

本書遵照教育部專科學校課程標準編著

電子零件製造

編 著 者
梁 振 坤

興業圖書股份有限公司印行

本書遵照教育部專科學校課程標準編著

電子零件製造

編 著 者

梁 振 坤

興業圖書股份有限公司印行

電 子 零 件 製 造

版 權 所 有 • 翻 印 必 究

編 著 者：梁 振 坤

發 行 人：王 志 康

出 版 者：
印 刷 者：興業圖書股份有限公司

台南市勝利路一一八號

(〇六二)三七三二五三號

新聞處登記證：局版台業字第 0410 號

定 價：150 元

中 華 民 國 六 十 八 年 五 月 一 版

目 錄

第一章 電子零件簡介

1-1	電子零件的基本條件.....	1
1-2	電子零件的分類.....	8
1-3	零件電路與製品之組合.....	13

第二章 電阻製造與裝配程序

2-1	電阻的分類與一般構造.....	17
2-2	固定電阻器的分類與製造.....	18
2-3	可變電阻器的分類與製造.....	42
2-4	半固定可變電阻器.....	57

第三章 電容器的製造與裝配程序

3-1	電容器的分類與識別.....	60
3-2	電容器概論.....	67
3-3	固定電容器的製造.....	71
3-4	可變電容器.....	92

第四章 線圈與變壓器的製造與裝配程序

4-1	線圈與變壓器.....	99
4-2	磁性材料.....	104
4-3	空氣芯線圈.....	112

4-4	磁芯線圈.....	118
4-5	電源變壓器.....	122
4-6	其他變壓器.....	124
4-7	特程變壓器.....	129

第五章 二極體的製造與裝配程序

5-1	接面二極體的構造及製造.....	135
5-2	半導體二極體整流器.....	138
5-3	點觸二極體.....	141
5-4	金鍵二極體.....	155

第六章 電晶體製造與裝配程序

6-1	電晶體的基本認識.....	158
6-2	電晶體的一般構造.....	158
6-3	電晶體裝匣及插腳引線的識別.....	163
6-4	電晶體的各種結構及其製作法.....	167
6-5	平面式電晶體的製造過程.....	187

第七章 積體電路的製造與裝配程序

7-1	單石積體電路的製作處理法.....	207
7-2	MSI 及 LSI	223
7-3	拚合式積體電路.....	225
7-4	積體電路包裝.....	234
7-5	單石式積體電路應用的考慮事項.....	242
7-6	積體電路製造的程序控制.....	243
7-7	實用程序控制問題.....	251
7-8	積體電路的操作試驗.....	257

第一章 電子零件簡介

電子零件是構成一件電子製造的基石，是電子製品中不可或缺的重要組件，但它也是引起製品失效或失真的最主要因素。就一件電子製品的可靠性看來，電子零件是使其可靠性降低的主因。因此，在設計、使用電子零件時，必須特別加以注意。

在一件複雜的電子設備中，必須採用大量的電阻器，電容器，電感器，繼電器，電晶體，真空管或其它電子零件，而這些零件之失效，將導致整個設備的可靠性之降低。因此，在談及有關電子零件的基本要求以前，我們必須：第一，適當的選擇配合某一特定工作之零件；第二，此一選擇之零件，應該妥切地裝配在整個製品中；最後，在使用電子製品時，也應該在適當設計的狀況下使用之。如果符合以上三點，才能算是適當的使用電子零件。

1-1 電子零件的基本條件

電子零件應具備(1)穩定的性能，(2)長時間忍受環境變化的穩定性，(3)堅固耐用體積又小的構造及(4)應用範圍較廣之適用性能。茲分述如下各段。

1-1-1 性能

所謂電子零件之性能，是說電子零件在電子製品中所能扮演的角色。由於電子製品所處之環境各異，承受溫度、濕度及氣壓變化的情況亦不同，尤其在高速環境下使用之零件，其所受之撞擊、摩擦，更

2 電子零件製造

是時時在變化。因此，電子零件的規格，皆列明其使用環境；常見的商用零件列有溫度範圍，以供使用者參考設計之用。一般商用電子零件具有的性能為：

(一) 電能與聲能之轉換：

將聲能變為電能的零件有麥克風 (Microphone) 或微音器，如圖 1 - 1 所示。

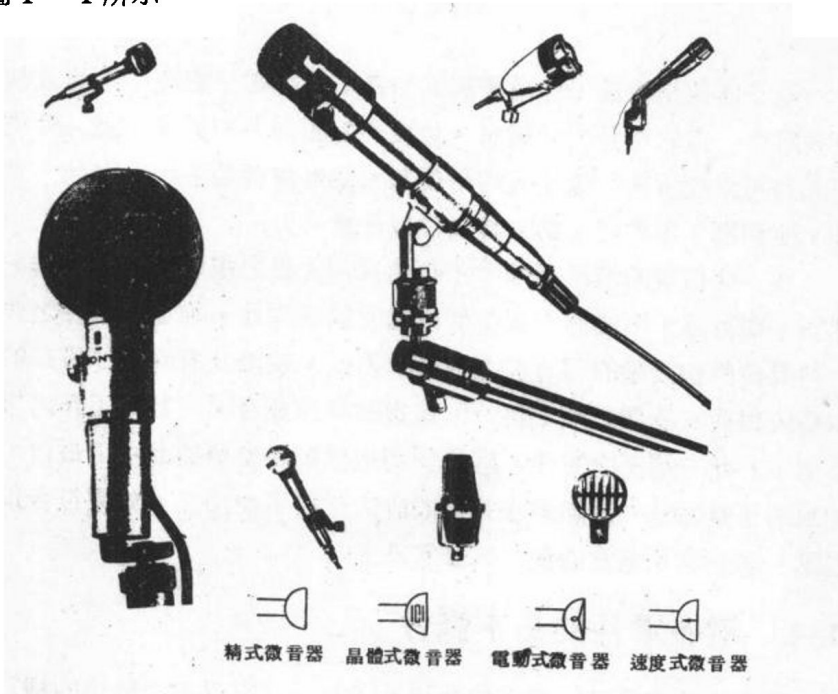


圖 1 - 1 微音器的實體圖與其代表符號

將電能轉換為聲能的電子零件為喇叭 (Speaker) 或揚聲器，如圖 1 - 2 所示。

(二) 電能與化學能之轉換：

電池為一轉換化學能為電能之裝置，如圖 1 - 3 所示。

電鍍或電鍊，為電能轉換成化學能之應用。圖 1 - 4 為鍍銅電路

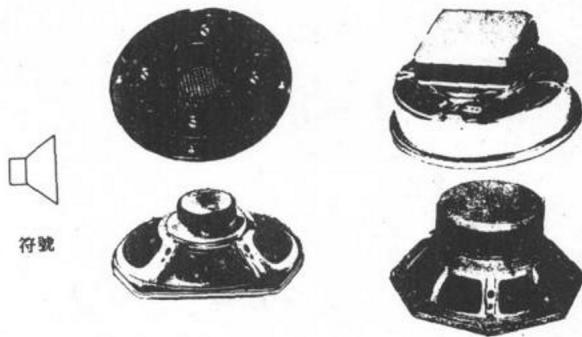


圖 1-2 揚聲器的實體圖與其代表符號



圖 1-3 電池

路。

(三) 電能與光能之轉換：

光能變換為電能的裝置有光電管等，圖 1-5 所示為光電管及其符號。

電能變換為光能的電子零件很多，如電燈泡、日光燈及閃光燈都屬於這一類。

(四) 電能與機械能之轉換：

馬達為一種轉換為機械能之裝

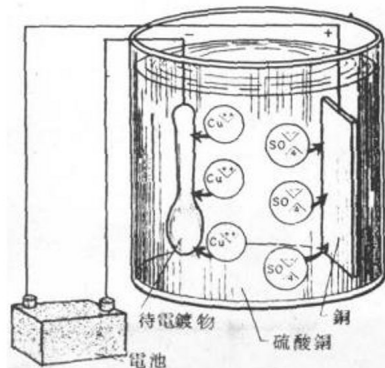


圖 1-4 鍍銅電路

4 電子零件製造

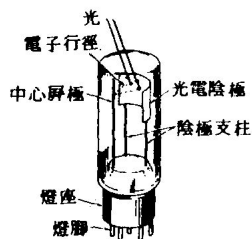


圖 1-5 光電管與其符號

置，馬達通電之後即可旋轉，可用以帶動重物，使風扇送風等。圖 1-6 為馬達之剖面圖。

發電機可轉換機械能為電能，圖 1-7 為手搖式發電機，產生電力，使燈泡發亮。

(五) 電能與熱能之轉換：

圖 1-8 所示，為一轉換熱能為電能之熱電偶，圖(b)中絞接處如

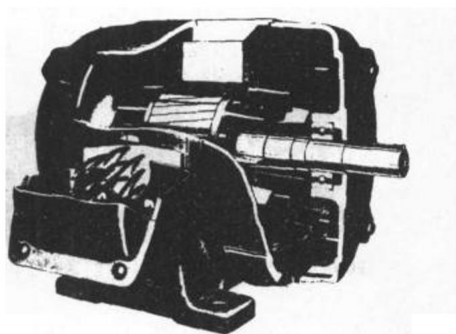


圖 1-6 馬達

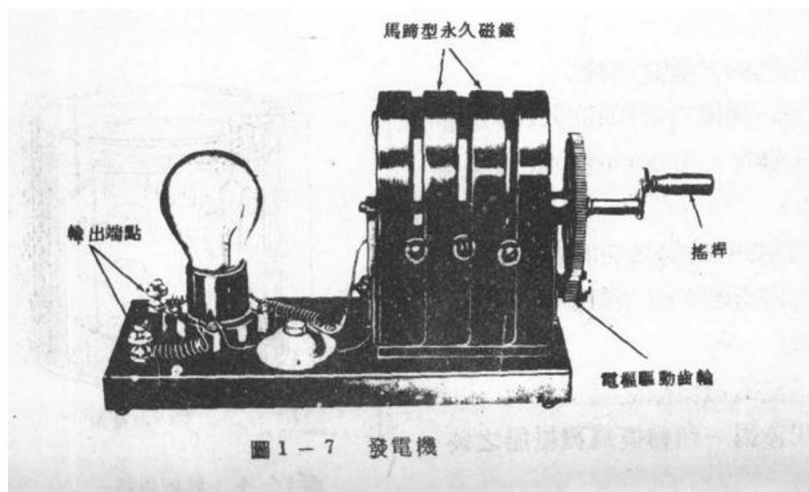


圖 1-7 發電機

果使用不同材料之金屬，當絞接處受熱或溫度發生變化時由於電位差與兩不同金屬之溫度差成正比，故在未絞處將造成電位差，電位差很小，以毫伏為單位。

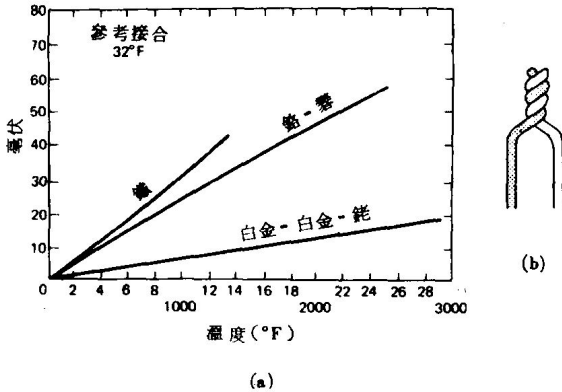


圖 1-8 (a)常用電熱偶材料的電壓對溫度特性曲線
(b)熱電偶

將電能轉換成熱能的裝置很多，如電爐，電鍋，電燙斗等是。圖 1-9 為電燙斗之外觀圖。

1-1-2 穩定性

電子零件在環境溫度，濕度，氣壓發生變化時，或遭遇衝擊、擺動及高速運動時，其理化性能，機械性能和電氣性能，應保持一定，或在一定之可容許範圍

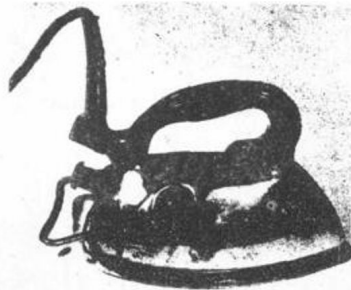


圖 1-9 電燙斗

內變化；穩定性能高者，其變化越少。變化量，稱為誤差，可容許的變化量，則謂之可容許誤差。常見的可容許誤差表示法，有百分數表示法及實際數值表示法二種；前者如 $100\text{ K}\Omega \pm 10\%$ 的電阻，表示

6 電子零件製造

100K Ω 的電阻其變化範圍為 $\pm 10\text{K}\Omega$ ；後者如100pf $\pm 5\text{pf}$ ，即表示標準電容值為100pf，容許差誤為5pf，故此電容器之大小在95pf至105pf範圍之內。

電子零件之穩定性，除了從可容許誤差來判別之外，應注意以下幾點：

(一) 溫度極限：

極高與極低溫度對電子零件之惡劣影響，業已為人所週知，而減輕此種影響的方法，也已有許多，但一般仍希望能發展出承受高與低溫之電子零件。

溫度之變化，除了會對電子零件，如電容器或電感器之電氣特別有所影響以外，同時也需要防止其在低溫下可能發生的狀況，如金屬在低溫下變脆，橡皮或塑膠等材料可能失去韌性等。同時，在高溫狀況下，應該使用散熱板、防熱端板、或加防熱封裝。特殊的導線絕緣，使用高溫鉚錫。總之，溫度過高對電子製品的影響正如同侵蝕對金屬的損害相同，將使電子零件外型變形，並使許多有機化合物風化。

(二) 最低大氣壓：

在高空使用之設備，其電子零件必須承受劇烈的氣壓變化此時電子零件必須置於壓力腔內，避免因壓力變化過劇所造成之損害，以確保零件之穩定性。

(三) 濕度：

濕度高之環境，極易使電子零件表面產生冷凝以及生長菌類而變質，失去原有之性能。濕度高對零件的影響，常見的有下列數種：

- (1) 用作絕緣的有機化合物之退化。
- (2) 金屬的侵蝕。
- (3) 發生短路現象。
- (4) 使調諧電路之Q值降低。
- (5) 在調諧電容間產生不必要之介面。

以上幾點均將使電子零件之穩定性降低，故在濕度高之環境下長期使用之零件，應設法防濕，如裝除濕器等，較有效的方法，為將電子零件密封起來。

(四) 使用期限：

零件從出廠到不堪用之時間，謂之使用期限。超過使用期限之零件，不管是否曾經被使用過，因經過期間甚長而使原有之材料性能喪失，應予停用。

1-1-3 構造

初期的電子零件，體積較大，因為那時候大多以真空管為主。目前的零件，幾乎可以積體電路化，體積較小。不管零件的大小如何，在構造上均設想到以下各點：

- (1) 經久耐用，壽命長。
- (2) 易於與他種產品互換，即零件之規格應標準化。
- (3) 裝拆使用方便，體積小，重量輕。
- (4) 要有防熱、防磁、防震及防濕等性能。
- (5) 零件應便於包裝。

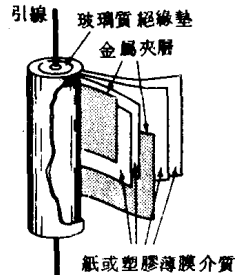


圖 1-10 紙質電容器的解剖圖

圖 1-10 為紙質電容器之構造圖，其引線最容易折斷，使用時應特別小心。此種零件具有上述第(1)，(2)，(3)及(5)之特性，亦具有(4)中之防震特性。

1-1-4 適用性

電子零件之種類很多，若零件可於各種環境與頻率之下廣為採用，則其適用性較佳。例如目前的電晶體之適用性就比以前的真空管為佳。零件之適用與否應考慮下列各點：

(一) 安全性：

例如電視機的映像管，其高壓接端，應覆以絕緣，以防觸電，而

8 電子零件製造

保障使用者之生命安全。控制用之零件，所發高熱，亦應加裝散熱裝置，以免燙傷手指。

(二) 零件價格：

電路或系統中，幾乎沒有不用導線的，導線均以金屬製成；銀的導電率比銅良好，而鋁的重量比銅為輕，價格較低，所以目前一般的導線，多以鋁為材料。因此，鋁製的導線之適用性較銅製者為佳。

電阻器，電感器和電容器，為常用的電子零件，由於电感器的價格較高，電容器次之，電阻器最廉，所以較新的電路設計，都設法摒除電感器，以節省開支。

(三) 使用方法：

零件的使用法，應盡量簡化，避免調整及校準等複雜過程。使用方法愈簡單之零件，其適用性愈高。例如電烙鐵與電焊槍，而皆用以銲接電子零件以組合電路，但若在檢修時，電銲槍之適用性比電烙鐵為高。再如電晶體收音機與真空管收音機，前者接通電源時，立即可聽廣播，但後者不然，必須等候一段時間；又，電晶體收音機之體積小，價格較廉，便於攜帶，但真空管收音機則否，因此，真空管收音機或以真空管為主要零件的製品，因適用性較差而幾乎被淘汰了。

1—2 電子零件的分類

電子零件之種類甚多，但若以其工作特性與工作狀況之不同而加以區分，則可以分為①被動與主動零件 (Passive and Active Component)，②低頻與高頻零件 (Low-Frequency and High Frequency Component)，以及③低壓與高壓零件 (Low Voltage and High Voltage Component)。現分述於下：

1—2—1 被動零件與主動零件

(一) 被動零件：

所謂被動零件，就是指一些可以貯存能量或消耗能量之零件；

般最常見的電阻器 (Resistor)，電感器 (Inductor) 與電容器 (Capacitor) 等均為被動零件。

電阻 (Resistance)：電阻器的主要目的為對電路提供電阻，電阻的產生主要原因，為當電子通過一電阻器之導體材料時，由電子與其他原子碰撞而得。

由於能量不減之關係，當外加一電壓於一定阻器時，其 (電) 位能轉換而成電子之動能，當電子與電子相碰撞時，產生熱能，而熱能，而熱能將使材料中原子之擺動更加劇烈，而將造成更多之碰撞機會，這種熱能之消耗屬於一種不可逆 (Irreversible) 過程，稱為焦耳熱 (Joule Heating)。而材料在產生熱能之同時，也形成，對電子運動即電流之阻力，這種反對電流運動之特性，就是電阻。在一般電路中，電阻之基本作用即為能量轉換。

一般電阻均可用歐姆定律 (Ohm's Law)，將其與電流，電壓之關係加以表示之。即

$$\frac{V}{I} = R \quad \text{或} \quad \frac{v}{i} = R$$

前者為直流關係式，後者則為交流關係式，但在應用歐姆定律時，其周圍之溫度必須保持為一定值。一般說來，溫度上升時，電阻值將因原子擺動加劇，電子流動之阻力加大，而使其電阻值增加，但也有一些例外，以矽與鎢等材料製成之電阻，其電阻值隨溫度之上升反而下降。但過熱之狀況，將使電阻破壞。

電感器為一種可以在磁場內，貯存能量之被動元件，一般而言，電感可以分為自感 (Self-Inductance) 與互感 (Mutual Inductance)。

所謂自感也就是在一磁場中，電感器可以藉著貯存能量，以反對其中電流之變化，此種特性即稱為自感。一般電感器可分為固定式，與可變式二種；若由結構材料可分，則可分為空氣蕊 (Air-Core) 與鐵蕊 (Iron Core) 式二種，電感器中所貯存之能量及其自感值

10 電子零件製造

與其中所流過之平均電流成正比。如果所流過之電流爲一正弦波形，則所貯存之能量即爲零、自感與電壓電流之關係，可以用下式表之。

$$L = \frac{V_L}{\frac{\Delta i_L}{\Delta t}}$$

注意其與電流對時間之變化率有關而已。

所謂互感，則是指由一電路將能量，經由磁場，得到另一電路之謂，變壓器 (Transformer) 即爲利用互感性特之一電子零件。

電容 (Capacitance) 與電感適反，其所貯存之能量爲在電場之中，電容與電流與電壓之關係可以下式表之：

$$C = \frac{\Delta q / \Delta t}{\Delta V_c / \Delta t} = \frac{q}{\Delta V_c / \Delta t}$$

注意其電容值與電壓對時間之變化率有關，至於其所貯存之能量則與電壓之平均值有關。

電容器亦可分爲固定式與可變式二種，它與電阻器，電感器等，同爲一般電子電路中，所不可或缺之電子零件。

本書中所論及之被動元件，除上述之電阻器，電感器與電容器之外，尚有變壓器與繼電器 (Relay) 等。均將對其組成材料，工作方式及用途等範圍，加以闡述。

(二) 主動零件：

一般所謂之主動元件，係指電壓電源或電流電源，如發電機與電池等，能對一電路供應能量之元件。但在本書中所論及的主動元件，其主要作用與前述之主動元件略有不同。

本書中所提及的主動元件如真空管與電晶體，其主要作用係由直流電源獲取電功率，而可以將加諸其上之交流訊號加以放大之謂。

真空管之歷史遠較電晶體爲久，其主要作用爲將電極封入真空玻璃罩中，藉控制其輸入直流之電壓或電流準位，就可以對加於其上之交流訊號，提供相當放大因數。

電晶體之發明，是在約三十年前，其作用與真空管相似，但使用之材料與製造方法完全不同；電晶體是由不同型式之半導體所製成，也可以由直流電源吸取功率，對交流訊號提供放大作用，由於其體型較小，消耗電功率亦小，因此有取代真空管之趨勢。

由於半導體、電晶體之發展，引起近代固態電子技術之突飛猛進，由電晶體又進步到體積電路，這種超小型的電子主動元件，使近代電子工業面目，幾乎完全改觀。除了使一般家用電子器材可以小型化外，更使通訊器材與控制機械有了革命性之改進，電路之不斷改進，登陸月球之成功，也都是受了其影響所致。

1-2-2 低壓零件與高壓零件

所謂低壓零件是指專門適宜在較低工作電壓下工作之零件，而高壓零件則是指可以在較高工作電壓下工作之零件而言。

一般說來，各型電子零件，均可以在較高或較低之電壓下工作，但必須加以妥善的設計，在低壓下工作之電子零件比較簡單，因為它所承受之電壓，及由電壓所產生之衝擊電流或熱消耗較小，不易產生損耗，在設計方面比較容易完成。

但在高壓下工作之電子之零件，必須加以特別設計，以防止①過高之電壓使零件被擊穿，②因高壓而生之熱能將零件燒燬，或③導致失真等。

就被動元件說來，如電阻、電感與電容器等，在作為高壓零件時，必須加大其功率定額 (Power Rating)，同時其散熱亦需良好，故在製造材料之耐壓特性，以及包裝材料之耐熱特性，以及引線之特性，均需加以要求；此外，大型之設備如變壓器等，尚須加特別之冷卻方法，以確保在高壓下之安全。

主動元件中，真空管較為適宜高壓下工作，這是因為它的結構所致，電極為真空所隔，比較不容易發生崩潰的現象。電晶體由於其先天構造所限，不但體型小，且各電極均可由半導體相通，比較不適合

12 電子零件製造

高壓下之工作，但有一些特別設計的功率電晶體 (Power Transistor)，也可以在相當之電壓下工作，至於特別設計製造的閘流體 (Thyristor) 如矽控整流器 (Silicon-Controlled Rectifier)，也可以在相當高之電壓下工作，但一般說來，此種小型電子零件在高壓下工作時，需要加大於其自身體積若干倍之散熱器 (Heat Sink)，方足以散發所生之熱，防止零件本身因過熱而燒燬。

1—2—3 低週零件與高週零件

低週零件是指在較低頻率狀況下，工作之電子零件，而高週零件則是指在較高頻率狀況下，所使用之電子零件。一般說來，由於頻率響應 (Frequency Response) 之要求，其高頻與低頻狀況下，所使用之電子零件，必須加以特別設計，以達到所欲要求之頻率響應，並且避免零件失效或響應失真。

表 1—1 頻譜

V L F (低極頻)	3 仟赫至 30 仟赫
L F (低頻)	30 仟赫至 300 仟赫
M F (中頻)	300 仟赫至 3000 仟赫
H F (高頻)	3000 仟赫至 30,000 仟赫
V H F (極高頻)	30 百萬至 300 百萬赫
U H F (特高頻)	300 百萬至 3000 百萬赫
S H F (超高頻)	3000 百萬至 30,000 百萬赫
E H F (超極高頻)	30,000 百萬至 300,000 百萬赫

表 1—1 所示為一般常用之頻譜，以區分所使用之頻率範圍。

被動元件用作高頻用途時，必須注意其雜散電容 (Stray Capacitance) 及雜散電感值 (Stray Inductance)，因為此等電感或電容值，常伴隨一般被動元件而變，如電阻器之導線材料中若通有交流，即有電感值伴之而生，而兩組導線間即有電容值產生，電感器之繞線各匝間亦有分佈電容等，此等電容值在低頻時不足為慮，但