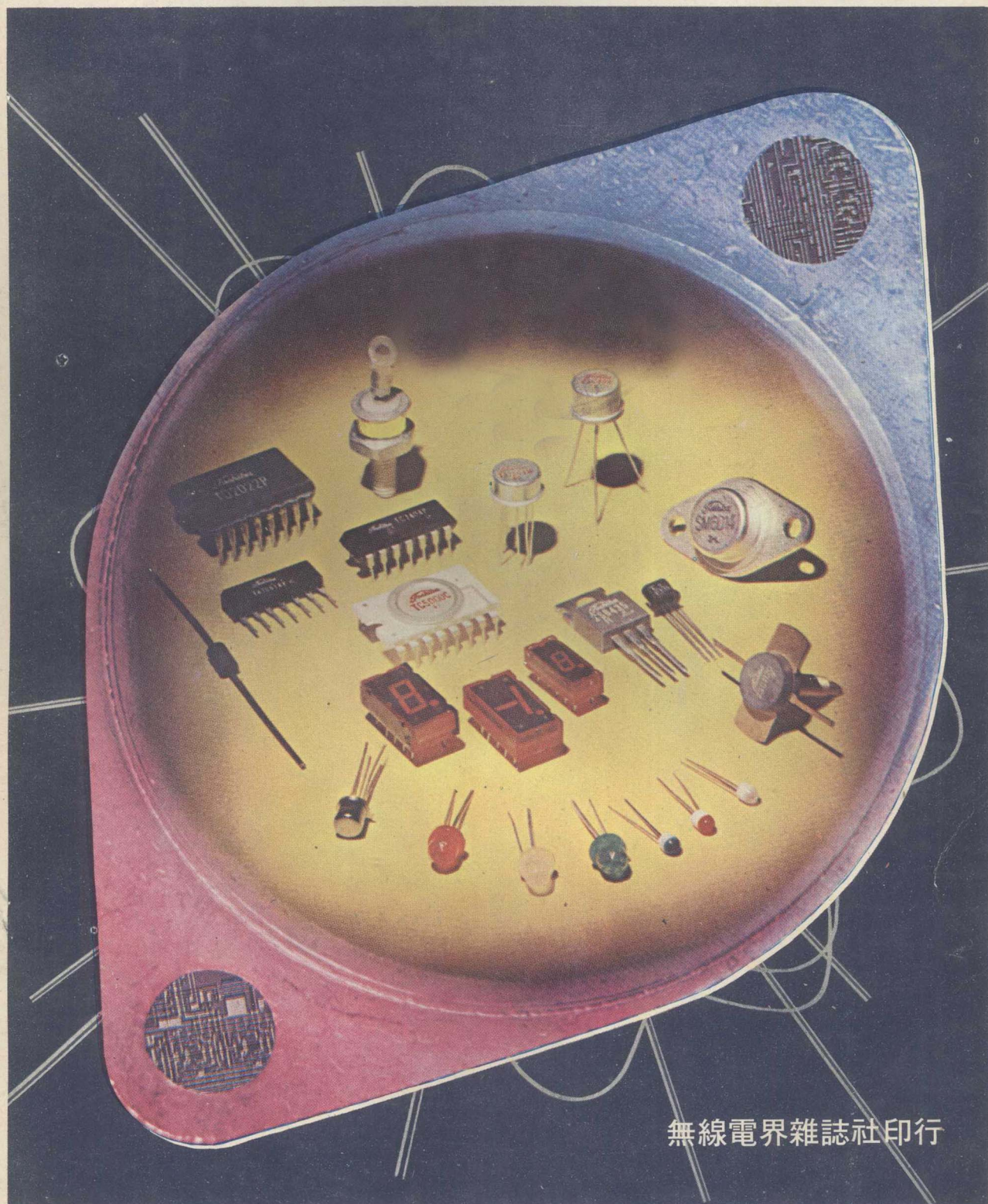


# 電晶體電路製作集錦(三)

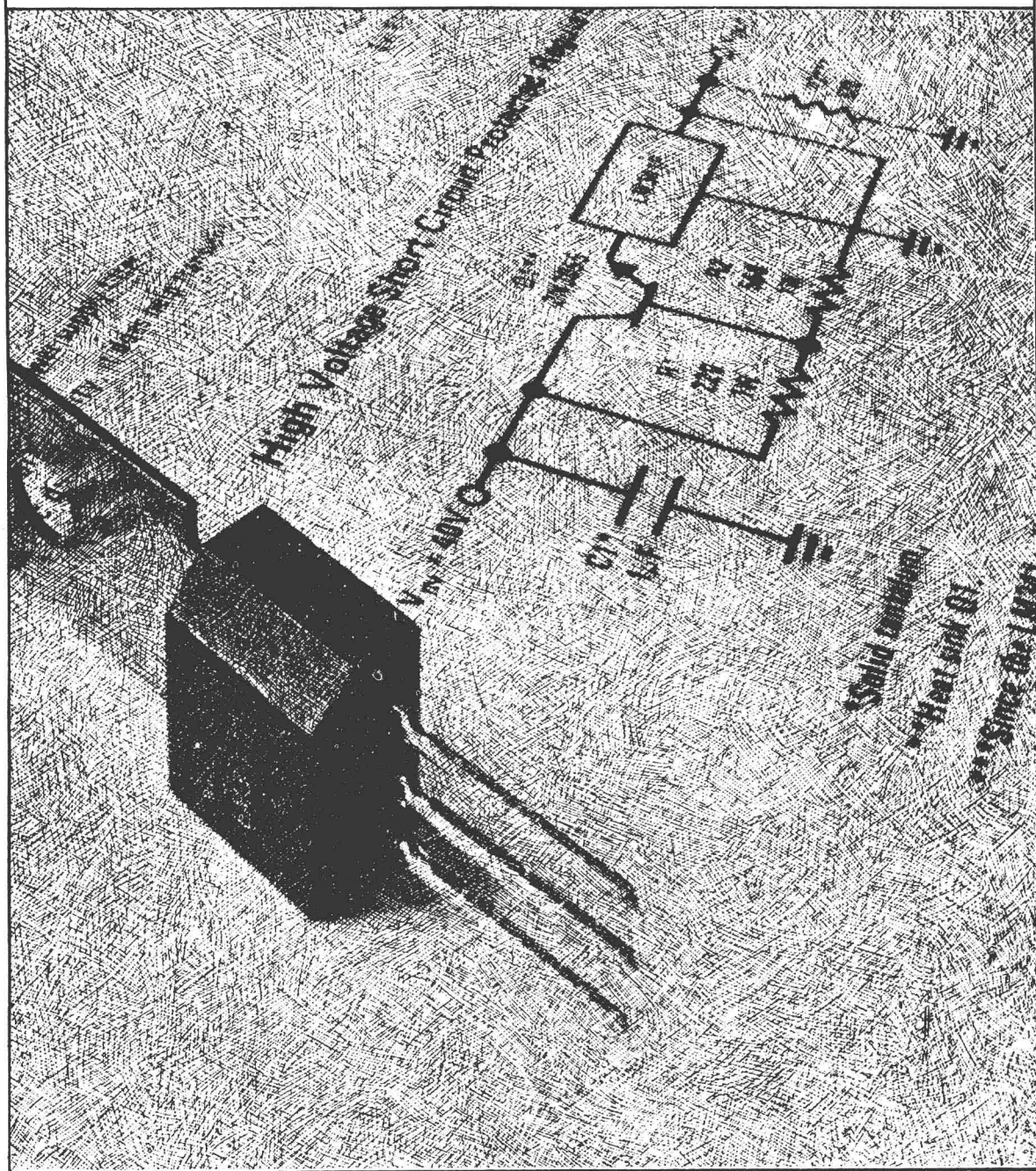
無線電界月刊社編



無線電界雜誌社印行

# 電晶體電路製作集錦(三)

無線電界月刊社編



# 無線電界

綜合電子・電視技術  
ELECTRONICS & RADIO-TV TECHNIC

發行人兼主編：黃鑑村(T.C. Hwang)  
行政院新聞局登記證：局版台誌字第1026號

◎出版日期：每月十五日出版

◎主要內容包括：

1. 新知識介紹——報導世界新穎電子裝備技術資料。
2. 設計計算——專載有關無線電機電路、音響機器電路、邏輯電路、及各種自動控制電路之設計計算。
3. 研究和解說——介紹電子基本知識和應用技術。
4. 實驗與製作——介紹收音機、擴音機、錄音機、無線電對講機、電視機、發射機、及自動控制機器等之裝置技術。
5. 初學園地——有系統性介紹電子裝備的基本知識。
6. 檢修術——介紹電子裝備之故障檢查及調整、修理技術。
7. 各種新式線路——分析各種無線電機、音響裝置、遙控裝置及自動控制方面之新式線路圖。
8. 連載講座——介紹各種電子裝備之原理、儀器的使用、電路的測試方法及線路設計等。

◎訂閱無線電界月刊辦法：

全省各地讀友請利用本劃撥單在當地郵局劃撥郵政儲金帳戶2756號訂閱。全省各地郵局窗口均可代辦訂閱手續。

◎訂閱無線電界月刊價格：

1. 全年12期特價新台幣：360元
2. 零售每期新台幣：35元
3. 如需掛號投寄，請預付掛號郵費每期7元，12期共84元。

## 無線電界雜誌社

社址：台北市復興南路13號之1

電話：7112765・7219828

郵政劃撥帳號：2756

欄 信 通

基本訂戶編號：

此欄係備寄款人與帳戶通訊之用，惟所附言應以關於該次劃撥事項為限，並請勿粘附紙條或文件。

欄 信 通

基本訂戶編號：

此欄係備寄款人與帳戶通訊之用，惟所作附言應以關於該次劃撥事項為限，並請勿粘附紙條或文件。

# 電晶體電路

## 製作集錦(三)

### 目錄

#### 一、電子裝備之裝配技巧

- (1)使用烙鐵之焊接技術..... ( 1 )
- (2)焊錫作業之基本技術..... ( 5 )
- (3)拆焊技術..... ( 12 )
- (4)防止焊錫流動之方法..... ( 15 )

#### 二、電子音樂電路

- (1)電子風琴的製作法..... ( 19 )
- (2)BAG - TONE 之製作..... ( 23 )
- (3)音樂警報器之製作..... ( 26 )
- (4)電子小鳥之製作..... ( 30 )
- (5)緊急警報器的製作..... ( 33 )
- (6)用 IC 製作的音樂節奏產生器... ( 37 )
- (7)電子節拍器之製作..... ( 41 )
- (8)基本節拍器..... ( 44 )

#### 三、防盜器電路

- (1)電子防盜器..... ( 46 )
- (2)計算機防盜器..... ( 48 )
- (3)汽車用防盜警報器..... ( 49 )

#### 四、邏輯電路

- (1)電子幸運輪..... ( 51 )
- (2)井字遊戲邏輯機..... ( 53 )
- (3)電子骰..... ( 58 )

- (4)緣份測驗器..... ( 61 )
- (5)意中人猜測器..... ( 64 )
- (6)多工式 LED ..... ( 67 )

#### 五、汽車用電子電路

- (1)汽車邏輯警報系統..... ( 69 )
- (2)利車燈示警器..... ( 71 )
- (3)用在車輛上擴展刻度電壓表..... ( 76 )
- (4)點火定時燈..... ( 79 )
- (5)固態汽車點火系統..... ( 83 )

#### 六、照像器材輔助電路

- (1)攝影界之螢火蟲..... ( 89 )
- (2)音波控制SCR 閃光燈開關..... ( 92 )
- (3)閃光燈測光錶..... ( 94 )
- (4)照像計時器..... ( 96 )
- (5)暗室中的印相計..... ( 100 )
- (6)電子藝術家..... ( 104 )
- (7)掃描遮光器之製作..... ( 110 )

#### 七、定時電路

- (1)使用NE - 555 V 製作的電子定時器..... ( 118 )
- (2)五分鐘熱一分鐘冷之計時器..... ( 122 )
- (3)簡易擬定式定時器..... ( 124 )
- (4)附定時裝置的數字時鐘..... ( 131 )
- (5)數位式定時器..... ( 138 )
- (6) 12 小時 ON/OFF 四次之定時器..... ( 147 )

#### 八、自動控制電路

- (1)電源警衛..... ( 156 )
- (2)精巧的錄音機控制器..... ( 159 )
- (3)家庭用緊急照明系統..... ( 162 )

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| (4) 停電警報器.....                  | (165) |
| (5) 自動燈光控制系統.....               | (167) |
| (6) 具備一部就可做各種遊戲的電子<br>玩意兒.....  | (170) |
| (7) 家庭用電源裝置的設置法.....            | (173) |
| (8) 順序點滅式閃光器.....               | (178) |
| (9) 電燈自動點亮裝置.....               | (180) |
| (10) 熱帶魚用水槽的溫度控制.....           | (183) |
| (11) 自製氣體感測器.....               | (186) |
| (12) IC 光調變器.....               | (188) |
| (13) 利用相位流通角控制的電扇之速<br>度調整..... | (190) |
| (14) 容易裝組的遙控模型汽車.....           | (194) |

## 九、電子儀表電路

|                      |       |
|----------------------|-------|
| (1) 自動二極體檢查器.....    | (203) |
| (2) 曲線驗跡器.....       | (205) |
| (3) 電晶體計核器.....      | (208) |
| (4) 數位式電晶體試驗器.....   | (212) |
| (5) IC 檢驗器.....      | (217) |
| (6) 筆型邏輯檢查器.....     | (222) |
| (7) 邏輯探針.....        | (225) |
| (8) 測試數位電路之小工具.....  | (226) |
| (9) 迷你伏特計.....       | (231) |
| (10) 交流電源監察器.....    | (233) |
| (11) 單積體電路電容表.....   | (234) |
| (12) 正弦波倒換器.....     | (236) |
| (13) 讀數準確的線性歐姆表..... | (240) |
| (14) 功能產生器叢談.....    | (243) |
| (15) 高感度直流電壓表.....   | (254) |
| (16) 音頻掃描信標產生器.....  | (264) |
| (17) 噪音計.....        | (268) |

## 十、無線電接收機電路

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| (1) 免用電源之接收機.....                     | (271) |
| (2) 天線調諧器.....                        | (274) |
| (3) 電視天線信號放大器.....                    | (275) |
| (4) SCA 配接器在FM接收機中顯<br>露隱藏的音樂與新聞..... | (276) |
| (5) 電子通信的機密性.....                     | (280) |
| (6) 利用混音器作私人通信保密.....                 | (283) |
| (7) 直接變頻通信接收機.....                    | (286) |
| (8) 終端型功率表的製作.....                    | (291) |
| (9) 量度調頻選擇器的新工業標準...                  | (295) |
| (10) 用於立體聲FM調諧器之簡單自<br>動靜音電路.....     | (290) |

## 十一、電視遊樂器電路

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| (1) 電子操縱曲棍球遊戲.....           | (300) |
| (2) 太空戰爭遊戲.....              | (313) |
| (3) “碰撞離”的製作.....            | (318) |
| (4) 附有記分與音響效果的“碰撞離<br>”..... | (326) |

## 十二、音響電路

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| (1) Hi-Fi 機器之試驗.....         | (331) |
| (2) 有趣的換聲器.....              | (336) |
| (3) 杜比雜音抑制系統.....            | (344) |
| (4) 供遙遠喇叭用的無線電音頻系統<br>.....  | (352) |
| (5) 水桶傳遞隊式聲訊延時器.....         | (359) |
| (6) 四聲道綜製器.....              | (367) |
| (7) 高級CD-4 解調器.....          | (372) |
| (8) 音頻探測器.....               | (380) |
| (9) 對VU表與峯階指示表的正確認<br>識..... | (384) |
| (10) 峯值響應音量單位指示表.....        | (390) |
| (11) 利用LED顯示音頻功率表.....       | (392) |

# 電子裝備 之裝配技巧

## ● 使用烙鐵之焊接技術

使用烙鐵的焊接法是焊接的基本方法。這句話並未過言。但是，現在在工廠裡要把零件焊接在印刷板上，大都採用噴射焊接法或浸焊法，而且還都用全自動機器進行作業。因此，看到烙鐵的機會已經越來越少了。不過，在少量的作業或檢修的場合裡，仍然離不開要用烙鐵焊接。

大家都知道，焊接不好的配線不能使用，但是，焊接不良的現象還是屢見不鮮。

焊接不良可分為：

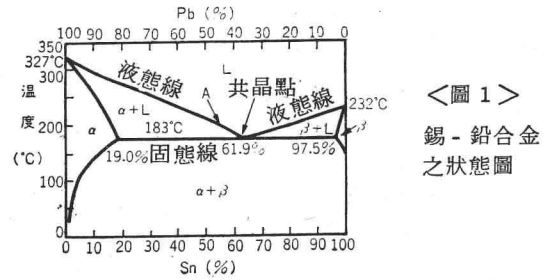
△ 早期的不良

△ 早期的焊接不完全所引起的接點退化或破損。

這些焊接不良的接點，雖然都能夠由外表或靠電氣的檢查而發見，但是，還是會有千分之幾的產品被遺漏而送出廠。

焊接不良的產品一旦離開作業員之手，就是費上數倍於焊接的時間也不容易檢查出來。所以，就這一點加以設想，無疑地，應該盡量避免有焊接不良的現象發生。不然，也應儘可能壓到最低限度。

焊接作業的過程中，要是只以作業員的自行檢查就認為合格，很可能因為疏忽而常常導致焊接不良。所以，基本上，應該讓作業員瞭解正確的焊接知識，養成良好的焊接習慣，並具備熟練的焊接技術。



〈圖 1〉  
錫 - 鉛合金  
之狀態圖

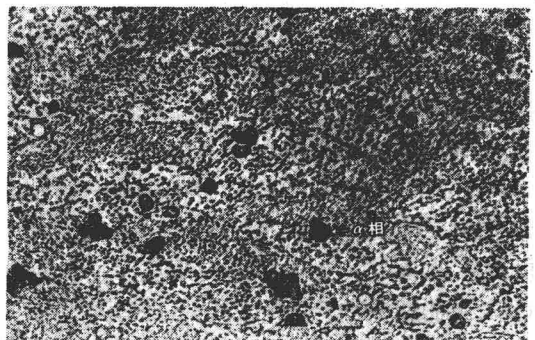
下面就以求得良好的焊接效果所必須具備的基本知識與焊接技術之靈活運用為主旨，分別加以說明。

## 焊錫與焊錫之結晶

我們經常所用的焊錫，其實就是錫與鉛的合金。為區別焊錫的特性，日本的 J I S 是規定，以 H 表示焊錫，以 % 代表含錫量。如 H60 是表示含錫量有 60 % 的焊錫。通常我們用烙鐵配線時所用的焊錫，都是在 H 50 ~ H 60 之間。

圖 1 是錫與鉛的合金在某一溫度下所呈現的狀態。一般稱為合金狀態圖。橫軸是代表錫與鉛的含有率，以 % 為標示。縱軸是代表溫度，以高低做為標示。由這一狀態圖可看出 H60 的溫度與狀態的變化情況。

在高溫時，以符號 L 表示液體狀態。當溫度漸漸下降，稱為 α 態的，含錫量較多的錫與鉛的合金開始凝固。就在 A 點附近，再進一步把溫度降低，α 態將繼續增加，焊錫則變成固態。這是由於液態的焊錫含有所謂 α 態水的一種現象。α 態的變化是由 A 點向共晶點進行。也就是，由最先形成的 α 態漸漸增加錫的成份



〈圖 2〉鉅錫 H 60 之結晶，底為共晶

，使 $\alpha$ 態不斷地增加。在達到共晶點時， $\alpha$ 態與 $\beta$ 態將同時凝固而完全凝固成合金。

$\alpha$ 態與 $\beta$ 態同時凝固者稱為共晶，或稱為共晶合金。含錫量在 61.9 % 的焊錫稱為共晶焊錫。一般則以H 63稱為共晶焊錫。

圖 2 是在顯微鏡下所看到的H 60 焊錫之結晶狀態。黑斑點是 $\alpha$ 態，細粉狀的底是共晶。

## 焊接

在銅板上焊上焊錫，由外表看來，好像是在銅板上蓋上焊錫一樣。其實，仔細地觀察其剖面就可看出，有如圖 3 (a)，在銅板中形成一合金層。合金層的形成是焊錫滲透到銅板中的明證。雖然焊接只求基板與焊錫間的分子結合，合金的形成並不是必要條件。但是，由合金層的形成可顯示擴散的深度。所以，可看做是完美的焊接之證據。

有如鍍錫之類的，容易被焊錫熔解的基板在焊接時，焊錫將滲過電鍍層，直接和基板相接觸。而且，還和直接在銅板上焊接一樣，在基板中形成一合金層。圖 3 (b) 就是顯示這一狀態者。

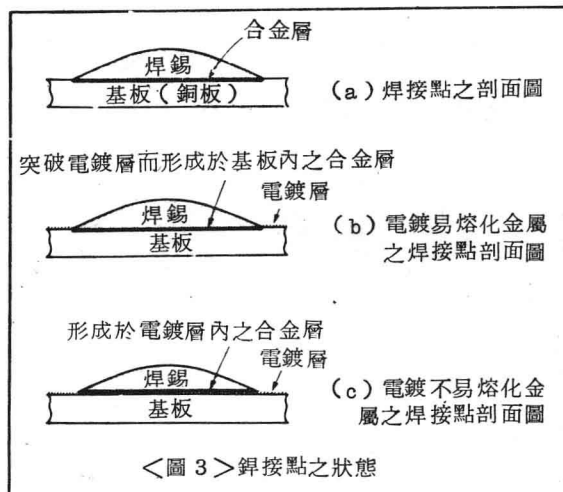
鍍鎳的基板在焊接時，焊錫就不會熔化開來。所以，像圖 3 (c)，只有焊錫和電鍍層能相接觸。所以，焊錫與基板間還介有一層鎳的薄膜。

## 焊接之條件

下面列舉在進行焊接作業時所應注意的事項。

### ◎保持基板表面之清潔

如圖 3 (a) 所示。要完成良好的焊接作業所必須具備的條件是，基板與焊錫的緊密結合。但是，基板的表面有可能如圖 4 那樣，覆蓋着幾層障礙物。污物（包括灰塵和碎屑）是因沒有善加保管而在不知不覺中被染上的。還有，在焊接之前才發現有油脂，大都是手上的油汗所沾污的。但是，經長時間放置後，因保管不良而產生的油脂，大都是廠房內或家庭的室內所漂浮的油烟所引起的。因此，這些障礙物，只要在保管與作業時多加留意，是可以避免的。不過，一旦發現有污物，在焊接前，徹底加



以洗淨才是最有效的辦法。

氧化膜是金屬與空氣相接觸後的必然產物。這種在常溫下所產生的氧化膜，只要用焊油（銲接劑，flux）就可加以去除。

### ◎使用適當與適量之焊油

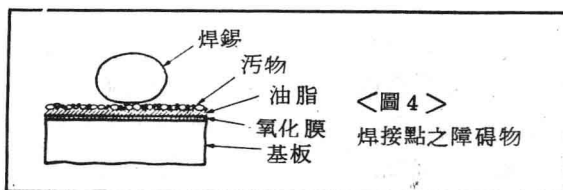
焊油的使用法被列為焊接作業中最重要的工作之一。在正式進行作業之前，首先應注意選用適合於基板的焊油。

在焊接過程中，雖然不怕焊油的過量，但是，在完成焊接後，由於焊油的殘渣可能腐蝕基板或使絕緣度降低，所以，必須特別注意這種會有後遺症的地方。在焊接作業結束後，應徹底加以清除乾淨。

### ◎選用好的

含於焊錫中的，會影響焊接的雜質有：銻（Sb），銅（Cu），鉍（Bi），鋅（Zn），鐵（Fe），鋁（Al），砷（砒素，As）等數種。這些雜質，通常都規定，不得超過某一定的比率。雜質最少的，以 S 級表示。其次，再以 A、B、C……的順序漸漸增加。

焊錫中的另一項雜質是氧化物。氧化物是使焊錫產生白霧狀，並引起會有牽引現象的主要原因。



### ◎適當溫度與均勻加熱

要使焊錫能夠在基板上擴散的條件是適當的溫度與加熱時間。這種烙鐵溫度與加熱時間，在焊接作業上，雖然是兩件完全獨立的事，但是，也有其相關因素存在。這是大家都瞭解的。

焊接時，通常是以  $250^{\circ}\text{C}$  為最適當的溫度。但是，在焊接中，由於烙鐵的尖端溫度都會下降，所以，使用前，應調節在高於此一溫度的  $280^{\circ}\sim 380^{\circ}\text{C}$  之範圍內。

還有，假如兩塊基板要焊接在一塊時，應把烙鐵的尖端同時按在兩塊基板上。使兩邊都能均勻加熱。

### ◎適當的焊接時間

由於烙鐵的溫度在進行焊接的過程中，經常在變化。所以，必須隨溫度的變化改變加熱時間。把烙鐵的尖端溫度調節在高溫下，做瞬間的焊接；倒不如調節在低溫下，做長時間的焊接來得更容易控制。

真正適當的焊接時間，雖然隨基板的大小而有很大的差異，不過，通常都以兩秒鐘左右為標準。

### ◎基板之固定

在焊接開始前，原則上，應把基板先加以固定。等焊接完成後，再把它鬆開。

尤其是在烙鐵的尖端離開焊接點後，焊錫要開始凝固到完全凝固的期間，絕不可讓基板搖動。否則，焊錫會不結實。

### ◎使用工具之要訣

使用烙鐵的焊接法，並不是用數值表來表示或談談理論上的條件就可以達成。作業員的技術才是真正決定工作好壞的唯一條件。

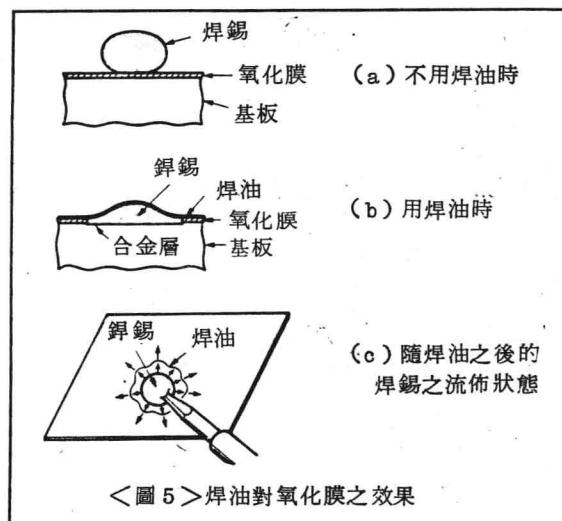
使用工具的要訣，首先應從選用工具，愛護工具開始。

使用焊錫的要訣是在，如何善加利用裝在焊錫線中的鎔化劑（松香、焊油等）。

## 焊油之功用

焊油的使用法是決定焊接好壞的重要因素。所以，下面將詳細說明焊油在焊接上的功用。

含在焊錫線中的焊油，一般都稱為樹脂系



＜圖 5＞焊油對氧化膜之效果

鎔化劑。是用松香或松香加以活性化而成的。日本的 JIS 規定，以 R 代表松香（或樹脂），以 H 代表焊錫。所以，含焊油的焊錫都以 RH 的符號做字首，再加編號。特性則分 AA，A、B 三種。AA 的焊油擴展性較差。但是，絕緣電阻較高。B 的擴展性較好，絕緣電阻却較差。A 的特性則介於兩者之間。

焊油在焊接上的效果，可概略地分成下列四項。

### ◎去除基板表面的氧化膜之效果

放在空氣中的金屬表面會產生氧化膜的現象，已經在圖 4 中說明過。焊接時，使用焊油就會產生去除這層氧化膜的效果。

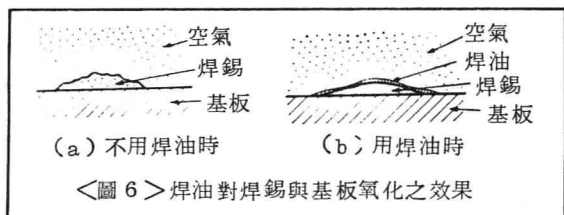
如圖 5 (a) 所示，金屬氧化膜對基板與焊錫之間的結合，具有遮蔽的作用。但是，在基板上塗予焊油，如圖 5 (b)，由於焊油滲透過氧化膜而達到基板，當焊接時，焊錫將替換焊油的位置而達到基板的表面，使焊錫能與基板相接觸。圖 5 (c) 就是根據這一理由，使焊錫能夠緊隨焊油之後，散佈於基板的現象。

### ◎產生防止氧化之效果

焊錫和基板在高溫下，置於空氣中，表面將會急速地產生氧化作用。但是，如圖 6 所示，加焊油焊接時，焊油將覆蓋於基板和焊錫的表面，使其與空氣相隔離。因此，在焊接中，可以防止焊錫和基板發生氧化。

### ◎減少焊錫之表面張力，產生擴散之效果

焊錫與基板的界面結合可看做是液體對固



體之滲透現象。

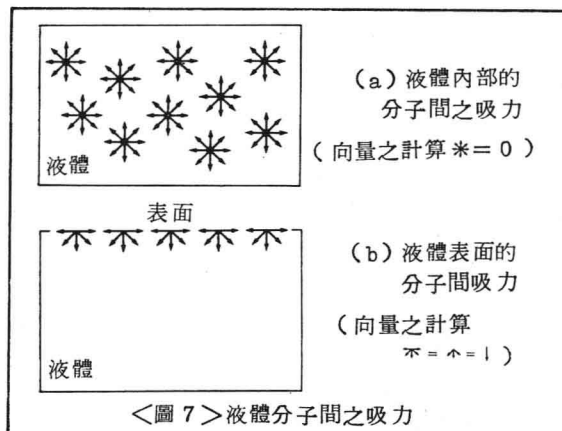
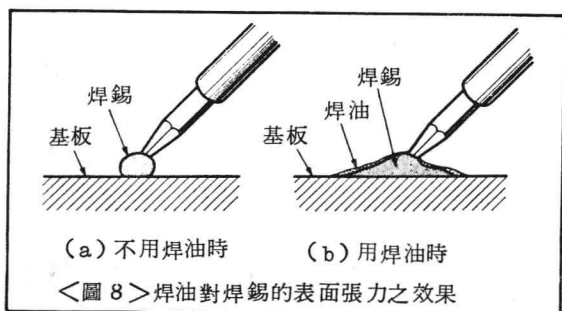
使焊錫容易擴散的主要因素是毛細管現象和重量（向下和向左右的重力）。使焊錫不容易擴散的主要原因是表面張力，黏性和摩擦力等。

在不用焊油時，表面張力將呈現很大的作用力。使焊錫無法擴散而變成圓球體。

表面張力究竟是怎樣的一種力量，可用圖 7 的液體分子之結合狀態加以說明。液體內部，如圖中(a)，有四面八方的結合力量存在，而其向量和等於零。即，呈平衡狀態。但是，液體表面，如圖中(b)所示，在與分子密度較稀薄的空氣相接觸的一面，由於引力小到幾乎可以忽視，因此，只有內部的吸力和沿表面的結合力還繼續存在。但是，沿表面的分子間的結合力仍然呈現平衡狀態。結果，只剩下朝內部的引力發生作用，使液體分子產生由表面向中心點集中的力量。沿表面的液體分子量乃縮小到最低極限。也就是，液體的表面積自行縮小到最低限度。這種自然趨勢，我們通常稱為表面張力。表面張力的強弱隨物質而異。焊錫的表面張力很強，所以，在焊接的溫度下，會變成圓球體。

液體的表面張力具有隨着溫度的上昇而減弱的傾向。而當溫度上昇到，使液體接近氣體的臨界溫度時，表面張力將近乎零。

話似乎越說越離譜了。不過，這是指，當



焊錫的表面覆蓋着焊油時，焊接的溫度令使焊油接近臨界溫度，焊油的表面張力變得非常小。使焊錫的表面張力也同時變小。焊錫乃容易擴散。圖 8 就是用以表示這一變化狀態。

### ◎使焊錫晶瑩化

理論上，雖然必須用上述的三種效果加以說明。但是，焊接作業也不能忽視加工修飾的過程。

焊油除上面所說明的，能夠修整焊錫的形狀而外，還能使其產生色澤非常光亮的效果。

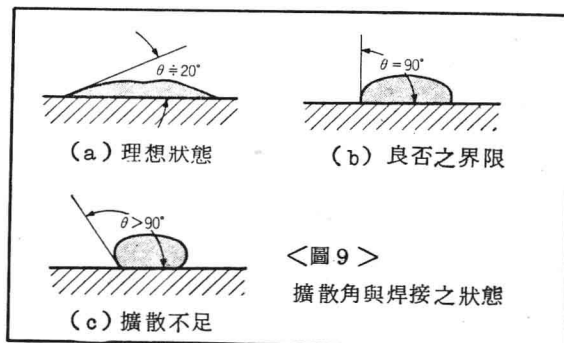
### 焊錫好壞之判別

下面繼續討論，用眼睛從外表判別焊接之優劣的方法。

#### ◎顏色與光澤

要用文字說明焊接的好壞，顯然並不容易。不過，良好的焊接，由焊錫的組成方式所具有的獨特顏色和光澤，憑經驗，一眼就可看出其優劣的標準。

焊錫的顏色和光澤出現污點，或表面有凹凸不平的現象，是焊接不良的明證。



### ◎擴散角( $\theta$ )

焊錫的滲透性是決定基板與焊錫之間的交角角度之主要因素。這一角度稱為擴散角度，以  $\theta$  表示。

圖 9 是以擴散角判定焊接狀態之優劣的標準。圖中(a)是表示優良的焊接狀態。 $\theta$  角只有  $20^\circ$  左右。圖中(b)是介於好與壞之間的狀態。 $\theta = 90^\circ$ 。(c)是滲透不足的油炸餅式的狀態。 $\theta > 90^\circ$ 。

### ◎焊錫量

圖10是在基板上焊接導線時，使用焊錫量的標準。圖中，(b)是焊好後，焊錫形成緩緩上昇的山坡狀，而由焊錫的表面可以判定導線的確實位置者，表示焊錫量適當。

圖中，(a)是表示焊錫量過多的情況。這，不僅不能達到增加機械強度的預期目的，還會有發生包焊現象的危險。所以，不是屬於優良的焊接法。

圖中(c)是焊錫量不足的情況。這種情況，在焊接的初期並不容易看出有何缺陷。但是，經過一段時間後，可能因撥動而脫落。所以，也不是好的焊接法。

## ● 焊錫作業之基本技術

下面繼續就實際的焊接作業之程序，着重點及其理由等基本問題加以討論。

焊接作業的五步驟法與三步驟法。

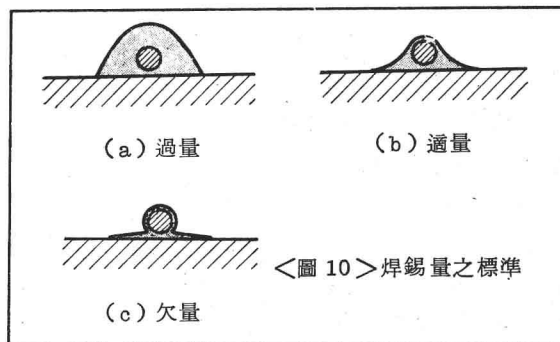
### ◎五步驟法

五步驟法是使用烙鐵的焊接作業中之基本程序。圖11是操作烙鐵和焊錫在基板上焊接的實際圖形。現在，就操作程序與三者之間的動作關係說明如下：

#### 步驟 1：準備工作

在確認需要焊接的一點後，把烙鐵的尖端和焊錫指向該點。這一步驟在熟練焊接作業之後，除針對工作目標而外，已經不必有意識上的反應。但是，為減少配線錯誤之類的故障比率，用以提高焊接的可靠性上，仍然需要在意識上能夠清楚地指明需要焊接的真正位置。

#### 步驟 2：基板之加熱



|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | 步驟 1：準備工作<br>烙鐵與焊錫指向焊接點     |
|  | 步驟 2：基板之加熱<br>烙鐵觸向基板        |
|  | 步驟 3：焊錫之熔化<br>焊錫觸向基板<br>焊錫。 |
|  | 步驟 4：抽出焊錫<br>焊油開始散開時抽出      |
|  | 步驟 5：抽出烙鐵<br>注意抽出速度與方向      |

<圖 11> 五步驟法之程序

把烙鐵的尖端壓在基板上，加熱到能焊接的溫度。這一動作的主要目的是在把基板預熱，並不是要使焊錫熔化。

要使基板容易加熱，可在烙鐵的尖端塗上一層焊錫，以減少因氧化膜的隔絕而阻碍熱量的傳輸。

#### 步驟 3：焊錫之熔化

經過步驟 2 之後，把焊錫壓到基板上，使適當的焊錫量熔化。這裡必須注意，焊錫最好

塗在基板上，不應塗在烙鐵的尖端上。這樣，焊錫在熔化時，焊油才能從焊錫的中心點向四週散開。必要時，還可移動烙鐵的尖端，使焊油能夠分佈到需要焊接的各個部位。

#### 步驟 4：抽開焊錫

在熔化適量的焊錫而焊油已經分佈到各個需要焊接的部位之後，焊錫即可抽出。抽出的速度應盡量加快。這一時間的控制是焊接作業上最重要的技巧。要是抽出的時間過遲，焊錫中的焊油將繼續流出。這樣，無疑地就會產生油炸餅式的缺點。

#### 步驟 5：抽出烙鐵，完成焊接作業

當焊錫擴散到基板之後，即可抽出烙鐵。烙鐵的抽出法是決定焊接的最後結果——包括留下的焊錫量和外觀等——之主要關鍵。抽出法中包括抽出的方向和速度。在這裡，原則上應沿烙鐵的中心軸，儘快抽出。

但是，還有一點不得不加以討論的是，基板在往焊錫加熱的當中，雖然可以用肉眼初步判斷熔化的焊錫量是否適當，可是，在烙鐵按住和抽出之間，焊接點的焊錫量也會有顯著的變化。另外，在認為焊錫已經適量地擴散到基板之後才想抽回烙鐵，在時間上已經慢了半拍。要解決這一瞬間內的問題，唯有憑自己的經驗。這就是所謂焊接的韻律。要體認這一韻律的奧秘所在就是焊接技術。

### ◎三步驟法

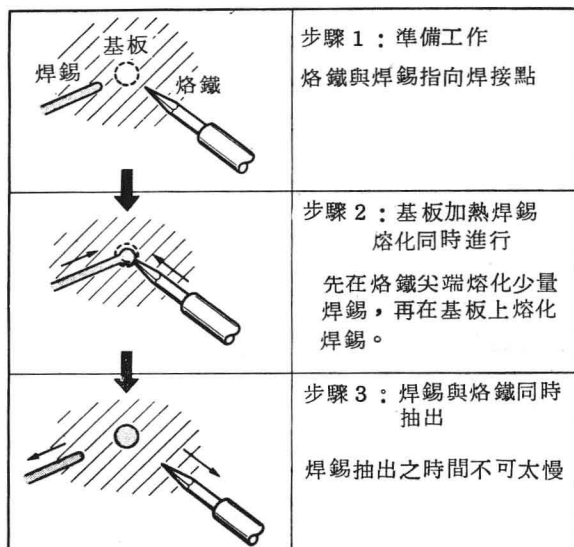
三步驟法是把五步驟的韻律加以縮短的一種方法。通常，用於把  $\frac{1}{4}W$  碳膜電阻的引線焊接到印刷板上，焊接  $0.5\text{ mm } \phi$  的線料或同一程度的基板，所應採用的實際焊接程序。圖12就是這種三步驟法的程序圖。

#### 步驟 1：準備工作

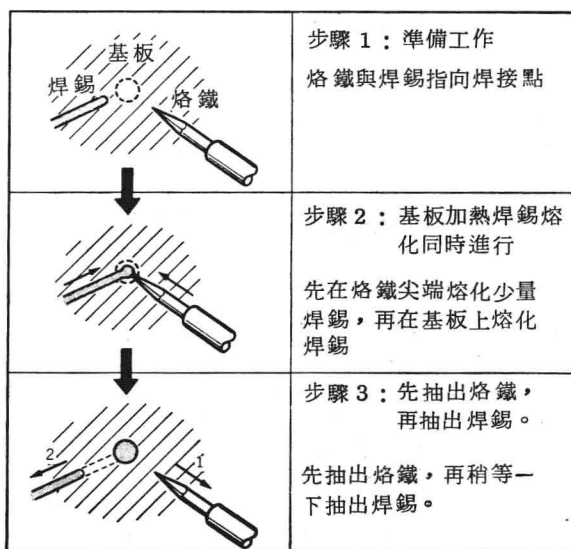
這一步驟和五步驟法中的步驟 1 所說明的意義完全相同。

#### 步驟 2：基板加熱與焊錫熔化

是把基板的加熱和焊錫的熔化同時進行的作業方式。要是基板的面積小，用烙鐵想把基板加熱到焊接溫度所需要的時間幾乎等於零。所以，烙鐵一按到基板，基板馬上就可以使焊錫熔化。不過，焊錫應先輕輕地觸到烙鐵的尖



＜圖 12＞三步驟法之程序



＜圖 13＞變形三步驟法之程序

端，再往基板的方向滑動。這裡，所以要把焊錫先觸到烙鐵的目的是，用以把烙鐵的尖端鍍上焊錫，使能取得穩定的焊接韻律。

#### 步驟 3：焊錫與烙鐵同時抽出

當熔化適量的焊錫之後，只要焊錫充分擴散到基板就不需要再繼續加熱。所以，抽出烙鐵的時間可以和抽出焊錫的時間相一致。當然，這種作業方式中，絕不可讓抽出焊錫的時間遲於抽出烙鐵的時間。否則，焊錫可能凝固在基板上，再也無法抽出。要是抽出時，把焊錫緊靠在烙鐵的尖端，這種困難就不會發生。

## ◎變形三步驟法

變形的三步驟法是把五步驟法中的第四個步驟和第五個步驟，在時間上倒轉過來進行的一種三步驟法，也有人稱為四步驟法。其進行程序，如圖13所示。這種作業方式是應用在焊接小接點或目的只在塗上焊油以做預焊的一種方法。

步驟1的準備工作以及步驟2的基板加熱與焊錫熔化，完全和三步驟法中所說明者相同。

步驟3是先抽出烙鐵再抽出焊錫。

一如在三步驟法中所提醒的，要是抽出焊錫的時間稍遲一些，焊錫將會被沾住。所以，在進行這一步驟中，對焊錫的操作必須靠個人的直覺（第六感）去體驗。雖然這種做法的主要目的不是在使焊錫熔化，而是要多加一點焊油，不過，就是多加一點焊錫也無所謂。這是基於要防止焊油流出過多，還可控制焊油的蒸發。

變形三步驟法可說是一種高度的作業技術。對於最後的焊接結果之好壞具有決定性的作用。因為在焊接小接點時，很容易產生尖角。採用這種方法就可避免。

採用這種方法進行預焊時，要是能夠留下很多的焊油和很適當的分佈形狀，進行正式的焊接作業時就會變得非常簡單。

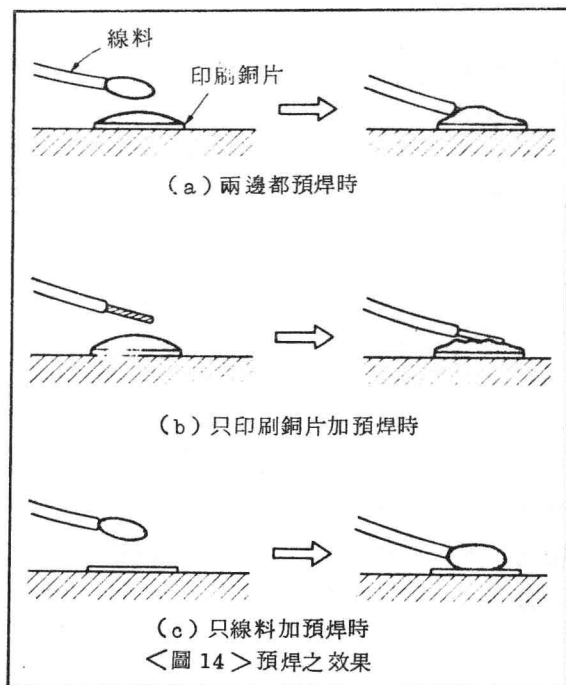
## 預焊

與直接焊在基板上的標準焊接法相對的另一種焊接法是，事先在基板上做非正式的焊接。這種借用焊錫或助焊劑的焊接法稱為預焊。有關預焊的作業方式將在後面再加說明。這裡先就三種不同目的的預焊法加以列述。

### ◎以在基板表面鍍錫為目的的預焊

#### ▶需要用手拿住線料時

例如，要在印刷板的銅條上配線，有時可能需要用手拿住一條或兩條以上的線料才能進行焊接。遇到這種情況，把印刷板放在工作台上，用右手拿烙鐵，左手拿線料，却没有第三隻手可以用來拿焊錫。於是，不得不把基板和線料事先鍍上焊錫，再用這些焊錫進行正式的焊接。



由圖14可看出，採用預焊所獲得的效果。圖中(a)是基板和線料都加以預焊後，再焊接在一起的結果。圖中(b)是只在基板的銅片上預焊。這種做法，線料很可能發生包焊現象。圖中(c)是只在線料上預焊。這樣，基板很可能發生焊接不確實之後果。

#### ▶要焊接熱容量不同的基板時

類似要把接地線焊接在底盤時一樣，要把兩個熱容量相差很大的待焊材料焊接在一塊時，若以底盤的溫度為標準加熱，接地線將因熱度過高而燒損。要是改以接地線的溫度為標準，底盤則因溫度不足，使焊錫無法擴散。遇到這種情況，熱容量較大的底盤必須事先加以預焊。因為這樣，在進行正式的焊接時，烙鐵對底盤的熱傳導率將會提高，焊錫與底盤間也就可以緊密地結合在一起。

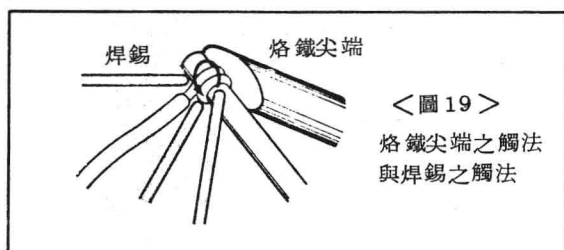
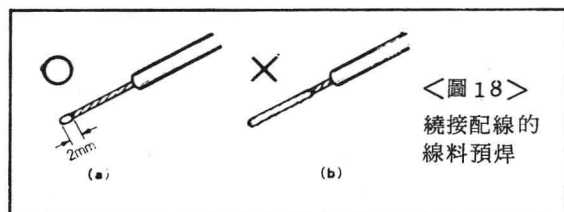
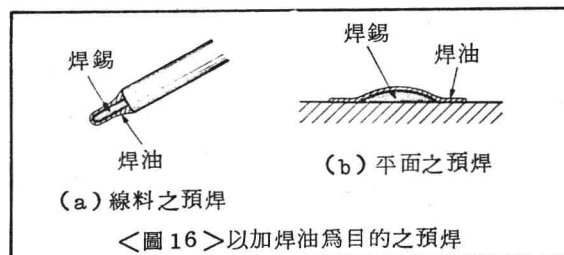
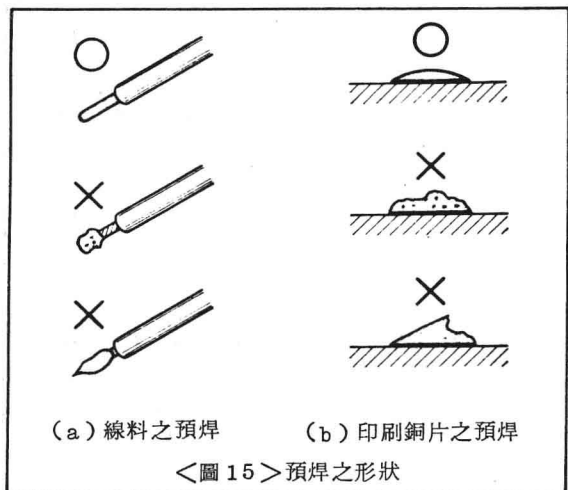
#### ▶鍍錫之要點

怎樣的鍍錫才算最好，可綜合列舉如下：

- △需要焊接的部份確實都滲上錫。
- △適當的焊錫量。
- △有如圖15之形狀。
- △焊錫不被氧化。

### ◎不以加焊錫而以加焊油為目的的預焊

有關焊油對焊接的重要性，已經在上面說



明過。現在，再就包於焊錫中的焊油為中心加以說明。預焊的作業方法雖然和鍍錫的作業方法相同，但是，目的是在取得焊油。如圖16所示者，就是以取得焊油為目的的預焊情況。線料的預焊如圖中(a)所示。必須使心線到外皮之間都附有焊油。平板上的預焊則如圖中(b)所示，必須使焊錫的周圍都色上焊油。

預焊的程序必須以變形三步驟法進行。也就是，不能等焊錫完全溶化之後才想抽出烙鐵。否則，焊油將會向四週散開。在焊接大熱容量的基板時，最好以適量的焊錫先讓其散佈到所有需要焊接的部位之後，再進一步補上焊錫和焊油。

### ◎繞接配線的線料之預焊

繞接配線或勾接配線的線料，在剝除末端的外皮之後，最好先把線端做一次預焊。

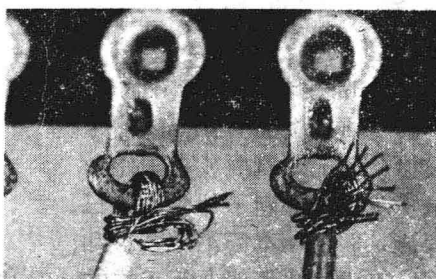
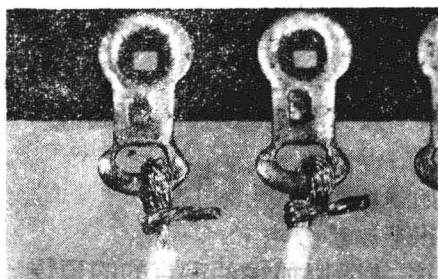
圖17就是把未加預焊和經過預焊後的線料做實際的繞接，而用照片加以比較者。從照片中可以看出，未加預焊的線料不管費多大的勁去整理，末端的細線始終散亂不堪。線端的雜

亂不僅繞接力弱，不容易固定；只要撚線中的一條細線突出都可能發生起毛的不良現象。另外，由於捲繞時既費時又費勁，所以將不如做預焊來得省時、省力。

圖18是繞接配線的線料之預焊法。圖中(a)是以加2mm左右的焊錫為標準。要是線徑較粗，預焊的長度應加大。反之，線徑較細，預焊的長度可以縮短。假如，把剝開皮的部份全都加上焊錫，如圖中(b)，則，不僅難予繞曲，也容易被折斷。

### ◎以測試基板的焊接性為目的之預焊

預焊，除了要使焊接確實，焊接作業容易進行而外，有時也用來測試基板之類的是否容



<圖 17> 繞接配線的有無預焊之比較

易滲透焊錫……等基板的焊接性為目的。

經過長時間儲藏的備份零件，沾有油脂等污物的零件，怕一旦焊接後發見錯誤，想再取下來會發生困難的零件，如 IC 或開關之類的接點很多的零件或板料，最好在進行正式的焊接作業之前，能試加預焊。以免會有焊接困難的問題發生。

對於做預焊，以試基板之焊接性，雖然可以從鍍錫以後的基板之滲透形態加以判斷。但是，把進行焊接時的焊錫之散佈情況一併加以觀察，似乎更可求得正確的焊接性。

## 線料之焊接

### ◎焊接要點

線料的焊接，基本上也可以用五步驟法或三步驟法加以進行。不過，除了上面的基本步驟而外，要是能再加上下列的技巧，那將可以獲得更好的焊接結果。如圖19所示，重點是在烙鐵和焊錫的觸接法上。為避免燒焦線料的外皮，烙鐵應靠在線料的對面。焊錫則應以，使焊油能均勻分佈為目的，在焊接點上移動。

### ◎接點間的線料之連接法

隨接點的形狀和所要求的電氣與機械條件之不同，接點間的連接法可分成下列三種。

(1)僅靠焊錫把接點連接起來的方法。

(2)為使焊接中，基板不致於移動而做非正式的固定法。

(3)在線料與接點間做機械性的固定，再進行焊接的方法。

第一種方法，由於作業上較簡單，接上、取下都容易，所以，是最普遍的一種方法。圖20 (a)的擱接法就是屬於這一類型。

第二種方法是用以在焊接中，不讓線頭移

動或脫離基板的一種方法。如圖20的(b)與(c)，有用勾接法，也有把心線穿進接孔或用管狀的接頭等穿接法。

第三種方法是怕，當焊錫撥離，線料可能脫落而採取的一種安全對策。這種方法和第一、二種方法相比，不僅作業上麻煩，焊接後要想再取下也很困難。又，由於必須捲繞，接點可能還會破損。就由於這種方法並不是最好的接線法，所以，除非有特別的需要，不然，應避免採用。圖20 (d)就是這種繞接配線法。

### ▶黏接配線法

黏接配線法是把剝去2~3 mm外皮之線料擺在接點上，用焊錫，像上膠水一樣，把它加以焊接的一種配線法。這種配線法必須特別小心的是，在焊錫要開始凝固到完全凝固的這段時間內，不可讓線料或接點移動。否則，焊接點將不會堅固。

### ▶掛鉤配線法

掛鉤配線法，在乍看之下，線料似乎已經固定在接點上。其實，完全沒有機械強度。目的只是用以在焊接時不致於鬆脫而已。

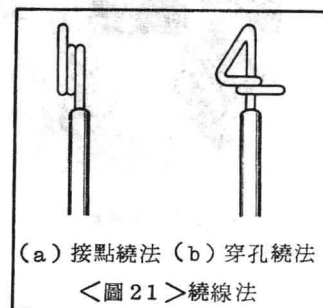
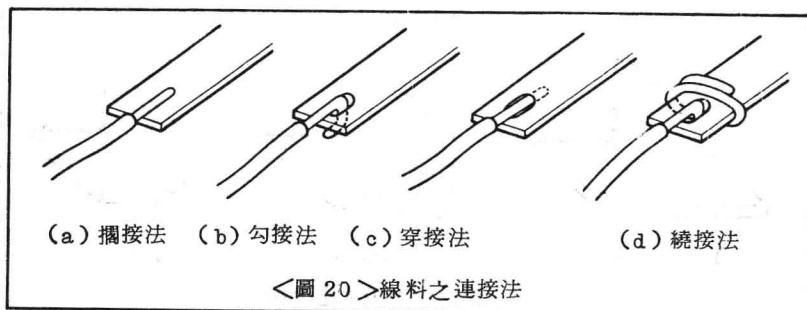
這種配線法，為了使配線時線料不致於脫落，應把線頭的外皮剝長點。另外，要把十條左右的線料匯集在一起焊接時，很可能有一、二條線會在焊接中脫落。所以，最好一次只焊三條，分幾次完成。這樣還可以預防配線發生錯誤。

### ▶繞接配線法

繞接配線法，如圖21所示，有兩種基本繞線法。繞線時，應在考慮下列各條件下，選用最容易實行的方法進行。

△接點的形狀與強度。

△心線所能捲繞的程度（就線徑，合股線



或單心線等因素加以考慮)。

△一個接點上準備繞上幾條線。

△由周圍的情況所決定的，容許作業的範圍。

要是為安全起見而有指定的繞線法，則應另當別論。不然，可依下列兩種方法中選用其中的一種。

圖21(a)的接點繞法是在接點上連續繞幾圈的方法。這種繞接法適用於柱形的接點或心線的線徑較粗的線料。工作的重點不只是纏繞而已，每繞一圈還必須紮緊一次。所以，確實而堅固地繞緊最為重要。如果有孔的接點，必須把心線穿過心孔後再繞緊。

圖21(b)的穿孔繞接法是在接點或接點的心孔上繞一圈，再在線料本身的頸部用心線繞上幾圈的配線法。

說是繞接法，好像必須繞上  $360^\circ$ ，其實，繞上  $180^\circ$  以上就已經有相當的效果。

#### ►線頭之處理

完成繞接作業之後，多餘的剝皮線可用剪線鉗剪掉。但是，為了剪掉多餘的線頭，必須把拿在手上的，用以繞線的尖口鉗換為剪線鉗。在大量生產上，無疑地會使工作效率降低。所以，應該採用如圖22之方法，把多餘的剝皮線從適當的地方繞到接點的後面去。

### 板材之焊接

上面所說明的種種焊接法，通常稱為點的焊接。板材的焊接則可稱為線與面的焊接。這

兩種焊接法的不同在，點的焊接，烙鐵的尖端可以不必移動，線與面的焊接，烙鐵的尖端必須在基板上移動。

#### ◎板材之接合法

隔離板、隔離盒以及用於結構上的部份零件之板材，在需要焊接時，可採用如圖23所示之六種接合方式。

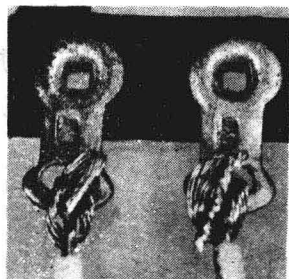
##### ►拼合接法

圖(a)是拼合接法，通常，雖然只由單面進行焊接。但是，也有兩面都加焊接者。目的是用以提高機械強度。不過，以這種方式所能提高的機械強度，與基板本身相比，非常有限。所以，原則上，應只用以做電氣上的連接為目的。

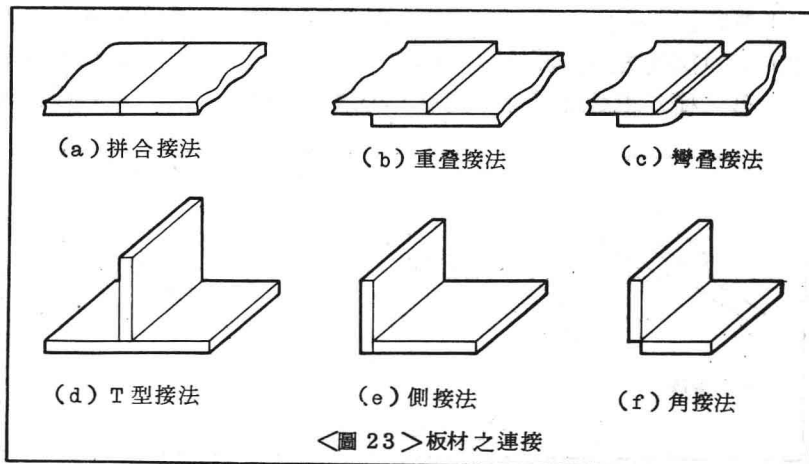
##### ►重疊接法

圖(b)是重疊接法。兩塊金屬板的標準重疊深度，如果是薄板，應有厚度之十倍。如果是厚板，至少也應有厚度的五倍。不過，進一步加深重疊的幅度，就理論上而言，似乎可以提高機械強度。可是，由於焊錫不容易滲入接縫，能夠增加的機械強度非常有限。所以，想要提高機械強度不能採取這種辦法。

一般的焊錫強度在短時間的載重下，張力為  $5.5 \text{ kg/mm}^2$ ，剪切力為  $4.0 \text{ kg/mm}^2$ 。但是，在連續載重下，由於剪切 (Clip) 作用，在彈性界限以下的輕載時，焊錫就已經開始變形。而在上述的強度之  $1/10$  左右的載重下，焊接點可能已經損壞。所以，做為彈簧掛鉤之類的用途時，必須改用硬性焊接 (如銀焊、銅



〈圖 22〉線頭處理法



〈圖 23〉板材之連接

焊等)，或用螺絲固定。

### ►彎疊接法

圖(c)的彎疊接法是用以補救拼接法的機械強度之不足和重疊接法的表面不平整之缺點。這種接法，由於有一面是平坦的，所以，應該善加利用。

### ►T型接法

圖(d)的T型接法是用以做分隔板的接法。這種接法的重點在角度。所以，在焊接前，應找木製的測角儀做為修正角度之指標。

### ►側接法與角接法

這兩種都是屬於角隅接法。圖(e)的側接法是把兩塊鐵板接成L型。就像釘木箱的接法。圖(f)是把一片鐵板，沿需要彎曲的部份刻上一條細槽，然後彎成直角的鐵箱加工法。

### ◎烙鐵之選用

焊接板材不會像焊接電氣零件或線料一樣，有溫度過高而燒損零件的顧慮。所以，為達到焊錫能確實滲開與作業上的順利起見，可以大胆地選用大型烙鐵。這不僅要選用能使一個焊接面一口氣焊好的發熱量，還必須具有蓄熱量大，熱傳導性好的大型烙鐵。當然，要是傳熱性非常好，選用小型烙鐵在作業上將較輕便。

雖然烙鐵的發熱容量會隨使用頻度和板材的質料而有很大的差異。但是，仍然可以隨板材的厚度選用烙鐵的瓦特數。一般是以下面的數值為標準。

|              |       |             |
|--------------|-------|-------------|
| 0.25 mm      | ..... | 60 W        |
| 0.5 mm       | ..... | 80 W        |
| 1.0 ~ 1.2 mm | ..... | 100 ~ 200 W |

### ◎基板之固定法

焊接板材時，最重要的是，必順把基板確

實地固定好。這一工作還應該在開始焊接以前就確實完成，不可等到焊接時再用烙鐵的尖端修正位置或角度。至於確實的固定法，並不是用手拼命抓緊。還必須用下列的工具輔助。要是能做非正式的固定，那更好。

△壓緊用工具

△形狀適當的測錘

△挾緊用工具

△測角儀

### ◎焊接要領

#### ►烙鐵操作法

楔形的烙鐵尖端應如圖24，儘量靠到待焊的角上。要是待焊的兩片板材熱容量並不相同，應如圖中(b)所示。把烙鐵的尖端靠到較厚的一片上，使兩片的加熱溫度接近一致。

#### ►焊錫之注入法

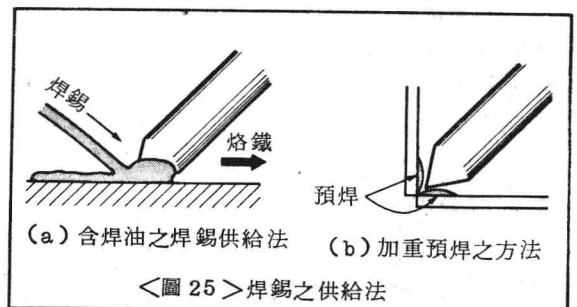
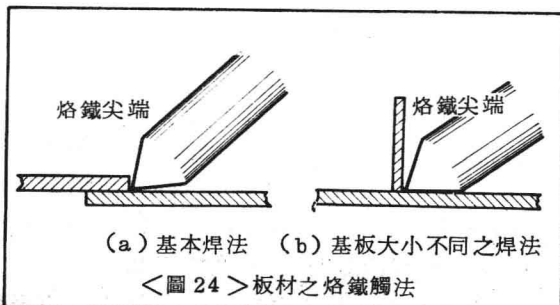
要是準備採用有如洋鐵匠的燒火烙鐵之焊接方式，使用不包焊油的純焊錫，想能順利地焊好，必須事先把待焊點塗上焊油，再進行焊接。

假如，改用包焊油的焊錫，焊油將能與焊錫一起加上焊接點。所以，可採用如圖25(a)的方式，在烙鐵向後移動之同時，焊錫則向前推動。

另外，採用圖25(b)的方式，經預焊後，再用烙鐵把焊錫熔化，也是很方便的一種方法。但是，由於一道焊接面必須做叁次的焊接手續，就工作效率而言，很不經濟。所以，只適合做少量生產或試驗時採用。對大量生產則不適合。

#### ►烙鐵移動之要領

烙鐵的移動要領在，一口氣以筆直的方向移動為原則。移動速度並不是用眼睛加以決定



，而應以手指頭的感覺加以決定。當基板加熱而使焊錫滲透到基板上時，手指頭所加的阻力將減輕，產生一種滑動的感覺，就憑這一感覺加以決定烙鐵的移動速度。

在開始焊接時，體認這一感覺後，繼續維持這種狀態，使烙鐵一口氣滑過整個焊接面，直到整個焊接過程完成為止。

### ◎小金屬片之焊接

在焊接寬度 5 ~ 6 mm 的小金屬片時，可採用圖26的方法。把兩片板材事先加以預焊，再把它重疊起來，再度加熱，使其熔合在一起。

焊接時，不可用烙鐵的尖端猛用力向下壓。應該輕輕加壓力，等待基板發熱後，焊錫能自行流動。否則，用力過猛，焊錫將會被擠出。

## ●拆焊技術

相信各位都知道，想拆掉一個焊接點比焊接一個接點要困難好幾倍。尤其是要拆掉一個焊接得非常牢固的零件或線料，不僅工作上非常麻煩，有時還必須用些技巧。

在進行拆焊之前，應先設計出一套拆除的辦法。不過，這裡並不準備說明設計的方法。只準備以拆除的方法為重點加以說明。

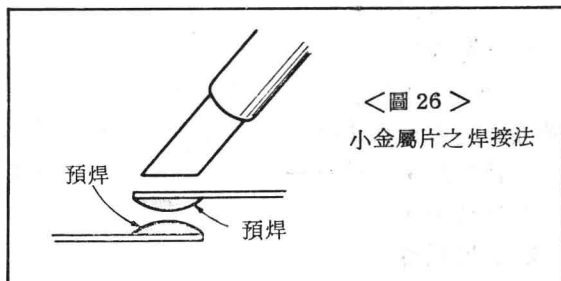
### 拆焊所引起的損傷

拆焊之所以困難的原因之一是，容易損傷零件或線料。其中，最嚴重的損傷莫過於裝有密密麻麻的印刷電路板，在拆焊時所引起的銅片之剝離。尤其是只有一處發生剝離現象，而規格上又不能用銅線加以跨接時，最令人懊喪。

在準備要拆焊時，要是不能確信，可以順利拆下，就必須稍停一下，等先研究出確實可行的步驟之後，再進行。要是拆焊時，一度發生失敗，不可再繼續嘗試同一個錯誤。以免拆爛焊接點。茲就拆焊時必須事項列述如下：

#### ◎不可過熱

電路零件和線料的外皮，大都使用不能耐高溫的材料製成。所以，使用超過焊接所需要的熱度時，外皮都會被燒損。另外，對半導體



元件和印刷電路板也都必須特別注意，免得被拆焊的熱量所破壞。

所謂過熱，不只是指烙鐵的溫度過高，還包括加熱時間過長和熱震撼。前者是指拆除的時間過長所可能構成的問題。後者是指，忽冷忽熱的熱震撼。這點，對半導體元件特別重要。所以，應該儘可能減少加熱次數。

俗語說：“欲速則不達”。拆焊也一樣，急於要拆掉，可能反而慢。不能一下子拆掉的接點，應該在中途稍微休息一下，再繼續進行。前面所說的電路零件和線料之外皮，雖然不能承受連續的加熱，但是，一度冷卻後再加熱，就可以降低損傷率。

#### ◎不可用力

大家都知道，焊接點的焊錫沒有熔化以前，無論怎麼拉它，打它或推它，接線都不會鬆脫。可是仍然有人，由於急着要拆掉的心理作祟，還是那麼做。結果，常常造成接點的折斷、扭曲、破裂或鬆動等毛病。

在拆除引線與基板重疊的接點時，絕不可用烙鐵的尖端代替撬針或楔子去撥開線頭。更不可硬拉接線，以圖接線鬆脫。

#### ◎正在加熱時不可用力

用以固定或封口的塑膠材料與接着劑，在常溫下保證具有充分的強度。但是，在高溫下却意外地脆弱。所以，像電容器與超小型電感器（micro-conductor）的引出線，很可能在毫不感到阻力的情況下被抽出。

一般的情況下，在連接點加到 70°C 以上的溫度時，應當儘量避免在零件與引出線之間用上力量。印刷電路板上的小銅片在加熱時，也不可用烙鐵的尖端加以揉搓，以免銅片剝離。

#### ◎不可讓焊錫屑和焊油到處飛散

只要慎重地進行修理，絕不會有愈修愈糟