

# PCB 製作 設計規範手冊

## PCB Fabrication Design Rule Manual

國研院半導體中心，李莉娥

PCB 問題

客戶諮詢系統

[www.tsri.org.tw](http://www.tsri.org.tw)

## 版本更動訊息

版本	生效日	作者	更動訊息
1.0	2013.06.20	李莉娥	原始版本
1.1	2013.08.01	李莉娥	A. 圖 2.1-1 板厚更改，對應表 2.1-1。 B. 圖 2.2-1 板厚更改，對應表 2.2-1。 C. 圖 2.3-1 板厚更改，對應表 2.3-1。
1.2	2013.09.03	李莉娥	A. 圖 2.1-1，增加立體疊構圖。 B. 圖 2.2-1，增加立體疊構圖。 C. 圖 2.3-1，增加立體疊構圖。 D. 4.5 節，「PCB 製做編號」改為「PCB 識別碼」。
2.0	2013.10.04	李莉娥	A. 表 3-2， $\delta$ /Loss tangent，0.021 改為 0.0021；0.027 改為 0.0027。 B. 將 Mechanical 1 改為 Keepout (KO)，Mechanical 2 改為 Mechanical 1(ME)。 C. 橢圓形孔設計規範更動，「橢圓孔間最小間距」及「橢圓孔到成形邊框最小距離」。 D. 防焊層設計規範更動，「防焊漆下墨最小線寬」。 E. 增加附錄 A，「PCB 佈局設計規範之 Altium 設定方法」。
3.0	2013.12.05	李莉娥	A. 增加 4.1.2 節，「設計規範總結」，增加 4.1.3 節，「設計規範常見問題」。 B. 移除附錄 A，「PCB 佈局設計規範之 Altium 設定方法」，將其移至新的手冊「晶片中心 PCB 製作 Altium 軟體使用者手冊」。 C. 第 4.3.1 節，設計規範更名，「孔環最小線寬」改成「外部金屬層孔環最小線寬」。 D. 第 4.4 節，防焊層，增加說明及注意事項。 E. 第 4.5.2 節，辨別碼，「-」改成「_」。 F. 第 4.6.1 節，修改定位孔只能為 NPTH，增加設計規範 KO.H.2 定位孔屬性為 NPTH。
3.1	2014.02.11	李莉娥	A. 第 4.1.2 及 4.2.2 節，鋪銅到金屬最小距離 =0.22mm，修正為 FR4 板=0.22mm，RO 板 =0.17mm。
3.2	2014.06.12	李莉娥	A. 第 4.6.1 (b)，修改，改為「其他每一層 <u>不需</u>

			<p>畫上成形邊框」。</p> <p>B. 第 4.6.2 節，增加文字，外圍邊框 ME1，沿著成形邊框 KO 畫，兩者距離 1.5 mm。</p> <p>C. 修改第 4.6.2 節，增加「PCB 面積單位數」的計算公式。</p>
4.0	2015.03.20	李莉娥	<p>A. 增加六層板資訊。</p> <p>B. RO4003 改成 RO4003C。</p> <p>C. Mechanical 1 改成 Mechanical。</p> <p>D. 化金 Au 改成 Ni/Au。</p>
4.1	2016.03.15	李莉娥	<p>A. 2.4 節，RO4003C 板厚更動，由 0.73 mm 改為 0.81 mm。</p>
5.0	2017.12.19	李莉娥	<p>A. 刪除 FR4 六層板製程。</p> <p>B. 新增 RO-FR4 複合四層板製程。</p> <p>C. 4.1.2 節，及 4.2.2 節，鋪銅到金屬最小距離(FR4) = 0.22mm 改成 0.18 mm。</p> <p>D. 4.1.2 節，及 4.5.1 節，文字層最小線寬 = 2.0 mm 改成 0.15 mm。</p>
6.0	2019.04	李莉娥	<p>A. 設計規範增加「運算符號」，即 &gt;&lt;=等。</p> <p>B. 晶片中心，更名為半導體中心。</p>
7.0	2020.01	李莉娥	<p>A. 圖層更名：KO 改成 BO。</p>
8.0	2020.04	李莉娥	<p>A. 製程尺寸縮減。</p> <p>B. 4.6.3 節，增加「PCB 挖洞」規範。</p> <p>C. 新增 2LHF16 製程選項。</p>
8.1	2020.12	李莉娥	<p>A. 刪除 2LHF 製程選項。</p>
8.2	2021.04	李莉娥	<p>A. 4.6.3 節，修改 PCB 挖洞與板框距離 <math>\geq</math> 1.60 mm。</p>

## 目錄

1. 前言 .....	1
2. PCB 製程疊構 .....	2
2.1 FR4 兩層板.....	4
2.2 FR4 四層板.....	6
2.3 RO4003C 高頻兩層板 .....	8
2.4 RO-FR4 複合四層板.....	10
2.5 PCB 圖層命名 .....	12
3. 材料參數 .....	14
3.1 介電質 .....	14
3.2 金屬 .....	16
4. PCB 佈局設計規範 .....	18
4.1 設計規範的命名、總結及常見問題.....	18
4.1.1 設計規範的命名原則 .....	18
4.1.2 設計規範總結.....	19
4.1.3 設計規範常見問題 .....	21
4.2 金屬 .....	23
4.2.1 金屬線 設計規範 .....	23
4.2.2 鋪銅 設計規範.....	24

4.3. 鑽孔及孔環.....	25
4.3.1 鍍銅貫孔 (PTH) 及孔環 設計規範.....	25
4.3.2 非鍍銅貫孔 (NPTH) 設計規範.....	27
4.3.3 橢圓形孔 (PTH 及 NPTH) 設計規範.....	29
4.4 防焊層.....	30
4.4.1 防焊層 設計規範.....	30
4.4.2 防焊層 注意事項.....	32
4.5 文字層.....	34
4.5.1 文字層 設計規範.....	34
4.5.2 「PCB 識別碼」標示.....	36
4.6 機械加工層.....	37
4.6.1 PCB 製作尺寸、製作形狀及計費.....	38
4.6.2 板框 BO 框及定位孔 NH 設計規範.....	40
4.6.3 PCB 挖洞設計規範.....	42
4.6.4 外圍邊框 ME 框設計規範.....	43
5. 中英名詞對照.....	45
6. 參考資料.....	46

## 1. 前言

此手冊為國研院半導體中心 (NAR Labs TSRI) 提供給學研界，用以設計 FR4 兩層板、FR4 四層板、RO4003C 高頻兩層板及 RO4003C-FR4 複合四層板 PCB 所須的技術資料，包含 PCB 疊構 (Stacking)、材料的特性參數，以及設計者佈局時所需的佈局設計規範 (Layout Design Rules) 的資料等。

有關 PCB 製造的技術及文件，有興趣的設計者，可參閱第 6 章「參考資料」。

## 2. PCB 製程疊構

在 FR4 及 RO4003C 的基板上有下列數種製程，實際的疊構請參考後面的各項分類：

製程	說明
銅	外部、內部的銅箔(Cu)，厚度各為 1 oz (0.035 mm) 或 1/2 oz (0.017 mm)，做為連接線路、電源層等之用。
PTH 鍍銅貫孔	Plating Through Hole，鍍銅貫孔，鑽孔孔壁有鍍銅，會導電。最小孔徑 0.2 mm，這種導通貫孔可使兩層以上金屬層的線路互相導通，或做為 DIP 零件插件用，或連接到(金屬)機殼等。
NPTH 非鍍銅貫孔	Non- Plating Through Hole，非鍍銅貫孔，鑽孔孔壁沒有鍍銅，不導電，為單純機械鑽孔，常用於組裝時固定螺絲。
Solder Pad 焊墊	沒有包覆防焊層的金屬銅部分，通常為必須露出的焊墊，表面再做化金處理 (即 ENIG 鍍上鎳和金，如下圖黃色 Ni/Au 所示)，以防止下方銅的氧化，可做為 SMD 或 DIP 元件的腳位焊接、打線或量測點等用途。
防焊層	双面，保護線路在焊接時不被流出焊墊的焊錫所短路。
文字層	双面，可做為元件、線路、測試點等標示之用。
機械加工層	機械加工用，定義為 PCB 板框、外圍邊框之用。

表 2-1 PCB 上的製程



## 2.1 FR4 兩層板

疊構如下圖：

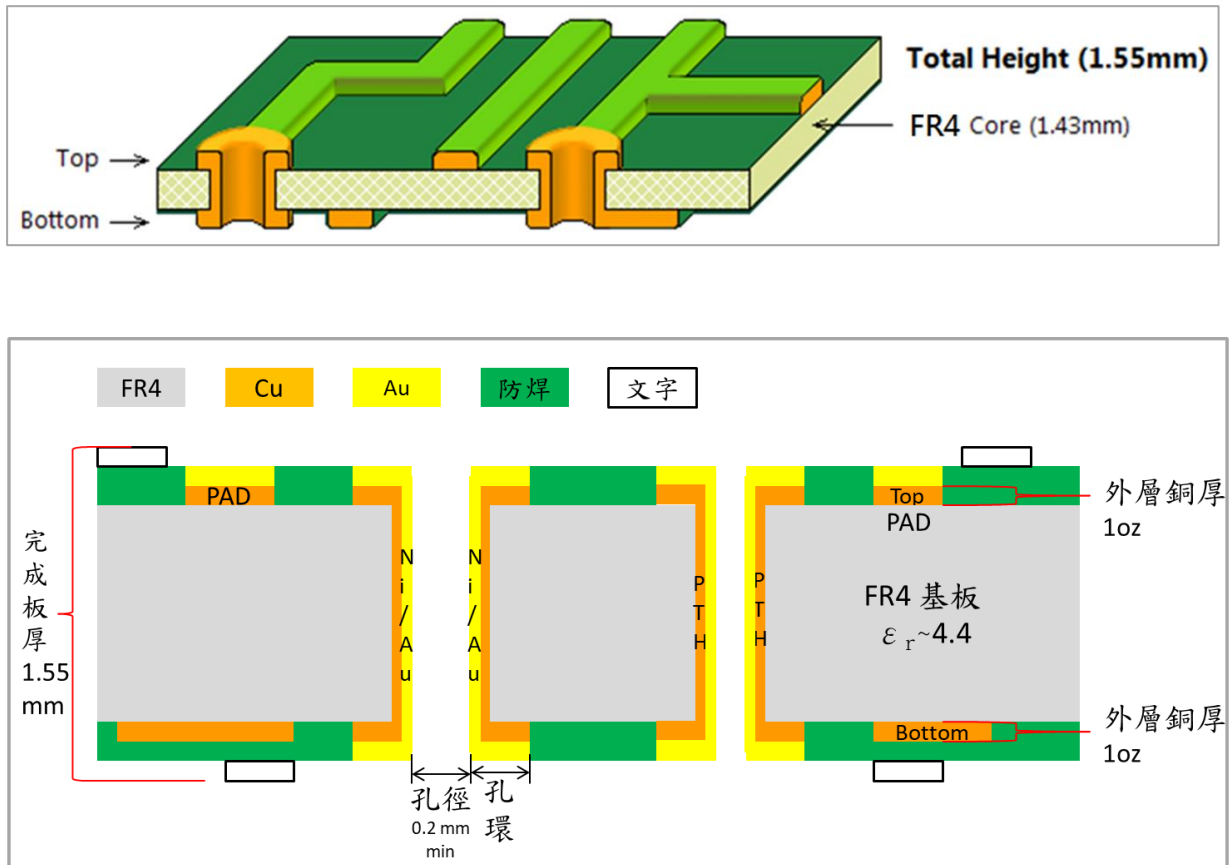


圖 2.1-1 FR4 兩層板疊構圖(立體圖及側面圖)

厚度資料如下表：

項目	數值 (單位 mm)	說明
文字層厚度	0.017	
防焊層厚度	0.025	
銅厚_Top 層	0.035	1 oz
FR4 基板厚	1.430	
銅厚_Bottom 層	0.035	1 oz
防焊層厚度	0.025	
文字層厚度	0.017	
完成板厚	1.550	不含文字厚度
完成板厚_誤差	10%	

表 2.1-1 FR4 兩層板疊構厚度資料

## 2.2 FR4 四層板

疊構如下圖：

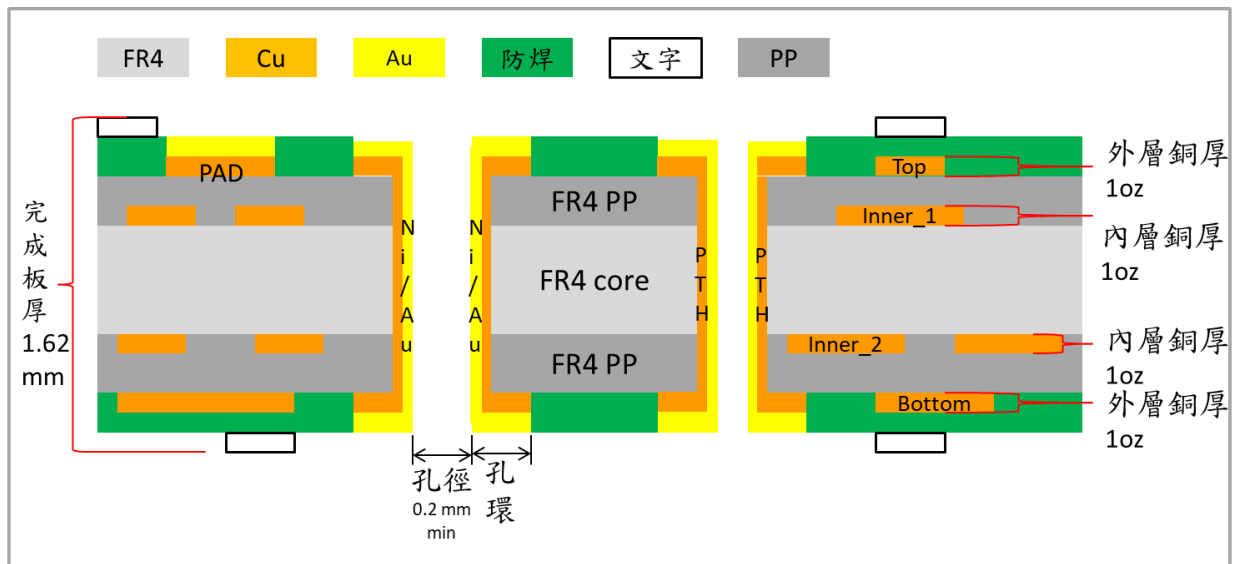
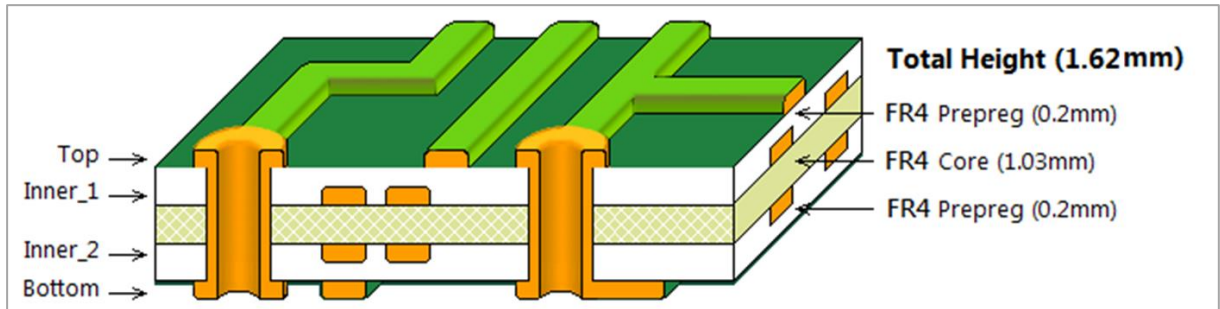


圖 2.2-1 FR4 四層板疊構圖(立體圖及側面圖)

厚度資料如下表：

項目	數值 (單位 mm)	說明
文字層厚度	0.017	
防焊層厚度	0.025	
銅厚_Top 層	0.035	1 oz
FR4 PP 層厚	0.200	
銅厚_Inner_1 層	0.035	1 oz
FR4 基板厚	1.030	
銅厚_Inner_2 層	0.035	1 oz
FR4 PP 層厚	0.200	
銅厚_Bottom 層	0.035	1 oz
防焊層厚度	0.025	
文字層厚度	0.017	
完成板厚	1.620	不含文字厚度
完成板厚_誤差	10%	

表 2.2-1 FR4 四層板疊構厚度資料

### 2.3 RO4003C 高頻兩層板

疊構如下圖：

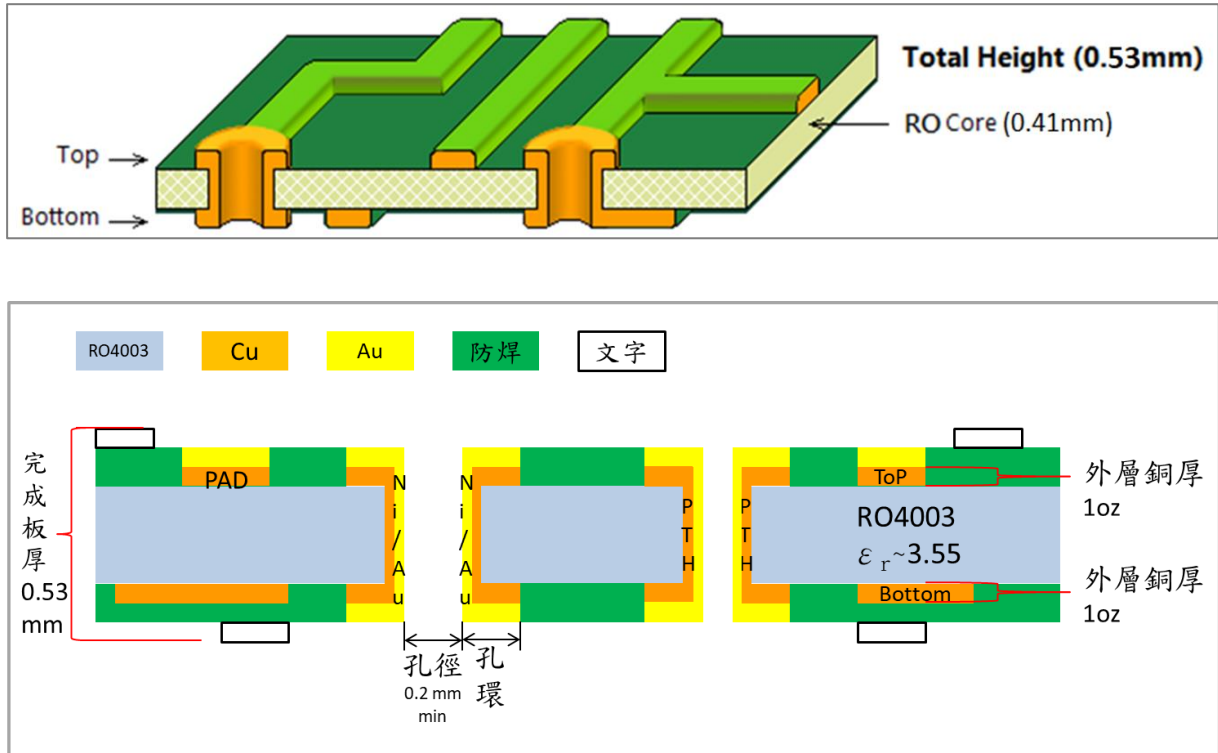


圖 2.3.2-1 PCB\_2LHF16 製程 RO4003C 16mil 兩層板疊構圖(立體圖及側面圖)

厚度資料如下表：

項目	數值 (單位 mm)	說明
文字層厚度	0.017	
防焊層厚度	0.025	
銅厚_Top 層	0.035	1 oz
RO 基板厚	0.406	16 mil
銅厚_Bottom 層	0.035	1 oz
防焊層厚度	0.025	
文字層厚度	0.017	
完成板厚	0.530	不含文字厚度
完成板厚_誤差	10%	

表 2.3.2-1 RO4003C 兩層板疊構厚度資料

## 2.4 RO-FR4 複合四層板

疊構如下圖：

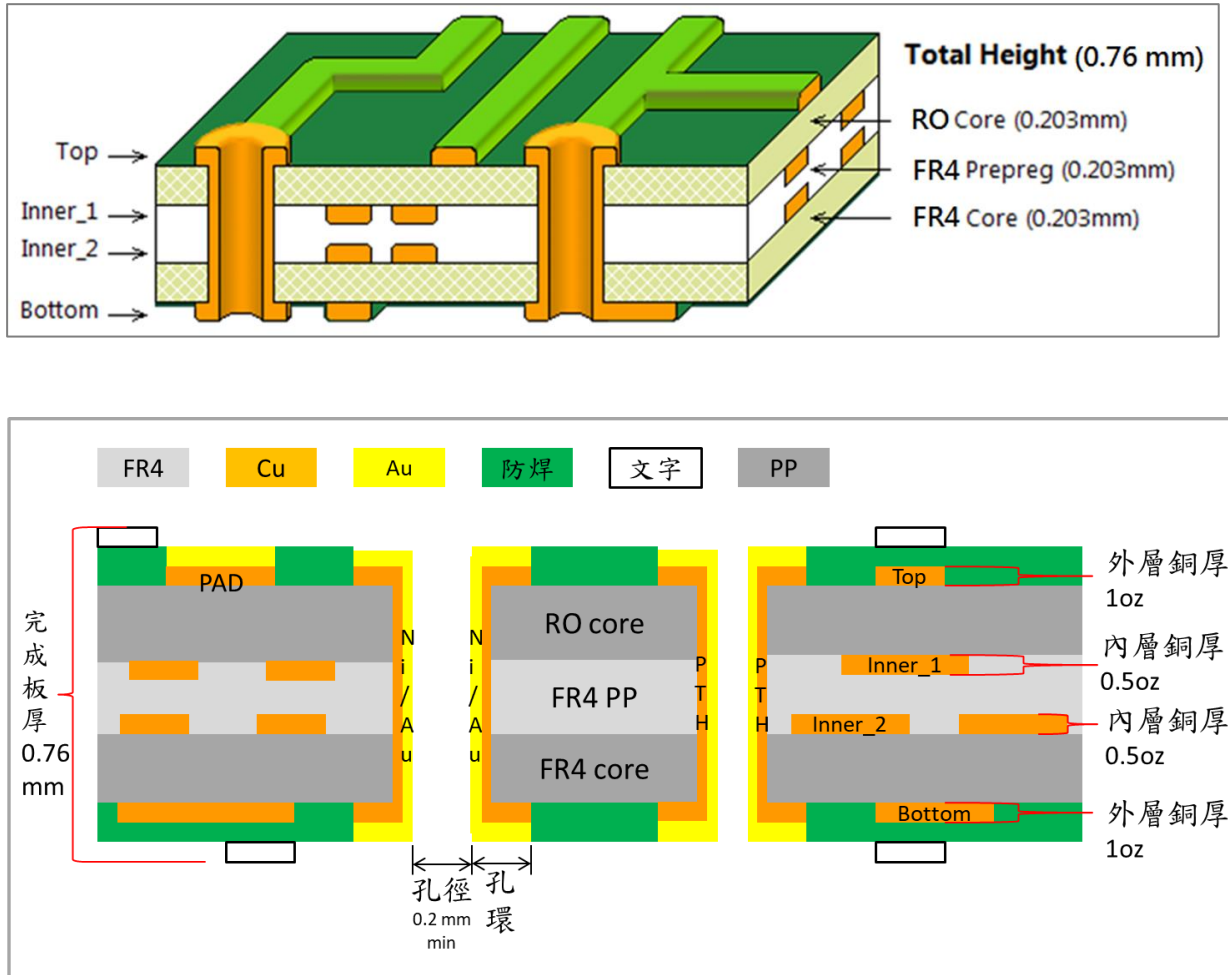


圖 2.4-1 RO-FR4 複合四層板疊構圖(立體圖及側面圖)

厚度資料如下表：

項目	數值 (單位 mm)	說明
文字層厚度	0.017	
防焊層厚度	0.025	
銅厚_Top 層	0.035	1 oz
RO core 厚度	0.203	8 mil
銅厚_Inner_1 層	0.017	½ oz
FR4 PP 厚度	0.203	
銅厚_Inner_2 層	0.017	½ oz
FR4 core 厚度	0.203	
銅厚_Bottom 層	0.035	1 oz
防焊層厚度	0.025	
文字層厚度	0.017	
完成板厚	0.763	不含文字厚度
完成板厚_誤差	±0.1	

表 2.4-1 RO-FR4 混和四層板疊構厚度資料



## 2.5 PCB 圖層命名

疊構圖如前面數節所示，總結來說，有外部金屬層為 Top，依實體結構順序為內部金屬層 IN1、IN2，及另一層外部金屬層為 Bottom。外加鑽孔層、雙層防焊層、雙層文字層及機械加工層。

敝中心建議名稱及功能、DRC 用圖層名稱及顏色標示如下表所示：

建議名稱	英文全名	圖層功能	DRC 用圖層名稱	DRC 用圖層顏色
<b>TOP</b>	Top	外部金屬層 Top	MT	黃色
<b>IN1</b>	Inner_1 (四層板有)	內部金屬層 L1		
<b>IN2</b>	Inner_2 (四層板有)	內部金屬層 L2		
<b>BOT</b>	Bottom	外部金屬層 Bottom		
<b>SMT</b>	Solder_top	防焊層_top	SO	綠色
<b>SMB</b>	Solder_bottom	防焊層_bottom		
<b>SST</b>	Silkscreen_top	文字層_top	SK	白色
<b>SSB</b>	Silkscreen_bottom	文字層_bottom		
<b>NCD</b>	NC Drill	鑽孔層	DR	淺藍色
<b>BO</b>	Board Outline	板框*之用	BO	灰色

<b>ME</b>	<b>Mechanical</b>	外圍邊框#之用	ME	
-----------	-------------------	---------	----	--

表 2.5-1 PCB 製作圖層命名

\*板框： PCB 實體外圍的成形輪廓線。

#外圍邊框：PCB 製作尺寸的成形輪廓線，外圍邊框和板框之間的空間為機械加工工具在處理板框時的製作損耗。詳見後頁設計規範章節的說明。

### 3. 材料參數

材料參數絕大部分由廠商提供，如果沒有提供的數值，會有註解標示，如 @\*等，並且附上維基百科的數值供參考，設計者可斟酌使用。材料參數如下所示：

#### 3.1 介電質

##### FR4 介電質特性參數

材料	FR4	FR4 的 PP	防焊層
介電係數	4.4	4.4	3.63
介電係數_誤差	±10%	±10%	±10%
$\delta$ / Loss tangent <sup>@</sup>	0.017	0.017	0.0266
玻璃轉化溫度 (Tg*)	140°C	140°C	-
Tg_誤差	+15%	+15%	-

表 3.1-1 FR4 介電質特性參數

@ loss tangent: =DF (Dissipation factor),  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Fr4> ,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Dissipation\\_factor](http://en.wikipedia.org/wiki/Dissipation_factor)

\*Tg: glass transition temperature, or glass temperature < Tm (melting T)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Glass\\_transition\\_temperature](http://en.wikipedia.org/wiki/Glass_transition_temperature) )

\*RO-FR4 複合四層板 FR4 的 Tg=180°C

RO4003C 介電質特性參數<sup>#</sup>

材料	RO4003C	RO4003C 的 PP	防焊層
介電係數	3.55	NA	3.63
介電係數_誤差	±0.05	NA	±10%
$\delta$ / Loss tangent @2.5GHz/23°C	0.0021	0.0021	0.0266
$\delta$ / Loss tangent @10GHz/23°C	0.0027	0.0027	-
玻璃轉化溫度 (Tg)	280°C	280°C	-
Tg_誤差	+15%	+15%	

表 3.1-2 RO4003C 介電質層特性參數

# RO4003C <https://rogerscorp.com/en/advanced-connectivity-solutions/ro4000-series-laminates>  
<https://rogerscorp.com/en/advanced-connectivity-solutions/ro4000-series-laminates/ro4003c-laminates>

## 3.2 金屬

### 金屬銅箔層特性(Metal Layer Properties)

金屬層特性涵蓋範圍為：外部金屬層 Top，依實體結構順序內部金屬層

IN1、IN2，及另一層外部金屬層為 Bottom 的銅箔層。

項目	單位	說明
材質	-	Cu
厚度	mm	0.035
電導率 $\sigma$ (at 20°C)#	$S \cdot m^{-1}$	$5.96 \times 10^7$
電阻率 $\rho$ (at 20°C)#	$\Omega \cdot m$	$1.68 \times 10^{-8}$

表 3.2-1 銅箔層的特性參數

# : [http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_resistivity\\_and\\_conductivity](http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistivity_and_conductivity)

### PTH 孔鍍銅特性 (Plating Through Hole Properties)

項目	單位	說明
材質	-	Cu
厚度	mm	0.025
電導率 $\sigma$ (at 20°C) #	$S \cdot m^{-1}$	$5.96 \times 10^7$
電阻率 $\rho$ (at 20°C) #	$\Omega \cdot m$	$1.68 \times 10^{-8}$

表 3.2-2 PTH 孔鍍銅的特性參數

# : [http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_resistivity\\_and\\_conductivity](http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistivity_and_conductivity)

## 表面處理化金

項目	單位	說明
材質	-	鎳
厚度	$\mu\text{m}$	3
電導率 $\sigma$ (at 20°C) #	$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$	$1.43 \times 10^7$
電阻率 $\rho$ (at 20°C) #	$\Omega \cdot \text{m}$	$6.99 \times 10^{-8}$

表 3.2-3 表面處理材料鎳的特性參數

項目	單位	說明
材質	-	金
厚度	$\mu\text{m}$	0.025~0.05
電導率 $\sigma$ (at 20°C) #	$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$	$4.10 \times 10^7$
電阻率 $\rho$ (at 20°C) #	$\Omega \cdot \text{m}$	$2.44 \times 10^{-8}$

表 3.2-4 表面處理材料金的特性參數

# : [http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_resistivity\\_and\\_conductivity](http://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_resistivity_and_conductivity)

## 4. PCB 佈局設計規範

### 4.1 設計規範的命名、總結及常見問題

#### 4.1.1 設計規範的命名原則

根據層與層、圖形與圖形間的關係來命名，命名規則如下：

**L1.   L2.   R.   N**  
**(A)   (B)   (C)   (D)**

(A) L1 為原始層 (Original Layer) ，為兩個字母的命名。

(B) L2 為目的層 (Destination Layer (if any)) ，為兩個字母的命名。

(C) R 為層與層之間的關係，為一個字母的命名，常用的如下所示：

代號	英文全名	中文全名
L	Length	長
W	Width	寬
S	Spacing	間距
E	Enclosure	外圍

表 4.1.1-1 設計規範層與層間的關係

(D) N：規範編號，如果在此規範下有多於一條的規定，則依序編號。

### 4.1.2 設計規範總結

設計規範總結，如下表：

M: Must (必須的) O:Optional (選擇性的)

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 M / O
金屬線	1	MT.W.1	MW	金屬線線徑	≥	0.10	M
	2	MT.S.1	MS	金屬線線距	≥	0.10	M
	3	MT.BO.E.1	MB	金屬線與板框距離	≥	0.30	M
鋪銅	4	MT.S.2	MC	鋪銅到金屬距離 (FR4)	≥	0.18	M
				鋪銅到金屬距離 (RO)	≥	0.17	M
	5	MT.BO.E.1	CB	鋪銅與板框距離	≥	0.30	M
鍍銅貫孔 (PTH) 及孔環	6	DR.W.1	D1	PTH 鑽孔最小尺寸	≥	0.20	M
	7	DR.W.2	D1	PTH 鑽孔最大尺寸	≤	6.00	M
	8	DR.DR.S.1	D4	PTH 鑽孔間距	≥	0.30	M
	9	DR.MT.S.1	D5	PTH 鑽孔到金屬線距離	≥	0.30	M
	10	DR.BO.E.1	D6	PTH 鑽孔到板框距離	≥	0.50	M
	11	MT.W.2	D2	PTH 外部金屬層孔環線寬	≥	0.10	M
	12	MT.SO.E.1	D3	PTH 孔環到防焊漆距離	≥	0.10	O
非鍍銅貫孔 (NPTH)	13	DR.W.3	N1	NPTH 鑽孔最小尺寸	≥	0.50	M
	14	DR.W.4	N1	NPTH 鑽孔最大尺寸	≤	6.00	M
	15	DR.DR.S.2	N2	NPTH 鑽孔間距	≥	0.30	M
	16	DR.RU.S.2	N3	NPTH 到板框距離	≥	0.50	M
	17	DR.SO.E.2	N4	NPTH 鑽孔到防焊漆間距	≥	0.12	O
橢圓形孔 (PTH 及 NPTH)	18	DR.W.5	O1	橢圓孔鑽孔最小尺寸	≥	0.55	M
	19	DR.W.6	O1	橢圓孔鑽孔最大尺寸	≤	6.00	M
	20	DR.DR.S.3	O2	橢圓孔鑽孔圓心間距	≥	> O1	M
	21	DR.DR.S.4	O3	橢圓孔間距	≥	0.50	M
	22	DR.RU.S.3	O4	橢圓孔到板框距離	≥	0.80	M



項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 M / O
防焊層	23	MT.SO.E.1	S1=D3	金屬 PAD 到防焊漆間距	≥	0.10	O
	24	SO.W.1	S2	防焊漆下墨線寬	≥	0.10	O
文字層	25	SK.W.1	SkW	文字層線寬	≥	0.15	O
	26	SK.H.1	SkH	文字高度	≥	1.00	O
	27	SK.MT. S.1	SkM	文字層和 PAD 的距離	≥	0.20	O
機械加工層 BO	28	BO.W.1	BOW	板框線寬	=	0.10	M
	29	BO.H.1	NH	定位孔直徑	≥	1.00	M
	30	BO.H.2	NH	定位孔屬性	=	NPTH	M
	31	CO.R.1	COR	PCB 挖洞四周斜接弧度直徑	≥	1.00	M
	32	CO.W.1	COW	PCB 挖洞寬度	≥	0.80	M
	33	CO.L.1	COL	PCB 挖洞長度	≥	0.80	M
	34	CO.M.E.1	COM	PCB 挖洞與金屬距離	≥	0.30	M
	35	CO.B.E.1	COM	PCB 挖洞與板框距離	≥	0.30	M
	36	CO.T.1	COT	文字註明 Cut Out	-	-	M
機械加工層 ME	37	ME.W.1	MEW	外圍邊框線寬	=	0.10	M
	38	ME.S.1	MES	外圍邊框到板框的距離	=	1.50	M

表 4.1.2-1 設計規範總結

### 4.1.3 設計規範常見問題

分類	問題	說明	半導體中心處理狀態
PAD	PAD 上打 via	有些設計者會在 PAD 上打 via 孔，這樣的情形在打件或焊錫時，錫會從孔內流掉，無法確保焊接良好，有時也會影響到背面的元件，請盡量避免。 但是如果有散熱或接地等設計上的考量，也可接受製作。	忽略
鑽孔	有 PAD 但無鑽孔	因違反 DR.W.1 鑽孔最小尺寸的設計規範，因軟體而異，可能會有 warning 出現：如 zero hole size。	忽略
孔環 Ring	無 PAD 但有鑽孔	雖違反 MT.W.2 孔環線寬的設計規範，但因軟體而異，有時檢查不出來，請使用者注意。 PTH 的外層金屬一定要有 PAD 孔環存在。	請使用者修改
防焊	防焊層整層無佈局	可能因為疏忽，造成整層防焊層沒有任何佈局圖，製作的結果是整層會被塗上防焊層，可能和預期完全相反。因此層佈局圖為類似負片的型式，佈局之處才是沒有塗上防焊層的，請使用者特別注意檢查。	忽略
防焊	PAD 上無防焊層 COB 上無防焊層	會造成 PAD 及 COB 之上被塗上防焊層，無法有對外的接點，請使用者特別注意檢查。 COB: Chip On Board	與使用者再確認
防焊	via 上無防焊層	會造成 via (尤其做為測試點之用) 之上被塗上防焊層，無法有對外的接點，請使用者自行檢查。	忽略
其它	佈局圖上有冗線或額外的點或圖形	請設計者盡量將每一個圖形指定 net name，就可以減少此種狀況發生	忽略

其它	要產生 Paste 層的 Gerber 檔嗎?	<p>Paste 層的使用：通常為大量生產時，使用此 paste 層去製做銅板，開口在 SMT 元件的焊墊處，之後塗上錫膏、將零件貼附在錫膏上、經過迴流焊 (reflow)，以銲接元件。通常 paste 層的開口比焊墊小一些。</p> <p>在半導體中心的服務中，不提供此項銅板的製作，所以不需要產生此層的 Gerber 檔。</p>	忽略
----	-------------------------	---	----

表 4.1.3-1 設計規範常見問題

## 4.2 金屬

### 4.2.1 金屬線 設計規範

金屬線包含 PCB 各種製作種類、外部 Top 及 Bottom 兩層，以及所有內部金屬層金屬佈線的規範，全部相同，如下表格及圖形所示。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
金屬線	1	MT.W.1	MW	金屬線線徑	$\geq$	0.10	M
	2	MT.S.1	MS	金屬線線距	$\geq$	0.10	M
	3	MT.BO.E.1	MB	金屬線與板框距離	$\geq$	0.30	M

表 4.2.1-1 金屬線設計規範

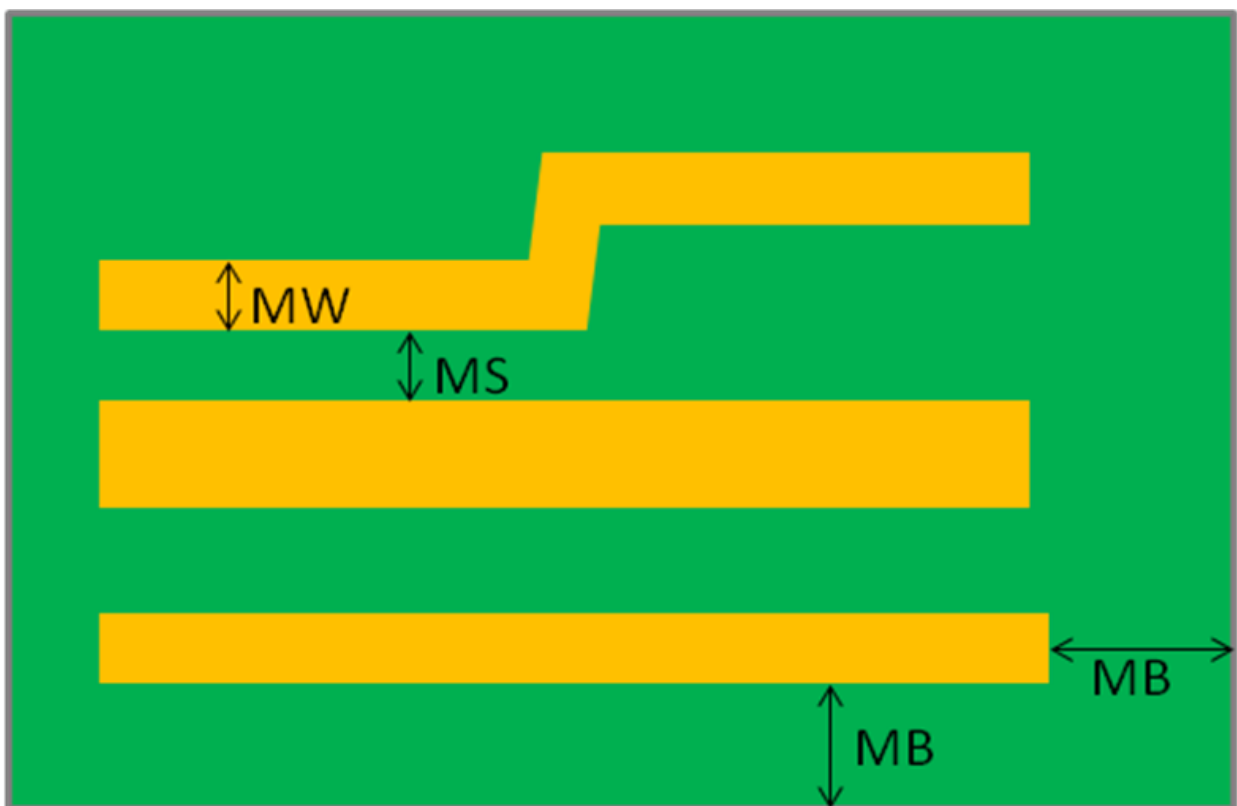


圖 4.2.1-1 金屬線設計規範

### 4.2.2 鋪銅 設計規範

由於製造良率問題，鋪銅到所有金屬的距離，較金屬線之間的間距為大。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
鋪銅	4	MT.S.2	MC	鋪銅到金屬距離 (FR4)	$\geq$	0.18	M
				鋪銅到金屬距離 (RO)	$\geq$	0.17	M
	5	MT.BO.E.1	CB	鋪銅與板框距離	$\geq$	0.30	M

表 4.2.2-1 鋪銅設計規範

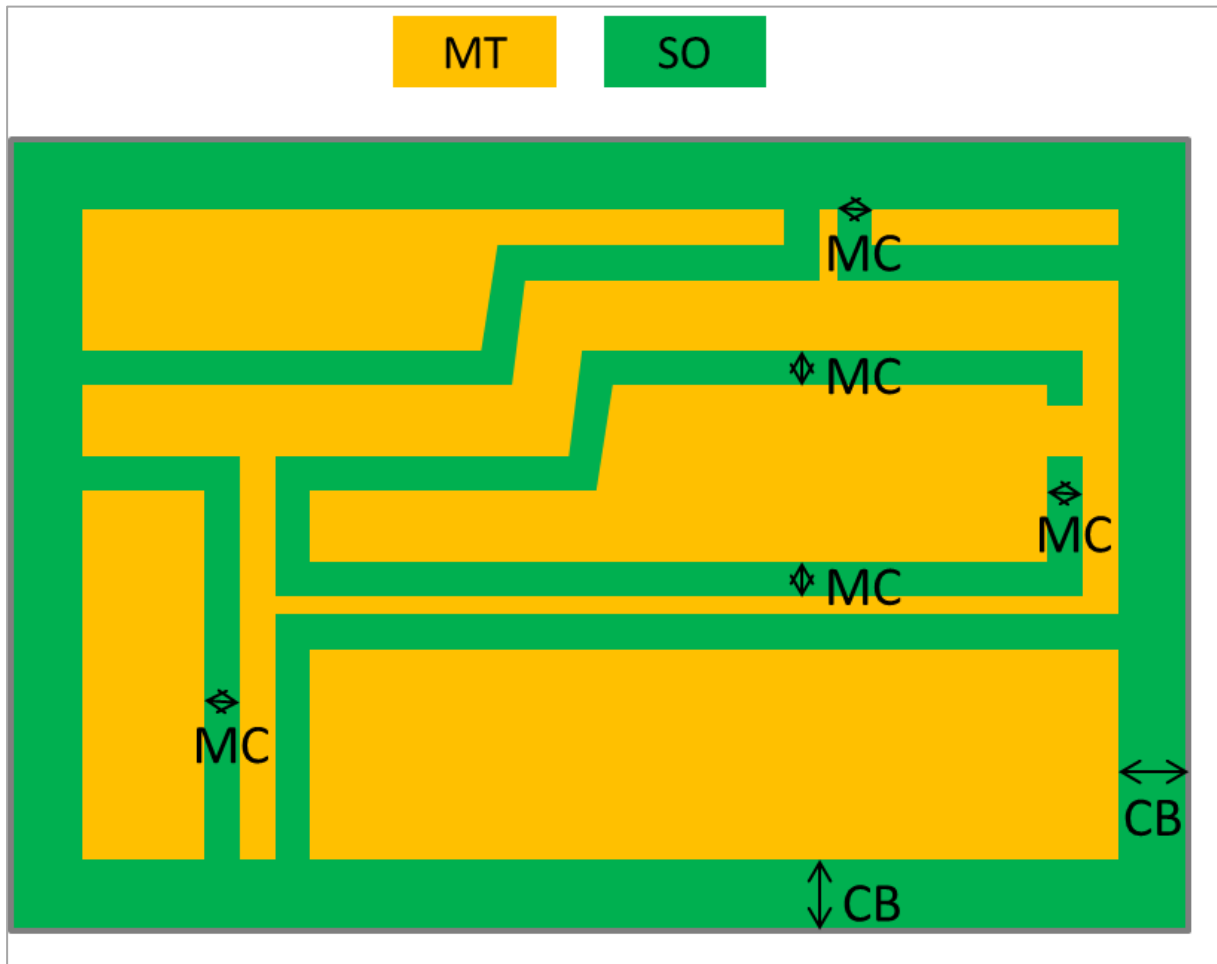


圖 4.2.2-1 鋪銅設計規範

### 4.3. 鑽孔及孔環

鑽孔是機械鑽孔，之後孔的內緣再鍍上銅或不鍍銅。目前敝中心提供的只有貫孔，即鑽孔貫穿整個疊構，從 Top 到 Bottom，有鍍銅導通貫孔 (PTH, Plating Through Hole) 或不鍍銅的非導通貫孔 (NPTH, non-Plating Through Hole) 兩種。目前並未提供盲孔、埋孔製作。

有些設計者會在 PAD 上打 via 孔，這樣的情形在打件或焊錫時，錫會從孔內流掉，無法確保焊接良好，有時也會影響到背面的元件，請盡量避免。但是如果有設計上的考量，也可接受製作。

#### 4.3.1 鍍銅貫孔 (PTH) 及孔環 設計規範

PTH 為導通貫孔，可做為連接貫孔、元件插件或測試點等之用。孔徑公差 $\pm 0.075$  mm。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
鍍銅貫孔 (PTH) 及孔環	6	DR.W.1	D1	PTH 鑽孔最小尺寸	$\geq$	0.20	M
	7	DR.W.2	D1	PTH 鑽孔最大尺寸	$\leq$	6.00	M
	8	DR.DR.S.1	D4	PTH 鑽孔間距	$\geq$	0.30	M
	9	DR.MT.S.1	D5	PTH 鑽孔到金屬線距離	$\geq$	0.30	M
	10	DR.BO.E.1	D6	PTH 鑽孔到板框距離	$\geq$	0.50	M
	11	MT.W.2	D2	PTH 外部金屬層孔環線寬	$\geq$	0.10	M
	12	MT.SO.E.1	D3	PTH 孔環到防焊漆距離	$\geq$	0.10	O

防焊層	23	MT.SO.E.1	S1 =D3	金屬 PAD 到防焊漆間距	$\geq$	0.10	0
	24	SO.W.1	S2	防焊漆下墨線寬	$\geq$	0.10	0

表 4.3.1-1 PTH 及孔環設計規範

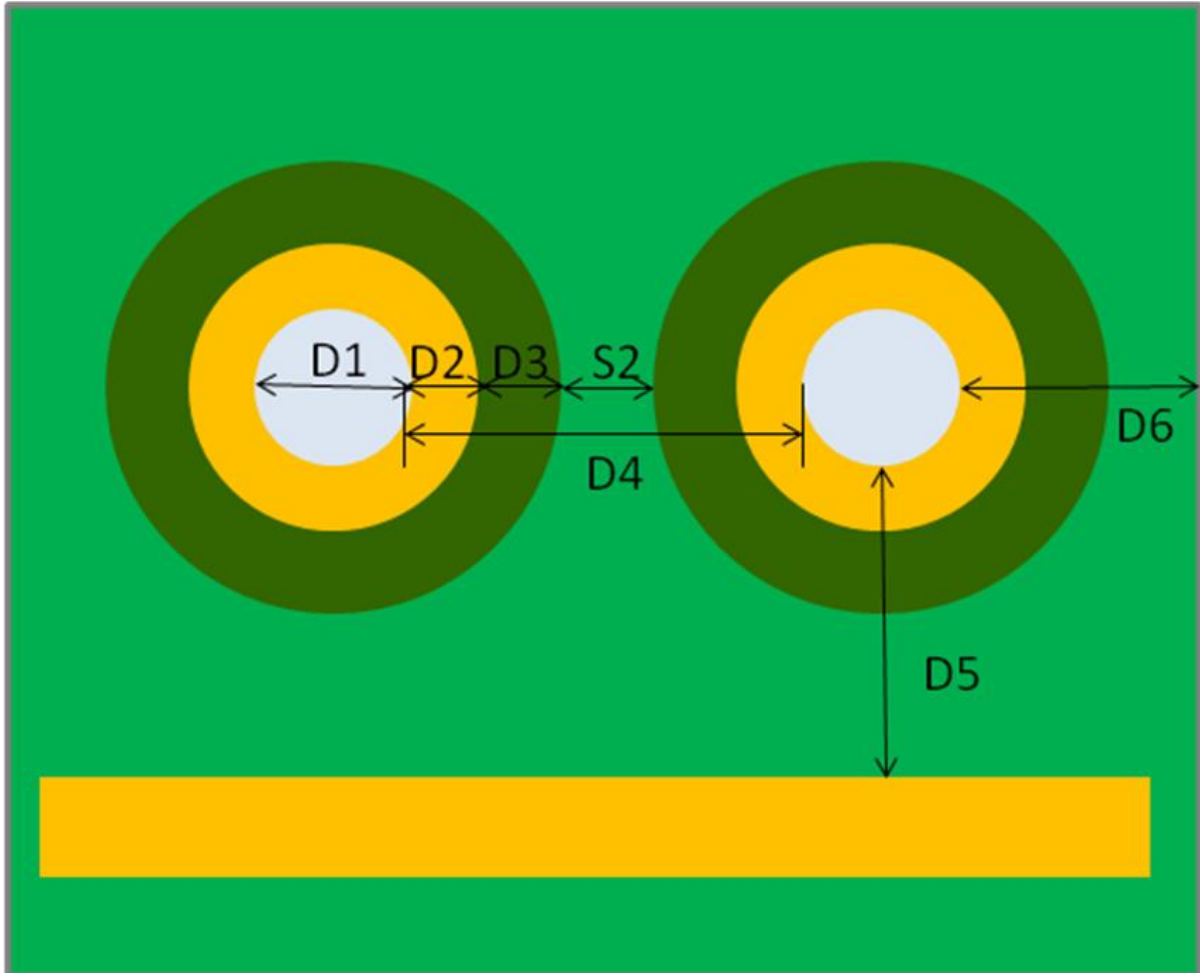


圖 4.3.1-1 PTH 及孔環設計規範

### 4.3.2 非鍍銅貫孔 (NPTH) 設計規範

NPTH 可做為機構用螺絲孔或元件插件輔助孔等之用。孔的內緣不鍍銅。

孔徑誤差 $\pm 0.05$  mm。除了以下的規範之外，仍要遵守 PTH 的設計規範。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
非鍍銅貫孔 (NPTH)	13	DR.W.3	N1	NPTH 鑽孔最小尺寸	$\geq$	0.50	M
	14	DR.W.4	N1	NPTH 鑽孔最大尺寸	$\leq$	6.00	M
	15	DR.DR.S.2	N2	NPTH 鑽孔間距	$\geq$	0.30	M
	16	DR.RU.S.2	N3	NPTH 到板框距離	$\geq$	0.50	M
	17	DR.SO.E.2	N4	NPTH 鑽孔到防焊漆間距	$\geq$	0.12	O

表 4.3.2-1 NPTH 設計規範

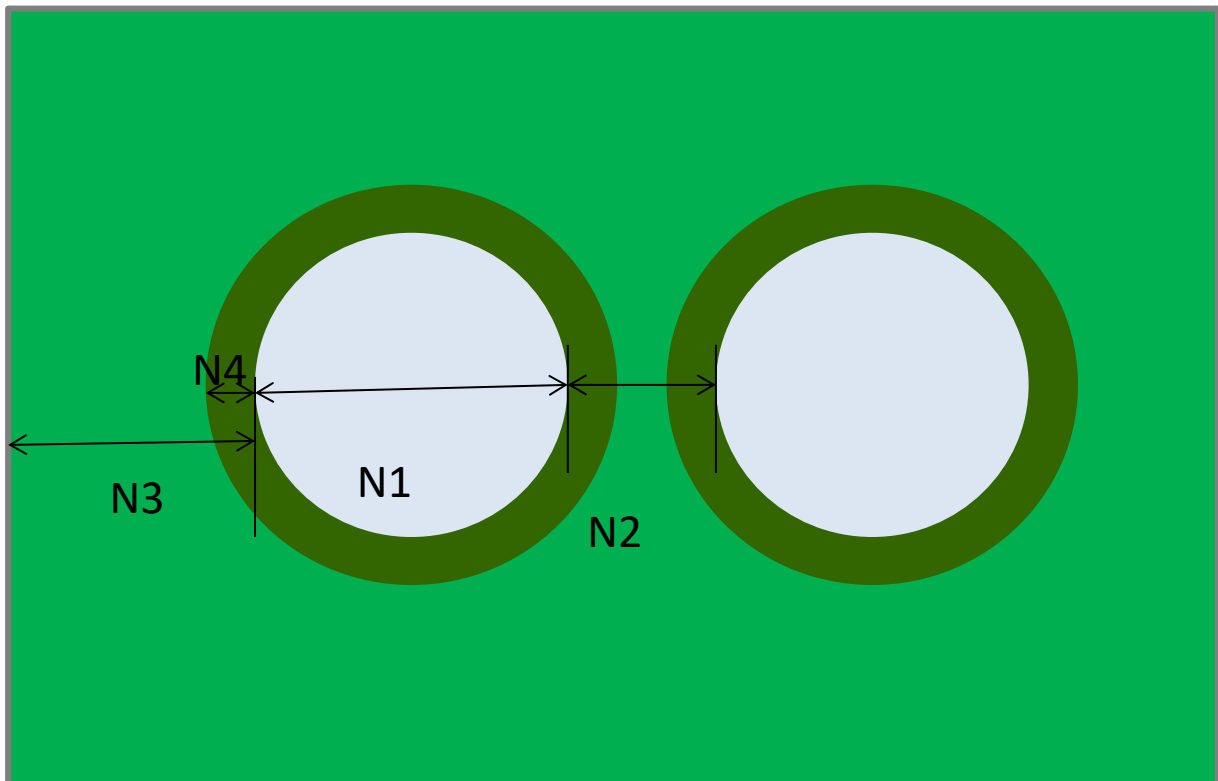


圖 4.3.2-1 NPTH 設計規範





### 4.3.3 橢圓形孔 (PTH 及 NPTH) 設計規範

橢圓形孔可做為元件插件、螺絲孔等之用，孔內緣可鍍銅或不鍍銅皆可，孔徑誤差 $\pm 0.075$  mm。除了以下的規範之外，仍要個別遵守 PTH 或 NPTH 的設計規範。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
橢圓形孔 (PTH 及 NPTH)	18	DR.W.5	O1	橢圓孔鑽孔最小尺寸	$\geq$	0.55	M
	19	DR.W.6	O1	橢圓孔鑽孔最大尺寸	$\leq$	6.00	M
	20	DR.DR.S.3	O2	橢圓孔鑽孔圓心間距	$\geq$	> O1	M
	21	DR.DR.S.4	O3	橢圓孔間距	$\geq$	0.50	M
	22	DR.RU.S.3	O4	橢圓孔到板框距離	$\geq$	0.80	M

表 4.3.3-1 橢圓形孔設計規範

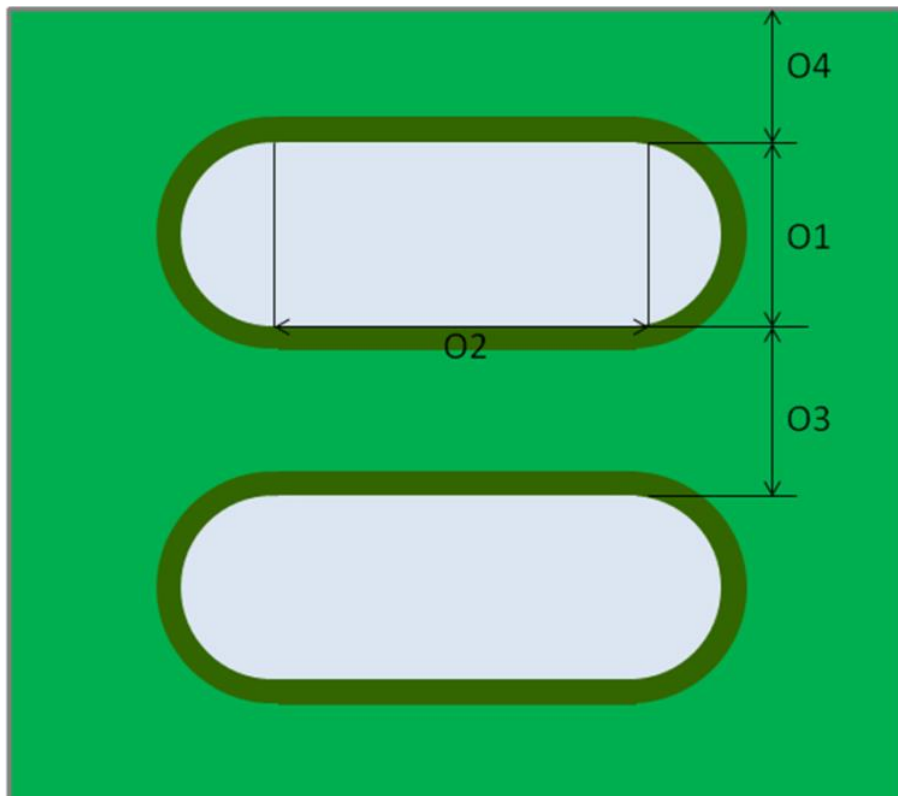


圖 4.3.3-1 橢圓形孔設計規範

## 4.4 防焊層

### 4.4.1 防焊層 設計規範

焊墊 (Solder PAD)、測試點及裸露的金屬面為對外的金屬接點，除了要遵守金屬層的設計規範之外，也是不塗佈防焊層之處，外露的銅其上方做化金表面處理，防止銅的氧化。

因為此防焊層的佈局為**負片**型式，有佈局圖形之處才是沒有塗上防焊層的部分，請使用者特別注意。

通常防焊層的開口比焊墊 (PAD) 大一些。如果防焊間距太小無法下防焊漆(或稱下墨)，則改為連窗設計，如圖 4.4.2-1 及圖 4.4.2-2 的範例所示。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
防焊層	23	MT.SO.E.1	S1 =D3	金屬 PAD 到防焊漆間距	≥	0.10	O
	24	SO.W.1	S2	防焊漆下墨線寬	≥	0.10	O

表 4.4.1-1 防焊層設計規範

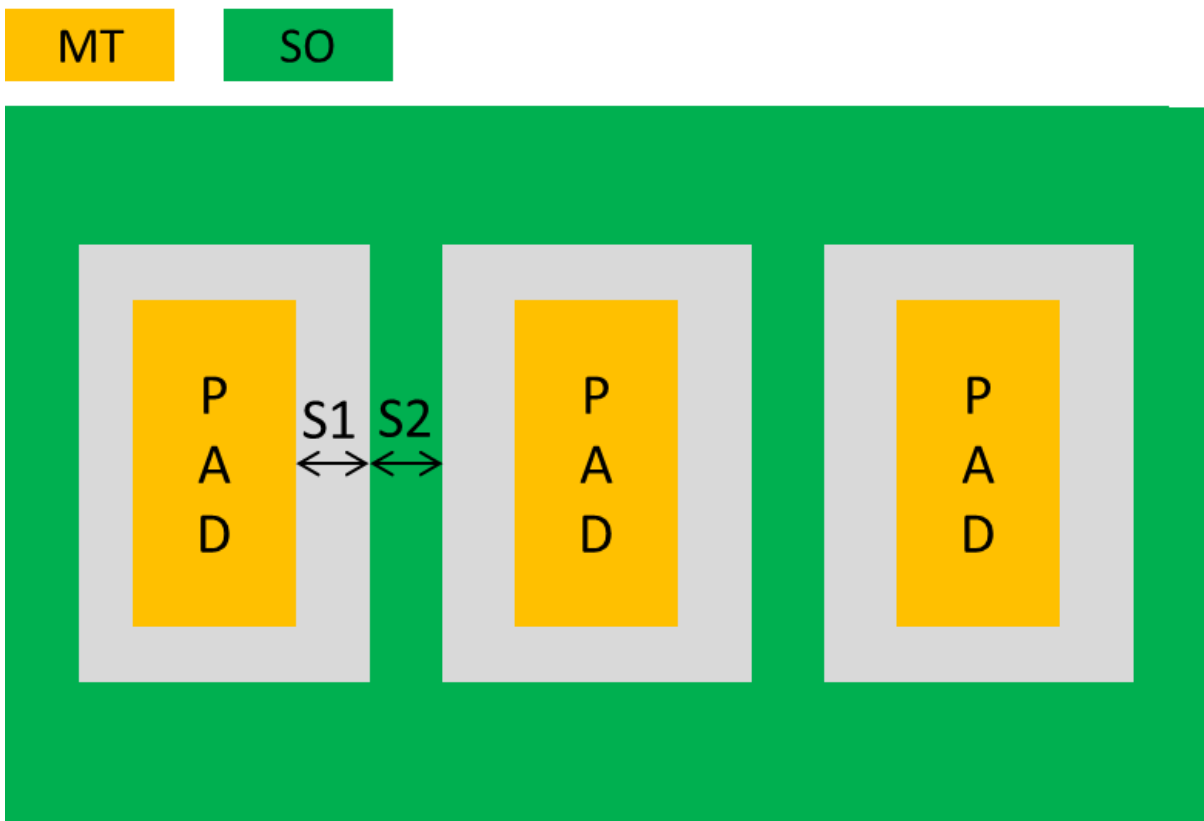


圖 4.4.1-1 防焊層設計規範

#### 4.4.2 防焊層 注意事項

因為此層佈局圖為類似負片的型式，有佈局圖形之處才是沒有塗上防焊層的部分，如果整層沒有任何佈局，則整層會被塗上防焊漆，可能在焊墊 (PAD) 需要開口之處也會被覆蓋，請使用者特別注意。

如果防焊漆間距足夠，就可以正常製作。若間距太小就無法下防焊漆，則改為連窗設計，在焊接時容易造成短路，要特別注意。參照下面的圖形說明。

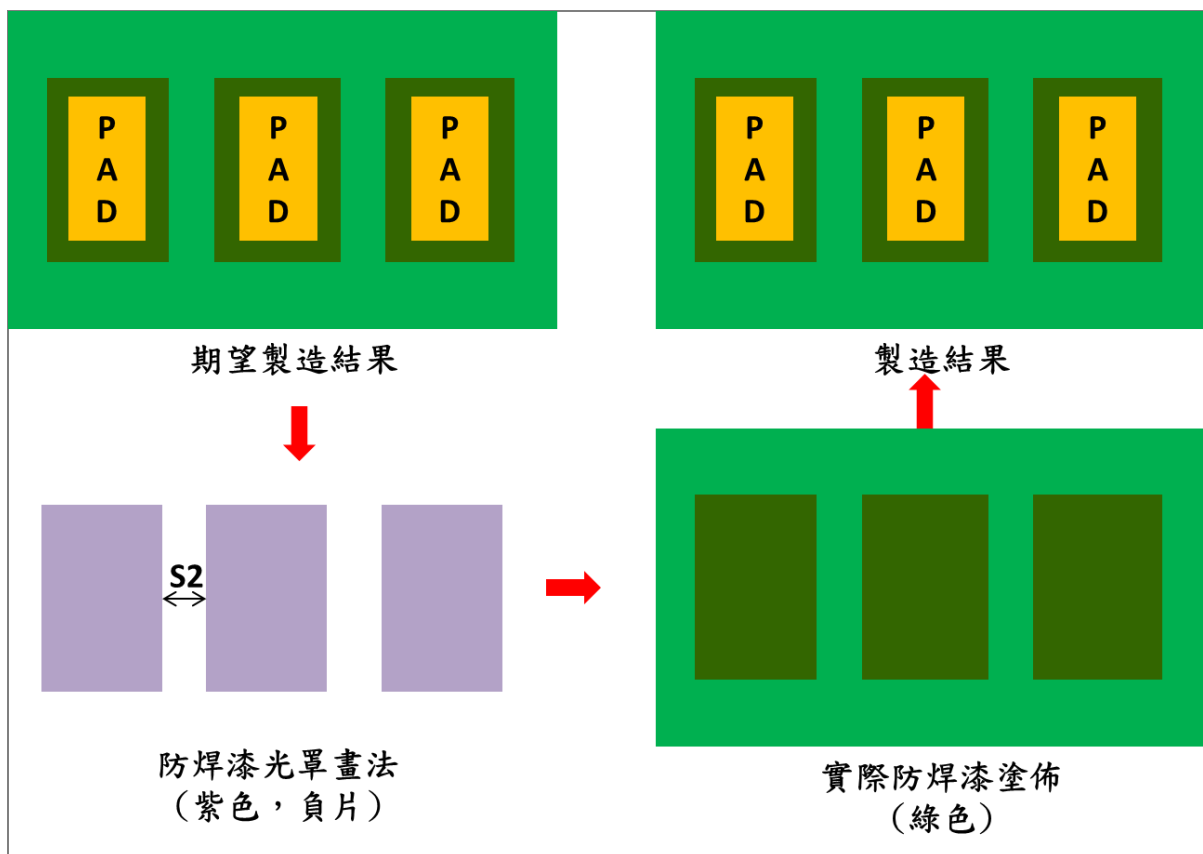


圖 4.4.2-1 「防焊漆下墨最小線寬」 S2 足夠時之製作

當 S2 太小時，如下圖：

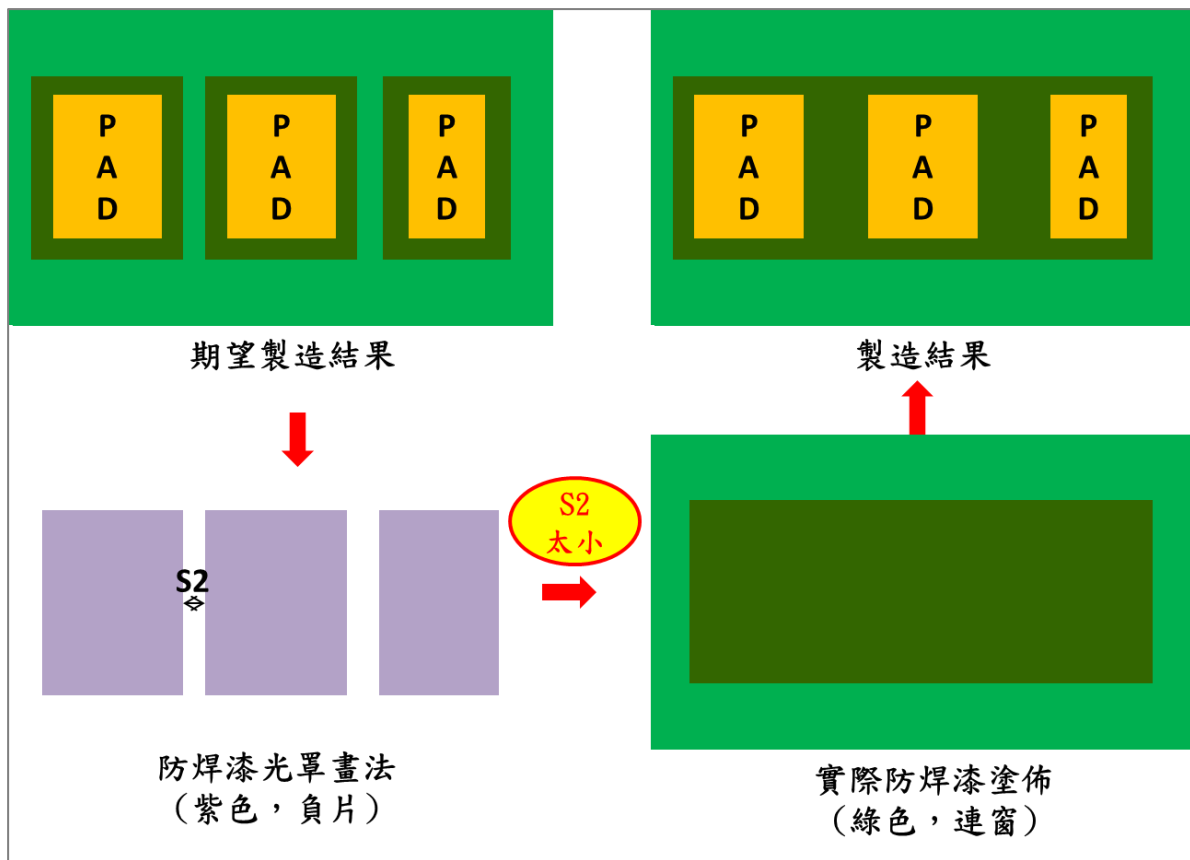


圖 4.4.2-2 「防焊漆下墨最小線寬」 S2 不足之連窗製作

## 4.5 文字層

### 4.5.1 文字層 設計規範

文字層在防焊層之上，通常用來做為元件、測試點或線路等標示之用，其對位誤差在 0.25 mm 以內。

由於敝中心不檢查文字層，所以請使用者不要違反以下規定，否則可能會造成文字模糊或消失等不可預期的情況發生。

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
文字層	25	SK.W.1	SkW	文字層線寬	$\geq$	0.15	O
	26	SK.H.1	SkH	文字高度	$\geq$	1.00	O
	27	SK.MT. S.1	SkM	文字層和 PAD 的距離	$\geq$	0.20	O

表 4.5.1-1 文字層設計規範

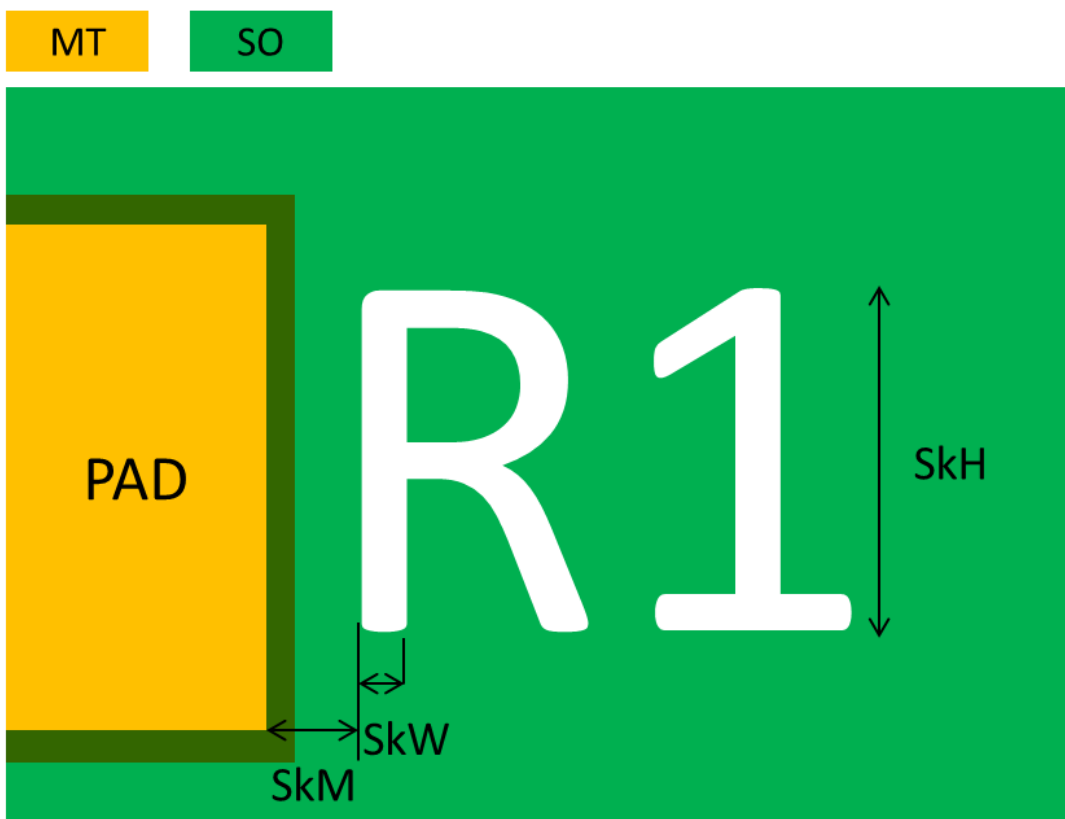


圖 4.5.1-1 文字層設計規範



#### 4.5.2 「PCB 識別碼」標示

以文字加框線，標示於 PCB 設計板的左上方適宜之處，如下圖所示：

編號方式：

製程代號\_ 年度梯次\_ 自行編號

2L\_ 109A\_ 4 個字的字母或數字



圖 4.5.2-1 「PCB 識別碼」標示

## 4.6 機械加工層

機械加工含 BO 及 ME 兩層：

BO 層，將 PCB 外形的板框 (Board Outline) 畫在這一層，為實際上製作完成的 PCB 外形。

ME 層，外圍邊框畫在這一層，為 PCB 的製作尺寸的計費依據，和 BO 層板框的間隔為機械加工銑刀之用。

#### 4.6.1 PCB 製作尺寸、製作形狀及計費

##### (1) 邊長/邊寬定義

PCB 製程代號	PCB 製作內容	單位邊長 (cm)	單位邊寬 (cm)	最大邊長 (cm)	最大邊寬 (cm)
PCB_2L	FR4 兩層板	5	5	30	20
PCB_4L	FR4 四層板	5	5	30	20
PCB_2LHF16	RO 4003C 高頻兩層板	4.75	5.2	28.5	20.8
PCB_4LMX	RO 4003C - FR4 複合四層板	4.75	5.2	28.5	20.8

表 4.6.1-1 邊長/邊寬定義

(2) 製作尺寸：由 ME 框決定，其邊長及邊寬  $\leq$  最大邊長及最大邊寬。

ME 框形狀為正方形或長方形。

(3) 製作形狀：由 BO 框設定，可為方形、長方形、多邊形或圓形等；參考

下圖：(紅色為 ME 框，灰色為 BO 框)

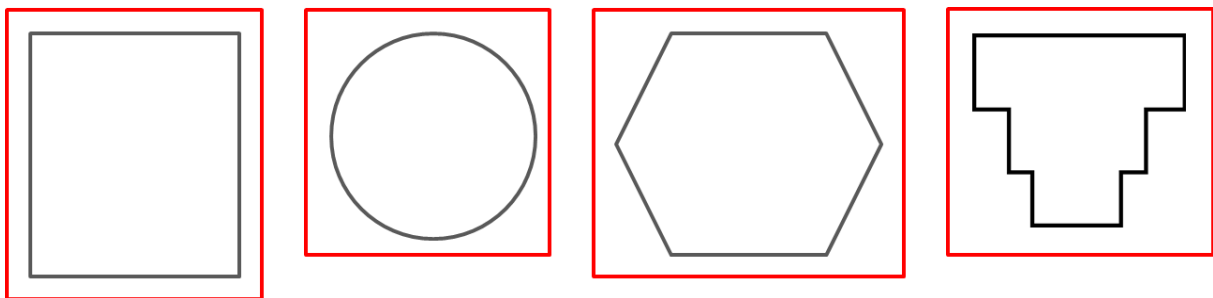


圖 4.6.1-1 PCB 製作形狀

(4) 計費尺寸：ME 框尺寸為 PCB 製作的計費尺寸，由此計算「PCB 單位面積數」(見下方)，之後再查詢敝中心網頁 PCB 單位面積數的價格及優惠，即可算出最終價格。

### (5) PCB 單位面積數

計算公式如下：

$$\text{PCB 單位面積數} = \left( \frac{\text{ME 框邊長}}{\text{單位邊長}} \right) \times \left( \frac{\text{ME 框邊寬}}{\text{單位邊寬}} \right)$$

相乘之前，無條件進位，結果為一整數。

單位邊長、單位邊寬：定義於上表 4.6.1-1。

例：FR4 四層板之申請案，ME 框的邊長及邊寬為 9cm 及 6cm，則

$$\text{單位面積數} = \left( \frac{9}{5} \right) * \left( \frac{6}{5} \right) = \text{無條件進位} = 2 * 2 = 4$$

#### 4.6.2 板框 BO 框及定位孔 NH 設計規範

BO 層，將 PCB 外形的板框 BO 框 (Board Outline) 畫在這一層，為實際上製作完成的 PCB 外形。注意事項如下：

- (a) 板框，一定要畫在 BO 這一層，如下圖 BO 框所示。
- (b) 其他每一層不需畫上 BO 框。
- (c) **BO 框內緣四周**，請畫上一個**直徑  $\geq 1\text{mm}$  NPTH 孔** (要符合前面章節的 NPTH 設計規範，**不要用 PTH**，因 PTH 內部鍍銅在機械加工定位時可能會剝落)。如下圖 NH 所示：

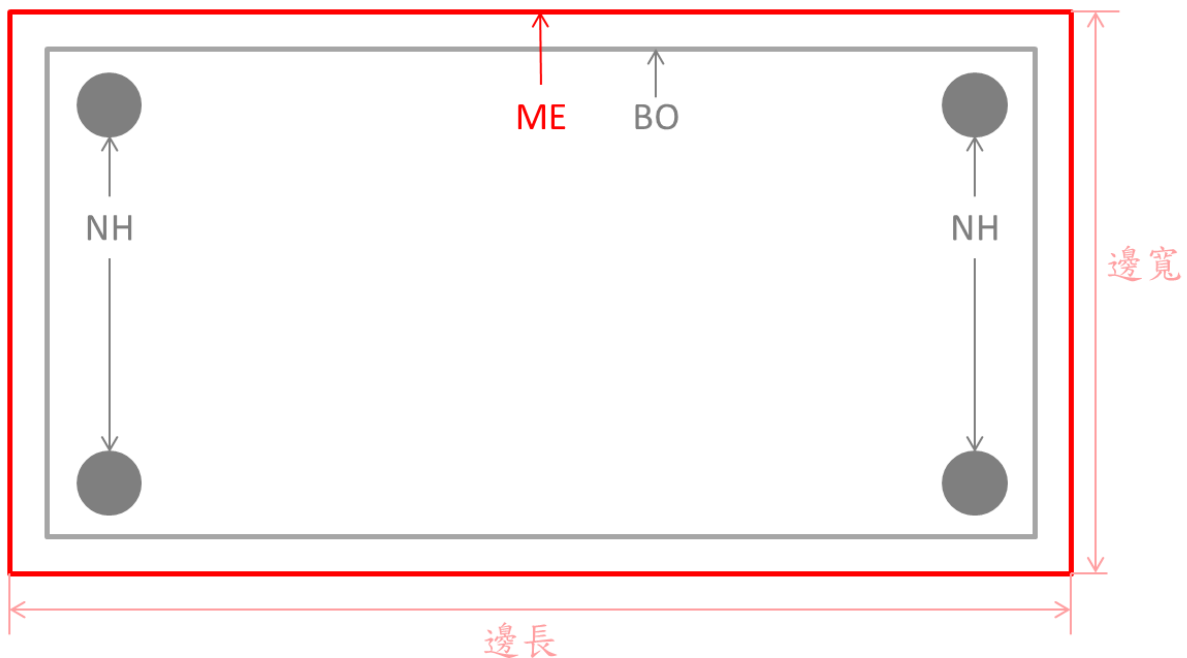


圖 4.6.2-1 板框 BO 及定位孔 NH

板框 BO 框(灰色線條)及定位孔 NH (淺灰色圓形)的規範如下：

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
機械 加工 層 BO	28	BO.W.1	BOW	板框線寬	=	0.10	M
	29	BO.H.1	NH	定位孔直徑	≥	1.00	M
	30	BO.H.2	NH	定位孔屬性	=	NPTH H	M

表 4.6.2-1 板框 BO 框及定位孔 NH 設計規範

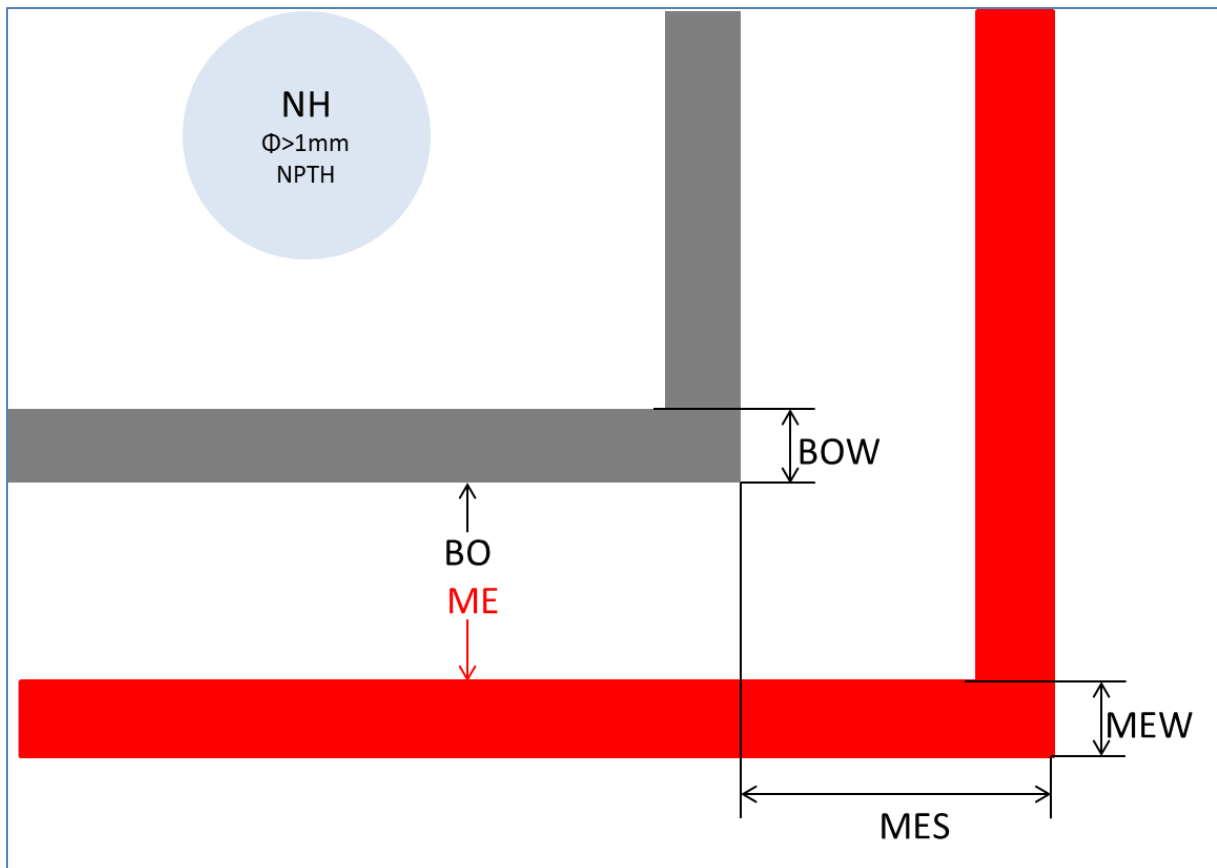


圖 4.6.2-2 板框 BO 框及定位孔 NH 設計規範

### 4.6.3 PCB 挖洞設計規範

將 PCB 的挖洞 (Board Cut Out) 畫在 BO 層這一層。設計規範如下：

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
機械加工層 BO	31	CO.R.1	COR	PCB 挖洞四角斜接弧度直徑	$\geq$	1.00	M
	32	CO.W.1	COW	PCB 挖洞寬度	$\geq$	0.80	M
	33	CO.L.1	COL	PCB 挖洞長度	$\geq$	0.80	M
	34	CO.M.E.1	COM	PCB 挖洞與金屬距離	$\geq$	0.30	M
	35	CO.B.E.1	COB	PCB 挖洞與板框距離	$\geq$	1.60	M
	36	CO.T.1	COT	文字註明 Cut Out	-	-	M

表 4.6.3-1 PCB 挖洞設計規範

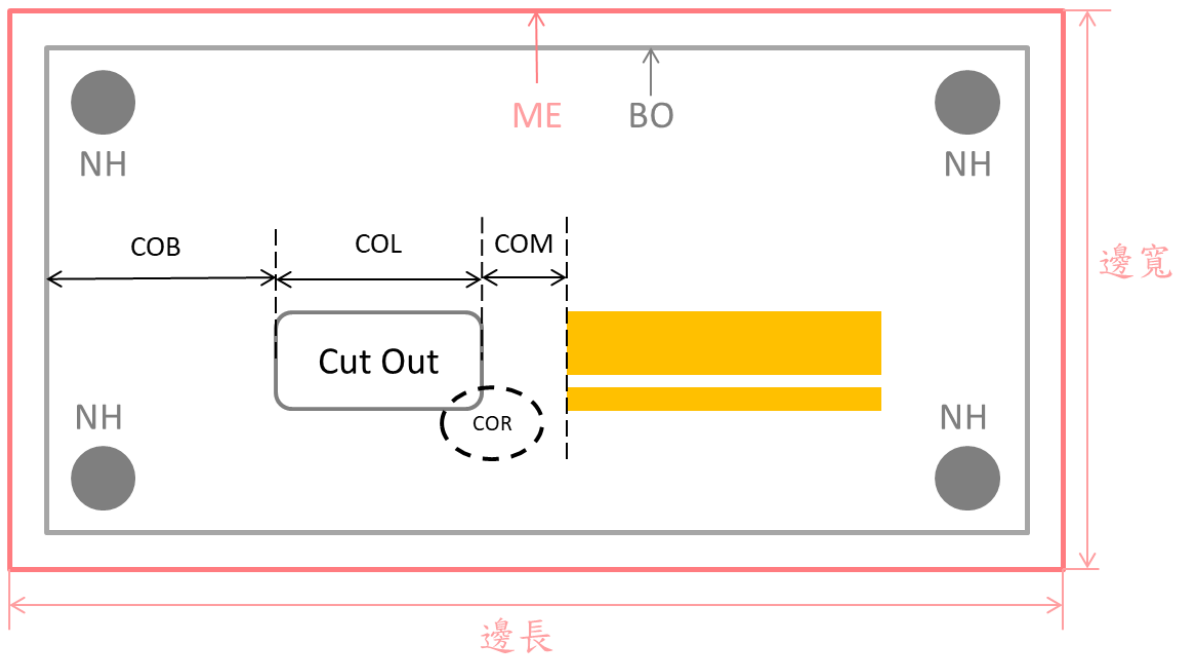


圖 4.6.3-1 PCB 挖洞設計規範

#### 4.6.4 外圍邊框 ME 框設計規範

在每個完成的 PCB 設計的板框 BO 框之外，要畫上一個外圍邊框 ME 框，形狀為正方形或長方形，沿著板框 BO 畫，兩者距離 = 1.5 mm (四周最遠處距離)。如下圖紅色框線 ME 所示，主要作用為 PCB 製作費用計算，其他詳細規定如第 4.6.1 節。

外圍邊框 ME 框和板框 BO 框之間的空間，為機械加工工具銑刀在處理板框時的製作損耗之用。

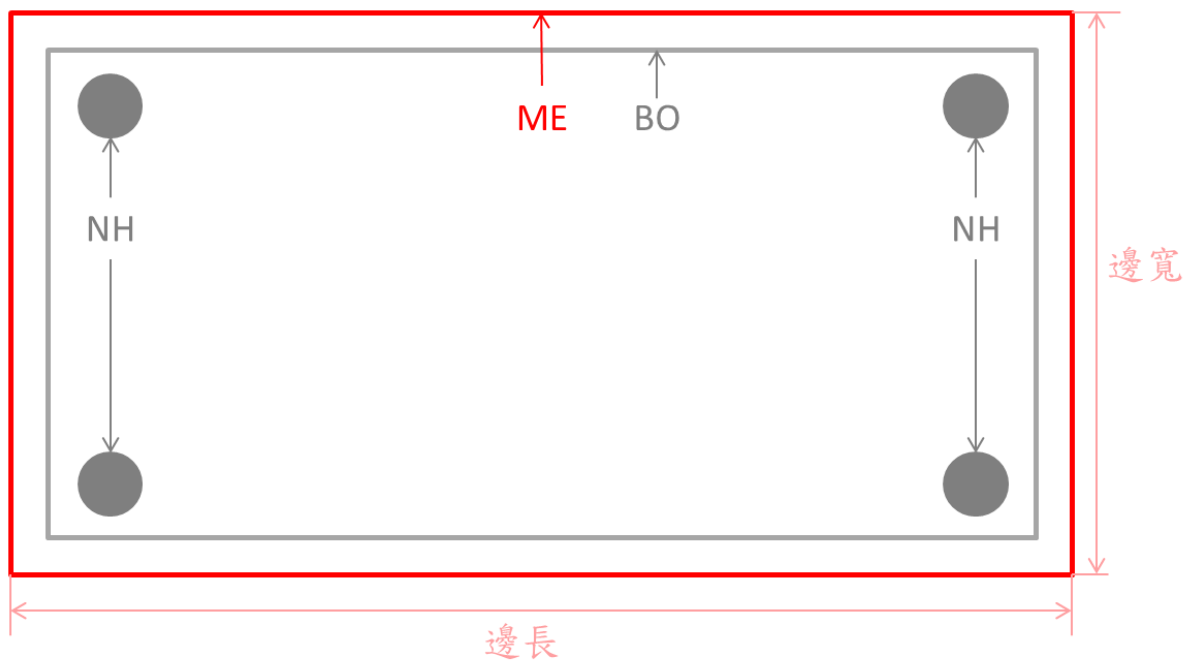


圖 4.6.4-1 PCB 外圍邊框 ME 和板框 BO



外圍邊框 ME (紅色線條) 規範如下：

項目	編號	規範命名	代號	說明	運算符號	尺寸 (mm)	規範特性 Must / Optional
機械 加工 層 ME	31	ME.W.1	MEW	外圍邊框線寬	=	0.10	M
	32	ME.S.1	MES	外圍邊框到板框的距離	=	1.50	M

表 4.6.4-1 外圍邊框 ME 設計規範

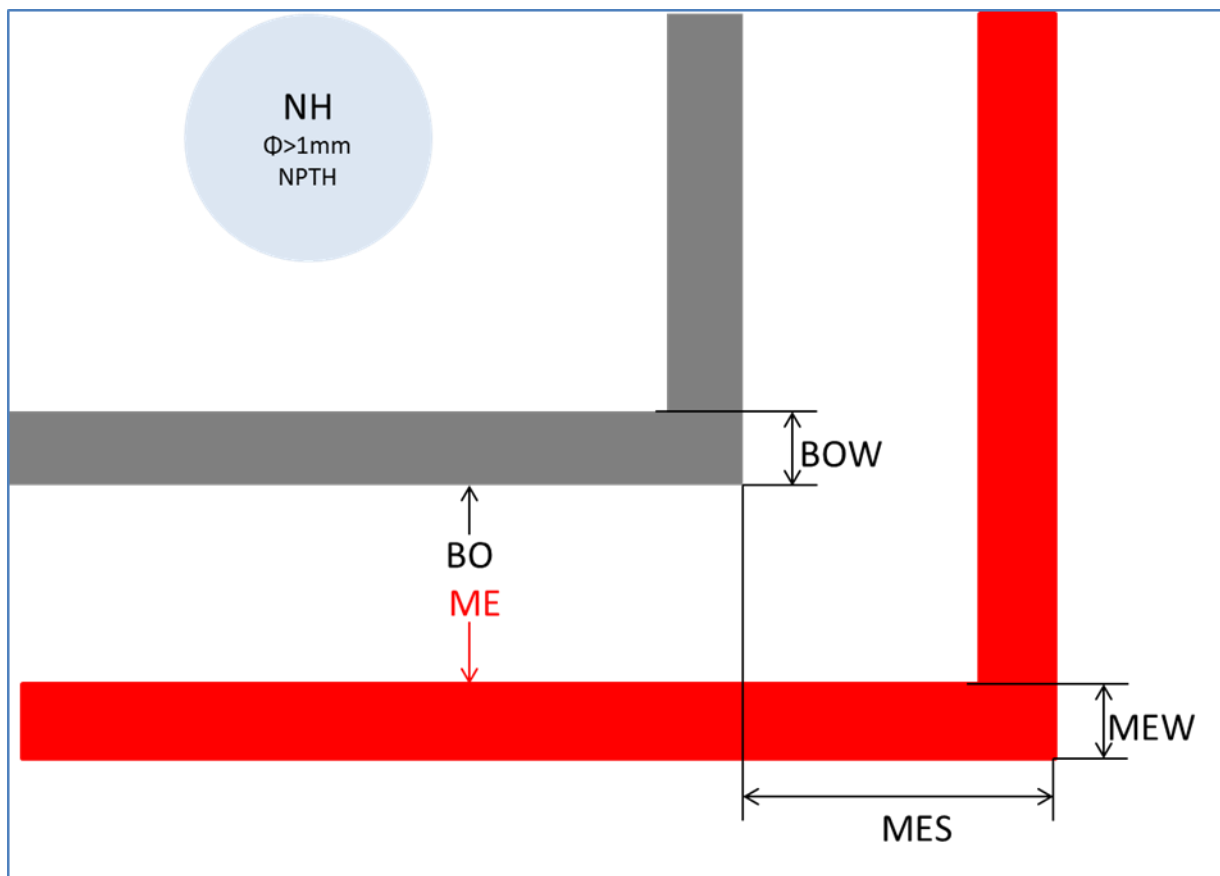


圖 4.6.4-2 外圍邊框 ME 設計規範

以上為半導體中心 PCB 製作所有的設計規範。

## 5. 中英名詞對照

英文符號 / 縮寫	英文全名	中文名稱
<b>BO</b>	Board Outline	板框
$\sigma$	Conductivity	電導率
<b>DRC</b>	Design Rule Check	設計規範驗證
<b>DRM</b>	Design Rule Manual	設計規範手冊
$\epsilon_r$	Dielectric constant	介電係數
<b>ENIG</b>	Electroless Nickel Immersion Gold	化金、化鎳浸金
$\delta$	Loss Tangent	損耗角正切
<b>NPTH</b>	Non- Plating Through Hole	不鍍銅貫孔
	Peripheral Outline	外圍邊框
<b>PCB</b>	Printed Circuit Board	印刷電路板
<b>PP</b>	Prepreg	膠片
<b>PTH</b>	Plating Through Hole	鍍銅貫孔
$\rho$	Resistivity	電阻率
	Solder Pad	焊墊
	Stacking	疊構
<b>TPCA</b>	Taiwan Printed Circuit Association	台灣電路板協會

## 6. 參考資料

### 6.1 配合 PCB 製作廠商

晟鈦股份公司 <http://www.cheer-time.com.tw/> 的「製程能力」文件

### 6.2 「電路板基礎製程簡介」書籍，TPCA (2012)

### 6.3 「印刷電路板概論・養成篇二版」書籍，TPCA

### 6.4 「硬式電路板材料簡介」書籍，TPCA

### 6.5 「2009 年電路板術語手冊」書籍，TPCA (2009)

### 6.6 PCB 製程影片，Unimicron Germany 公司

<https://www.youtube.com/watch?v=UAJ12W-VT2Q>

### 6.7 PCB 製程影片，科榮公司

<http://www.youtube.com/watch?v=yZFfIKUd9pE>