

# PCB 制造流程及說明（下集）

## 十一、外層檢查

### 11.1 前言

一般 pcb 製作會在兩個步驟完成後做全檢的作業:一是線路完成(內層與外層)後二是成品,本章針對線路完成後的檢查來介紹。

### 11.2 檢查方式

#### 11.2.1 電測—請參讀第 16 章

#### 11.2.2 目檢

以放大鏡附圓形燈管來檢視線路品質以及對位準確度,若是外層尚須檢視孔及鍍層品質,通常會在備有 10 倍目鏡做進一步確認,這是很傳統的作業模式,所以人力的須求相當大。但目前高密度設計的板子幾乎無法在用肉眼檢查,所以下面所介紹的 AOI 會被大量的使用。

#### 11.2.3 AOI—Automated optical Inspection 自動光學檢驗

因線路密度逐漸的提高,要求規格也愈趨嚴苛,因此目視加上放大燈鏡已不足以過濾所有的缺點,因而有 AOI 的應用。

##### 11.2.3.1 應用範圍

###### A. 板子型態

- 信號層, 電源層, 鑽孔後(即內外層皆可)。
- 底片, 乾膜, 銅層。(工作片, 乾膜顯像後, 線路完成後)

B. 目前 AOI 的應用大部分還集中在內層線路完成後的檢測,但更大的一個取代人力的製程是綠漆後已作焊墊表面加工 (surface finish) 的板子,尤其如 BGA,板尺寸小,線又細,數量多,單人力的須求就非常驚人,可是應用於這領域者仍有待技術上的突破。

##### 11.2.3.2 原理

一般業界所使用的"自動光學檢驗 CCD 及 Laser 兩種;前者主要是利用鹵素燈通光線,針對板面未黑化的銅面,利用其反光效果,進行斷、短路或碟陷的判讀。應用於黑化前的內層或線漆前的外層。後者 Laser AOI 主要是針對板面的基材部份,利用對基材(成銅面)反射後產螢光(Fluorescences)在強弱上的不同,而加以判讀。早期的 Laser AOI 對"雙功能"所產生的螢光不很強,常需加入少許"螢光劑"以增強其效果,減少錯誤警訊當基板薄於 6mil 時,雷射光常會穿透板材到達板子對另一面的銅線帶來誤判。"四功能"基材,則本身帶有淡黃色"已具增強螢光的效果。Laser 自動光學檢驗技術的發展較成熟,是近年來 AOI 燈源的主力。

現在更先進的鐳射技術之 AOI,利用鐳射螢光,光面金屬反射光,以及穿入孔中鐳射光之信號偵測,使得線路偵測的能力提高許多,其原理可由圖 11.1, 圖 11.2 簡單闡釋。

##### 11.2.3.3 偵測項目

各廠牌的 capability, 由其 data sheet 可得. 一般偵測項目如下 List

- A. 信號層線路缺點, 見圖 11.3
- B. 電源與接地層, 見圖 11.4
- C. 孔, 見圖 11.5 D. SMT, 見圖 11.6

AOI 是一種非常先進的替代人工的檢驗設備,它應用了鐳射,光學,智慧判斷軟體等技術,

理論來完成其動作.在這裡我們應注意的是其未來的發展能否完全取代 PCB 各階段所有的目視檢查.

## 十二 防焊

### 12.1 製程目的

A. 防焊：留出板上待焊的通孔及其 pad，將所有線路及銅面都覆蓋住，防止波焊時造成的短路,並節省焊錫之用量。

B. 護板：防止濕氣及各種電解質的侵害使線路氧化而危害電氣性質，並防止外來的機械傷害以維持板面良好的絕緣，

C. 絕緣：由於板子愈來愈薄,線寬距愈來愈細,故導體間的絕緣問題日形突顯,也增加防焊漆絕緣性質的重要性.

### 12.2 製作流程

防焊漆,俗稱"綠漆", (Solder mask or Solder Resist), 為便於肉眼檢查, 故於主漆中多加入對眼睛有幫助的綠色顏料, 其實防焊漆了綠色之外尚有黃色、白色、黑色等顏色.

防焊的種類有傳統環氧樹脂 IR 烘烤型, UV 硬化型, 液態感光型(LPISM-Liquid Photo Imagable Solder Mask)等型油墨, 以及乾膜防焊型(Dry Film, Solder Mask), 其中液態感光型為目前製程大宗. 所以本單元只介紹液態感光作業。

其步驟如下所敘:

銅面處理→印墨→預烤→曝光→顯影→後烤

上述為網印式作業, 其它 coating 方式如 Curtain coating, Spray coating 等有其不錯的發展潛力, 後面也有介紹.

#### 12.2.0 液態感光油墨簡介：

A. 緣起：液態感光油墨有三種名稱:

—液態感光油墨(Liquid Photoimagable Resist Ink)

—液態光阻油墨(Liquid Photo Resist Ink)

—濕膜(Wet Film 以別於 Dry Film) 其別於傳統油墨的地方, 在於電子產品的輕薄短小所帶來的尺寸精度需求, 傳統網版技術無法突破。網版能力一般水準線寬可達 7-8mil 間距可達 10—15mil, 而現今追求的目標則 Five & Five, 乾膜製程則因密接不良而可能有焊接問題, 此為液態綠漆發展之原因。

B. 液態油墨分類

a. 依電路板製程分類:

—液態感光線路油墨(Liquid Photoimagable Etching & Plating Resist Ink)

—液態感光防焊油墨(Liquid Photoimagable Solder Resist Ink)

b. 依塗佈方式分類:

—浸塗型(Dip Coating)

—滾塗型(Roller Coating)

—簾塗型(Curtain Coating)

—靜電噴塗型(Electrostatic Spraying)

—電著型(Electrodeposition)

—印刷型(Screen Printing)

### C. 液態感光油墨基本原理

#### a. 要求

- 感光度解像度高-Photosensitivity & Resolution-感光性樹脂
- 密著性平坦性好-Adhesion & Leveling
- 耐酸鹼蝕刻 -Acid & Alkaline Resistance
- 安定性-Stability
- 操作條件寬-Wide Operating Condition
- 去墨性-Ink Removing

#### b. 主成分及功能

- 感光樹脂
- 感光
- 反應性單體
- 稀釋及反應
- 感光劑
- 啟動感光
- 填料
- 提供印刷及操作性
- 溶劑
- 調整流動性

#### c. 液態感光綠漆化學組成及功能

- 合成樹脂(壓克力脂)
- UV 及熱硬化
- 光啓始劑(感光劑)
- 啟動 UV 硬化
- 填充料(填充粉及搖變粉)
- 印刷性及尺寸安定性
- 色料(綠粉)
- 顏色
- 消泡平坦劑(界面活性劑)
- 消泡平坦
- 溶劑(脂類)
- 流動性

利用感光性樹脂加硬化性樹脂，產生互穿式聚合物網狀結構(Inter-penetrating Net-Work)，以達到綠漆的強度。

顯影則是利用樹脂中含有酸根鍵，可以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液顯像，在後烘烤後由於此鍵已被融入樹脂中，因此無法再被洗掉。

#### 12.2.1. 銅面處理 請參讀四內層製作

#### 12.2.2. 油墨

##### A 印刷型(Screen Printing)

##### a. 檔墨點印刷

網板上僅做孔及孔環的檔點阻墨,防止油墨流入孔內此法須注意檔點積墨,問題

b. 空網印

不做檔墨點直接空網印但板子或印刷機臺面可小幅移動使不因積墨流入孔內

c. 有些要求孔塞墨者一般在曝光顯像後針對那些孔在印一次的方式居多

d. 使用網目在 80~120 刮刀硬度 60~70

B. 簾塗型(Curtain Coating)

1978 Ciba-Geigy 首先介紹此製程商品名爲 Probimer52, Mass of Germany 則首度展示 Curtain Coating 設備,作業圖示見圖 12.1

a. 製程特點

1 Viscosity 較網印油墨低

2.Solid Content 較少

3.Coating 厚度由 Conveyor 的速度來決定

4.可混合不同尺寸及不同厚度要求的板子一起生產但一次僅能單面 coating

b. 效益

1. 作業員不必熟練印刷技術

2. 高產能

3. 較平滑

4. VOC 較少

5. Coating 厚度控制範圍大且均勻

6. 維護容易

C. Spray coating 可分三種

a. 靜電 spray

b. 無 air spray

c. 有 air spray

其設備有水平與垂直方式,此法的好處是對板面不平整時其 cover 性非常好. 另外還有 roller coating 方式可進行很薄的 coating.

12.2.3. 預烤

A. 主要目的趕走油墨內的溶劑,使油墨部分硬化,不致在進行曝光時黏底片.

B. 溫度與時間的設定,須參照供應商的 data sheet 雙面印與單面印的預烤條件是不一樣.(所謂雙面印,是指雙面印好同時預烤)

C. 烤箱的選擇須注意通風及過濾系統以防異物四沾.

D. 溫時的設定,必須有警報器,時間一到必須馬上拿出,否則 overcuring 會造成顯像不盡. E. Conveyor 式的烤箱,其產能及品質都較佳,唯空間及成本須考量.

12.2.4. 曝光

A. 曝光機的選擇: IR 光源,7~10KW 之能量,須有冷卻系統維持檯面溫度 25~30°C.

B. 能量管理:以 Step tablet 結果設定能量.

C. 抽真空至牛頓環不會移動

D. 手動曝光機一般以 pin 對位,自動曝光機則以 CCD 對位,以現在高密度的板子設計,若沒有自動對位勢必無法達品質要求.

### 12.2.5. 顯像

- A. 顯像條件 藥液 1~2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溫度 30±2°C 噴壓 2.5~3Kg/cm<sup>2</sup>
- B. 顯像時間因和厚度有關,通常在 50~60sec,Break-point 約在 50~70%.

### 12.2.6. 後烤

- A. 通常在顯像後墨硬度不足,會先進行 UV 硬化,增加其硬度以免做檢修時刮傷.
- B. 後烤的目的主要讓油墨之環氧樹脂徹底硬化,文字印刷條件一般為 150°C,30min.

### 12.3 文字印刷

目前業界有的將文字印刷放在噴錫後,也有放在噴錫前,不管何種程序要注意以下幾點:

- A. 文字不可沾 Pad
- B. 文字油墨的選擇要和 S/M 油墨 Compatible.
- C. 文字要清晰可辨識.

### 12.4. 品質要求

根據 IPC 840C 對 S/M 要求分了三個等級:

Class 1: 用在消費性電子產品上如電視、玩具,單面板之直接蝕刻而無需電鍍之板類,只要有漆覆蓋即可。

Class 2: 為一般工業電子線路板用,如電腦、通訊設備、商用機器及儀器類,厚度要 0.5mil 以上。

Class 3: 為高信賴度長時間連續操作之設備,或軍用及太空電子設備之用途,其厚度至少要 1 mil 以上。

實務上,表一般綠漆油墨測試性質項目可供參考  
綠漆製程至此介紹完畢,接下來的製程是表面焊墊的各種處理方式.

## 十三 金手指,噴錫( Gold Finger & HAL )

### 13.1 製程目的

A. 金手指(Gold Finger,或稱 Edge Connector)設計的目的,在於藉由 connector 連接器的插接作為板對外連絡的出口,因此須要金手指製程.之所以選擇金是因為它優越的導電度及抗氧化性.但因為金的成本極高所以只應用於金手指,局部鍍或化學金,如 bonding pad 等.圖

13.1 是金手指差入連接器中的示意圖.

- B. 噴錫的目的,在保護銅表面並提供後續裝配製程的良好焊接基地.

### 13.2 製造流程

金手指→噴錫

#### 13.2.1 金手指

##### A. 步驟:

貼膠→割膠→自動鍍鎳金→撕膠→水洗吹乾

##### B. 作業及注意事項

a. 貼膠,割膠的目的,是讓板子僅露出欲鍍金手指之部份線路,其它則以膠帶貼住防鍍.此步驟是最耗人力的,不熟練的作業員還可能割傷板材.現有自動貼,割膠機上市,但仍不成熟.須注意殘膠的問題.

b. 鍍鎳在此是作為金層與銅層之間的屏障,防止銅 migration.為提高生產速率及節省金用量,現在幾乎都用輸送帶式直立進行之自動鍍鎳金設備,鎳液則是鎳含量甚高而鍍層

應力極低的氨基磺酸鎳(Nickel Sulfamate Ni(NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)

c. 鍍金無固定的基本配方,除金鹽 (Potassium Gold Cyanide 金氰化鉀,簡稱 PGC) 以外, 其餘各種成份都是專密的, 目前不管酸性中性甚至鹼性鍍金所用的純金都 是來自純度很高的金鹽為純白色的結晶, 不含結晶水, 依結晶條件不同有大結晶及細小的結晶, 前者在高濃度的 PGC 水溶液中緩慢而穩定自然形成的, 後者是 快速冷卻並攪拌而得到的結晶, 市場上多為後者。

d. 酸性鍍金(PH 3.5~5.0)是使用非溶解性陽極, 最廣用的是鈦網上附著有白金, 或鉭網 (Tantalum) 上附著白金層, 後者較貴壽命也較長。

e. 自動前進溝槽式的自動鍍金是把陽極放在構槽的兩旁, 由輸送帶推動板子行進於槽中央, 其電流的接通是由黃銅電刷(在槽上方輸送帶兩側)接觸板子上方突出 槽外的線路所導入, 只要板子進鍍槽就立即接通電流, 各鍍槽與水洗槽間皆有緩衝室並用橡膠軟墊隔絕以降低 drag in/out,故減少鈍化的發生, 降低脫皮的可能。

f. 酸金的陰極效率並不好, 即使全新鍍液也只有 30-40% 而已, 且因逐漸老化及污染而降低到 15% 左右。 故酸金鍍液的攪拌是非常重要的,

g. 在鍍金的過程中陰極上因效率降低而發生較多的氫氣使液中的氫離子減少, 因而 PH 值有漸漸上升的情形, 此種現象在鈷系或鎳系或二者並用之酸金製程中都會發生。當 PH 值漸升高時鍍層中的鈷或鎳量會降低, 會影響鍍層的硬度甚至疏孔度, 故須每日測其 PH 值。通常液中都有大量的緩衝導電鹽類, 故 PH 值不會發生較大的變化, 除非常異常的情形發生。

h. 金屬污染 鉛:對鈷系酸金而言, 鉛是造成鍍層疏孔 (pore)最直接的原因。(剝錫鉛製程要注意) 超出 10ppm 即有不良影響。 銅:是另一項容易帶入金槽的污染, 到達 100ppm 時會造成鍍層應力破裂, 不過液中的銅會漸被鍍在金層中, 只要消除了帶入來源銅的污染不會造成太大的害處。 鐵:鐵污染達 50ppm 時也會造成疏孔, 也需要加以處理。

### C. 金手指之品質重點

- a. 厚度
- b. 硬度
- c. 疏孔度 (porosity)
- d. 附著力 Adhesion
- e. 外觀:針點, 凹陷, 刮傷, 燒焦等.

## 13.2.2 噴錫 HASL(Hot Air Solder Leveling)

### A 歷史

從 1970 年代中期 HASL 就已發展出來。早期製程,即所謂"滾錫"(Roll tinning), 板子輸送進表面沾有熔融態錫鉛之滾輪, 而將一層薄的錫鉛轉移至板子銅表面。目前仍有低層次單面硬板, 或單面軟板使用此種製程。接下來因有鍍通孔的發展及錫鉛平坦度問題, 因此垂直將板子浸入溶解的熱錫爐中, 再將多餘錫鉛以高壓空氣將之吹除。此製程逐漸改良成今日的噴錫製程, 同時解決表面平整和孔塞的問題。但是垂直噴錫仍計多的缺點, 例如受熱不平均 Pad 下緣有錫垂(Solder Sag), 銅溶出量太多等, 因此, 於 1980 年初期, 水平噴錫被發展出來, 其製程能力, 較垂直噴錫好很多, 有眾多的優點, 如細線路可到 15mil 以下, 錫鉛厚度均勻也較易控制, 減少熱衝擊, 減少銅溶出以及降低 IMC 層厚度。

### B. 流程

不管是垂直、噴錫 or 水平噴錫，正確的製造流程一樣如下：

兩種噴錫機的示意圖見圖 13.2 與圖 13.3

C. 貼金手指保護膠 此步驟目的在保護金手指以免滲錫,其選擇很重要,要能耐熱,貼緊,不沾膠。

D. 前清潔處理 前清潔處理主要的用意，在將銅表面的有機污染氧化物等去除，一般的處理方式如下

脫脂→清洗→微蝕→水洗→酸洗(中和)→水洗→熱風乾。

使用脫脂劑者，一般用酸性，且為浸泡方式而非噴灑方式，此程序依各廠前製程控制狀況為選擇性。微蝕則是關鍵步驟，若能控制微蝕深度在  $0.75\sim 1.0\ \mu\text{m}$ ( $30\sim 40\ \mu\ \text{in}$ )，則可確保銅面之有機污染去除乾淨。至於是否須有後酸洗(中和)，則視使用微蝕劑種類，見表。此微蝕最佳方式，是以水平噴灑的設備為之維持一定的微蝕速率，以及控制後面水洗，熱風吹乾間隔的時間，防止再氧化的情形出現；並和噴錫速度密切搭配，使生產速率一致。

屬於前製程嚴重的問題，例如 S/M 殘留，或者顯影不淨問題，則再強的微蝕都無法解決這個問題。

前清潔處理的好壞，有以下幾個因素的影響：

- 化學劑的種類
- 活性劑的濃度（如氧化劑，酸）
- 微蝕劑的銅濃度
- 溫度
- 作用時間

槽液壽命，視銅濃度而定，所以為維持 etch rate 的穩定，可以分析銅濃度來控制添加新鮮的藥液。

#### E. 預熱

預熱段一般使用於水平噴錫，其功能有三，一為減少進入錫爐時熱衝擊，二是避免孔塞或孔小。三、接觸錫爐時較快形成 IMC 以利上錫。若能加進此程序，當然最好，否則浸錫時間須增加，尤其是厚度大於 1.6mm 的厚板，預熱方式有使用烤箱者，水平方式則大半用 IR 做預熱，in-line 輸送以控制速度及溫度。以 1.6mm 厚度而言，其預熱條件應維持表面溫度在  $144\sim 174^\circ\text{C}$  間。若板子是高層次，高縱橫比 (Aspect Ratio), 以及內層為散熱層，則熱傳效果是非常重要的。有些公司的預熱放在 Coating flux 之後，但根據實驗顯示如此會將 flux 中的活性成份破壞，而不利於吃錫。前述提到很多垂直噴灑式。不管用何種方式，均勻與完全的塗覆是最為主要的。

助焊劑的選擇，要考慮的因素非常的多。助焊劑要考量的是它的黏度與酸度（活性），其適用範圍和產品的種類，製程以及設備有很大的關連。譬如，水平噴錫的助焊劑黏度的選擇，就必須較垂直噴錫低很多。因水平噴錫之浸錫時間短，所以助焊劑須以較快速度接觸板面與孔內。

除了這些以外，尚有以下考慮：

- 與錫爐的抗氧化油是否相容
- 是何不易清潔，而有殘留物

所以，為了易於清潔，大部份 flux 主成份為 glycol，可溶於水。活化劑則使用如 HCl 或 HBr 等酸。

最後，因設備的差異，flux 的一些特質可能因使用的過程而有變化，如黏度以及揮發性成份。因此須考慮自動添加系統，除補充液之外，亦補充揮發性成份。

#### F 上錫鉛

此段程序，是將板子完全浸入熔融態的錫爐中，液態 Sn/Pb 表面則覆蓋乙二醇類 (glycol) 的抗氧化油，此油須與助焊劑相容，此步驟最重要的是停留時間，以及因在高溫錫爐中，如何克服板彎問題的產生。

板子和錫接觸的瞬間，銅表面即產生一薄層 IMC  $Cu_6Sn_5$ ，有助後續零件焊接。此 IMC 層在一般儲存環境下，厚度的成長有限，但若高溫下，則厚度增長快速，反而會造成吃錫不良。垂直噴錫和水平噴錫極大的不同點，在於垂直噴錫從進入錫爐瞬間至離開錫爐瞬間的時間約是水平噴錫的二倍左右。整個 PANEL 受熱的時間亦不均勻，而且水平噴錫板子有細小的滾輪壓住，讓板子維持同一平面。所以垂直噴錫一直有熱衝擊板子彎翹的問題存在。雖有些公司特別設計夾具，減少其彎翹的情形，但產能卻也因此減少。

#### G. 整平

當板子完全覆蓋錫鉛後，接著經高壓熱風段將表面孔內多餘的錫鉛吹除，並且整平附著於 PAD 及孔壁的錫鉛。此熱氣的產生由空壓機產生的高壓空氣，經加溫後，再通過風刀吹出。其溫度一般維持在  $210\sim 260^{\circ}C$ 。溫度太低，會讓仍是液狀的錫鉛表面白霧化及粗糙，溫度太高則浪費電力。空氣壓力的範圍，一般在  $12\sim 30psi$  之間，視下列幾個條件來找出最佳壓力：1. 設備種類 2. 板厚 3. 孔縱橫比 4 風刀角度及距離（以板子做基準）

下列幾個變數，會影響整個錫鉛層厚度，平整度，甚至後續焊錫性的良窳。

1. 風刀的結構
2. 風刀口至板子的距離
3. 風刀角度
4. 空氣壓力大小
5. 板子通過風刀的速度
6. 外層線路密度及結構

其中，前五項都是可調整到最佳狀況，但是第六項則和製程設備的選擇或者後處理設備有極大的關係，例如垂直噴錫，在 PAD 下緣，或孔下半部會有錫垂造成厚度不均及孔徑問題。

#### H. 後清潔處理

後清潔水洗目的，在將殘留的助焊劑或其由錫爐帶出之殘油類物質洗除，本步驟是噴錫最後一個程序，看似沒什麼，但若不用心建置，反而會功敗垂成，以下是幾個要考慮的因素：

1. 冷卻段及 Holder 的設計
2. 化學洗
3. 水洗水的水質、水溫及循環設計
4. 各段的長度（接觸時間）
5. 輕刷段

成功的後清潔製程的設計必須是板子清洗後：

1. 板彎翹維持最小比率
2. 離子污染必須小於最高標準（一般為  $6.5 \mu g/cm^2$ ）

3.表面絕緣阻抗(SIR)必須達最低要求。(一般標準： $3 \times 10^9 \Omega$ —噴錫水洗後 35°C，85%RH，24 小時後)

### 13.3 錫爐中各種金屬雜質的影響

噴錫品質的好壞，因素複雜，除上述之錫爐溫度高壓噴氣溫度以及浸錫時間外，另一個頗為重要的因素是污染的程度。溫度與時間的控制以各種方式做監控。但是 雜質的 in-line 監控卻是不可能的是，它是須要特殊的分析設備來做精確分析，如 AA 等，規模夠大，有自己的化驗室者，通常由化驗人員做定期分析；或者由提供錫鉛 的供應商定期取回分析。

決定錫爐壽命的主要兩個因素，一是銅污染，二是錫的濃度，當然其他的金屬污染若有異常現象，亦不可等閒視之。

#### A. 銅

銅污染是最主要的，且產生來源亦是清楚不過。銅表面在 Soldering 時，會產生一層 IMC，那是因銅 migrates 至 Solder 中，形成種化學  $\mu$  (Cu<sub>3</sub>Sn 和 Cu<sub>5</sub>Sn<sub>6</sub>)，隨著處理的面積增加，銅溶入 Solder 的濃度會增加，但它的飽和點，是 0.36% (在 243 °C)，當超過飽和點時，錫面就會呈現顆粒狀粗糙表面，這是因為 IMC 的密度低於 熔溶態錫鉛，它會 migrate 到錫鉛表面，呈樹狀結晶，因此看起來粗糙，這種現象會有兩個問題，一是外觀，二是焊錫性。因 PAD 表面錫鉛內含銅濃度高，因此在 組配零件，會額外增加如 Wave Solder 或 IR Reflow 時的設定溫度，甚至根本無法吃錫。

#### B. 錫

錫和鉛合金的最低熔點 183°C，其比例是 63:37，因此其比例若因製作過程而有變化，極可能因差異太大，而造成裝配時的條件設定不良。一般，錫含量比例變化 在 61.5~63.5% 之間，尚不致有影響。若高於或低於此範圍，除了改變其熔點外，並因此改變其表面張力，伴隨的後果是助焊劑的功能被打折扣。助焊劑最大的作用在 清潔銅面並使達到較低的自由狀態。而且後續裝配時使用高速，低溫的焊錫應用亦會大受影響而使表現不如預期。

#### C. 金

金也是一個常見的金屬污染，若金手指板產量多時，更須注意控管。若 Solder 接觸金面，會形成另一 IMC 層—AuSn<sub>4</sub>。金溶入 Solder 的溶解度是銅的六倍對焊接點 有絕對的傷害。有金污染的 solder 畫面看似結霜，且易脆。要徹底避免金的污染，可將金手指製程放在噴之後。一旦金污染超過限度只有換新一途。

#### D. 銻 Antimony

銻對於焊錫和銅間的 wetting 亦有影響，其含量若超出 0.5%，即對焊性產生不良影響。

#### E. 硫(Sulfur)

硫的污染會造成很嚴重的焊錫性問題，即使是百萬之幾的含量，而且它會和錫及鉛起化學反應。因此要儘所有可能防止它污染的可能性，包括進料的檢驗，製程中帶入的可能。

F. 表 13.1 是一般可容許的雜質百分比，所訂的數字會比較嚴苛，這是因為個別的污染雖有較高的容忍度，但若同時有幾個不同污染體，則有可能即使僅有容忍上限 的 1/2，但仍會造成製程的不良焊錫性變差。因此，製程管理者須謹慎從事。

SMOBC(Solder Mask Of Bare Copper)之噴錫製程完成後即進行成型步驟(十五)

## 十四 其他焊墊表面處理(OSP,化學鍍金,)

## 14.1 前言

錫鉛長期以來扮演著保護銅面,維持焊性的角色,從熔錫板到噴錫板,數十年光陰至此,碰到 幾個無法克服的難題,非得用替代製程不可:

- A. Pitch 太細造成架橋(bridging)
- B. 焊接面平坦要求日嚴
- C. COB(chip on board)板大量設計使用
- D. 環境污染 本章就兩種最常用製程 OSP 及化學鍍金介紹之

## 14.2 OSP

OSP 是 Organic Solderability Preservatives 的簡稱,中譯為有機保焊膜,又稱護銅劑,英文亦稱之 Preflux,本章就以護銅劑稱之。

### 14.2.1

種類及流程介紹

#### A. BTA(苯駢三氮唑)：BENZOTRIAZOLE

BTA 是白色帶淡黃無嗅之晶狀細粉,在酸鹼中都很安定,且不易發生氧化還原反應,能與金屬形成安定化合物。ENTHON 將之溶於甲醇與水溶液中出售,作銅面抗氧化劑 (TARNISH AND OXIDE RESIST),商品名為 CU-55 及 CU-56,經 CU-56 處理之銅面可產生保護膜,防止裸銅迅速氧化。

操作流程如表。

B. AI(烷基咪唑) ALKYLIMIDAZOLE PREFLUX 是早期以 ALKYLIMIDAZOLE 作為護銅劑而開始,由日本四國化學公司首先 開發之商品,於 1985 年申請專利,用於蝕刻阻劑 (ETCHING RESIST),但由於色呈透明檢 測不易,未大量使用。其後推出 GLICOAT 等,係由其衍生而來。

GLICOAT-SMD(E3)具以下特性:

- 與助焊劑相容,維持良好焊錫性
- 可耐高熱鍍錫流程
- 防止銅面氧化

操作流程如表。

#### C. ABI (烷基苯咪唑) ALKYL BENZIMIDZOLE

由日本三和公司開發,品名為 CU COAT A,為一種耐濕型護銅劑。能與銅原子產生錯合物 (COMPLEX COMPOUND),防止銅面氧化,與各類錫膏皆相容,對焊錫性有正面效果。

操作流程如表。

D. 目前市售相關產品有以下幾種代表廠家:

醋酸調整系統:

- GLICOAT-SMD (E3) OR (F1)
- WPF-106A (TAMURA)
- ENTEK 106A (ENTHON)
- MEC CL-5708 (MEC)
- MEC CL-5800(MEC)

甲酸調整系統:

## SCHERCOAT CU COAT A

## KESTER

大半藥液為使成長速率快而升溫操作，水因之蒸發快速，PH 控制不易，當 PH 提高時會導致 MIDAZOLE 不溶而產生結晶，須將 PH 調回。一般採用醋酸(ACETIC ACID)或甲酸(FORMIC ACID)調整。

## 14.2.2

有機保焊膜一般約  $0.4 \mu\text{m}$  的厚度就可以達到多次熔焊的目的，雖然廉價及操作單純，但有以下缺點：

- A. OSP 透明不易測量，目視亦難以檢查
- B. 膜厚太高不利於低固含量,低活性免洗錫膏作業，有利於焊接之  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  IMC 也不易形成
- C. 多次組裝都必須在含氮環境下操作
- D. 若有局部鍍金再作 OSP，則可能在其操作槽液中所含的銅會沉積於金上，對某些產品會形成問題
- E. OSP Rework 必須特別小心

## 14.3 化學鍍金

## 14.3.1 基本步驟

脫脂→水洗→中和→水洗→微蝕→水洗→預浸→鈹活化→吹氣攪拌水洗→無電鍍→熱水洗→無電金→回收水洗→後處理水洗→乾燥.

## 14.3.2 無電鍍

A. 一般無電鍍分為"置換式"與"自我催化"式其配方極多，但不論何者仍以高溫鍍層品質較佳

B.一般常用的鍍鹽為氯化鎳(Nickel Chloride)

C.一般常用的還原劑有次磷酸鹽類(Hypophosphite)/甲醛(Formaldehyde)/聯氨(Hydrazine)/硼氫化合物(Borohydride)/硼氫化合物(Amine Borane)

D.螯合劑以檸檬酸鹽(Citrate)最常見 E.槽液酸鹼度需調整控制，傳統使用氨水(Amonia)，也有配方使用三乙醇氨(Triethanol Amine)，除可調整 PH 及比氨水在高溫下穩定，同時具有與檸檬酸鈉結合共為鎳金屬螯合劑，使鎳可順利有效地沉積於鍍件上

F.選用次磷二氫鈉除了可降低污染問題，其所含的磷對鍍層品質也有極大影率

G.此為化學鍍槽的其中一種配方

配方特性分析:

a.PH 值的影響：PH 低於 8 會有混濁現象發生，PH 高於 10 會有分解發生，對磷含量及沉 積速率及磷含量並無明顯影響

b.溫度的影響：溫度影響析出速率很大，低於  $70^\circ\text{C}$  反應緩慢，高於  $95^\circ\text{C}$  速率快而無 法控制。 $90^\circ\text{C}$  最佳

c.組成濃度中檸檬酸鈉含量高，螯合劑濃度提高，沉積速率隨之下降，磷含量則隨螯合劑濃度增加而升高，三乙醇氨系統磷含量甚至可高到 15.5% 上下

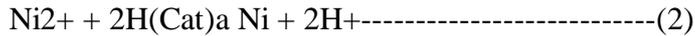
d.還原劑次磷酸二氫鈉濃度增加沉積速率隨之增加，但超過 0.37M 後槽液有分解現象，因此其濃度不可過高，過高反而有害。磷含量則和還原劑間沒有明確關係，因此一般 濃度控制在 0.1M 左右較洽當

e. 三乙醇氨濃度會影響鍍層的磷含量及沉積速率，其濃度增高磷含量降低沉積也變慢，因此濃度保持約 0.15M 較佳。他除了可以調整酸鹼度也可作金屬螯合劑之用

f. 由探討得知檸檬酸鈉濃度作適當調整可有效改變鍍層磷含量

H. 一般還原劑大分為兩類:

次磷酸二氫鈉( $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , Sodium Hypophosphate)系列及硼氫化鈉( $\text{NaBH}_4$ , Sodium Borohydride)系列，硼氫化鈉價貴因此市面上多以次磷酸二氫鈉為主 一般公認反應為:



銅面多呈非活化性表面為使其產生負電性以達到"啓鍍"之目的銅面採先長無電鍍的方式 反應中有磷共析故，4-12%含磷量為常見。故鍍量多時鍍層失去彈性磁性，脆性光澤增加，有利防鏽不利打線及焊接

### 14.3.3 無電金

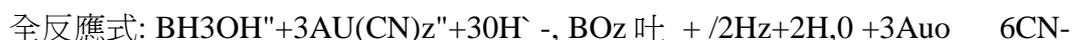
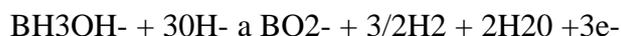
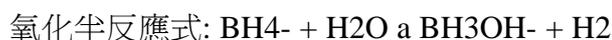
A. 無電金分為"置換式鍍金"與"無電金"前者就是所謂的"浸鍍金"(Immersion Gold plating) 鍍層薄且底面鍍滿即停止。後者接受還原劑供應電子故可使鍍層繼續增厚無電鍍。

B. 還原反應示性式為: 還原半反應:  $\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}^0$  氧化半反應式:  $\text{Red} \rightarrow \text{Ox} + \text{e}^-$  全反應式:  $\text{Au}^+ + \text{Red} \rightarrow \text{Au}^0 + \text{Ox}$ .

C. 化學鍍金配方除提供黃金來源的錯合物及促成還原的還原劑，還必須併用螯合劑、安定劑、緩衝劑及膨潤劑等才能發揮效用

D. 化學金配方組成及功用:

E. 部份研究報告顯示化學金效率及品質的改善，還原劑的選用是關鍵，早期的甲醛到近期的 硼氫化合物，其中以硼氫化鉀最普遍效果也佳，若與他種還原劑並用效果更理想。代表反應式如后:



F. 鍍層之沉積速率隨氫氧化鉀及還原劑濃度和槽溫提高而提升，但隨氰化鉀濃度增加而降低

G. 已商業化的製程操作溫度多為 90°C 左右，對材料安定性是一大考驗

H. 細線路底材上若發生橫向成長可能產生短路的危險 I. 薄金易有疏孔易形成 Galvanic Cell Corrosion K. 薄金層疏孔問題可經由含磷後處理鈍化方式解決

### 14.3.4 製程重點:

A. 鹼性脫脂: 為防止鈹沉積時向橫向擴散，初期使用檸檬酸系清潔劑。後因綠漆有疏水性，且鹼性清潔劑效果又較佳，同時為防止酸性清潔劑可能造成的銅面鈍化，故採磷酸鹽系直鍊非離子性清潔劑，以容易清洗為訴求。

B. 微蝕: 其目的在去除氧化獲得新鮮銅面，同時達到絕對粗度約 0.5-1.0  $\mu\text{m}$  之銅面，使得鍍鍍金後 仍能獲得相當粗度，此結果有助打線時之拉力。配槽以 SPS 150g/l 加少量鹽

酸，以保持氯離子約 200ppm 為原則，以提高蝕刻效率。

C.銅面活化處理 鈦約 3ppm,操作約 40°C，一分鐘，由於氯化鈦對銅面鈍化比硫化鈦為快，為得較好的鍍結合力自然是硫化鈦較適當。由於鈦作用同時會有少量 Cu<sup>+</sup>會產生，它可能還原成 Cu 也可能氧化成 Cu<sup>++</sup>，若成為銅原子則沉積會影響鈦還原。為使鈦還原順利須有吹氣攪拌，風量約為 0.1~0.15M<sup>3</sup>/M<sup>2</sup>\*min 以上，促使亞銅離子氧化並釋出電子以還原鈦，完成無電鍍沉積的動作。

D.活化後水洗: 為防止鍍層擴散,清除線路間之殘鈦至為重要，除強烈水洗也有人用稀鹽酸浸漬以轉化死角的硫化鈦防止鍍擴散。為促進鍍還原，熱水預浸將有助於成長及均勻性，其想法在提高活性使大小面積及高低電壓差皆因提高活性而使差異變小以達到均一的目的。

E.無電鍍: 操作溫度 85±5°C ,PH4.5~4.8，鍍濃度約為 4.9~5.1 g/l 間，槽中應保持鍍濃度低於 5.5，否則有氫氧化沉澱的可能，若低於 4.5g/l 則鍍速會減慢，正常析出應以 15 μm/Hr,Bath loading 則應保持約 0.5~1.5)dM<sup>2</sup>/l，鍍液以 5 g/l 為標準鍍量經過 5 個 Turn 即必須更槽 否則析出鍍品質會變差。鍍槽可以 316 不銹鋼製作，槽體事先以 50%硝酸鈍化，並以槽壁外加電解陽極以防止鍍沉積，陰極可接於攪拌葉通以 0.2~0.4 A/M<sup>2</sup>(0.018~0.037 ASF) 低電流，但須注意不能在槳葉區產生氣泡否則代表電流太強或鍍層太厚必須燒槽。建浴操作應維持在 PH=5~4.7 間，可用 NaOH 或 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 調整，PH 低於 4.8 會出現混濁，槽液老化 PH 操作範圍也會逐漸提高才能維持正常析出速度。因線路底部為死角，易留置反應後所留的殘鹼，因此對綠漆可能產生不利影響，必須以加強攪拌及震動使殘鹼及氣泡去除。

F.無電鍍磷含量: 一般無電鍍多以"次磷酸二氫鈉"為還原劑，故鍍層會含有一定量的磷約 4~6%，且部份呈結晶狀。若含量在 6~8% 中含量則多數呈非結晶狀，當高達 12% 的以上則幾乎全呈非結晶組織。就打線而言，中磷含量及硬度在 500~600HV 最佳，焊錫性也以 9% 最好。一般在添加四回後析出磷含量就會達到 10% 應考慮換槽，打線用厚度應在 130 μ 以上。

#### G.無電金:

以檸檬酸為錯合劑的化學金槽，含金 5g/l，槽體以 PP 為材質。PH=5.1~5.3 時可與銅作用，PH=4.5~4.8 時可與鍍作用實行鍍金，PH 可以檸檬酸調整之。一般操作溫度在 85°C，厚度幾乎會停止在 2.5 μ"左右，大約五分鐘就可達到此厚度，高的溫度固然可加快成長但因結晶粗反而防蝕能力較差。由於大半採置換反應，因此會有不少的鍍溶入液中，良好的管理最好不要讓鍍濃度超過 200ppm，到 400ppm 時金屬外觀及附著力都變差，藥水甚至變綠變黑，此時必須更槽。金槽對銅離子極敏感，20ppm 以上析出就會減緩，同時會導致應力增大。鍍鍍後也不宜久置，以免因鈍化而無法析鍍，故鍍後水洗完應儘速進入金槽，有時為了特定狀況則作 10%檸檬酸浸泡再進入金槽也能改善一些結合力。經鍍金後的鍍面仍難免有部份疏孔，此鍍件經水洗後仍應經一道封孔處理，如此可使底層鍍經有機磷的處理增加其耐蝕性。

#### 14.4 結語

A. OSP 製程成本最低,操作簡便,通常終檢電測完,包裝前作業之.但此製程因須裝配廠修改設備 及製程條件且重工性較差因此普及度仍不佳有待雙方努力.

B. 化鍍金製程則因成本極高,會鎖定某些領域的板子如 COB,IC Substrate 等,不會普及

化。

C. 目前也有其它較低成本而仍有化鍍金功能之產品如 Pd/Ni,Sn, Organic Silver 等,以後陸續會再做探討。

## 十五 成型(Outline Contour)

### 15.1 製程目的

爲了讓板子符合客戶所要求的規格尺寸，必須將外圍沒有用的邊框去除之。若此板子是 Panel 出貨（連片），往往須再進行一道程序，也就是所謂的 V-cut，讓客戶在 Assembly 前或後，可輕易的將 Panel 折斷成 Pieces。又若 PCB 是有金手指之規定，爲使容易插入，connector 的槽溝，因此須有切斜邊（Beveling）的步驟。

### 15.2 製造流程

外型成型(Punching or Routing)→V-cut+Beveling ( 倒角 )→清洗

#### 15.2.1 外型成型

外型成型的方式從 PCB 演變大致有以下幾個方式：

##### 15.2.1.1 Template 模板

最早期以手焊零件，板子的尺寸只要在客戶組裝之產品可容納得下的範圍即可，對尺寸的容差要求較不嚴苛，甚至板內孔至成型邊尺寸亦不在意，因此很多用裁剪的方式，單片出貨。

再往後演變，尺寸要求較嚴苛，則打樣時，將板子套在事先按客戶要求尺寸做好的模板(Template)上，再以手動銑床，沿 Template 外型旋切而得。若是大量，則須委外製作模具(Die)以沖床沖型之。這些都是早期單面或簡單雙面板通常使用的成型方式。

##### 15.2.1.2 沖型

沖型的方式對於大量生產，較不 CARE 板邊粗糙度以及板屑造成的影響時，可考慮使用沖型，生產成本 較 routing 爲低，流程如下：

模具設計→模具發包製作→試沖→First Article 量測尺寸→量產。

a. 模具製作前的設計非常重要，它要考慮的因素很多，例舉如下：

- (1) PCB 的板材爲何，(例如 FR4，CEM，FRI)等
- (2) 是否有沖孔
- (3) Guide hole (Aligned hole)的選擇
- (4) Aligned Pin 的直徑選擇
- (5) 沖床噸數的選擇
- (6) 沖床種類的選擇
- (7) 尺寸容差的要求

b. 模具材質以及耐用程度

目前國內製作模具的廠商水準不錯，但是材料的選用及熱處理加工，以及可沖次數，尺寸容差等，和日本比較，尙遜一籌，當然價格上的差異，亦是相當的大。

##### 15.2.1.3 切外型

因爲板子層次技術的提昇，以及裝配方法的改變，再加上模具沖型的一些限制，例如模具的高價以及修改的彈性不佳，且精密度較差，因此 CNC Routing 的應用愈來愈普遍。

A. 除了切外型外，它也有幾個應用：

- a. 板內的挖空(Blank)
- b. 開槽 slots
- c. 板邊須部份電鍍。

#### B. 作業流程：

CNC Routing 程式製作→試切→尺寸檢查(First Article)→生產→清潔水洗→吹乾→烘乾

##### a. 程式製作

目前很多 CAD/CAM 軟體並沒 Support 直接產生 CNC Routing 程式的功能，所以大部份仍須按 DRAWING 上的尺寸圖直接寫程式。注意事項如下：

(1) 銑刀直徑大小的選擇，須研究清楚尺寸圖的規格，包括 SLOT 的寬度，圓弧直徑的要求(尤其在轉角)，另外須考慮板厚及 STACK 的厚度。一般標準是使用 1/8 in 直徑的 Routing Bits。

(2) 程式路徑是以銑刀中心點為準，因此須將銑刀半徑 offset 考慮進去。

(3) 考慮多片排版出貨，客戶折斷容易，在程式設計時，有如下不同的處理方式，見圖 15.1

(4) 若有板邊部份須電鍍的規格，則在 PTH 前就先行做出 Slot，見圖 15.2

(5) Routing Bit 在作業時，會有偏斜(deflect)產生，因此這個補償值也應算入

##### b. 銑刀的動作原理

一般銑刀的轉速設定在 6,000~36,000 轉/分鐘。由上向下看其動作，應該是順時鐘轉的動作，除在板子側面產生切削的作用外，還出現一種將板子向下壓迫的力量。若設計成反時針的轉向，則會發生向上拉起的力量，將不利於切外形的整個製程。

##### 1 銑刀的構造

圖 15.3 是銑刀的橫切面以及各重點構造的介紹. Relief Angle 浮離角：減少與基材的摩擦而減少發熱. Rake Angle(摳角):讓 chip(廢屑)切斷摳起，其角度愈大時，使用的力量較小，反之則較大。Tooth Angle(Wedge Angle)楔尖角：這是 routing bit 齒的楔形形狀，其設計上要考慮銳利及堅固耐用。

##### 2. 偏斜 ( deflect )

在切外型的過程中，會有偏斜的情形，若是偏斜過多將影響精準程度，因此必須減少偏斜值。在程式完成初次試切時，必須量出偏斜的大小，再做補償，待合乎尺寸規格後，再大量生產。

影響偏斜的因素大致有如下幾個：

— 板子厚度

— 板材質

— 切的方向

— 轉速 根據這些因素，下面探討如何減少偏斜，以降低其造成的偏差。

— 銑刀必須標準化，如直徑、齒型等

— 針對不同板材選擇適用的銑刀

— 根據不同的材質，找出不同的轉速及切速，如 FR4 材質可以 24,000 轉/分鐘；至於切速一般而言速度愈快，偏斜值愈大；反之愈小。

— 若有必要，可設定兩次同樣的路徑，將因偏斜而較大尺寸的部分銑除。

一銑刀進行的路徑遵守一個原則：切板外緣時，順時針方向，切板內孔或小片間之槽溝時，以逆時針方向進行，見圖 15.4 的解說。

### C. 輔助工具

NC ROUTING 設備評估好壞，輔助工具部份的重要所佔比例非常高。輔助工具的定義是如何讓板子正確的定位，有效率的上、下板子，以及其排屑渣的功能，圖 15.5(a.b)是一輔助工具說明。

1 機械檯面(Machine Plate)必須讓工作面板對位 PIN 固定於其上，尺寸通常為 1/4 in 左右

2.工作面板(Tooling Plate)通常比機械檯面稍小，其用途為 bushings 並且在每支 SPINDLE 的中心線下有槽構(Slot)

3.Sub-plates：材質為 Benelax 或亞麻布及酚醛樹脂做成的，其表面須將待切板子的形狀事先切出，如此可以在正式切板時，板屑(chips)可以由此排掉同時其上也必須做出板子固定的 PIN 孔。其孔徑一般為 1/8 in。每次生產一個料號時，先將 holding-pins 緊密的固定於 pin 孔(pin 孔最好選擇於成型內)，然後再每片板套上(每個 piece 2 到 3 個 pin 孔)，每 STACK1~3 片，視要求的尺寸容差，PIN 孔的位置，應該在做成型程式時，一起計算進去，以減少誤差。

### D.作業小技巧

因為外型尺寸要求精度，依不同 P/N 或客戶而有所不同，就如不同 P/N，會設定不同定位孔一樣，因此有幾種切型及固定方法可以應用。不管何種方法，最小單一 piece(分離的)最小尺寸必須 0.15 in 以上。(用一般 1/8in Router)

1.無內 Pin 孔的方法：若無法找出成型內 Pin 孔時，可依圖 15.6 方式作業 a.先切單 piece 三邊。b.再以不殘膠膠布如圖貼住已切之所有 piece 所剩另一邊就可切除，TAPE 拉起時，也道將單 Piece 取出。此法之特徵：

準確度：±0.005in

速度：慢（最好用在極小 piece 且需切開的板子）

每個 STACK：每 STACK 僅置 1 panel

2.單一 Pin 方法：見圖 15.7 所指示，且須依序切之，此法的特徵

準確度：±0.005in

速度：快

每個 STACK：每 STACK 可多片置放

3.雙 pins 方法：見圖 15.8，此法準確度最高，且須銑兩次，第一次依一般標準速度，因有偏斜產生，因此須切第二次，但第二次速度加快至 200in/min。其特徵：

準確度：±0.002in

速度：快（上、下板因 pin 較緊，速度稍慢於單 pin）

每個 STACK：多片

## 15.2 V-cut (Scoring ,V-Grooving)

V-cut 一種須要直、長、快速的切型方法，且須是已做出方型外型(以 routing 或 punching)才可進此作業。見圖 15.9。時常在單 piece 有複雜外型時用之。

### 15.2.1 相關規格

A. V-Groove 角度，見圖 15.10，一般限定在 30°~90°間，以避免切到板內線路或太接近

之。

B. V-cut 設備本身的機械公差，尺寸不準度約在 $\pm 0.003\text{in}$ ，深度不準度約在 $\pm 0.006\text{in}$ 。因此，公司的業務，品管人員與客戶討論或製訂相關的製程能力或規格，應該視廠內的設備能力。勿訂出做不到的規格。

C. 不同材質與板厚，有不同的規格，以 FR4 來說， $0.060\text{in}$  厚則 web 厚約為  $0.014\text{in}$ 。當然深度是上、下要均等，否則容易有彎翹發生。CEM-3 板材  $0.060\text{in}$  厚，約留 web  $0.024\text{in}$ ；CEM-1 則留 web  $0.040\text{in}$ ，這是因含紙質，較易折斷。

D. 至於多厚或多薄的板子可以過此製程，除了和設備能力有關外，太薄的板子，走此流程並無意義（通常  $0.030\text{in}$  以下厚度就不做 V-cut 設計）。有些客戶對成型板邊粗糙度不要求，PCB 廠也有於切或沖 PANEL 後，設計 V-cut 製程，切深一些，再直接折斷成 piece 出貨。

E. V-cut 深度控制非常重要，所以板子的平坦度及機台的平行度非常重要。有專用 IPQC 量測深度之量規可供使用。

### 15.2.2 設備種類

A. 手動：一般以板邊做基準，由皮帶輸送，切刀可以做 X 軸尺寸調整與上、下深度的調整。

B. 自動 CNC：此種設備可以板邊或定位孔固定，經 CNC 程式控制所要 V-cut 板子的座標，並可做跳刀(Jump scoring)處理，深度亦可自動調整，同一片板子可處理不同深度。其產出速度非常快。

### 15.3 金手指斜邊(Beveling)

PCB 須要金手指(Edge connectors)設計，表示為 Card 類板子，它在裝配時，必須插入插槽，為使插入順利，因此須做斜邊，其設備有手動、半自動、自動三種。幾個重點規格須注意，見圖 15.11，一般客戶 DRAWING 會標清楚。

A.  $\theta^\circ$ 角一般為  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$

B. Web 寬度一般視板厚而定，若以板厚  $0.060\text{in}$ ，則 web 約在  $0.020\text{in}$

C. H、D 可由公式推算，或客戶會在 Drawing 中寫清楚。

### 15.4 清洗

經過機械成型加工後板面、孔內及 V-cut, slot 槽內會許多板屑，一定要將之清除乾淨。一般清洗設備的流程如下：

loading → 高壓沖洗 → 輕刷 → 水洗 → 吹乾 → 烘乾 → 冷卻 → unloading

#### 15.4.1 注意事項

A. 此道水洗步驟若是出貨前最後一次清洗則須將離子殘留考慮進去。

B. 因已 V-cut 須注意輕刷條件及輸送。

C. 小板輸送結構設計須特別注意。

### 15.5 品質要求

由於尺寸公差要求越趨嚴苛因此 First Article 要確實量測，設備的維護更要做到隨時保持容許公差之內。

接下來之製程為電測與外觀檢驗。

## 十六 電測

## 16.1 前言

在 PCB 的製造過程中，有三個階段，必須做測試

- 1.內層蝕刻後
- 2.外層線路蝕刻後
- 3.成品

隨著線路密度及層次的演進，從簡單的測試治具，到今日的泛用治具測試 及導電材料輔助測試，為的就是及早發現線路功能缺陷的板子，除了可 rework，並可分析探討，做為製程管理改善，而最終就是提高良率降低成本。

## 16.2 為何要測試

並非所有製程中的板子都是好的，若未將不良板區分出來，任其流入下 製程，則勢必增加許多不必要的成本。縱觀 PCB 製造史，可以發現良率一 直在提高。製程控制的改善，報廢的降低，以及改善品質的 ISSURE 持續 進行著，因此才會逐次的提高良率。

A. 在電子產品的生產過程中，對於因失敗而造成成本的損失估計，各階段都不同。愈早發現挽救的成本愈低。圖 16.1 是一普遍被接受的預估因 PCB 在 不同階段被發現不良時的補救成本，稱之為"The Rule of 10'S" 舉一簡單的例子，空板製作完成，因斷路在測試時因故未測出，則板 子出貨至客戶組裝，所有零件都已裝上，也過爐錫及 IR 重熔，卻在測試時 發現。一般客戶會讓空板製造公司賠償零件損壞費用、重工費、檢驗費。 但若於空板測試就發現，則做個補線即可，或頂多報廢板子。設若更不幸 裝配後的測試未發現，而讓整部電腦，話機、汽車都組裝成品再做測試才 發現，損失更慘重，有可能連客戶都會失去。

B. 客戶要求 百分之百的電性測試，幾乎已是所有客戶都會要求的進貨規格。但是 PCB 製造商與客戶必須就測試條件與測試方法達成一致的規格。下列是幾個兩 方面須清楚寫下的

- 1.測試資料來源與格式
- 2.測試條件如電壓、電流、絕緣及連通性
- 3.治具製作方式與選點
- 4.測試章
- 5.修補規格

C. 製程監控 在 PCB 的製造過程中，通常會有 2~3 次的 100%測試，再將不良板做重工，因此，測試站是一個最佳的分析製程問題點的資料搜集的地方。經由統計 斷，短路及其他絕緣問題的百分比，重工後再分析發生的原因，整理這些 數據，再利用品管手法來找出問題的根源而據以解決。通常由這些數據的 分析，可以歸納下面幾個種類，而有不同的解決方式。

1. 可歸納成某特定製程的問題，譬如連底材料都凹陷的斷路，可能是壓板 環境不潔(含鋼板上殘膠)造成；局部小面積範圍的細線或斷路比例高， 則有可能是乾膜曝光抬面吸真空局部不良的問題。諸如此類，由品管或 製程工程師做經驗上的判斷，就可解決某些製程操作上的問題。

2. 可歸成某些特別料號的問題，這些問題往往是因客戶的規格和廠內製程 能力上的某些衝突，或者是資料上的某些不合理的地方，因而會特別 突出這個料號製造上的不良。通常這些問題的呈現，須經歷一段的時 間及一些數量以上，經由測試顯現出它的問題，再針對此獨立料號加 以改進，甚至更改不同的製程。

3. 不特定屬於作業疏忽或製程能力造成的不良，這些問題就比較困難去做 歸納分析。而必須從成本和獲利間差異來考量因為有可能須添購設備 或另做工治具來改善。

D. 品質管制 測試資料的分析，可做品管系統設計的參數或改變的依據，以不斷的提昇品質，提高製程能力，降低成本。

### 16.3 測試不良種類

#### A. 短路

定義：原設計上，兩條不通的導體，發生不應該的通電情形。

見圖 16.2

#### B. 斷路

定義：原設計，同一迴路的任何二點應該通電的，卻發生了斷電的情形。

見圖 16.3 (a,b)

C. 漏電(Leakage) 不同迴路的導體，在一高抗的通路測試下，發生某種程度的連通情形，屬於短路的一種。其發生原因，可能為離子污染及濕氣。

### 16.4 電測種類與設備及其選擇

電測方式常見有三種：1.專用型(dedicated) 2.汎用型(universal) 3.飛針型 (moving probe), 下面會逐一介紹。決定何種型式，要考慮下列因素：1.待 測數量 2.不同料號數量 3.版別變更類頻繁度 4.技術難易度 5.成本考量。圖 16.4 是數量的多寡，測試種類及成本的關係 圖 16.5 則是製程技術須求與測試方式種類的關係。另外有一些特殊測試方式，也會簡述一二。

A. 專用型(dedicated)測試 專用型的測試方式之所以取為專用型，是因其所使用的治具 (Fixture) 僅適用一種料號，不同料號的板子就不能測試，而且也不能回收使用。(測試針 除外)

#### a. 適用

1.測試點數，單面 10,240 點，雙面各 8,192 點以內都可以測

2 測試密度，0.020" pitch 以上都可測，雖然探針的製作愈來愈細，0.020" pitch 以下也可測，但一成本極高，且測試穩定度較差，這些都會影響使用何種測試方式的決定。

b. 設備 其價位是最便宜的一種，隨測試點數的多寡價格有所不同，從台幣 40 到 200 萬不到。若再須求自動上、下板及分類良品，不良品的功能，則價格更高。

c. 治具製作 治具製作使用的資料，是由 CAD 或 Gerber 的 netlist 所產生，所以選點、編號、壓克力測試針盤用的鑽孔帶(含 SMT 各焊墊自動打帶)以及測試程式 等都由電腦來加以處理。

1 製作程序：選點→壓克力(電木板)鑽孔→壓針套→繞線→插針→套 FR4 板。

2 針的種類及選擇 現有針號 2,1,0,00,...一直到 6 個 0 都有,pitch 愈小須愈多 0 的針。

圖 16.6 是各類型探針及適用方式。

#### d. 測試

找出標準板→記憶資料→開始測試

#### e. 找點、修補

找點方式有兩種

1 是手製點位圖，用透明 Mylar 做出和板大小一樣的測試各點位置及編號，並按順序以線連接。

2 利用標點機及工作站，在螢幕上，顯示問題之線，即可立即對照板而 找正確的

位置 標示出正確位置後即進行確認修補，而後再進行重測，確認的過程中，通常會以三用電錶做工具來判斷。

f. 優,缺點 優點:

1Running cost 低

2.產速快

缺點:

1 治具貴

2.set up 慢

3.技術受限

#### B. 汎用型(Universal on Grid)測試

a. Universal Grid 觀念早於 1970 年代就被介紹,其基本理論是 PCB 線路 Lay-out 以 Grid(格子)來設計, Grid 之間距為 0.100",見圖 16.7 或者以密度觀點來看,是 100points/in<sup>2</sup>,爾後沿用此一觀念,線路密度,就以 Grid 的距離稱之. 板子電測方式就是取一 G10 的基材做 Mask,鑽滿 on grid 的孔,只有在板子須測試的點才插針,其餘不插.因此其治具的製作簡易快速,其針且可重複使用

b. On-grid test 若板子之 lay-out,其孔或 pad 皆 on-grid,不管是 0.100",或 0.050"其測試就叫 on-grid 測試,問題不大.見圖 16.8

c. Off-grid test 現有高密度板其間距太密,已不是 on-grid 設計,屬 Off-grid 測試,見圖 16.9 其 fixture 就要特殊設計.

d. 先進的測試確認與修補都由技術人員在 CAM Workstation 上執行.由 key- board 或 mouse 來移動 x,y 座標,多層板各層次之線路以不同顏色重疊顯示 在螢幕上,因此找點確認非常簡易.

e. 優,缺點 優點:

1.治具成本較低

2.set-up 時間短,樣品,小量產適合.

3.可測較高密度板

缺點:

1 設備成本高

2.較不適合大量產

#### C. 飛針測試(Moving probe)

a. 不須製作昂貴的治具,其理論很簡單僅須兩根探針做 x,y,z 的移動來逐一測試各線路的兩端點

b.有 ccd 配置,可矯正板彎翹的接觸不良.

c.測速約 10~40 點/秒不等.

d.優,缺點

優點:1 極高密度板如 MCM 的測試皆無問題

2.不須治具,所以最適合樣品及小量產.

缺點:1 設備昂貴

2.產速極慢

#### D. 其他測試方式

- a. 非接觸式 E-Bean
- b. 導電布,膠
- c. 電容式測試
- d. 最近發表的刷測(ATG-SCAN MAN)

## 十七、終檢

### 17.1 前言

PCB 製作至此，將進行最後的品質檢驗，檢驗內容可分以下幾個項目：

- A. 電性測試
- B. 尺寸
- C. 外觀
- D. 信賴性

A 項之電測，已在十六章介紹，本章將針對後三項 LIST 一般檢驗的項目，另外也列出國際間慣用的相關 PCB 製造的規範，供大家參考。

#### 17.2.1 尺寸的檢查項目(Dimension)

- 1. 外形尺寸 Outline Dimension
- 2. 各尺寸與板邊 Hole to Edge
- 3. 板厚 Board Thickness
- 4. 孔徑 Holes Diameter
- 5. 線寬 Line width/space
- 6. 孔環大小 Annular Ring
- 7. 板彎翹 Bow and Twist
- 8. 各鍍層厚度 Plating Thickness

#### 17.1.2 外觀檢查項目(Surface Inspection)

##### 一、基材(Base Material)

- 1. 白點 Measling
- 2. 白斑 Crazing
- 3. 局部分層或起泡 Blistering
- 4. 分層 Delamination
- 5. 織紋顯露 Weave Exposure
- 6. 玻璃維纖突出 Fiber Exposure
- 7. 白邊 Haloing

##### 二、表面

- 1. 導體針孔 Pin hole
- 2. 孔破 Void
- 3. 孔塞 Hole Plug
- 4. 露銅 Copper Exposure
- 5. 異物 Foreign particle
- 6. S/M 沾 PAD S/M on Pad
- 7. 多孔/少孔 Extra/Missing Hole

- 8.金手指缺點 Gold Finger Defect
- 9.線邊粗糙 Roughness
- 10.S/M 刮傷 S/M Scratch
- 11.S/M 剝離 S/M Peeling
- 12.文字缺點 Legend(Markings)

### 17.2.3 信賴性(Reliability)

- 1.焊錫性 Solderability
- 2.線路抗撕強度 Peel strength
- 3.切片 Micro Section
- 4.S/M 附著力 S/M Adhesion
- 5.Gold 附著力 Gold Adhesion
- 6.熱衝擊 Thermal Shock
- 7.離子汙染度 Ionic Contamination
- 8.濕氣與絕緣 Moisture and Insulation Resistance
- 9.阻抗 Impedance

上述項目僅列舉重點，仍須視客戶的規格要求以及廠內之管制項目來逐項進行全檢或抽檢。白蓉生先生 99 年微切片手冊有非常精彩的內容，值得大家去參閱。

### 17.3 相關規範

#### A. IPC 規範

編號 內容

- IPC-A-600 PCB 之允收規格
- IPC-6012 硬皮資格認可與性能檢驗
- IPC-4101 硬板基材規範
- IPC-D-275 硬板設計準則
- IPC-MF-150 銅箔相關規格
- I-STD-003A PCB 焊性測試
- IPC/JPCA-6202 單、雙面 FPCB 性能規範
- IPC-TM-650 各種測試方法
- IPC-SM-840 S/M 相關規範
- IPC-2315 HDI 及 Microvias 設計準則

#### B. Military 規範

編號 內容

- MIL-P-55110 硬板規範
- MIL-P-50884 軟板及軟硬板規範
- MIL-P-13949 基材規範
- MIL-STD-105 抽樣檢查規範

#### C. 其它

- UL 796 PCB 安規

結語：

品檢往往是 PCB 廠最耗人力的製程，雖然它是屬品管一部份，所以若能從製前設計就多考量製程的能力，而予以修正各種條件，可將良率提升，則此站的人力成本可降低。因為現有檢驗設備仍有無法取代人工之處。

未來，本公司將會針對品檢方面提供一圖、文、問題與解決內容的互動訓練光碟，供業界使用。

## 十八 包裝(Packaging)

### 18.1 製程目地

"包裝"此道步驟在 PCB 廠中受重視程度，通常都不及製程中的各 STEP，主要原因，一方面當然是因為它沒有產生附加價值，二方面是台灣製造業長久以來，不注重產品的包裝所可帶來的無法評量的效益，這方面日本做得最好。細心觀察日本一些家用電子，日用品，甚至食品等，同樣的功能，都會讓人寧願多花些錢買日本貨，這和崇洋媚日無關，而是消費者心態的掌握。所以特別將包裝獨立出來探討，以讓 PCB 業者知道小小的改善，可能會有大大的成效出現。再如 Flexible PCB 通常都是小小一片，且數量極多，日本公司包裝方式，可能為了某個產品之形狀而特別開模做包裝容器，(見圖 18.1)，使用方便又有保護之用。

### 18.2 早期包裝的探討

早期的包裝方式，見表過時的出貨包裝方式，詳列其缺失。目前仍然有一些小廠是依這些方法來包裝。

今日，國內 PCB 產能擴充極速，且大部份是外銷，因此在競爭上非常激烈，不僅國內各廠間的競爭，更要和前兩大的美、日 PCB 廠競爭，除了產品本身的技術層次和品質受客戶肯定外，包裝的品質更須要做到客戶滿意才可。

幾乎有點規模的電子廠，現在都會要求 PCB 製造廠出貨的包裝，必須注意下列事項，有些甚至直接給予出貨包裝的規範。

1. 必須真空包裝
2. 每疊之板數依尺寸大小有限定
3. 每疊 PE 膠膜被覆緊密度的規格以及留邊寬度的規定
4. PE 膠膜與氣泡布(Air Bubble Sheet)的規格要求
5. 紙箱磅數規格以及其它
6. 紙箱內側置板子前有否特別規定放緩衝物
7. 封箱後耐率規格
8. 每箱重量限定

目前國內的真空密著包裝(Vacuum Skin Packaging)大同小異，主要的不同點僅是有效工作面積以及自動化程度。

### 18.2 真空密著包著(Vacuum Skin Packaging)見

#### 18.2.1 操作程序

A. 準備：將 PE 膠膜就定位，手動操作各機械動作是否正常，設定 PE 膜加熱溫度，吸真空時間等。

B. 堆疊板：當疊板片數固定後，其高度也固定，此時須考慮如何堆放，可使產出最大，也最省材料，以下是幾個原則：

a. 每疊板子間距，視 PE 膜之規格(厚度)、(標準為 0.2m/m)，利用其加溫變軟拉長的原理，在吸真空的同時，被覆板子後和氣泡布黏貼。其間距一般至少要每疊總板厚的兩倍。太大則浪費材料；太小則切割較困難且極易於黏貼處脫落或者根本無法黏貼。

b. 最外側之板與邊緣之距亦至少須一倍的板厚距離。見圖 18.3 的示意圖。

c. 若是 PANEL 尺寸不大，按上述包裝方式，將浪費材料與人力。若數量極大，亦可類似軟板的包裝方式開模做容器，再做 PE 膜收縮包裝。另有一個方式，但須徵求客戶同意，在每疊板子間不留空隙，但以硬紙板隔開，取恰當的疊數(見圖 18.4)。底下亦有硬紙皮或瓦楞紙承接。

C. 啟動:A.按啟動,加溫後的 PE 膜,由壓框帶領下降而罩住檯面 B.再由底部真空 pump 吸氣而緊貼電路板,並和氣泡布黏貼。C.待加熱器移開使之冷卻後升起外框 D.切斷 PE 膜後,拉開底盤,即可每疊切割分開(見圖 18.5 之連續圖示)

D. 裝箱：裝箱的方式，若客戶指定，則必須依客戶裝箱規範；若客戶未指定，亦須以保護板子運送過程不為外力損傷的原則訂立廠內的裝箱規範，注意事項，前面曾提及尤其是出口的產品的裝箱更是須特別重視。

E. 其它注意事項：

a. 箱外必須書寫的資訊，如"口麥頭"、料號(P/N)、版別、週期、數量、重要等資訊。以及 Made in Taiwan(若是出口)字樣。

b. 檢附相關之品質證明，如切片，焊性報告、測試記錄，以及各種客戶要求的一些賴測試報告，依客戶指定的方式，放置其中。包裝不是門大學問,用心去做,當可省去很多不該發生的麻煩.

## 19、未來趨勢(Trend)

### 19.1 前言.

印刷電路板的設計，製造技術以及基材上的變革，弓受到電子產品設計面的變化影響外，近年來，更大的一個推動力就是半導體以及封裝技術發展快速，下面就這兩個產業發展影響 PCB 產業趨勢做一關連性的探討。

19.2 電子產品的發展朝向輕薄短小，高功能化、高密度化、高可靠性、低成本化的潮流、最典型的發展就是個人電腦的演變，通訊技術的革新，見圖 19.1 及 19.2，為了配合電子產品的革新，電子元件也有了極大的變革，高腳數、小型化 SMD 化及複雜化是面對的演進壓力。

19.3 對半導體而言，尺寸的細密化與功能的多元化促使半導體需求的接點隨之升高。而近來資訊的多媒體化，尤其是高品質影像的傳輸需求日益增加，如何在有限的空間下放入更多的功能元件，成為半導體構裝的最迫切需求。以往由於電子產品單價高，需求相對也不是非常快，使用壽命，則要求較長，應用領域也較受限制。相對於今天電子產品個人化、機動化、全民化、消耗品、高速化，以往訂定的標準已不符實際需要。尤其以往簡單半導體產品多用導線架封裝，較複雜的產品則採用陶磁或金屬真空包裝，在整體成本及電性上尚能滿足早期需求。今為了低單價，高傳輸速率、高腳數化需求，整體封裝產業型態隨之改觀。圖 19.3 是 I.C PACKAGING 的演變以及圖 19.4(a.b.c.d.e)示意圖。

### 19.4 對印刷電路板的影響

早期電路板只被定位母板及介面卡的載板的格局勢必為因應電子產品的轉變，而需作

調整，並賦予一個全新的觀念"電路板是輔助電子產品發揮功能的重要組件；電路板是一種構裝，是一種促使各構裝元件有效連結的構裝"。

電路板的型態極多，舉凡能建承載電子元件的配置電路都可稱為電路板。一般的定義，是以 Rigid PCB 及 Flexible-PCB 兩種為主。由於電子零件的多元化、元件的連結方式分野愈加模糊。隨之而來的是電路板的角色變得分界不清，例如內引腳之 BONDING 三種方法(圖 19.5)，就是一種電路板與半導體直接連接的方式。再如 MCM (Multichip Module)，是多晶片裝在一小片電路板或封裝基板上的一種組合結構。界限的模糊化促使電路板家族多了許多不同的產品可能性，因除發揮電路板的功能外，同時也達到如下的構裝基本目的。

1. 傳導電能(Power distribution)
2. 傳導訊號(Signal connection)
3. 散熱(Heat dissipation)
4. 元件保護(Protection)

見圖 19.6

電路板在高密度化後，由於信號加速電力密集也將與構裝一併考量，因此整體電路板與構裝的相關性愈來愈高。

### 19.5 印刷電路板技術發展趨勢

從兩方面探討現在及未來 PCB 製程技術的發展方向

#### 19.5.1 朝高密度，細線，薄形化發展

然而高密度的定義為何，見表

本表是國內正在努力的目標，甚至超越了 IPC 尖端板的定義 Build-UP 是解決此類艱難板子一個很好的方式，圖 19.7 描述了 Build-UP 製程的應用與選擇。

#### 19.4.2 封裝載板的應用

傳統 QFP 封裝方式，在超過 208 腳以上，其不良率就會升高很多，因此 Motorola 發展出"球腳陣列-Ball Grid Array"的封裝方式之後，到今天可說 BGA 已站穩其領導地位，雖然陸續有不同的設計與應用，但仍不脫離其架構。

圖 19.8(a.b)清楚的把 IC 封裝 ILB、OLB 的方式與 Substrate 的性能要求做一對照。國內 PCB 大廠陸續和國外簽約授權及技術移轉製造 BGA，如 Prolinx 的 V-BGA，Tessera 的  $\mu$ BGA 等。

#### A. BGA 基板

半導體因接點增多而細密化，封裝的形態也由線發展為面的設計，因此而有所謂從週邊(Peripheral) to 陣列(Array) 的趨勢。業界對封裝的利用有大略的分析，一般認為每一平方英寸若接點在 208 點以下可使用導線架，若超出則可能必須使用其它方式，例如：TAB 或 BGA、PGA、LGA 等，此類封裝都屬陣列式封裝 BGA(Ball Grid Array)是六、七年前由 Motorola 公司所發展出來的封裝結構，其製程代表性作法如圖 19.9: 不論此板的結構為幾層板，若其最後封裝形態是此種結構，我們稱它為 BGA 當然，如果一片基板上有多於一顆晶片的封裝，則它就是 MCM 型的 BGA 目前 BGA 主要的用途是個人電腦的晶片組、繪圖及多媒體晶片、CPU 等。

#### B. CSP(Chip Scale Package)基板:

對於隨身形及輕薄形的電子配件，更細緻化的封裝及更薄的包裝形式有其必要性。封裝除走向陣列化外，也走向接點距離細密化的路，CSP 的中文名稱目前多數的人將它翻

譯為"晶片級封裝"。它的定義是 [ 最後封裝面積 < 晶片面積\*1.2 ] 就是 CSP，一般來說 CSP 的外觀大多是 BGA 的型式。由此可以看出，CSP 只是一種封裝的定義，並不是一種特定的產品 目前主要的應用是以低腳數的產品為主，例如記憶體等晶片許多都是以 此包裝，對高腳數而言則有一定的困難度，目前應用並不普遍 典型的 CSP 斷面圖如圖 19.10:

#### C. 加成式電路板(Build up process):

Build up 電路板只是一種板子的形式與作法，隨著電路板的"輕、薄、短、小、快、多功、整合"需求，高密度是電路板發展的必然需求，尤其在特定的產品上，加成式的作法有其一定的利用價值，為促使高密度化實現，加成式電路板導入了雷射技術、光阻技術、特殊電鍍技術、填孔技術等，以架構出高密度的電路板形態

#### D. 覆晶基板(Flip Chip Substrate):

封裝在連結的形式上分為"內引腳接晶片(ILB-Inner Lead Bond)與外引腳接電路板(OLB-Outer Lead Bond)"，OLB 如 BGA 的球、PGA 的 Pin、Lead-ram 形封裝的 Lead 等、形式十分多樣化。ILB 則主要只有三類，分別是打金線類(Wire Bonding Type)、自動組裝軟片類(Tape Automation Bonding)、覆晶類(Flip Chip Bonding)。其示意形式如圖 19.11: 覆晶類基板因接點密度高，因此基板繞線空間極有限，未來在應用上難以避免要用到高密度技術，因此成為另一支持發展的產品。

針對先進技術與 IC PACKAGE 應用，因多屬各公司機密，將來本公司會針對已成熟且公開的製程技術再做一片光碟，提供更生動與深入的解說，敬請期待。

## 二十 盲／埋孔

談到盲／埋孔，首先從傳統多層板說起。標準的多層板的結構，是含內層線路及外層線路，再利用鑽孔，以及孔內金屬化的製程，來達到各層線路之內部連結功能。但是因為線路密度的增加，零件的封裝方式不斷的更新。為了讓有限的 PCB 面積，能放置更多更高性能的零件，除線路寬度愈細外，孔徑亦從 DIP 插孔孔徑 1 mm 縮小為 SMD 的 0.6 mm，更進一步縮小為 0.4mm 以下。但是仍會佔用表面積，因而又有埋孔及盲孔的出現，其定義如下：

#### A. 埋孔 (Buried Via)

見圖示 20.1，內層間的通孔，壓合後，無法看到所以不必佔用外層之面積

#### B. 盲孔 (Blind Via)

見圖示 20.1，應用於表面層和一個或多個內層的連通

### 20.1 埋孔設計與製作

埋孔的製作流程較傳統多層板複雜，成本亦較高，圖 20.2 顯示傳統內層與有埋孔之內層製作上的差異，圖 20.3 則解釋八層埋孔板的壓合疊板結構。圖 20.4 則是埋孔暨一般通孔和 PAD 大小的一般規格

### 20.2 盲孔設計與製作

密度極高，雙面 SMD 設計的板子，會有外層上下，I/O 導孔間的彼此干擾，尤其是有 V I P (Via-in-pad) 設計時更是一個麻煩。盲孔可以解決這個問題。另外無線電通訊的盛行，線路之設計必達到 RF(Radio frequency)的範圍，超過 1GHz 以上。盲孔設計可以達到此需求，圖 20.5 是盲孔一般規格。

盲孔板的製作流程有三個不同的方法，如下所述

## A · 機械式定深鑽孔

傳統多層板之製程，至壓合後，利用鑽孔機設定 Z 軸深度的鑽孔，但此法有幾個問題

- a · 每次僅能一片鑽產出非常低
  - b · 鑽孔機台面水平度要求嚴格，每個 spindle 的鑽深設定要一致否則很難控制每個孔的深度
  - c · 孔內電鍍困難，尤其深度若大於孔徑，那幾乎不可能做好孔內電鍍。
- 上述幾個製程的限制，已使此法漸不被使用。

## B · 逐次壓合法 (Sequential lamination)

以八層板為例 (見圖 20.6)，逐次壓合法可同時製作盲埋孔。首先將四片內層板以一般雙面皮的方式線路及 PTH 做出 (也可有其他組合；六層板+雙面板、上下兩雙面板+內四層板) 再將四片一併壓合成四層板後，再進行全通孔的製作。此法流程長，成本更比其它做法要高，因此並不普遍。

## C · 增層法 (Build up Process) 之非機鑽方式

目前此法最受全球業界之青睞，而且國內亦不遑多讓，多家大廠都有製造經驗。

此法延用上述之 Sequential lamination 的觀念，一層一層往板外增加，並以非機鑽式之盲孔做為增層間的互連。其法主要有三種，簡述如下：

a. Photo Defind 感光成孔式 利用感光阻劑，同時也是永久介質層，然後針對特定的位置，以底片做 曝光，顯影的動作，使露出底部銅墊，而成碗狀盲孔，再以化學銅及鍍銅全面加成。經蝕刻後，即得外層線路與 Blind Via，或不用鍍銅方式，改以銅膏或銀膏填入而完成導電。依同樣的原理，可一層一層的加上。

b. Laser Ablation 雷射燒孔 雷射燒孔又可分為三；一為 CO<sub>2</sub> 雷射。一為 Excimer 雷射，另一則為 Nd:YAG 雷射此三種雷射燒孔方法的一些比較項目，見表 20.1

c. 乾式電漿蝕孔 (Plasma Etching) 這是 Dyconex 公司的專利，商業名稱為 DYCOSTRATE 法，其比較亦見 表 20.1

上述三種較常使用增層法中之非機鑽孔式除表 20.1 的比較外，圖 20.7 以圖示，三種盲孔製程應可一目了然。濕式化學蝕孔 (Chemical Etching) 則不在此做介紹。圖 20.8 以之立體圖示各種成孔方式，可供參考。

解說了盲/埋孔的定義與製程，圖 20.9 則以立體圖示解釋，傳統多層板應用埋/盲孔設計後，明顯減少面積的情形。

埋/盲孔的應用勢必愈來愈普遍，而其投資金額非常龐大，一定規模的中大廠要以大量產，高良率為目標，較小規模的廠則應量力而為，尋求利基(Niche)市場。以圖永續經營。

西北人原创整理并提供在中国 PCB 论坛网

中国 PCB 技术网制作 PDF 文件

<http://www.pcbtech.net>

<http://www.pcbbs.com>

<http://www.pcbnet.net>

<http://www.pcbtrade.com>

2005-3-21