

QFN / DFN

PCB 焊盤設計與焊接生產流程注意事項

大綱

紘康QFN/DFN系列封裝介紹

PCB焊盤設計建議

鋼板設計建議

生產流程注意事項

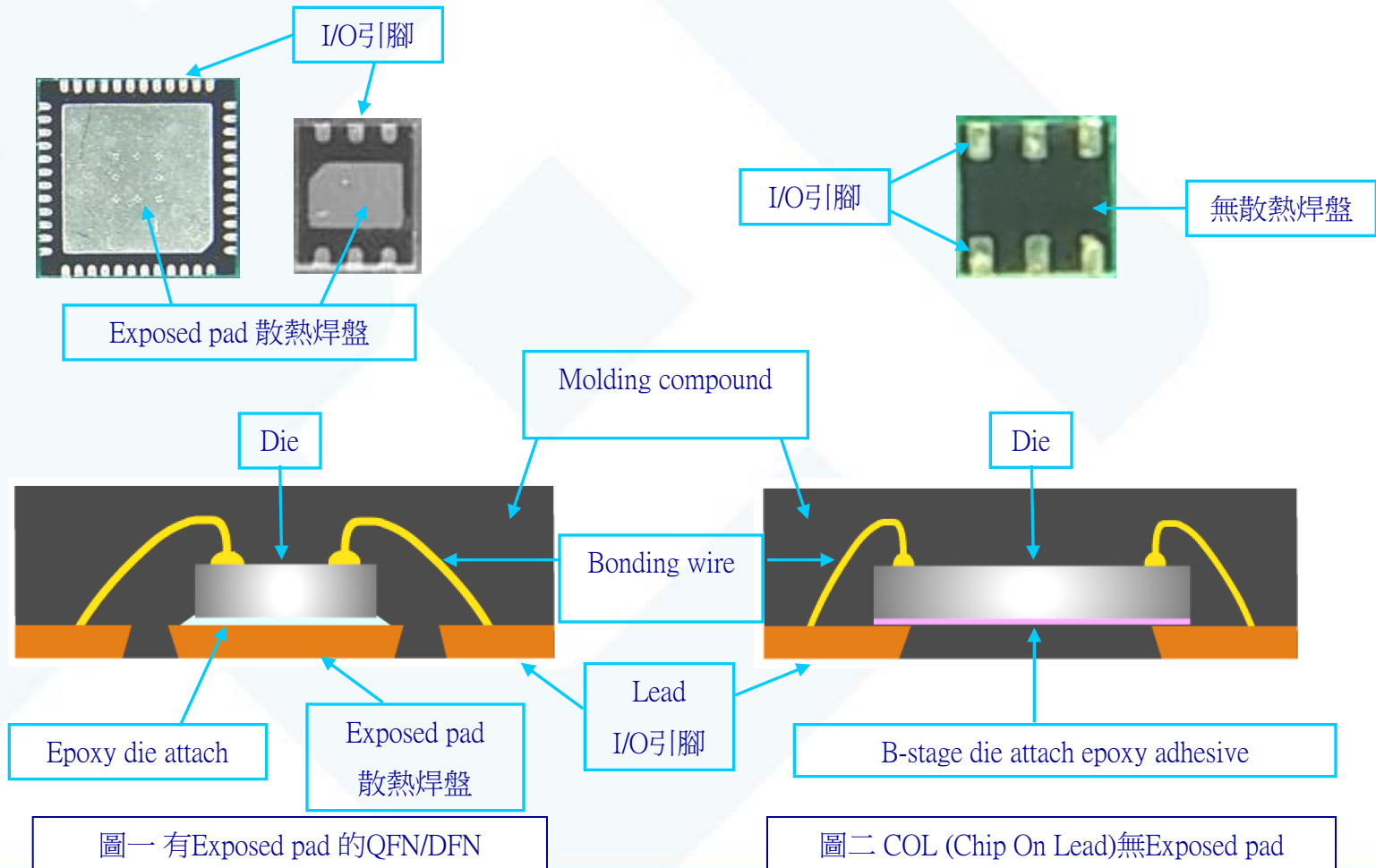
焊接允收判斷標準

手焊、返工注意事項

生產流程常見不良原因及對策

◆ 紘康QFN/DFN系列封裝介紹

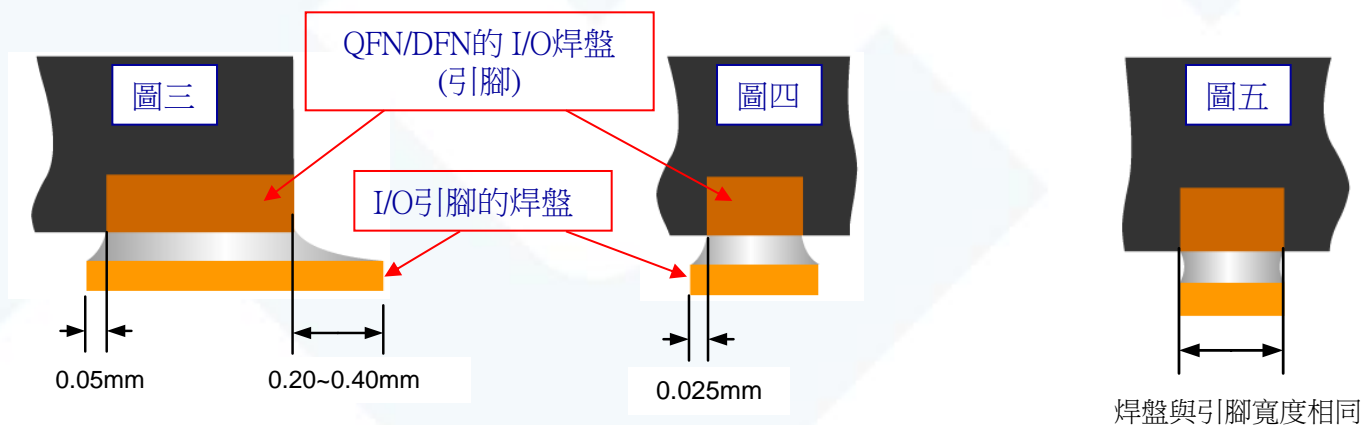
- ◆ Cross-section結構側視圖說明如下:左圖一為一般常見有散熱焊盤設計的QFN/DFN產品，右圖二為沒有散熱焊盤設計的COL (Chip On Lead)產品。紘康目前僅DFN1.97x2.46為COL設計，其他產品皆為有散熱焊盤的設計。



◆ PCB焊盤設計建議

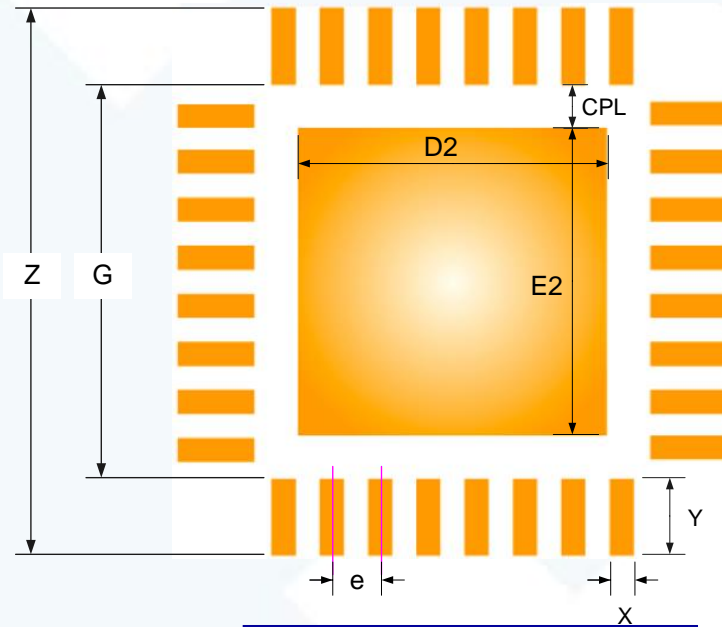
◆ 周邊I/O引腳的焊盤設計

- ◆ 如下圖三,周邊I/O引腳的焊盤長度
 - ◆ 靠內側的部分要與QFN/DFN封裝I/O引腳的形狀匹配,長度需往QFN/DFN封裝中心延伸0.05mm
 - ◆ 外側部分需比封裝膠體邊緣長0.2~0.4mm
- ◆ 周邊I/O引腳的焊盤寬度
 - ◆ 如下圖四,一般在引腳間距大於等於0.65mm時,應比QFN/DFN的I/O封裝引腳寬約0.025mm(單邊)
 - ◆ 如下圖五,在引腳間距小於0.65mm時,建議周邊I/O引腳的焊盤寬度與QFN/DFN的I/O封裝引腳寬度比為1:1,以避免Solder bridging
- ◆ 設計時QFN/DFN封裝I/O引腳的尺寸必須以”nominal”欄位為基準

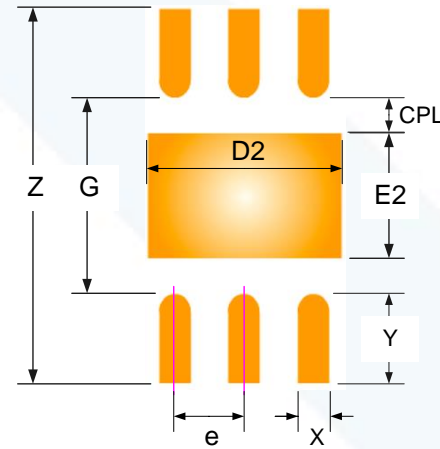


PCB焊盤設計建議

PCB Land Pattern(以圖六QFN 5x5及圖七DFN 1.8x2為例說明)



圖六 QFN 5x5 Land Pattern



圖七 DFN 1.8x2 Land Pattern

SYMBOLS	DESCRIPTION
e	Lead pad pitch
X	Lead pad width
Y	Lead pad length
Z	Outside pad terminal dimension
G	Inside pad terminal dimension
CPL	Distance between central pad to inside edge of lead pad (CPL minimum: 0.2mm)
D2	Thermal pad (Exposed pad) width
E2	Thermal pad (Exposed pad) length

◆ PCB焊盤設計建議

◆ QFN / DFN PCB設計尺寸建議(單位：mm)

- ◆ 請參考下表一，此表格適用於HYCON QFN 系列封裝
- ◆ PCB焊盤設計相關規範請參考IPC-7351

PKG	Body size	Lead count	e	X	Y	Z	G	CPL	D2	E2
QFN	3x3	16	0.50	0.25	0.75	3.70	2.20	0.24	1.72	1.72
	4x4	24	0.50	0.25	0.80	4.70	3.10	0.20	2.70	2.70
	4x4	28	0.45	0.22	0.80	4.70	3.10	0.35	2.40	2.40
	4x4	32	0.40	0.20	0.80	4.70	3.10	0.20	2.70	2.70
	5x5	32	0.50	0.25	0.80	5.70	4.10	0.45	3.20	3.20
	5x5	40	0.40	0.20	0.80	5.70	4.10	0.40	3.30	3.30
	5x5	48	0.35	0.18	0.72	5.54	4.10	0.20	3.70	3.70
	6x6	48	0.40	0.20	0.80	6.70	5.10	0.30	4.50	4.50
	6x6	56	0.35	0.18	0.72	6.54	5.10	0.20	4.70	4.70
	7x7	56	0.40	0.20	0.80	7.70	6.10	0.45	5.20	5.20
	8x8	68	0.40	0.20	0.80	8.70	7.10	1.40	4.30	4.30
	10x10	88	0.40	0.20	0.80	10.70	9.10	1.75	5.60	5.60

表一 Land dimensions

◆ PCB焊盤設計建議

◆ QFN / DFN PCB設計尺寸建議(單位：mm)

- ◆ 請參考下表二，此表格適用於HYCON DFN 系列封裝
- ◆ PCB焊盤設計相關規範請參考IPC-7351

PKG	Body size	Lead count	e	X	Y	Z	G	CPL	D2	E2
DFN	1.97x2.46	8	0.50	0.20	0.55	3.06	1.96	/	/	/
	1.4x1.4	6	0.50	0.20	0.75	2.10	0.60	0.225	1.10	0.15
	1.8x2	6	0.50	0.23	0.65	2.70	1.40	0.25	1.40	0.90
	1.8x2	6	0.50	0.23	0.65	2.60	1.30	0.45	1.40	0.40
	2.5x4	12	0.40	0.20	0.80	4.70	3.10	0.325	1.95	2.45
	3x3	12	0.45	0.23	0.70	3.50	2.10	0.25	2.40	1.51
	2x2	8	0.50	0.25	0.75	2.95	1.45	0.28	1.60	0.90

*DFN 1.97x2.46為COL (Chip On Lead)設計，無Exposed pad，所以無CPL、D2、E2。

表二 Land dimensions

◆ 防焊層設計

- ◆ 建議使用NSMD(Non-Solder Mask-Defined)防焊層，防焊層開口應比焊盤開口大120~150 μ m，即焊盤銅箔到防焊層應有60~75 μ m的間隙。當引腳間距小於0.5mm時，引腳之間的防焊可以省略。

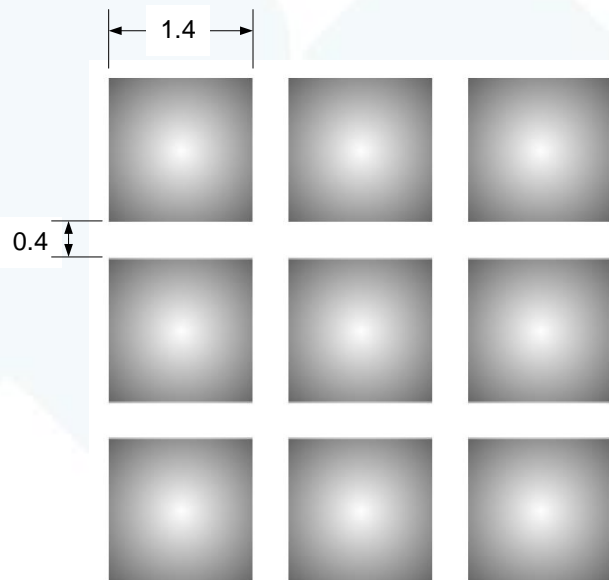
◆ 鋼板設計建議

◆ 周邊引腳焊盤的鋼板設計

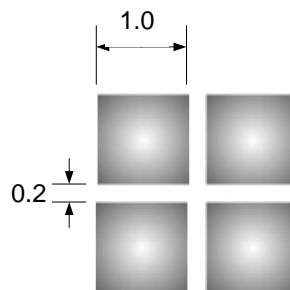
- ◆ 鋼板開口（長度與寬度）一般建議與PCB引腳焊盤比例為1:1
- ◆ 在引腳間距小於等於0.5mm時，開孔建議縮小20%，以避免橋接短路
- ◆ 在引腳間距等於0.40mm時，寬度建議為0.2mm

◆ 散熱焊盤的鋼板設計

- ◆ 建議邊緣比PCB散熱焊盤設計內縮0.25mm
- ◆ 建議使用矩陣式設計，例如下圖八、圖九(單位：mm)，此設計可有效減少焊錫氣孔。
- ◆ 矩陣間的距離最小設計值必須大於等於0.15mm
- ◆ 散熱焊盤的錫膏覆蓋率必須占散熱焊盤面積比例50~90%



圖八 QFN 8x8 散熱焊盤鋼板設計



圖九 QFN 4x4 散熱焊盤鋼板設計

◆ 鋼板設計建議

◆ 鋼板的厚度設計建議

- ◆ 印刷在PCB上的錫膏量是由鋼板的厚度決定，太多的錫膏將會導致回流焊接時橋接/短路
- ◆ 紘康QFN/DFN產品鋼板厚度建議請參考下表三，此表格適用於紘康QFN/DFN 系列封裝
 - ◆ 當引腳間距大於等於0.65mm時，建議使用厚度0.15mm(6mil)的鋼板
 - ◆ 當引腳間距等於0.50mm時，建議使用厚度0.127mm(5mil)的鋼板
 - ◆ 當引腳間距等於0.40mm、0.45mm時，建議使用厚度0.100mm(4mil)的鋼板
 - ◆ 當引腳間距等於0.35mm時，建議使用厚度0.076mm(3mil)的鋼板
- ◆ 建議使用雷射切割的不鏽鋼板
- ◆ 鋼板設計相關規範請參考IPC-7525

PKG	Lead pitch(mm)	Stencil thickness
QFN: 3x3 16L、4x4 24L、5x5 32L	0.50	0.127mm (5mil)
DFN: 1.4x1.4 6L、1.8x2 6L、2x2 6L		
QFN: 4x4 28L	0.45	0.100mm (4mil)
DFN: 3x3 12L		
QFN: 4x4 32L、5x5 40L、6x6 48L、7x7 56L、8x8 68L、10x10 88L	0.40	
DFN: 2.5x4 12L		
QFN: 5x5 48L、6x6 56L	0.35	0.076mm (3mil)

表三 Stencil thickness

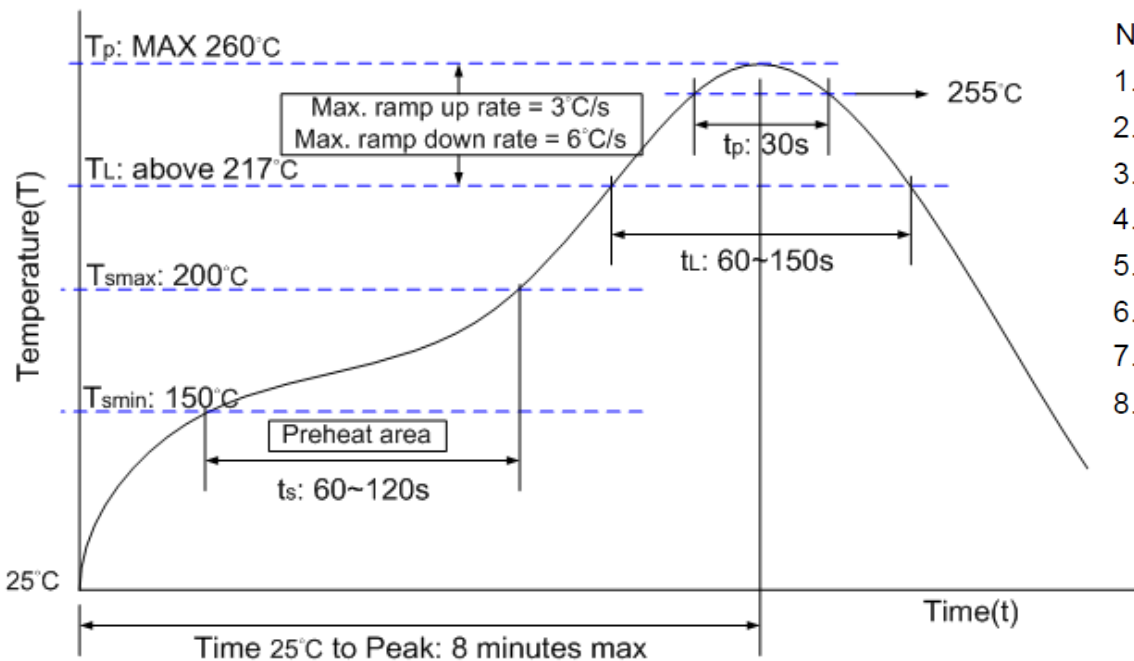
◆ 生產流程注意事項

◆ 錫膏選擇

- ◆ 由於DFN的貼裝高度較低,建議使用低殘渣,免清洗 type 3 焊錫(SN63/Pb37 or SAC alloy)。

◆ 關於回流焊Reflow profile

- ◆ Reflow profile建議如下圖,相關規範請參考J-STD-020
- ◆ 回流焊爐溫不足時容易發生錫膏迴流不完全,焊接中產生錫球等缺點



Note:

1. T_{smin} : Preheat/Soak Temperature Min
2. T_{smax} : Preheat/Soak Temperature Max
3. T_L : Liquidous Temperature
4. T_p : Peak Temperature
5. t_s : Preheat/Soak Time from T_{smin} to T_{smax}
6. t_L : Time maintained above T_L
7. t_p : Time within 5°C of T_p
8. Please refer to J-STD-020 for detail

- ◆ 回流焊焊接後(包含手動焊接及回流焊焊接),在焊接後都不允許沖洗PCB板。
。所以建議客戶使用“免洗”型錫膏。

◆ 焊接允收判斷標準-SOT/SOP/LQFP

- ◆ 焊接允收標準請參考IPC-A-610規範。
- ◆ IPC-A-610規範8.3.5中，SOT/SOP/LQFP系列產品焊接相關判斷標準如下表Table 8-5。
- ◆ 適用class：class 2(消費性電子產品適用)。

Table 8-5 Dimensional Criteria - Flat Gull Wing Leads

Feature		Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang		A	50% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1		25% (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less; Note 1
Maximum Toe Overhang		B	Note 1		
Minimum End Joint Width		C	50% (W)		75% (W)
Minimum Side Joint Length Note 6	when (L) is $\geq 3 W$	D	1 (W) or 0.5 mm [0.02 in], whichever is less	3 (W) or 75% (L), whichever is longer	
	when (L) is $< 3 W$			100% (L)	
Maximum Heel Fillet Height		E	Note 4		
Minimum Heel Fillet Height	(T) ≤ 0.38 mm [0.0149 in]	F	Note 3	(G) + (T), Note 5	(G) + (T), Note 5
	(T) > 0.38 mm [0.0149 in]	F		(G) + 50% (T), Note 5	
Solder Thickness		G	Note 3		
Formed Foot Length		L	Note 2		
Lead Thickness		T	Note 2		
Lead Width		W	Note 2		

Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.

Note 2. Unspecified dimension, or variable in size as determined by design.

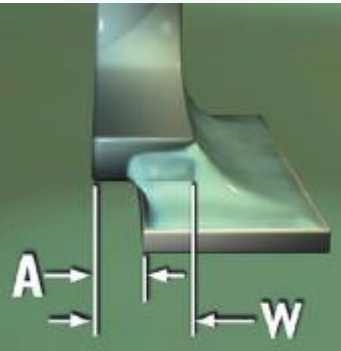
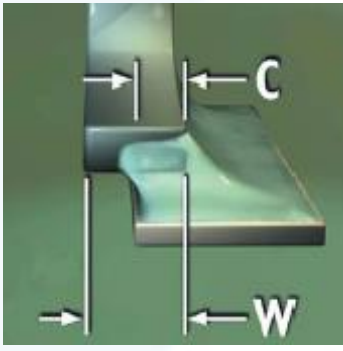
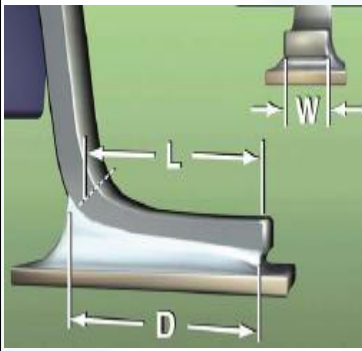
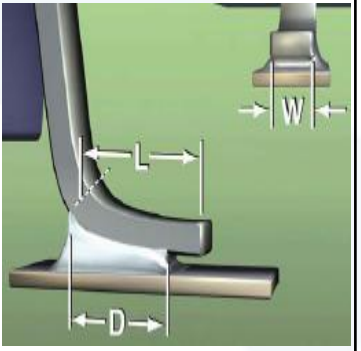
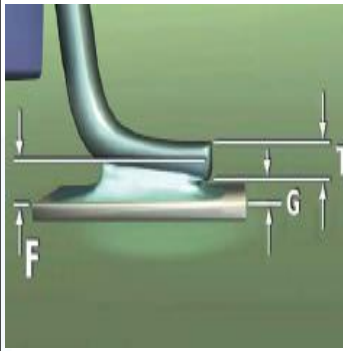
Note 3. Wetting is evident.

Note 4. See 8.3.5.5.

Note 5. In the case of a toe-down lead configuration, the minimum heel fillet height (F) extends at least to the mid-point of the outside lead bend.

Note 6. Fine pitch leads (component terminations on less than 0.65 mm [0.025 in] centers as defined by IPC-T-50) require a minimum side fillet length of 0.5 mm [0.02 in].

◆ 焊接允收判斷標準-SOT/SOP/LQFP

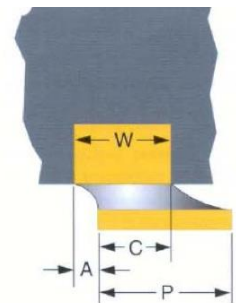
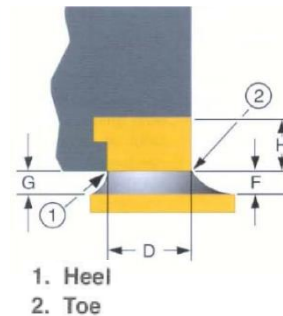
項目	最大側面偏移 (Maximum Side Overhang)	最小末端連接寬度 (Minimum End Joint Width)	最小側面連接長度 (Minimum Side Joint Length)		最小跟部填充高度 (Minimum Heel Fillet Height)
示意圖					
說明	<p>IPC-A-610定義最大側面偏移A不可大於50%腳寬W，或不大於0.5mm，取兩者間較小者為標準。</p>	<p>IPC-A-610定義最小末端連接寬度C必須大於50%腳寬W。</p>	<p>IPC-A-610定義最小側面連接長度D： 當引腳長度L大於等於3倍腳寬W時，最小側面連接長度D必須大於3倍腳寬W或是大於75%引腳長度L，取兩者間較長者為標準。</p>	<p>IPC-A-610定義最小側面連接長度D： <ul style="list-style-type: none"> 當引腳長度L小於3倍腳寬W時，最小側面連接長度D必須等於100%引腳長度L。 當引腳間距(Lead Pitch)小於0.65mm時，最小側面連接長度D為0.5mm。 </p>	<p>IPC-A-610定義最小跟部填充高度F： <ul style="list-style-type: none"> 當引腳厚度T小於等於0.38mm時，最小跟部填充高度F=焊料厚度G+引腳厚度T。 當引腳厚度T大於0.38mm時，最小跟部填充高度F=焊料厚度G+50%引腳厚度T。 </p>

◆ 焊接允收判斷標準-QFN/DFN

- ◆ IPC-A-610規範8.3.13中， QFN/DFN系列產品焊接相關判斷標準如下表Table 8-15。
- ◆ 適用class：class 2(消費性電子產品適用)。
- ◆ QFN/DFN 為無引腳設計，一般很難從其外觀的焊錫點來判斷其焊錫性是否良好，目前 QFN/DFN 的焊錫檢查主要用電測 (In-Circuit-Test、Function Test) 來偵測其功能，一般也會佐以光學儀器或 X-ray 來檢查焊錫的開、短路不良現象。

Table 8-15 Dimensional Criteria - BTC

Feature	Dim.	Class 1	Class 2	Class 3
Maximum Side Overhang	A	50% W, Note 1	25% W, Note 1	
Toe Overhang (outside edge of component termination)	B	Not permitted		
Minimum End Joint Width	C	50% W	75% W	
Minimum Side Joint Length	D	Note 4		
Solder Fillet Thickness	G	Note 3		
Minimum Toe (End) Fillet Height	F	Notes 2, 5		
Termination Height	H	Note 5		
Solder Coverage of Thermal Land		Note 4		
Land Width	P	Note 2		
Termination Width	W	Note 2		
Thermal Plane Void Criteria		Note 6		



Note 1. Does not violate minimum electrical clearance.

Note 2. Unspecified parameter or variable in size as determined by design.

Note 3. Wetting is evident.

Note 4. Not a visually inspectable attribute.

Note 5. "H" = height of solderable surface of lead, if present. Some package configurations do not have a continuous solderable surface on the sides and do not require a toe (end) fillet.

Note 6. Acceptance criteria will need to be established between the manufacturer and user.

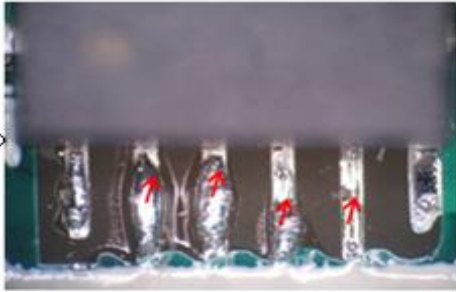
◆ 焊接允收判斷標準-實例說明



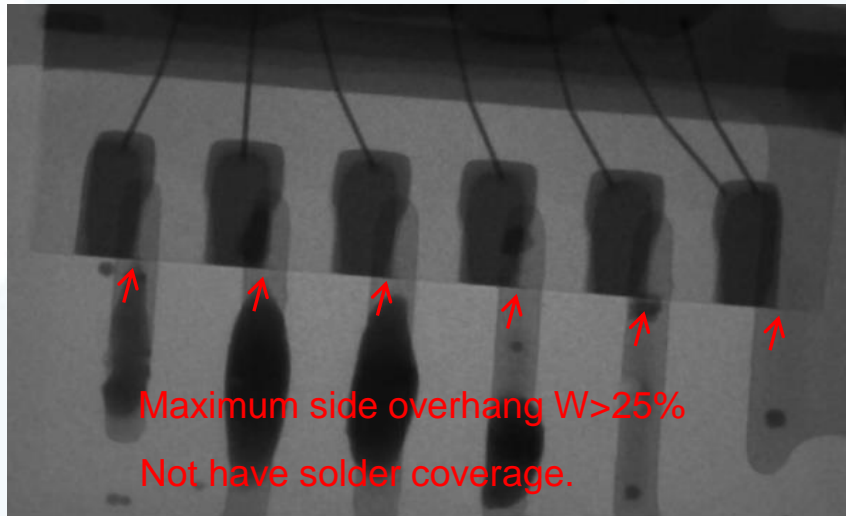
實例一照片	說明
	<p>實例一： 功能測試正常，以顯微鏡檢驗結果引腳側面未爬錫，以X-Ray檢驗結果引腳下方有錫。 QFN/DFN 封裝側面的引腳是 Leaf frame(導線架)的切斷面，並無電鍍處理，所以很難吃錫，IPC-A-610並未定義側面引腳要吃錫(規範中Note 5說明上圖H的部位不需吃錫)，真正的吃錫部份是在焊腳的底部與正底部的散熱片。 結論:依IPC-A-610判斷為允收</p>
實例二照片	說明
<p>Solder ball & Nonwetting</p> <p>Not have solder coverage.</p>	<p>實例二： 功能測試不正常，以顯微鏡檢驗結果有錫球產生及溼潤不足的現象，以X-Ray檢驗結果引腳下方沒有錫 結論:引腳下方沒有錫，焊接不良導致功能不正常，拒收</p>

◆ 焊接允收判斷標準-實例說明

實例三照片



Nonwetting & insufficient solder



說明

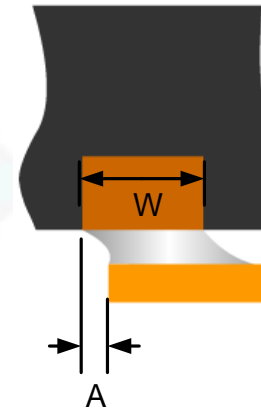
實例三：

功能測試不正常,以顯微鏡檢驗結果有錫膏不足及溼潤不足的現象,以X-Ray檢驗結果發現引腳的底部沒有吃錫、最大側面偏移大於25%腳寬

IPC-A-610定義最大側面偏移(Maximum Side Overhang)不可大於25%腳寬, (最大側面偏移如下圖A, 不可大於25%腳寬W)

結論:引腳下方沒有錫及最大側面偏移大於25%腳寬導致焊接不良,功能不正常,拒收

以X-Ray檢驗結果發現PCB設計不良, PCB I/O引腳的焊盤寬度小於封裝片的引腳寬度。

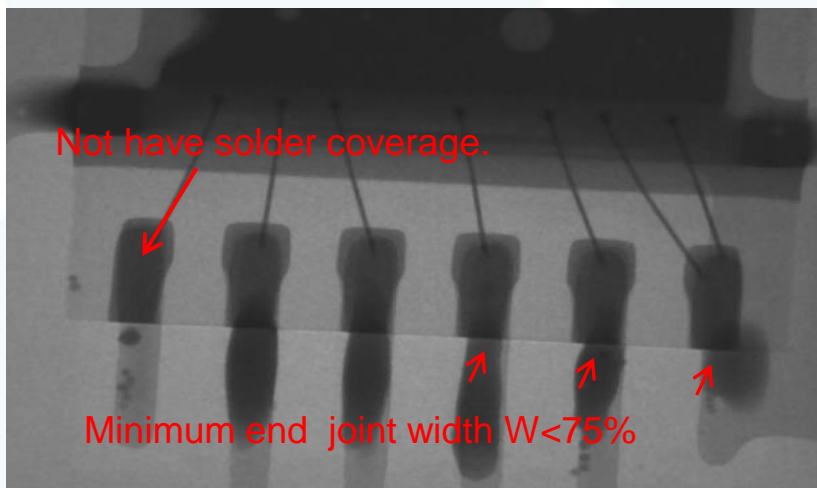


◆ 焊接允收判斷標準-實例說明

實例四照片



Incomplete reflow of solder paste



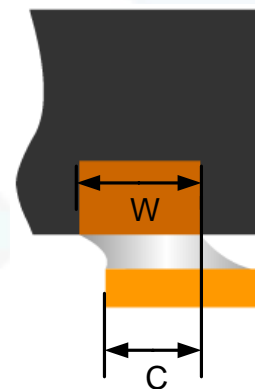
說明

實例四：

功能測試不正常,以顯微鏡檢驗結果有錫膏迴流不完全的現象(有錫球產生),以X-Ray檢驗結果發現引腳的底部沒有吃錫、最小末端連接寬度小於75%腳寬

IPC-A-610定義最小末端連接寬度(Minimum End Joint Width)必須大於75%腳寬，(最小末端連接寬度如下圖C，必須大於75%腳寬W)

結論:引腳下方沒有錫及最小末端連接寬度小於75%腳寬導致焊接不良，功能不正常，拒收



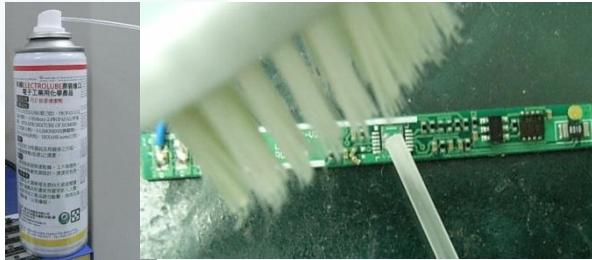
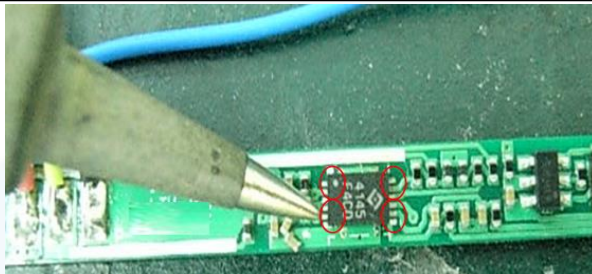
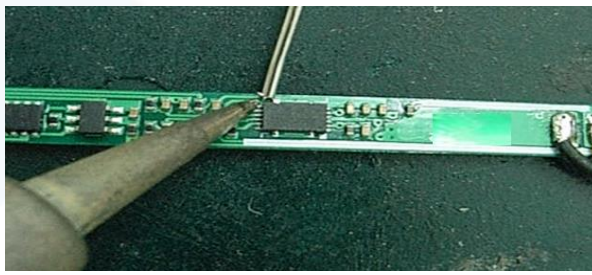
◆ 手焊、返工注意事項

◆ 如何手動解焊元件

步驟	說明	圖示
步驟一	使用熱風槍，溫度約在 380度~410度 之間，風力大小調整以噴嘴及手掌約 15~20公分 感覺到風力及熱力即可，(因每家熱風槍設定方法不一)若有流量計為 5 l/min ，此時熱風槍預熱約 2~3分鐘 。(若使用預熱板，則熱風槍溫度約設定在 320度~350度 之間)	
步驟二	對著元件大小的週圍一直繞圈子	
步驟三	使用攝子輕輕推(主要是看元件是否有左右移動)	
步驟四	若可移動則可將元件輕輕拉起，使用吸錫線將過多的錫吸取乾淨。	

◆ 手焊、返工注意事項

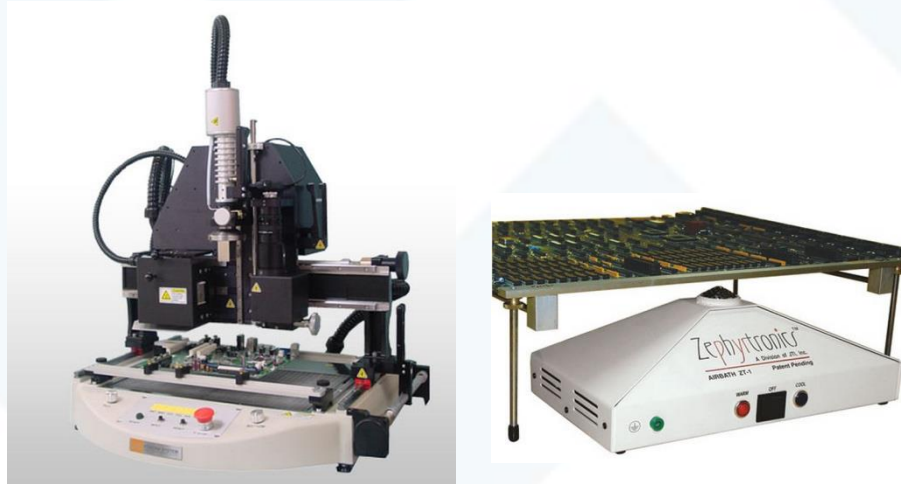
◆ 如何手動上件

步驟	說明	圖示
步驟一	若有過多的助焊劑殘留，則使用溶劑將助焊劑清洗	
步驟二	在焊點上用烙鐵沾一點錫，做四個定位點	
步驟三	烙鐵吃錫後，再用拖錫的方式拉錫，烙鐵溫度約在380度~410度之間，需注意每個吃錫點不超過3秒 (若使用預熱板，則烙鐵溫度約設定在320度~350度之間)	

◆ 手焊、返工注意事項

◆ 手動解焊/手動上件之建議事項

- ◆ 在進行手動解焊/手動上件時可使用預熱機/預熱板將PCB加熱(預熱機/預熱板溫度設定約在90度~120度之間)，再以熱風槍/烙鐵進行解焊/上件(熱風槍/烙鐵溫度設定約在320度~350度之間)。
- ◆ 使用預熱機/預熱板進行返工時，可有效降低因熱風槍/烙鐵溫度過高而使元件損壞的風險(不使用預熱機/預熱板時，熱風槍/烙鐵溫度設定約在380度~410度之間)。
- ◆ 熱風槍/烙鐵等設備應有防靜電設計，且必須注意接地，如果熱風槍/烙鐵漏電，可能導致IC被ESD或EOS損壞。



圖十 常見的預熱機 / 預熱板

◆ 生產流程常見不良原因及對策-錫膏印刷

不良現象	可能造成原因	解決對策
錫膏對焊盤位移	鋼板未對準 鋼板或電路板不良	調整錫膏印刷機 測量鋼板或電路板
錫膏橋	錫膏過多，鋼板開口損壞	檢查鋼板
錫膏模糊	鋼板底面有錫膏、與電路板面間隙太多	清潔鋼板底面
錫膏面積縮小	鋼板開口有乾錫膏殘留 刮板速度太快	清洗鋼板開口 調整錫膏印刷機
錫膏面積太大	刮板壓力太大 鋼板開口損壞	調整錫膏印刷機 檢查鋼板
錫膏量多、高度太高	鋼板變形 與電路板之間有異物殘留	檢查鋼板 清潔鋼板底面
錫膏下塌	刮板速度太快 錫膏溫度太高、吸入溼氣	調整錫膏印刷機 更換錫膏
錫膏高度變化大	鋼板變形 刮板速度太快、鋼板與電路板分開控制速度太快	調整錫膏印刷機 檢查鋼板
錫膏量少	刮板速度太快、刮刀變形	調整錫膏印刷機

備註: 在實際生產流程中，造成不良現象的條件會有差異，建議依據實際情況進行分析。

生產流程常見不良原因及對策-表面元件貼附製作

不良現象	可能造成原因	解決對策
取料不正 取料不良 拋料	吸嘴問題：吸嘴變形、阻塞、破損會造成氣壓不足、漏氣，而導致吸料不起，或是取料不正，使識別失敗而拋料。	清潔、更換吸嘴
	位置問題：取料不在IC的中心位置，而造成取料不正，這會導致吸料時達不到設定的真空水平而造成拋料。	調整取料位置。
	真空問題：氣壓不足，或真空氣管通道不順暢，有雜物堵塞氣管通道或真空發生器損壞。真空壓力不足會造成取料不起或取起後在去貼的途中脫落。	清潔真空氣管通道，保養真空發生器。
	識別系統問題：視覺不良，視覺或鐳射鏡頭不清潔，有雜物干擾識別。	清潔、擦拭識別系統表面，保持乾淨無雜物污染等。
	裝料問題：裝料沒有裝好，供料孔沒有對準棘齒，取料位置不對造成取料不到。	加強裝料培訓。
	供料器問題：供料器位置偏移，造成進料不良；供料器棘齒輪損壞，造成料帶孔沒有卡在供料器的棘齒上；供料器下方有異物、彈簧老化或電氣不良，造成取料不到或取料不良而拋料。	調整供料器，清掃供料器平臺；更換已壞部件或供料器。

備註: 在實際生產流程中，造成不良現象的條件會有差異，建議依據實際情況進行分析。

生產流程常見不良原因及對策-回流焊接

不良現象	可能造成原因	解決對策
錫膏不足	焊盤設計太長、焊盤寬度設計比焊腳窄 鋼板清洗不良	依IPC-7351建議設計焊盤、焊盤寬度最小必須與焊腳同寬 鋼板清洗頻率建議：自動清洗時每5個panels一次、手動清洗時每半個小時一次
溼潤不足	焊盤設計太長、焊盤寬度設計比焊腳窄 鋼板清洗不良 加熱區焊接溫度太高停留時間太長	依IPC-7351建議設計焊盤、焊盤寬度最小必須與焊腳同寬 鋼板清洗頻率建議：自動清洗時每5個panels一次、手動清洗時每半個小時一次 降低焊接溫度 縮短停留時間
錫膏不均勻	預熱區升溫速度太快 加熱區溫度過高 錫膏受熱速度比PCB更快 錫膏太稀表面張力太小	降低加熱區溫度 確認回流焊機profile(JSTD020) 進行回流焊機溫度校正
產生錫球	錫膏過度暴露於空氣中、吸入濕氣 PCB受潮 回流焊預熱區溫度、時間不足,使溫度分佈不均勻 回流焊預熱過度引起助焊劑成份氧化使助焊劑活性不夠	更換錫膏、更換PCB 確認回流焊機profile(JSTD020) 進行回流焊機溫度校正
墓碑效應	回流焊預熱區溫度太低,時間不足,使加熱不均勻 回流焊加熱區溫度上升太急速,使溫度分佈不均勻 錫膏中助焊劑的均勻性差或活性差,使兩個焊盤上的錫膏厚度差異較大	確認回流焊機profile(JSTD020) 進行回流焊機溫度校正 錫膏使用前需攪拌均勻

備註: 在實際生產流程中，造成不良現象的條件會有差異，建議依據實際情況進行分析。

Thank you