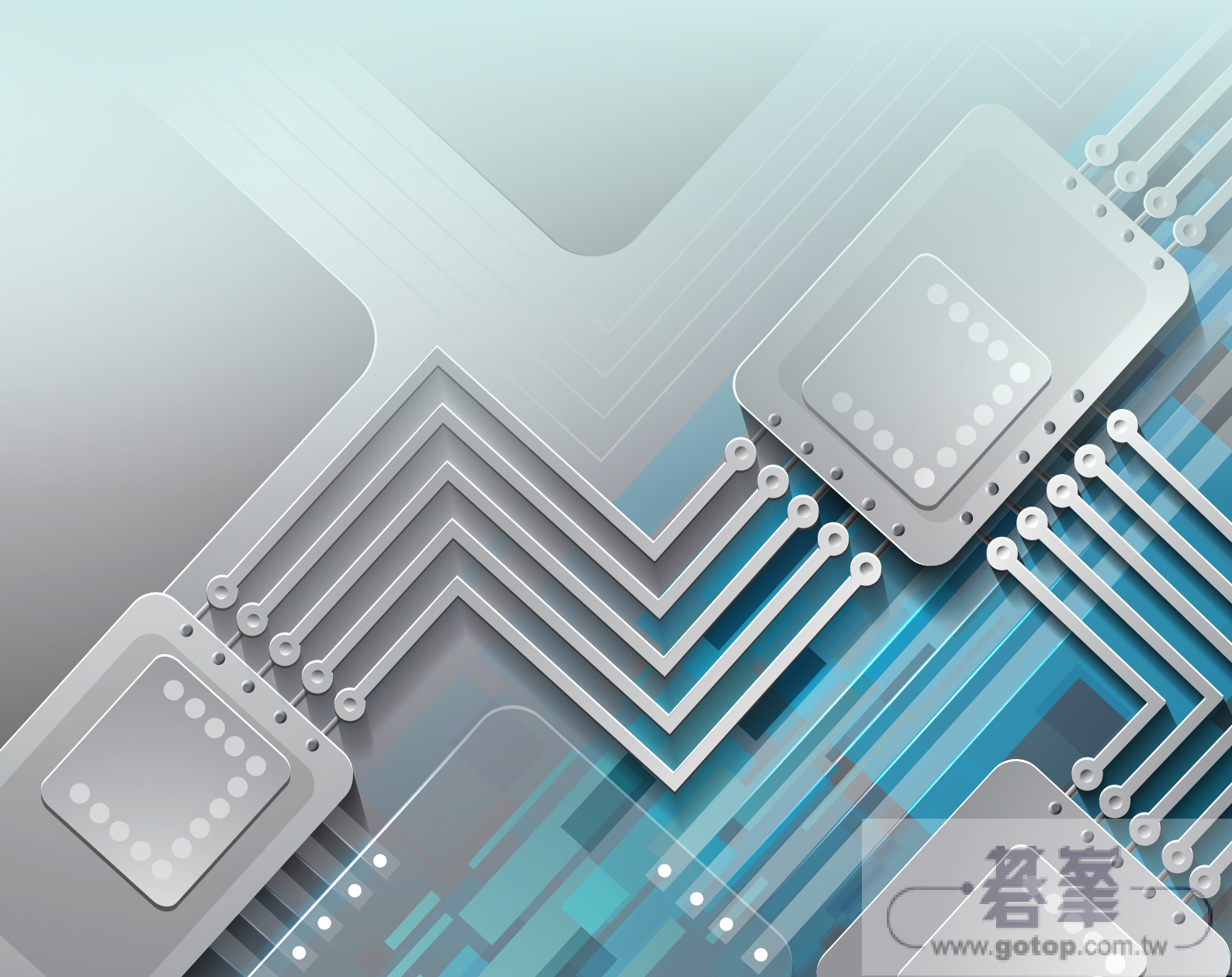


第 2 章

術科初學先備知識



碁峯

www.gotop.com.tw





2-1 電子元件介紹與量測

一、電阻

(一) 何謂電阻

電阻 (Resistor) 是指電流經過一個物體時，遇到阻礙電流通過的阻力，電阻兩側的電壓 V 等於電流 I 乘上電阻 R ，也就是 $V=I \cdot R$ ，若電壓值不變，電阻越大，通過的電流越小。

一般的電阻材質由薄膜、水泥或是高電阻系數的鎳鉻合金構成，電阻的數值由顏色決定，有黑、棕、紅、橙、黃、綠、藍、紫、灰、白，分別代表 0~9 的數字，金、銀分別代表誤差 $\pm 5\%$ 及 $\pm 10\%$ ，如下表：

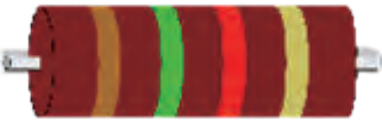
色碼													
顏色	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀	無
代表數字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	-
倍率	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}	-
誤差	-	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	-	-	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.25\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.05\%$	-	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

電阻值的表示方式有四色環、五色環及六色環三種。四色環第一、二環，代表「十位數及個位數」，第三環代表「倍率」，第四環代表「誤差率」。例如：一個電阻所用的色碼順序為黃，紫，紅，金，第一個數字 4 (黃色)，第二個數字 7 (紫色)，倍率 10^2 (紅色)，電阻為 $47 \cdot 10^2 \Omega$ ，也就是 $4,700 \Omega$ ，誤差 $\pm 5\%$ (金色)，因此實際的電阻值在 $4,465 \Omega$ 與 $4,935 \Omega$ 之間。

五環電阻是相對較精密的電阻，五色環前三種顏色為第一~三位數字，也就是「百、十、個位數」，第四種即為「倍數」，第五道色環表示「誤差」，六色環電阻則是特殊用途電阻，前五色碼與五色環電阻表示方法一樣，第六色環表示電阻的「溫度」係數。

小試身手

1. 電阻的辨識練習，請問以下的例子電阻值為多少？

			
第一位數	第二位數	倍率	誤差率
棕	綠	紅	金
正確答案：1.5KΩ ±5%			

2. 若知道電阻值，請問以下的電阻四環顏色為何？

- (1) 請問 1kΩ、誤差 5% 的色碼：_____
- (2) 請問 20Ω、誤差 10% 的色碼：_____
- (3) 請問 3kΩ、誤差 5% 的色碼：_____
- (4) 請問 2kΩ、誤差 10% 的色碼：_____
- (5) 請問 68Ω、誤差 5% 的色碼：_____

正確答案：1. 棕黑紅金。2. 紅黑黑銀。3. 橙黑紅金。4. 紅黑紅銀。5. 藍灰黑金。

(二) 使用指針式三用電表量測電阻並讀出數值：

※ 在測量電阻時切勿接上電源

- 將指針式三用電表的紅棒插入有測量 Ω 符號的插孔，黑棒插入 COM 的插孔。
- 校正三用電表基準值，在測量電阻時將兩隻探棒相互接觸，旋轉電表旋鈕，調整至數值 0 的位置，也就是設備歸零，才能量測出正確的數值。
- 切換到最合適的電阻檔位進行量測，有 *1、*10、*1K、*10K 四種檔位，例如要量測 1.8kΩ 的電阻應該切換到 10kΩ 的檔位進行量測，將探棒至於電阻兩端，開始進行量測，若指針指向 0 附近，表示量測的電阻值過小，要切到較小的檔位，如果指針指向 2K 附近，表示量測的電阻值過大，應該要切換到較大的檔位繼續量測。
- 如圖 2-1-1 為指針三用電表的刻度，我們測量電阻是使用第一條刻度線。

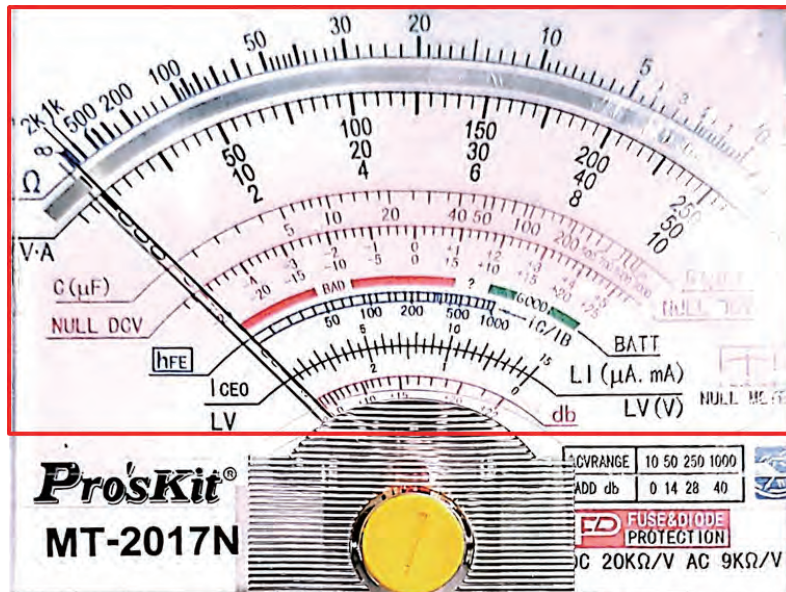


圖 2-1-1 三用電表刻度

小試身手

1. 請識別電表刻度量測結果。

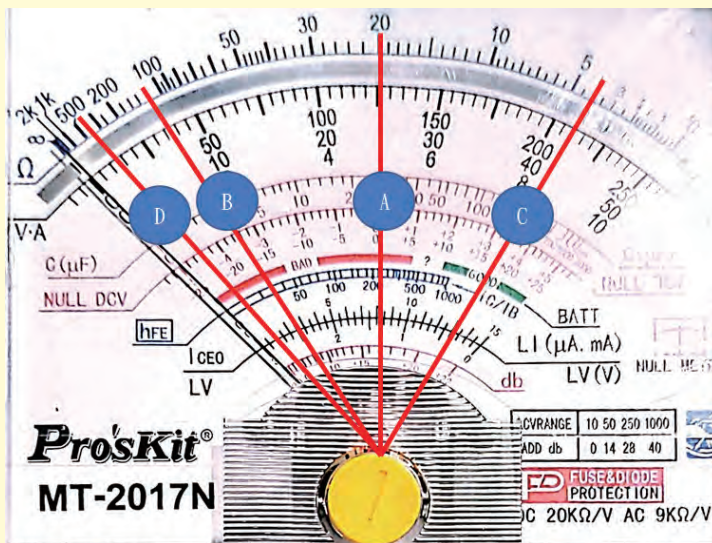


圖 2-1-2 三用電表刻度練習

題號	標號	檔數	測量之電阻值
1	A	$\Omega \times 10K$	
2	B	$\Omega \times 10$	
3	C	$\Omega \times 1K$	
4	D	$\Omega \times 10K$	

正確答案：1. 電阻值 $200K\Omega$ 。2. 電阻值 $1.2K\Omega$ 。3. 電阻值 $4K\Omega$ 。4. 電阻值 $4M\Omega$ 。

(三) 使用數位三用電表量測電阻並讀出數值：

※ 在測量電阻時切勿接上電源

1. 將數位式三用電表的紅棒插入有 $V\Omega$ 符號的插孔，黑棒插入 COM 的插孔。
2. 功能範圍選擇開關，選擇適當的 Ω 檔 (200、2K、20K、200K、2000K 等)。
3. 將探棒放置電阻兩端，從液晶顯示器顯示電阻值。

(四) 使用電表量測電阻是否故障：

如果每一個零件都是完全獨立的，並沒有和任何零件有相連，可以直接測量電阻，使用紅探棒與黑探棒並聯電阻兩端量測，就可以量出電阻值。

量測結果可能為以下情況：

1. 正常：正常量測到電阻值並與電阻色碼吻合。
2. 開路：無法測量到電阻值。
3. 短路：三用電表量出來的電阻值為零。
4. 阻質變大：量測到電阻值與電阻色碼差異超過 $\pm 10\%$ 。

先確定三用電表為正常設備，如果遇到狀況 2 到狀況 4，如果量到零件數值均有誤，請更換三用電表，若是幾個零件有錯誤的訊息，則應該在術科測試時向評審反映，更換新的零件。

二、電容器

(一) 何謂電容器

電容器 (Capacitor)，可以將電路中產生的電能儲存在電場中的被動元件中，電容器內部會有兩個金屬導體，中間有介電質隔開，導體可能是金屬製品、薄膜等，介電質有陶瓷、塑膠膜、玻璃、雲母或紙等組成。


當電容兩端有電壓時，介電質上會有正負電荷的產生，正負電荷分別會集中在兩個導體上，因而產生電場，理想的電容器在穩定的電路中，不會因為時間因素消耗能量。電容的單位為法拉 (Farad)，電容值和導體的表面積成正比，和導體之間距離比反比，一般的電容值大約在 1pF 至 1mF 之間。電容在電子電路中，有隔絕直流電的功能，為斷路的效果，在小信號交流電中，電容視為短路，可以直接通過，若和電感器連接，可以做出 LC 諧振電路，在特定的頻率可以穩定電壓及功率，用於震盪器、濾波器、調諧器或混頻電路中。

(二) 常用的電容器的種類

元件	圖片	分辨方式	電容資訊
電解電容		在電解電容上會有電容的容量以及耐壓值。	47 μ F/35V
塑膠電容		在塑膠電容上會有電容的容量以及耐壓值。	104J/100V
陶瓷電容		在陶瓷電容上會有電容的編號。	0.1 μ F/50V

(三) 電容值的判斷

一般電解電容器的範圍為 0.47 μ F-10000 μ F，塑膠薄膜電容器的範圍為 0.001 μ F-0.47 μ F，陶瓷電容器的範圍為 1 pF-680pF，電容值的判斷，前兩碼是數值，第三碼是倍率，最後一碼英文則表示誤差，「B」為 ± 0.10 pF、「C」為 ± 0.25 pF、「D」為 ± 0.50 pF、「F」為 $\pm 1\%$ 、「G」為 $\pm 2\%$ 、「J」為 $\pm 5\%$ 、「K」為 $\pm 10\%$ 、「M」為 $\pm 20\%$ ，試試看判斷下表電容值。

電容	電容判斷			
		1	0	4
	數字	數字	倍率	誤差
	電容值 $104 \rightarrow 10 \times 10^{-4} = 0.1 \mu\text{F}$			
	2	2	4	K
	數字	數字	倍率	誤差
	電容值 $224\text{K} \rightarrow 22 \times 10^{-4} = 0.22 \mu\text{F} \pm 10\%$			

第 5 章

11700-110201 四位數 顯示裝置試題解析

5-3 四位數顯示裝置子電路板焊接教學

首先，四位數顯示裝置的子電路板的元件皆須要使用 SMT（Surface Mount Technology）表面黏著技術將 SMD（surface Mount Device）元件焊接在 PCB 上，焊接技巧請讀者翻閱本書 2-3 表面黏著元件（SMD）焊接教學章節，此章節已詳細介紹該如何將 SMD 元件焊接至電路板。下圖為四位數顯示裝置子電路板的完成圖，接下來將逐步帶領讀者完成四位數顯示裝置子電路板焊接。

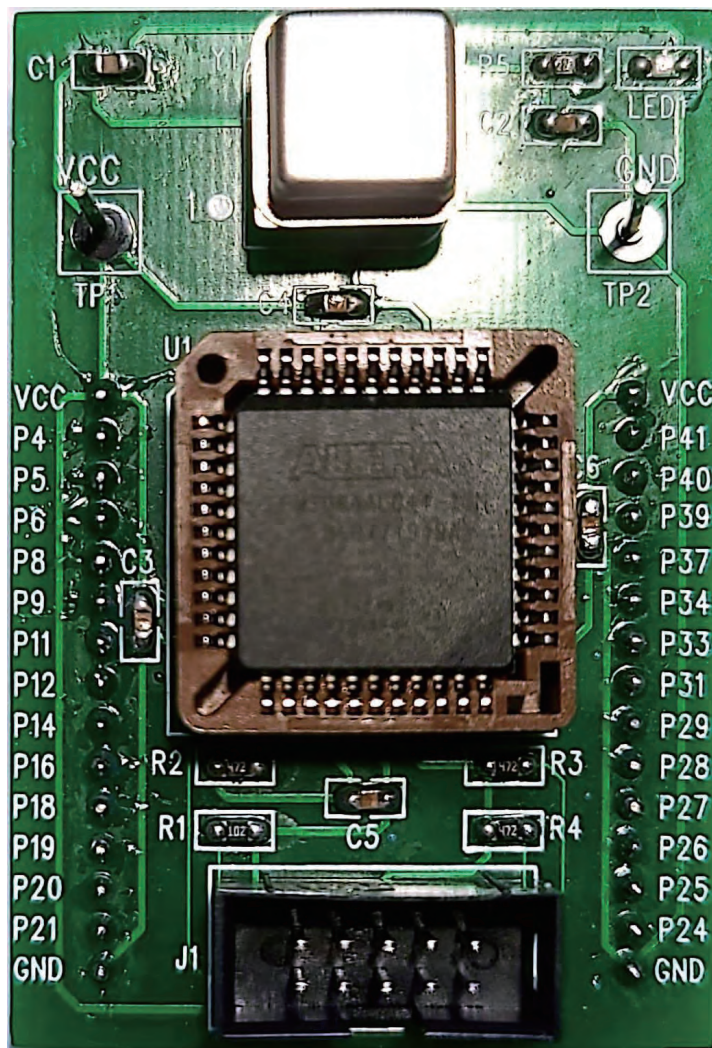
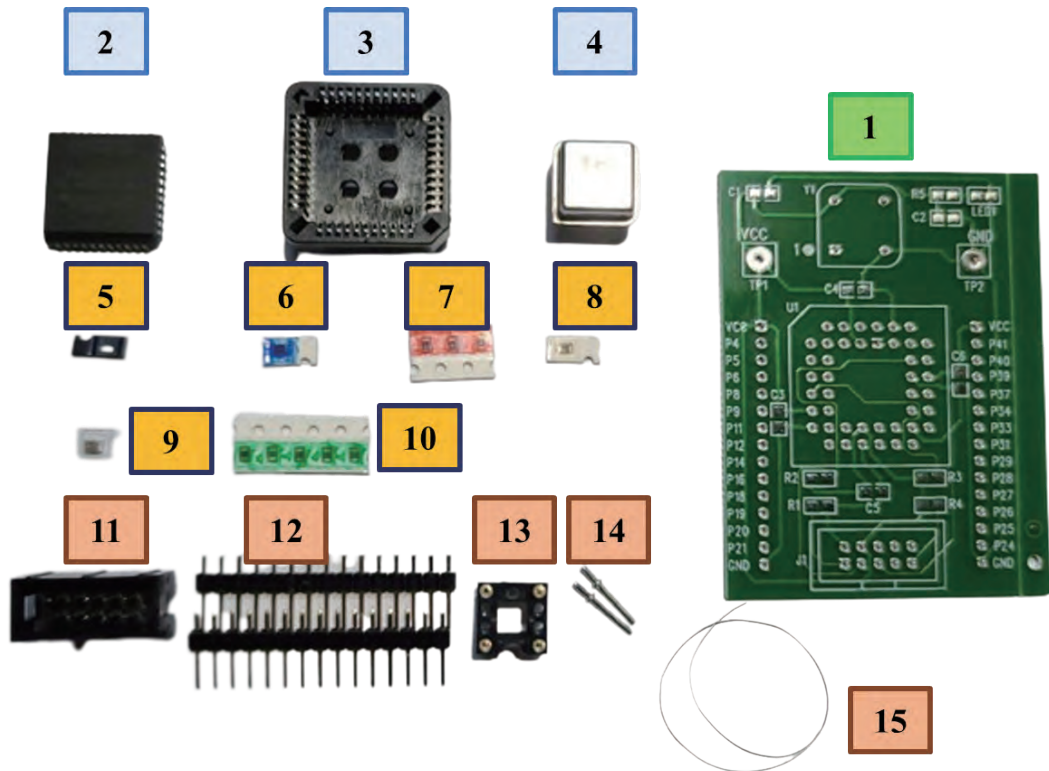


圖 5-3-1 四位數顯示裝置子電路板的完成圖

一、認識四位數顯示裝置子電路板元件

首先，先認識四位數顯示裝置子電路板的各個元件，所有元件皆有編號，可以對應表格中的子電路板材料，並依照以下的步驟一步一步進行焊接。



項次	編號	名稱	規格	單位	數量	備註
1		CPLD 子電路板	如試題參考圖表，CPLD PCB 板	片	1	
2	U1	CPLD	Altera EPM3064ALC44-10 或同級品	只	1	
3		CPLD 腳座	44-pin PLCC 型	只	1	
4	Y1	石英振盪器	OSC 方型，4MHz	只	1	
5	LED1	LED	SMD0805，綠色	只	1	
6	R1	電阻器	1k Ω (SMD0805)	只	1	
7	R2~R4	電阻器	4.7k Ω (SMD0805)	只	3	
8	R5	電阻器	220 Ω (SMD0805)	只	1	
9	C1	電容器	10 μ F/25V (SMD0805)	只	1	
10	C2~C6	電容器	0.1 μ F (SMD0805)	只	5	
11	J1	金牛角座	10-pin 如 Altera JTAG 連接座	只	1	
12	J2~J3	排針	單排 15-pin 2.54mm，高 12mm	只	2	
13		圓孔腳座	短腳 4-pin (石英振盪器母座)	只	1	
14		接針	子電路板 Vcc 及 GND 用	只	2	
15		鍍銀線	30 AWG OK 線	cm	30	限于板檢修用

備註：

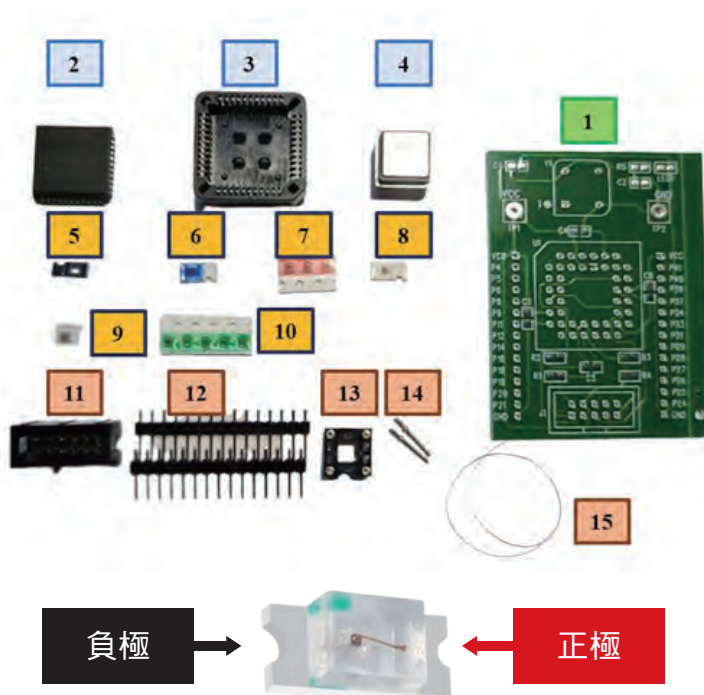
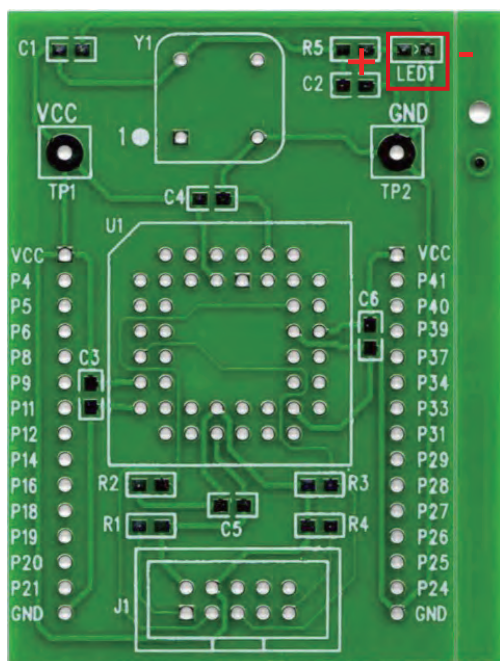
1. 每場次每一試題均應至少各有備份材料 1 份。
2. 所有電阻誤差值均在 $\pm 5\%$ 以內。

圖 5-3-2 四位數顯示裝置子電路板材料表對應圖

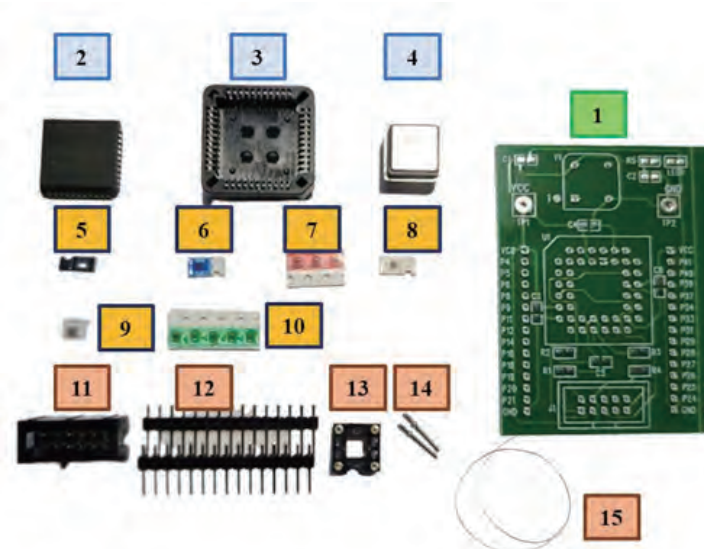
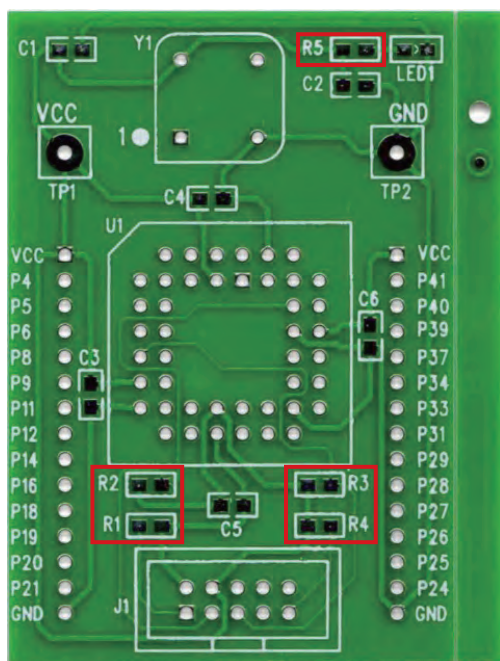
二、開始焊接四位數顯示裝置子電路板



Step1 首先將四位數顯示裝置子電路板（編號 1）從材料包拿出來，找到綠色 LED 燈（編號 5）使用三用電表確定綠色 LED 燈的正負極，並將負極那一端焊接在 LED1 的右邊。



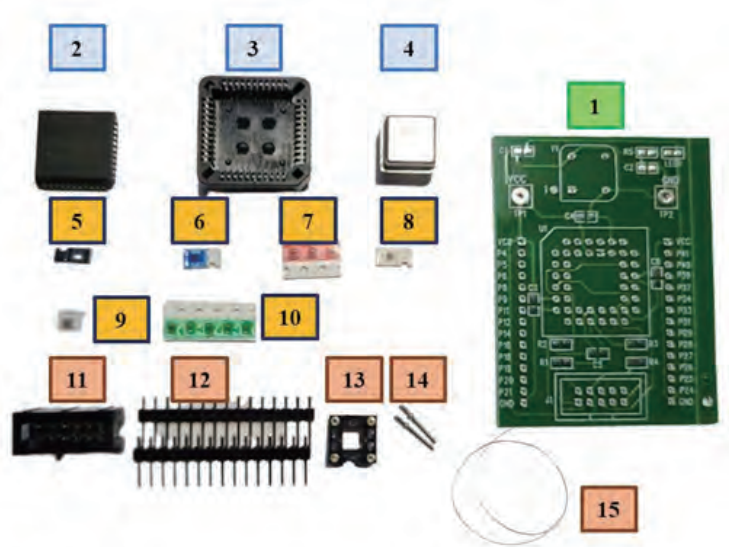
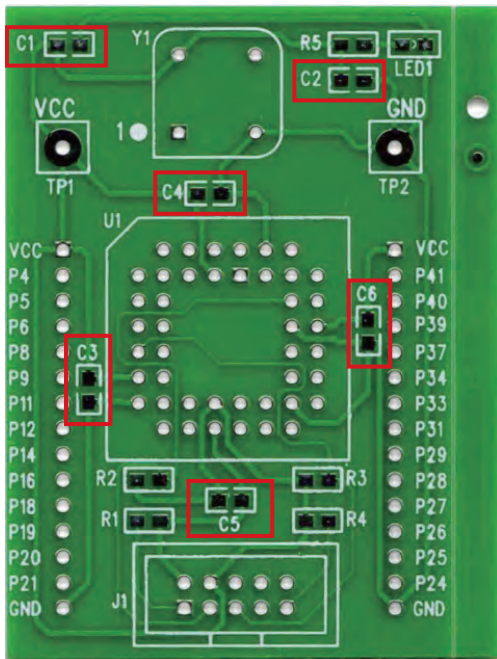
Step2 接下來找到並依序將電阻 R1-R5（編號 6 到編號 8）焊接至四位數顯示裝置子電路板。



R1 編號 102 R5 編號 221
R2-R4 編號 472

電阻無極性

Step3 接下來找到並依序將電容 C1-C6（編號 9 到編號 10）焊接至四位數顯示裝置子電路板。



編號 09

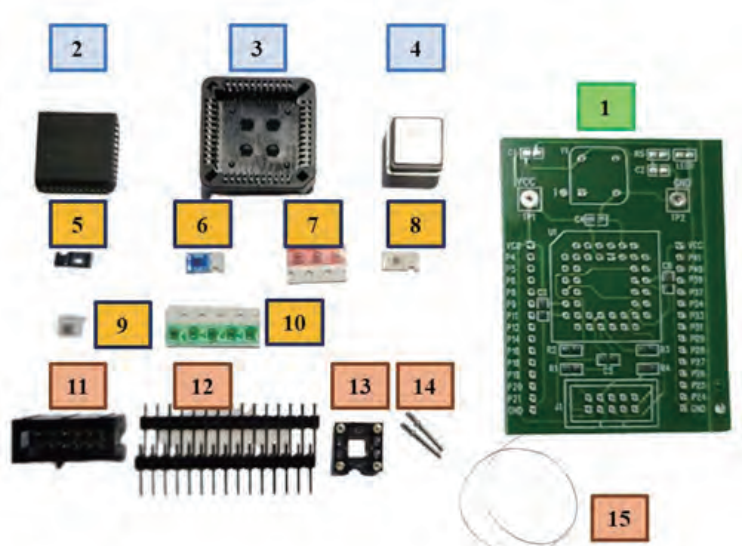
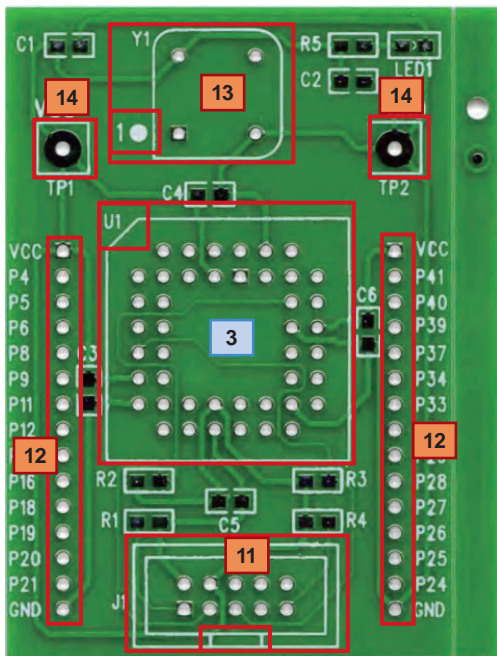
10uF/25v

編號 10

0.1uF

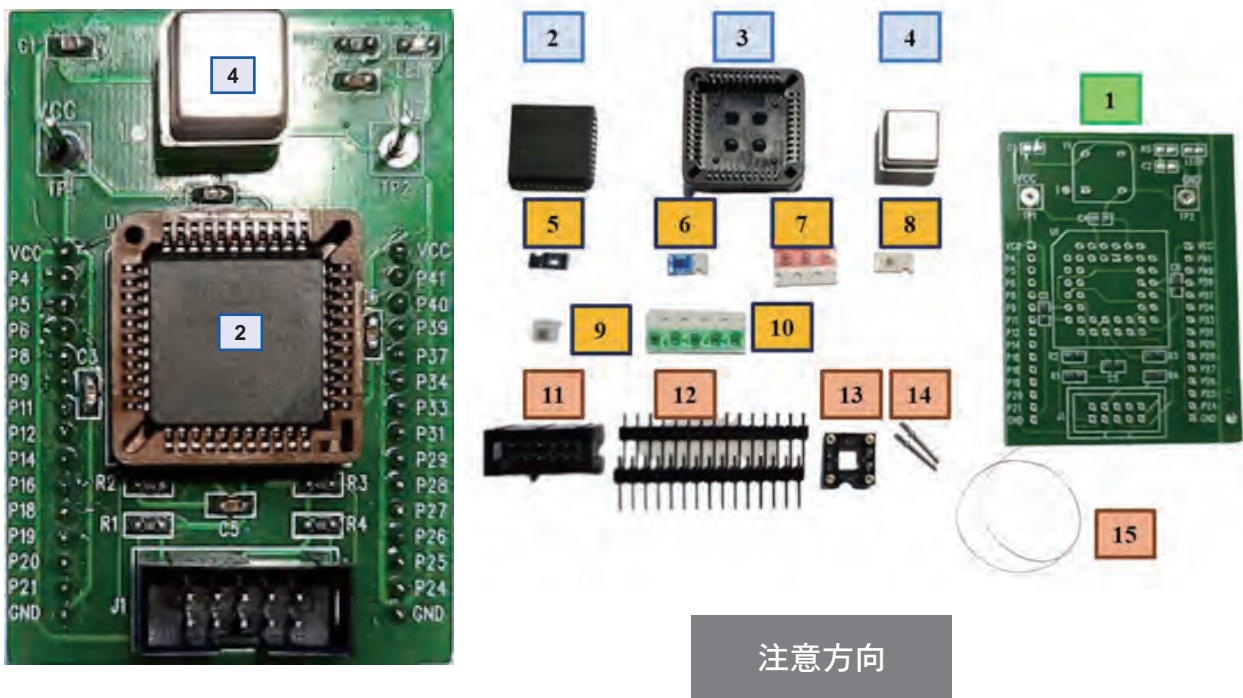
電容無極性

Step4 接下來找到並依序將金牛角座、排針、圓孔腳座、接針（編號 11 到編號 14）焊接至四位數顯示裝置子電路板，注意方向。

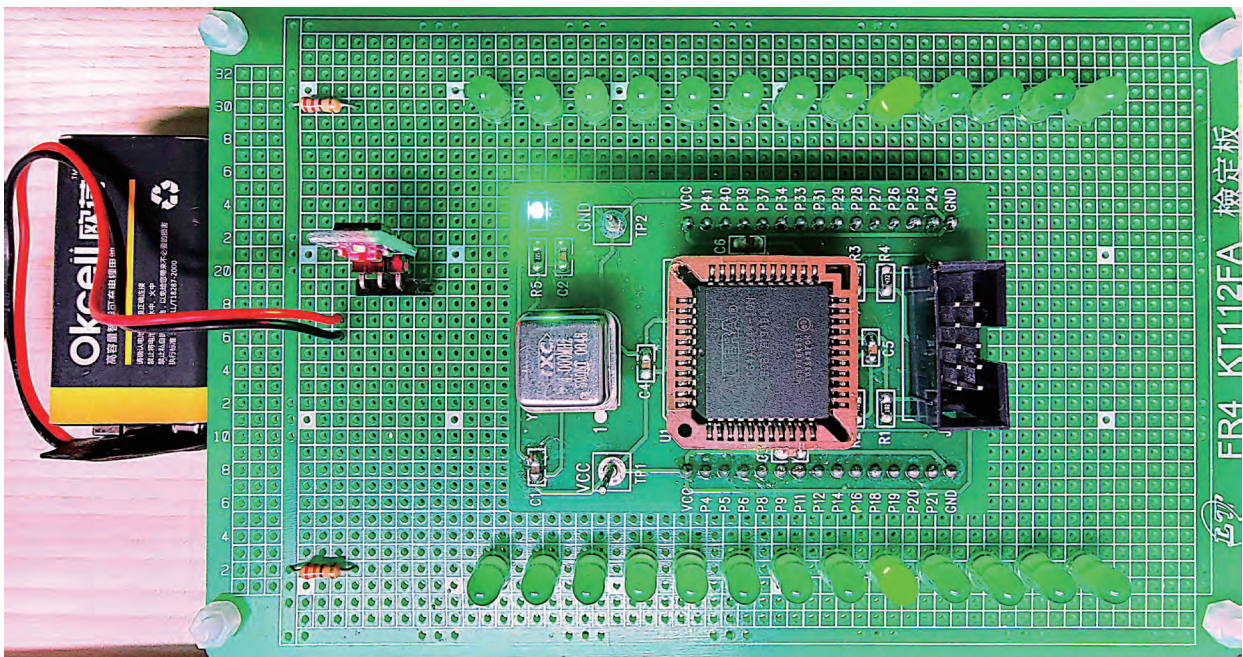


注意方向

Step5 接下來找到並依序將 CPLD (編號 2)、石英振盪器 (編號 4)、按照方向裝上腳座 (注意方向)，並燒錄考場提供的程式，檢查焊接接點是否有焊接確實。



Step6 可以使用考場或作者自行設計繪製的技術士技能檢定數位電子乙級 CPLD I/O 接腳測試板測試子电路板是否皆有焊接確實。CPLD I/O 接腳測試板的零件面、焊接面電路圖如圖 5-3-3。



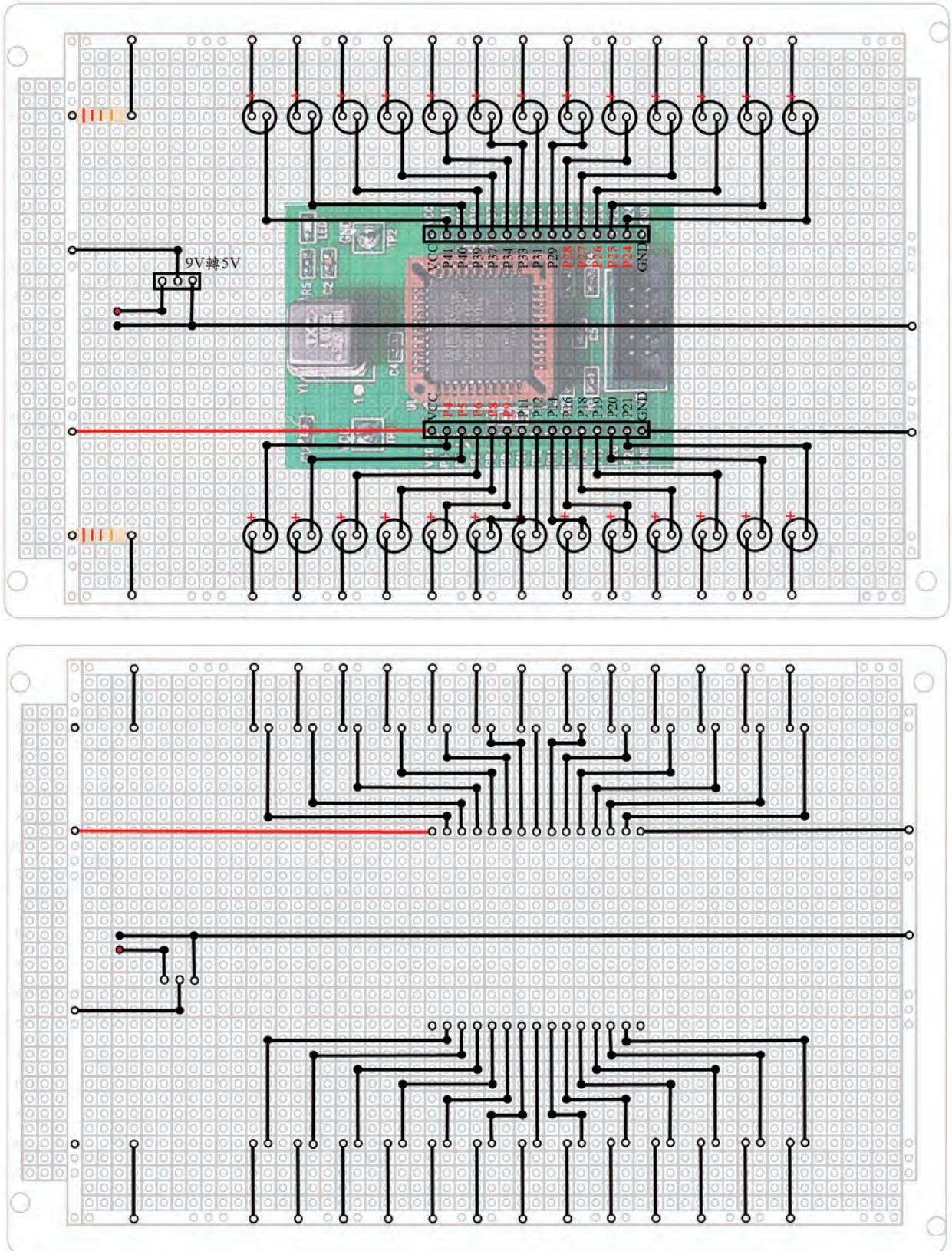


圖 5-3-3 作者所繪製的技術士技能檢定數位電子乙級 CPLD I/O 接腳測試板的零件面、焊接面電路圖

5-5

四位數顯示裝置子電路板 CPLD 電路設計解析




一、試題動作要求

- (一) 子板接上電源後，LED1 指示燈應亮，未亮者扣 5 分。
- (二) 未依抽定之子板接腳使用者，少一個接腳扣 10 分。

組合	J2	J3
A	P4 P5 P6 P8 P9	P24 P25 P26 P27 P28
B	P16 P18 P19 P20 P21	P34 P37 P39 P40 P41
C	P5 P6 P8 P9 P11	P33 P34 P37 P39 P40
D	P14 P16 P18 P19 P20	P25 P26 P27 P28 P29
E	P8 P9 P11 P12 P14	P28 P29 P31 P33 P34

(三) 七段顯示器內容要求：

- 七段顯示器未依測試當日抽籤指定的題組顯示其內容（例如：當日抽到的是 J 組，但七段顯示器顯示的是 K 組或其他組別的內容），則不予評分。
- 若 4 位數七段顯示器每一個數字符號對應之七段顯示器同一個節段顯示不正確，則每一節段扣 25 分，如：a 節段在 4 個位數都不正確，扣 25 分；不同位數不同段顯示不正確，則每字扣 25 分，如：第一位數 a 節段不正確、第二位數 dp 節段不正確，二字共扣 50 分；若第一位數 a，d 二節段不正確，其餘位數各節段均正確，則以一字扣 25 分。一個錯誤僅扣一次不重複扣分。

組合	四位數顯示裝置
J	
K	
L	

組合	四位數顯示裝置
M	
N	

二、四位數顯示電路實作 CPLD 電路設計想法

假設作者要讓四位數顯示電路的七段顯示器顯示「03.15」數值，將逐項說明實作 CPLD 電路設計想法，請同步參照圖 5-5-1：

(一) 除頻電路、除 4 計數器：

由於人眼的視覺暫留特性為十六分之一秒，四位數顯示電路七段顯示器四位數掃描的速度如果過快，人眼是沒有辦法進行辨識，那假設要讓四位數顯示電路七段顯示器同時顯示「03.15」數值，我們就必須要有除頻電路以及除 4 計數器，使輸出依序 00 → 01 → 10 → 11 四種狀態持續循環。

(二) 資料選擇器以及設定輸出值：

四位數顯示電路七段顯示器四個位數是由兩組訊號分別進行控制，第一組訊號控制 D1、D2、D3、D4，要顯示的數字在哪一個位數顯示（例如：個位數、十位數），第二組訊號控制 a、b、c、d、e、f、g、dp 是在哪一個位數要顯示的數字（例如：0、3、1、5），資料選擇器以及設定輸出值則是在控制要顯示的數字並依序設定輸出的數值。

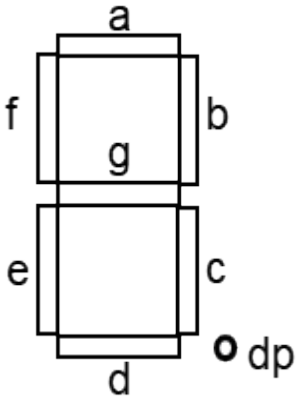
千位	百位	十位	個位	七段顯示器狀態								
d1	d2	d3	d4	a	b	c	d	e	f	g	dp	顯示的數字
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	

千位	百位	十位	個位	七段顯示器狀態								
				a	b	c	d	e	f	g	dp	
0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	

(三) 七段顯示器解碼器：

要讓四位數顯示電路七段顯示器顯示數字，需要製作一個七段顯示器解碼器來解碼要顯示的數字為何，例如輸入的訊號為 1111110 的話，則會顯示數字 0。

七段顯示器狀態									七段顯示器腳位
a	b	c	d	e	f	g	dp	顯示的數字	
1	1	1	1	1	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	0	0	1	
1	1	0	1	1	0	1	0	2	
1	1	1	1	0	0	1	0	3	
0	1	1	0	0	1	1	0	4	
1	0	1	1	0	1	1	0	5	
1	0	1	1	1	1	1	0	6	
1	1	1	0	0	0	0	0	7	
1	1	1	1	1	1	1	0	8	
1	1	1	0	0	1	1	0	9	
0	0	0	0	0	0	0	1	.	



(4) 二對四解碼器：

二對四解碼器主要是搭配資料選擇器所設定輸出值，控制要顯示在四位數顯示電路七段顯示器的位數 D1、D2、D3、D4（例如：個位數、十位數），以及每個七段顯示器位數的 dp 節段。

輸出狀態		控制要顯示位數				dp	顯示的數字
		d1	d2	d3	d4	h	
0	0	1	0	0	0	gnd	0
0	1	0	1	0	0	vcc	3.
1	0	0	0	1	0	gnd	1
1	1	0	0	0	1	gnd	5

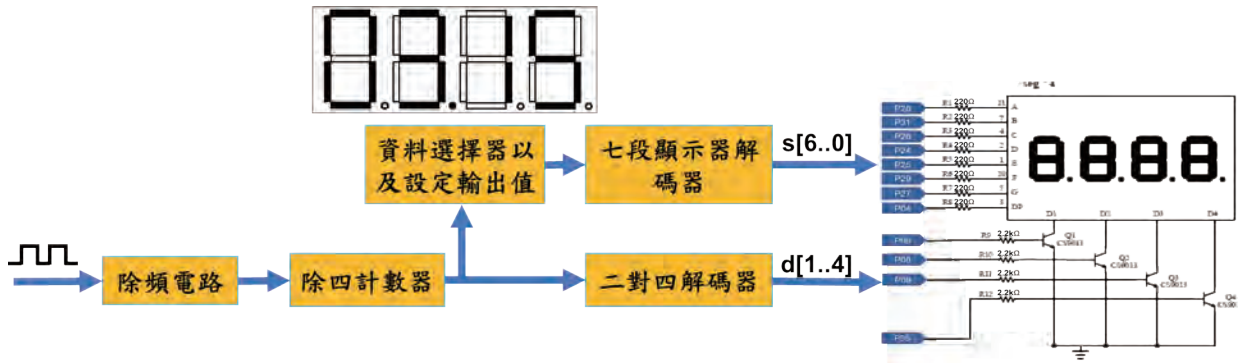


圖 5-5-1 四位顯示電路實作 CPLD 電路整體架構圖