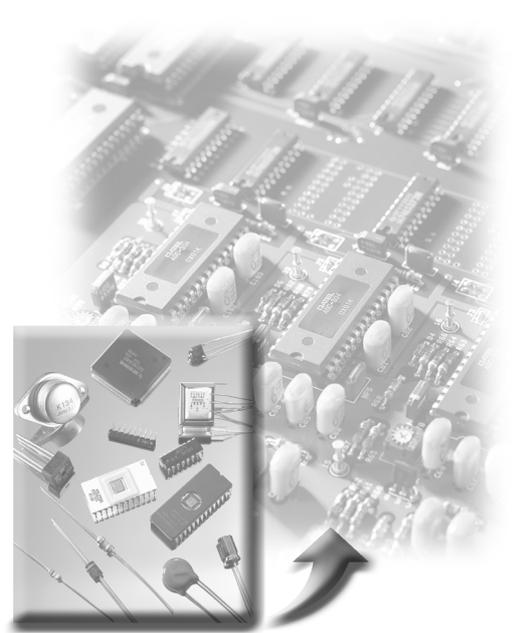


導線架



導線架 (lead frame) 是絕大多數第一層次塑膠構裝所需的元件。其形狀則依構裝型式的不同，而有些許的差異，圖 6.1(a)~(c) 分別為 LED (light emitting diode)、DIP 及 QFP 之導線架。導線架為金屬合金所加工製成，其主要功能為承載晶片並作為電氣連通與熱去除的管道。如圖 6.1(a)~(c) 所示，在各種導線架上皆留有承載晶片的位置，於黏晶製程中將晶片固定於此位置上。於接著的銲線製程中，將晶片上的鋁墊與導線架上對應的接點，以金屬線連接，完成電的導通。在壓模之製程中，以封裝材將晶粒以及銲線之接點包覆。裸露於封裝材外之導線架部份，經過成型製程後成為第一層次構裝元件的「腳」。這些「腳」也就是將來第一層次構裝元件，主要以軟焊的方法與印刷電路板連通之部份。上述通路除了是電的通道外，因金屬具較佳的散熱性質，由導線架傳至印刷電路板的路徑，亦是主要的散熱通路。在國際市場上，導線架的主要的供應者為日本的廠商。國內的導線架工業已有基礎，生產的廠家頗多，如佳茂、旭龍、華通、新台、中信、利汎等公司。上述公司的生產以滿足國內的需求為主，出口量微乎其微。在產品腳數的需求方面，雖然高腳數的比例逐年增加，但目前在 100 腳左右的產品，仍是最主要的需求。

導線架所最常使用的材料為銅合金與 Alloy 42 (Ni-58 wt% Fe)，亦有使用 Kovar 合金者。導線架廠通常並不生產金屬板片，在整個生產流程上導線架廠的工作是從買進金屬板片開始。導線架之製作之方法主要為沖壓 (stamping) 與蝕刻 (etching) 二種程序，亦可以以電鑄的方法。沖壓為一

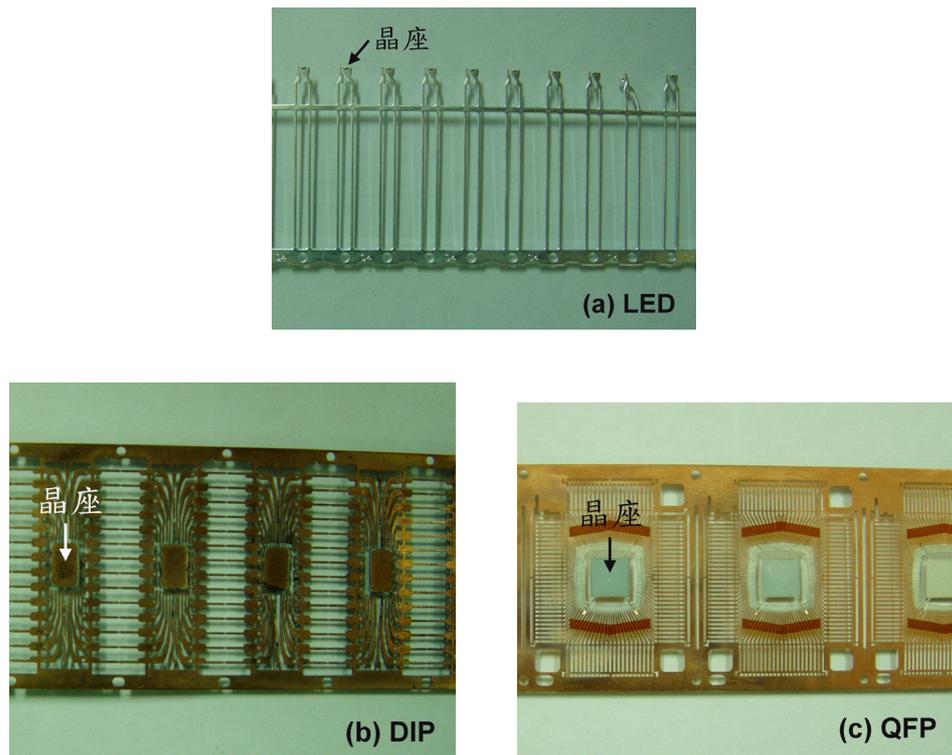


圖 6.1

項機械的製程，依模具的設計，通常為漸進模 (progression die) 的形式，也就是說通常需經多次之沖壓，始將板片上不須的部份切除。若沖壓的模具設計不良或刀具不利，則會產生毛邊 (burr) 與變形的現象，形成不良品。蝕刻的製程與沖壓不同，它主要是經過光罩與光阻，利用曝光顯影來將板片上不須的部份露出來，並以蝕刻的程序將之去除。沖壓與蝕刻製程比較，前者具有量大、速度快、變動成本小之優點，但亦具有模具開發時間長，以及需有較大之設備投資之缺點。因此沖壓在量大之標準規格品之生產上較為有利，蝕刻則將在少量多樣之產品生產上佔上風。除了上述之優缺點外，從沖壓製程所產生之廢棄物主要為切下來之金屬屑，而從蝕刻製程所產生者則為含金屬離子之廢水。從環保處理之觀點上，前者可以回收重熔再製金屬，會比廢水之處理容易許多。但是以沖壓製程生產在高腳數之產品技術難度較高，而以蝕刻製程則通常較無困難。因此可以預見的是，隨著未來環保規範之要求，沖壓之製程應是較為合理之選擇。但是在高腳數產品之製作上，仍需依賴蝕刻之製程。

經過上述的製程後，導線架的外觀與尺寸已大致成型，緊接著為電鍍的製程。為了黏晶與鉚線之需求，在必要的位置上，以電鍍的方法鍍上一層金屬，以改善導線架的表面性質。鍍銀是市面上最常見的處理，此外鍍鎳與鍍金亦是可見的處理。電鍍依其涵蓋的部位，可分為全鍍與選擇鍍。全鍍的製程因不須模具的設計，通常製程較為容易，但是其所消耗的鍍液較多。所以如果擬生產的產品具有足夠的量，一般皆考慮使用選擇鍍。選擇鍍或稱部份鍍則僅針對所需的部份進行電鍍，主要是晶座與鉚線之部份。選擇鍍之進行需有特定之模具，以將不擬鍍上金屬之部份遮住。在電鍍進行之初，通常將整條金屬片先浸入防鍍液中。再以溶液與清水將擬被鍍之區域清洗，此步驟一般稱為「活化」。活化之後就可以進行電鍍，一般常常先預鍍銅後，才開始鍍銀。電鍍完成後，仍需進行後處理，包括將電鍍後之產品，以蝕刻方式除去於不當位置上之鍍層。通常經過上述之模具遮蔽與防鍍處理，於不當位置上仍然偶而出現之鍍層，其厚度皆會比正常之鍍層薄許多，所以可以藉著蝕刻將之簡易去除。電鍍完成後，對細腳距的導線架通常須要貼膠 (taping)，防止腳的變形。再進行凹壓 (downset)，即將晶座部份依設計向下壓出特定之角度。最後再依需求，切出一定的長度，以便包裝出貨。

因上述功能的需求，理想的導線架材料為具有高導電性、高熱傳導性、足夠之機械強度與良好之成型性、良好的焊接性 (solderability)、良好的抗腐蝕性、適宜之熱膨脹係數與足夠之耐熱性。如前所述 42 合金的組成為 Fe-42 wt% Ni，Kovar 合金的組成則為 Fe-29 wt% Ni-17 wt% Co。銅合金的種類繁多，但是銅皆為其最主要的組成元素。表 6.1 所列為常見的銅合金與 42 合金性質之比較，一般而言銅合金的導電性與導熱性較 42 合金為佳，價格也較便宜，因此在市場上也較佔上風。導電性是導線架最重要之特性，表中之 IACS 是 International Annealed Copper Standard 的縮寫，其數值則是將合金的導電性與純銅的導電性比較而得。由表 6.1 中可見 42 合金的強度比較一般的銅合金高，耐熱性較佳 (軟化溫度較高)，尤其重要的是其熱膨脹係數比銅合金小，且與矽基材接近。除了上述的特性外，導線架成型過程中的性質需求，尚包括了成形性、可電鍍性等，這些性質以銅合金較佳。焊接性質亦是導線架材料需考慮的特性之一，銅合金雖較 42 合

表 6.1

導線架 合金種類	熔點 (°C)	比重	熱傳導率 (W/m °C)	熱膨脹係數 (ppm/°C)	電傳導率 (% IACS)	強度 (GPa)	楊式係數 (GPa)	維式 硬度
銅 -0.1 鈳	1000	8.94	359.8	17.7	90	0.35	120.37	104
銅 -2.3 鐵 -0.03 磷 -0.1 鋅	1009	8.8	261.5	16.3	65	0.41	120.37	135
銅 -1.5 鐵 -0.8 鈳 -0.6 錫 -0.1 磷	1090	8.92	196.65	16.9	50	0.47	118.89	147
銅 -0.034 銀 -0.058 磷 -0.11 鎂	1002	8.91	347.27	17.7	86	0.4	117.43	120
銅 -0.1 鐵 -0.058 磷	1083	8.9	435.14	17	92	0.39	120.37	125
銅 -3.2 鎳 -0.7 矽 -0.3 鋅	1090	8.9	219.66	17	55	0.54	124.28	180
銅 -0.1 鐵 -0.03 磷 -0.1 鋅	1083	8.9	376.56	17	82	0.39	127.22	140
銅 -0.1 鐵 -0.03 磷 -2.0 鋅	1068	8.9	133.89	16.5	35	0.54	120.37	180
銅 -0.2 鎳 -0.15 磷 -2.0 鋅	1065	8.8	154.81	16.9	30	0.59	112.54	185
銅 -0.006 磷 -0.15 鋅	1083	8.9	376.56	17.7	92	0.34	117.43	105
銅 -0.75 鐵 -0.03 磷 -1.25 錫	1075	8.8	138.07	16.7	40	0.48	117.43	150
鐵 -12 鉻	NA	7.8	24.27	11	30	0.62	19.96	220
銅 -0.6 鐵 -0.05 鎂 -0.02 磷 -0.23 錫	1085	8.82	261.5	16.9	65	0.56	120.37	160
銅 -0.6 鐵 -0.02 磷 -0.05 鎂	1086	8.84	320.49	16.8	80	0.45	118.41	144
銅 -1.0 鎳 -0.2 矽 -0.03 磷	1090	8.9	259.41	16.9	60	0.55	127.22	160
58 鐵 -42 鎳 (42 合金)	1425	8.15	15.89	4.3	3	0.64	144.83	210

金有較佳的沾錫性質，但是因銅合金的氧化情形較嚴重，所以不論是銅合金或 42 合金的「腳」，皆須再經表面的處理始能符合產品的焊接性質要求。導線架之軟化，是指導線架因後續之焊接與預燒製程，而產生之材料強度降低之情形。金屬板片之製作流程主要是，首先依據合金的設計，將組成配製好，經過熔鍊、鑄造的程序，製備合金鑄錠。此合金鑄錠再經熱壓、冷壓與熱處理等程序，得到所須的材料板片。軟化之現象，主要是來自不當之晶粒成長與退火。

溼潤性之測定通常作為焊接性之指標，一般溼潤性又有濕潤速率與溼潤能力二種不同之特性。在工業界中沾錫測試是很常見的方法，其測試的方法是將試片插入錫湯中後抽出。從試片上沾錫的情形，作為沾錫良窳之判斷，如試樣是否有脫錫 (dewetting) 之情形？如果是完全沾了錫，其表面是否均勻？如果有部份脫錫之情形，其脫錫所佔之面積比例是多少？沾錫

測試是相當定性式的測試，對於定量量測，使用溼潤天平 (wetting balance) 是較佳之選擇。如圖 6.2 所示，溼潤天平包括了天平、試樣夾具與加熱之容器等三個主要部份。加熱之容器主要用來加熱待測之錫錫，試樣夾具則是夾持待測之試片。待測之試片以夾具夾住後，以控制之速率插入錫湯中，在一定之插入深度後停止，於一定之滯留時間後抽出錫湯。天平則量測整個測試過程中，試片上之受力的改變。圖 6.3 是力與測試時間的圖，一般稱為溼潤曲線。從圖中可知，在試片剛接觸到錫湯時，因錫湯表面張

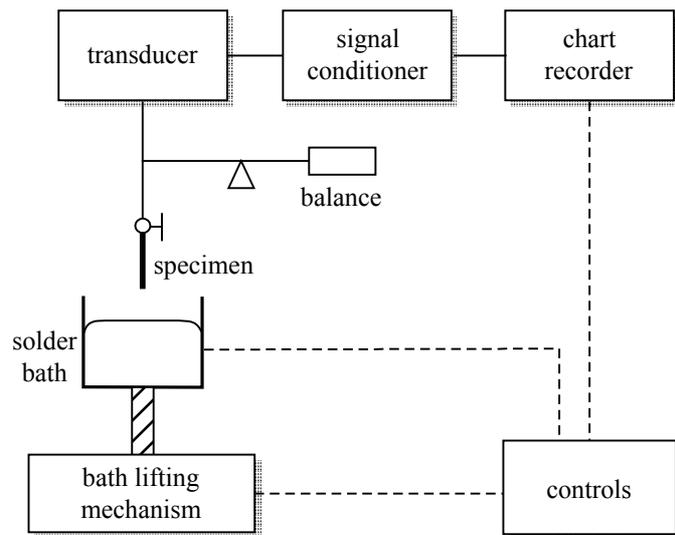


圖 6.2

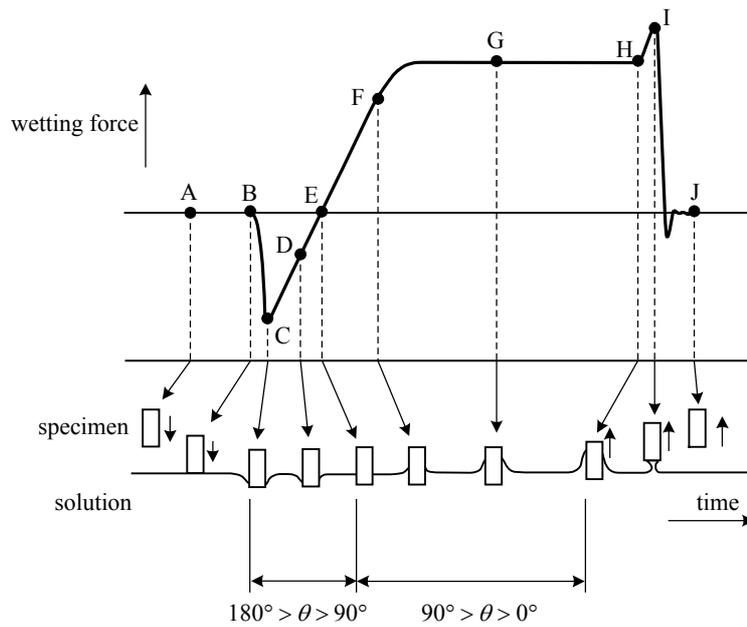


圖 6.3

力之推擠與試片於錫湯中之浮力，試片會承受到往上的力。等到錫湯開始潤溼試片，其所承受之浮力依舊，但是原來將試片往上推之表面張力，改變成將試片下拉之力量。圖 6.3 中溼潤曲線回到淨力為原試片重量時，其所需之時間，被定義為溼潤時間 (wetting time)。當插入之深度固定後，重力、浮力、表面張力間會於一段時間達成平衡，於溼潤曲線上可以看到的部份就是持平之部份，一般稱為溼潤力 (wetting force)。溼潤時間所表示之溼潤性為溼潤速率，而溼潤力所表示的則為溼潤的能力。溼潤性量測雖然看起來頗為直接，但是一經深思則可以瞭解到是十分複雜之現象。以此間所提之導線架銅合金與錒錫之溼潤性為例，當銅合金試片接觸到錒湯時，試片會立刻有溶入錒湯與於界面生成介金屬相之反應發生。於是試片之重力改變，並產生新的界面，此種反應濕潤 (reactive wetting) 現象十分之複雜，卻又存在於大部份之系統中，值得深入之探討。

圖 6.1(a)~(c) 是常見之導線架形態，近來因微型化之需求，發展出 LOC (lead-on-chip) 之構裝型態。與傳統之導線架比較，LOC 型態構裝之導線架有不太一樣的地方。LOC 有 Tape-LOC 與 MF-LOC 二種主要型態，

分別顯示於圖 6.4(a) 與 (b)。圖 6.4(a) 是 tape-LOC 之導線架，與傳統之導線架比較，最顯著之不同點在於導線架之中央並無晶座。晶粒以膠片黏著於導線架之下方，而晶片中供銲線連接用之鋁墊分佈於晶粒之中間位置，有別於傳統構裝型態之於晶粒四週。銲線從晶粒中間之鋁墊，往外向上連接至導線架上。由接點之位置可以看出，以 LOC 之方法構裝，其

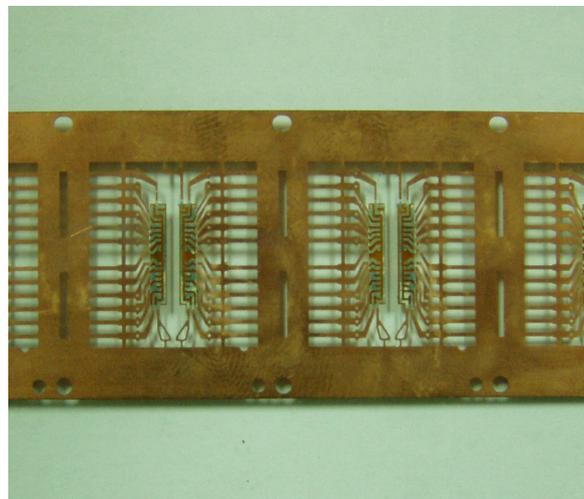
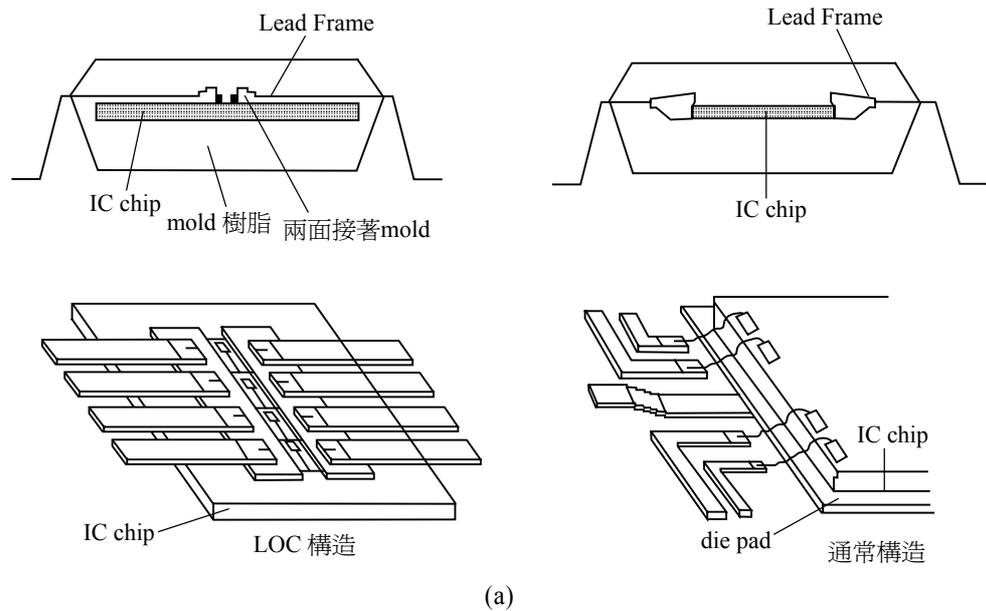


圖 6.4

於導線架上金線之接點仍位於晶粒內，有別於傳統構裝型態中接點必位於晶粒外。也因此 LOC 之構裝型態，將能縮小整個構裝所佔之體積。MF-LOC 是 multi-frame LOC 之縮寫，MF-LOC 爲了改進 tape-LOC 無晶座，所可能產生之可靠度問題，遂將導線架分成上架與晶座架二部份。晶粒可以傳統黏晶之辦法，固定於晶座架上，再將晶座架與上架結合，成爲一完整之導線架。MF-LOC 固然可以提高產品之可靠率，但製程遠較 tape-LOC 複雜。



參考文獻

1. “Electronic Materials Handbook, Vol. 1: Packaging”, ASM International, Materials Park, Ohio, 1989.
2. 葉政星，工業材料，第 102 期，1995，pp.63-69。
3. 葉宗壽、與資重興，第 120 期，1996，pp.70-78。
4. 董麗蓉，工業材料，第 127 期，1997，pp.156-159。
5. 李柔儀，碩士論文，國立清華大學，2001。
6. 陳俊夫，private communication，1997。



本章習題

1. 導線架的功能爲何？
2. 導線架的主要材料爲何？
3. 請寫出導線架的主要生產流程。
4. 請舉出三家主要的導線架廠商。