//RY2 off = key5
//RY3 off = key6

//=====

```

```

#include <IRremote.h>
IRrecv irrecv(IRR);      //建構紅外線接收器物件
decode_results results;   //建構紅外線遙控器解碼物件

//=====

#include "DHT.h"          //掛載 DHT 標頭檔
DHT myDHT(DHTpin, DHT11); //建構 DHT 物件
byte C,C0; //宣告變數

//=====

void setup() {
  Serial.begin(9600);      //啟用串列埠(藍牙)
  irrecv.enableIRIn();     //啟用紅外線接收器物件
  pinMode(RY1, OUTPUT);    //設定 RY1 為輸出埠
  digitalWrite(RY1, 0);    //設定關閉 RY1
  pinMode(RY2, OUTPUT);    //設定 RY2 為輸出埠
  digitalWrite(RY2, 0);    //設定關閉 RY2
  pinMode(RY3, OUTPUT);    //設定 RY3 為輸出埠
  digitalWrite(RY3, 0);    //設定關閉 RY3
  pinMode(Buzzer, OUTPUT); //設定 Buzzer 為輸出埠
  myDHT.begin();           //啟用 DHT11
  beep();delay(100);beep();
}

//=====

void loop() {
  // 反應紅外線遙控器
  if (irrecv.decode(&results)) //若接收信號解碼成功
  { switch (results.value) //根據紅外線接收器接收到的指令
    { case key1:           //RY1 on
      digitalWrite(RY1,1);
      beep();
      break;
    case key2:           //RY2 on
      digitalWrite(RY2,1);
      beep();
      break;
    case key3:           //RY3 on

```

```

        digitalWrite(RY3,1);
        beep();
        break;
    case key4:          //RY1 off
        digitalWrite(RY1,0);
        beep();
        break;
    case key5:          //RY2 off
        digitalWrite(RY2,0);
        beep();
        break;
    case key6:          //RY3 off
        digitalWrite(RY3,0);
        beep();
        break;
    }
}
irrcv.resume();        //遙控器恢復接收
//===== 藍牙接收 =====
/*
 * A=RY1 on 、 B=RY2 on 、 C=RY1 off 、 D=RY2 off
 */
if (Serial.available()) //若藍牙有接收到資料
{ int instruction = Serial.read(); //讀取藍牙接收到的資料
  switch (instruction) //根據藍牙接收到的資料進行下列動作
  { case '1':          //指令 1
      digitalWrite(RY1,1); //RY1 on
      beep();
      break;
    case '2':          //指令 2
      digitalWrite(RY2,1); //RY2 on
      beep();
      break;
    case '3':          //指令 3
      digitalWrite(RY3,1); //RY3 on
      beep();
      break;
    case '4':          //指令 4

```

```

        digitalWrite(RY1,0); //RY1 off
        beep();
        break;
    case '5':          //指令 5
        digitalWrite(RY2,0); //RY2 off
        beep();
        break;
    case '6':          //指令 6
        digitalWrite(RY3,0); //RY3 off
        beep();
        break;
    }
}

//===== 藍牙傳輸 =====
C = myDHT.readTemperature(0); //讀取攝氏溫度
if (C!=C0)                  //若溫度有變動
{ Serial.write(C);          //透過藍牙傳出溫度
  C0=C;                      //儲存溫度
}
delay(250);                 //暫停 0.25 秒
}

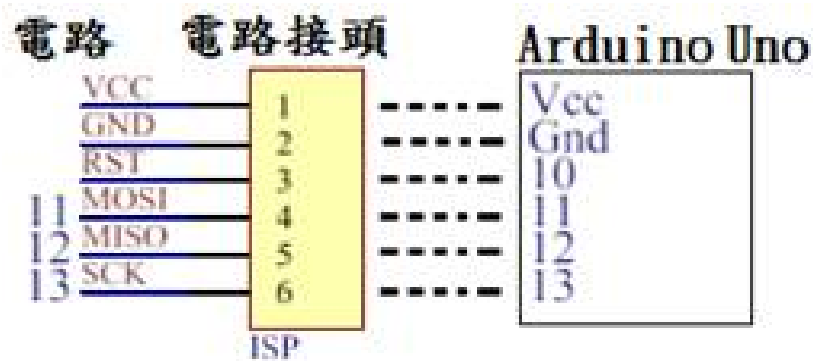
//=====

void beep(void)
{ for(int i=0;i<100;i++)
  { digitalWrite(Buzzer,1);delayMicroseconds(500);
    digitalWrite(Buzzer,0);delayMicroseconds(500);
  }
}
}

```

## 十八、程式的燒錄

(一)硬體連接：用 6 條杜邦線，如下圖連接將



(二)將 Arduino Uno 板變成燒錄器

- 1.將 Arduino Uno 板透過 USB 線與電腦連接。
- 2.在 Arduino IDE 上，工具--序列埠--選 COM 埠，如 COM6(Arduino Uno)
- 3.在 Arduino IDE 上，工具--板子--- Arduino Uno
- 4.在 Arduino IDE 上，檔案--範例-- ArduinoISP，
- 5.在 Arduino IDE 上，草稿檔--上傳 (Ctrl+U)

(三)燒錄 Bootloader (一個 IC 只做一次)

- 1.在 Arduino IDE 上，工具--燒錄器--- Arduino as ISP
- 2.在 Arduino IDE 上，工具--燒錄 Bootloader



(四) Arduino Uno 板當燒錄器，對電路板做程式燒錄(韌體下載)，

- 1.在 Arduino IDE 上，檔案--開啟--要燒錄的程式，
- 2.在 Arduino IDE 上，確認 工具--燒錄器--- Arduino as ISP
3. 在 Arduino IDE 上，草稿檔—以燒錄器上傳 (Ctrl+Shift+U)



(五) Arduino Uno 板還原：回到一般用途

工具--燒錄器--- Arduino ISP

