



第3章

電子元件認識與使用

隨著電子科技不斷的發展，新的電子元件也不斷的被開發出現，現今電子元件的種類非常的多，正確的選擇適當的電子元件，才能在電子產品的開發過程中，能快速研發新的功能、降低生產成本、提高產品的品質。認識電子元件的種類、結構與特性，才能正確的選擇與使用元件，使元件發揮功能且不會造成電子元件的損壞，是電子從業人員的重要課題。

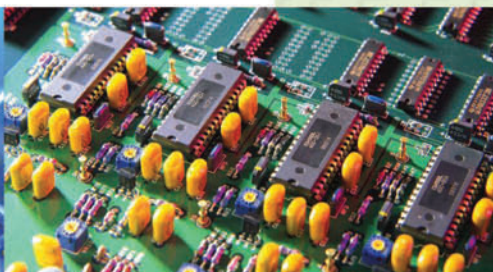
本章實習時數：12小時

學習目標

1. 瞭解各種被動元件的種類與特性。
2. 瞭解各種主動元件的種類與特性。
3. 瞭解各種機電元件的種類與特性。
4. 瞭解電子零件的色碼識別。
5. 能正確的使用各種基本電子元件。

- 3-1 被動元件的認識與使用
- 3-2 主動元件的認識與使用
- 3-3 機電元件的認識與使用

技能活動
學後評量



相關知識學習

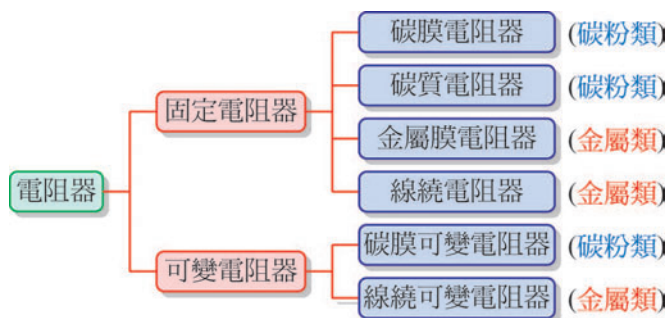
3-1 被動元件的認識

1 電阻器 (resistor : R)

電阻器在電路中常以 R 來表示，其特性為具有阻止電流通過的電子元件，電阻值愈大表示對電的阻力愈大，電阻值的單位以歐姆 (Ω) 表示。在使用上會以 $k\Omega$ ($10^3 \Omega$) 或 $M\Omega$ ($10^6 \Omega$) 來表示較大的電阻值。電阻器的功能為限制電路中電流的大小及產生各種不同的電壓，提供電路中主動元件所需的偏壓。由於電阻器具有阻止電流通過的特性，會導致功率的消耗，使用時應注意電阻器的額定功率，避免因過高的功率消耗，致使電阻器損壞。

電阻器的種類如表 3-1 所示，電阻器依據用途可分為固定電阻器及可變電阻器二大類，依據製造所使用的材質大略可分為碳粉類及金屬類兩種。

表 3-1 電阻器的種類



1. 固定電阻器

固定電阻器的符號，如圖 3-1(a)所示，是具有兩個端子的電子元件，其兩端的電阻值為定值。依據製程及使用材質的不同，可分為碳膜電阻器、碳質電阻器、金屬膜電阻器及線繞電阻器，如圖 3-1(b)所示，其特性有極大的差異。在使用上要選擇適當規格的電阻器。

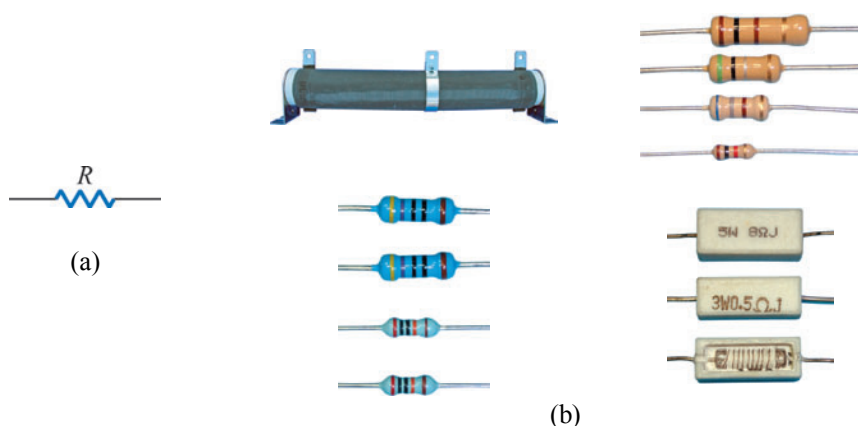


圖 3-1 固定電阻器的符號與種類

- (1) 碳膜電阻器：製程簡單，額定功率低，適合大量生產，成本較低，被廣泛使用。
- (2) 碳質電阻器：誤差較大，額定功率低，溫度係數高，但分佈電容及電感小，適合高頻電路使用。
- (3) 金屬膜電阻器：誤差小，額定功率較碳膜電阻器高，溫度特性良好，穩定性高。
- (4) 線繞電阻器：誤差小，溫度特性良好，穩定性高，額定功率高可達數十瓦以上，電阻值較低。將繞線電阻器以特殊不燃耐熱水泥封裝，就形成水泥電阻器。

2. 可變電阻器

可變電阻器 (variable resistor) 在電路中常以 VR 來表示，可變電阻器的符號，如圖 3-2(a)所示，是具有三個端子的電子元件，其外圍兩端的電阻值為定值。中間端點係利用轉動或滑動的方式，改變碳膜或金屬線的長度，藉以改變外圍兩端點與中間接點的電阻值。其電阻值（外圍兩端的阻值）在一定的範圍內可以任意調整。可變電阻器的用途為：用以供使用者控制電子裝置中音量、音質、電壓、功率…等的功能。依據製程及使用材質的不同，可分類為碳膜可變電阻器及繞線可變電阻器（功率型），如圖 3-2(b)所示。

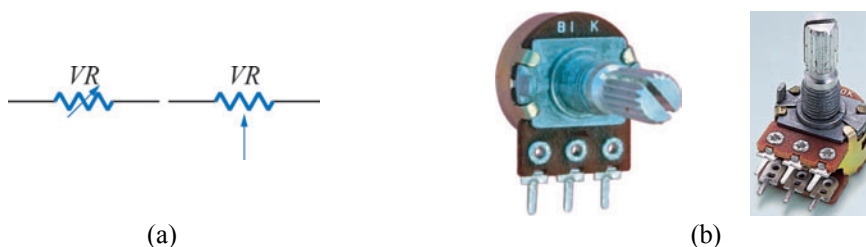


圖 3-2 可變電阻器的符號與種類

依據可變電阻器的電阻值變化與旋轉角度的關係，如圖 3-3 所示。可分為 A 型（對數型），其電阻值變化與旋轉角度成對數曲線變化，適用於音量控制；B 型（線性型），其電阻值變化與旋轉角度成線性變化，適用於音質控制與一般調整；C 型（反對數型），其電阻值變化與旋轉角度成反對數曲線變化。

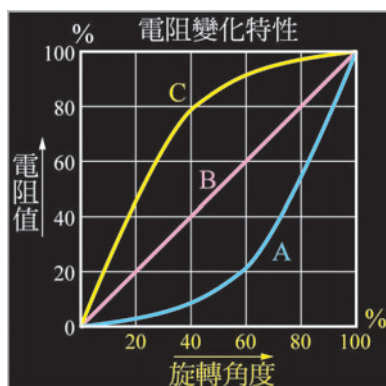


圖 3-3 可變電阻器的電阻值變化與旋轉角度的關係

在電路中，部分可變電阻器在調整完成後，就固定不變，此類可變電阻器稱為半可變電阻器，在電路中常以 SVR 來表示，其符號如圖 3-4 (a) 所示。由於半可變電阻器消耗功率小且都裝配於電路板上，所以體積較小。又不需要時常調整，一般在調整過程中需使用調整棒（小起子）為之，有時需要做精密調整，半可變電阻器被設計成多旋轉型，稱為精密半可變電阻器。半可變電阻器外觀如圖 3-4(b) 所示。

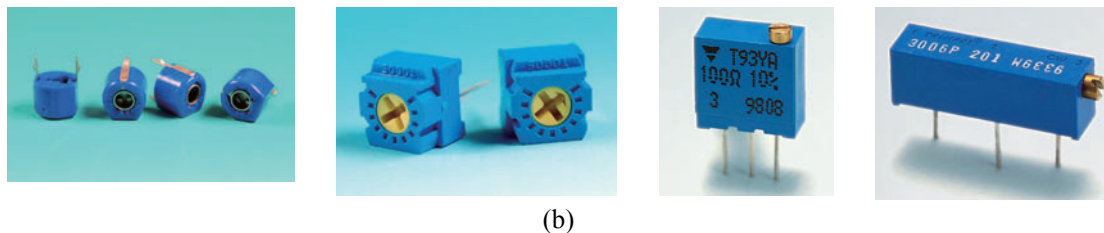
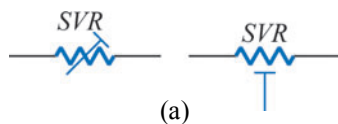


圖 3-4 半可變電阻器的符號與種類

3. 電阻色碼的識別

固定電阻器電阻值的標示採直接標示法和色碼標示法兩種，在大型電阻器上（線繞電阻器），一般都採用直接標示法，如圖 3-5 所示，可直接判讀電阻值，標示中最後的一個英文字母代表電阻器的容許誤差，英文代號所代表的容許誤差，如表 3-2 所示。在電路裝配的過程中，應將電阻值的標示朝上以方便檢修。

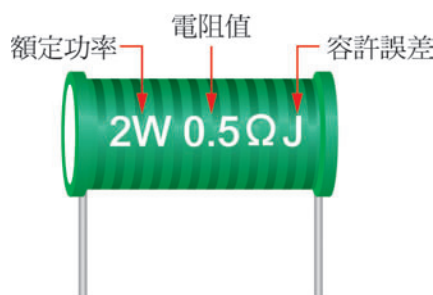


圖 3-5 直接標示法

表 3-2 英文代號所代表的容許誤差

英文代號	F	G	J	K	M
容許誤差	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%

如果在體積很小的電阻器上（碳膜電阻器），用直接標示法標示電阻值則標示的字體會太小，不易判讀容易發生錯誤。一般都採用色碼標示法。色碼的標準及顏色所代表的數字，是根據美國電子工業協會（EIA）所訂定的，如表 3-3 所示。標準色碼標示法可分為四個色環與五個色環的標示法，分別說明如下：

(1) 四個色碼的識別

電阻器四個色環的標示，如圖 3-6 所示，第一個色環表示十位數字，第二個色環表示個位數字，第三個色環表示乘數（10 的冪次），第四個色環表示容許誤差。則此電阻器的電阻值為 47 乘以 10^3 等於 47kΩ（47000Ω），容許誤差為±5%。

(2) 五個色碼的識別

電阻器五個色環的標示，如圖 3-7 所示，第一個色環表示百位數字，第二個色環表示十位數字，第三個色環表示個位數字，第四個色環表示乘數（10 的冪次），第五個色環表示容許誤差。則此電阻器的電阻值為 224 乘以 10^1 等於 2.24 kΩ（2240 Ω），容許誤差為 ± 1%。

表 3-3 色碼的識別

色碼	顏色	十位數字	個位數字	乘數	容許誤差
黑	黑	0	0	10^0	
棕	棕	1	1	10^1	±1%
紅	紅	2	2	10^2	±2%
橙	橙	3	3	10^3	
黃	黃	4	4	10^4	
綠	綠	5	5	10^5	±0.5%
藍	藍	6	6	10^6	±0.25%
紫	紫	7	7	10^7	±0.1%
灰	灰	8	8	10^8	
白	白	9	9	10^9	
金	金	-	-	10^{-1}	±5%
銀	銀	-	-	10^{-2}	±10%
無	無	-	-	-	±20%

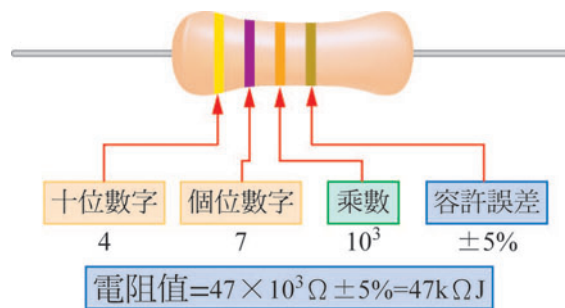


圖 3-6 電阻器四個色環的標示

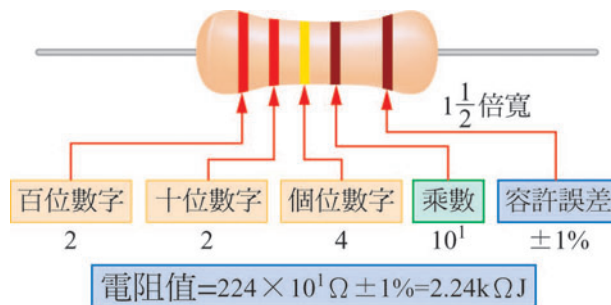


圖 3-7 電阻器五個色環的標示

4. 電阻器的測量

(1) 固定電阻器電阻值的測量，應先判讀出電阻的標示值，使用三用電表測量其阻值是否與標示值相同，注意電阻器的容許誤差。電阻值測量的步驟，可參閱第二章。

(2) 可變電阻器的測量，如圖 3-8 所示，其測量的步驟說明如下：

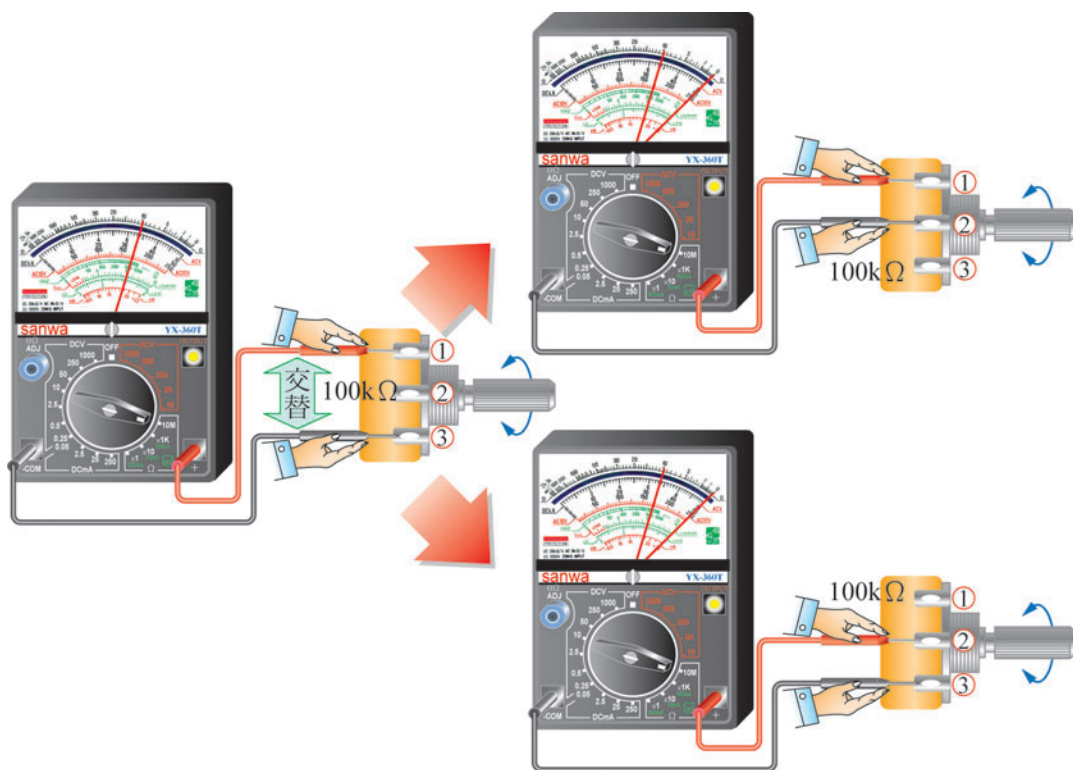


圖 3-8 可變電阻器的測量

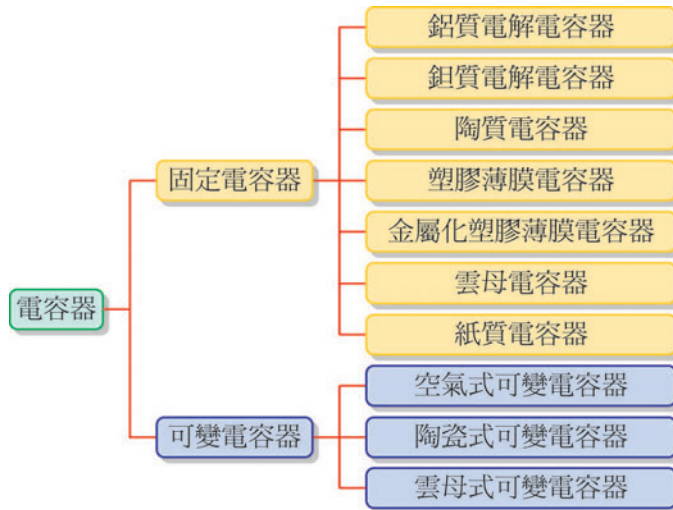
- ① 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10K$ 位置。
- ② 將測試棒分別連接於可變電阻器 1、3 兩端點，電表指針應指示於 10 的位置，旋轉旋鈕指針不會改變。
- ③ 將測試棒分別連接於可變電阻器 1、2 兩端點，逆時針旋轉旋鈕阻值會逐漸變小，電表指針應由指示 10 的位置向左偏轉到 0 的位置，順時針旋轉旋鈕則情形相反。
- ④ 將測試棒分別連接於可變電阻器 2、3 兩端點，順時針旋轉旋鈕阻值會逐漸變小，電表指針應由指示 10 的位置向左偏轉到 0 的位置，逆時針旋轉旋鈕則情形相反。

2 電容器 (capacitors : C)

電容器在電路中常以 C 表示，電容器的基本結構為兩片金屬板，中間以絕緣物質隔離而做成的電子元件，具有儲存電荷的特性。在使用上具有使交流信號通過、隔離直流電源的功能。電容值愈大表示對電荷的儲存能力愈強，電容值的單位以法拉 (F) 表示。在使用上常會以 μF (10^{-6}F) 及 pF (10^{-12}F) 來表示較小的電容值。電容器的用途由於具有儲存電荷的能力，可用於諧振、濾波、振盪等電路中；由於具有使交流信號通過，隔離直流電源的功能，在放大電路中常做為耦合電容或旁路電容。電容器具有儲存電荷的特性，在理論上不會導致功率的損耗，使用時應注意電容器的額定電壓，避免端電壓過高，致使電容器損壞。

電容器的種類，如表 3-4 所示，電容器依據用途可分為固定電容器及可變電容器二大類，依據製造所使用的電介質、電極與構造可分為 7 種。

表 3-4 電容器的種類



1. 固定電容器

固定電容器的符號，如圖 3-9(a)所示，是具有兩個端子的電子元件，其兩端的電容值為定值。目前較常使用的電容器，如圖 3-9(b)所示，有鋁質電解電容、鉭質電解電容、塑膠薄膜電容及陶瓷電容，其特性有極大的差異。在使用上要選擇適當規格的電容器。電容器的特性分別說明如下：

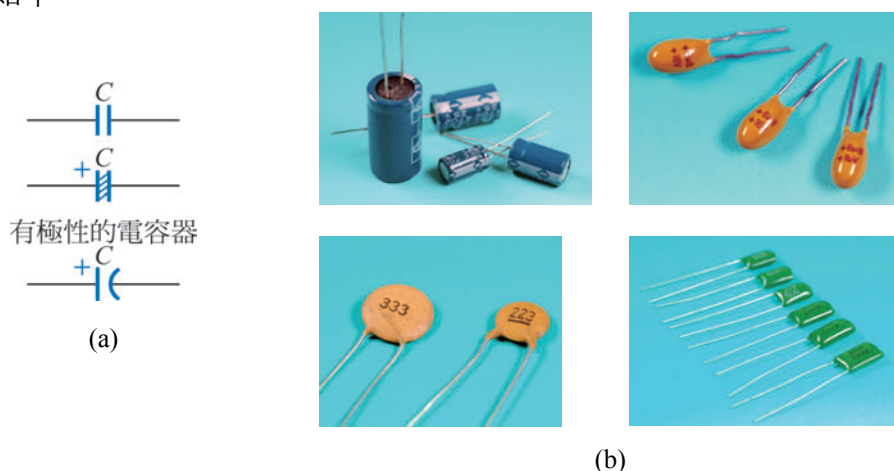


圖 3-9 固定電容器的符號與種類

- (1) **鋁質電解電容**：簡稱為電解電容，是以兩層鋁箔夾著電解質捲繞而成，再通以直流電進行極化，使其中一片（陽極）鋁箔表面產生氧化鋁薄膜，以做為電容器的絕緣介質，使用時必須依照標示的正、負極性接到電路中，否則，將導致氧化鋁薄膜損壞，電容器發熱、膨脹而爆裂。

電解電容的特點為：

- ①電容量最大的電容器（ $0.47 \mu\text{F} \sim 4700 \mu\text{F}$ ）。
 - ②具正、負極性，使用時不可反接。
 - ③漏電電流較大。
 - ④具有高的分佈電感量，不適合高頻電路使用。
- (2) **鉭質電解電容**：簡稱為鉭質電容，以鉭做為陽極金屬，結構與鋁質電解電容相似。其各種特性較鋁質電解電容優異，體積較小，可靠度佳，但價格較高。

(3) **塑膠薄膜電容**：簡稱為塑膠電容，是以塑膠材料為介質，在塑膠薄膜兩面鍍層金屬薄膜為電極，將其重疊捲繞而製成的無極性電容。

塑膠電容的特點為：

- ① 電容量 $\geq 56\text{pF}$ ($0.001\ \mu\text{F} \sim 0.47\ \mu\text{F}$)。
- ② 高頻特性良好。
- ③ 體積小，容量誤差少。

(4) **陶瓷電容**：是以陶瓷材料為介質，在陶瓷圓片兩面鍍層金屬（銀）薄膜為電極，連接引線，封裝製成的無極性電容。

陶瓷電容的特點為：

- ① 電容量最小 ($1\ \text{pF} \sim 0.1\ \mu\text{F}$)。
- ② 高頻特性優良。
- ③ 體積小。

2. 可變電容器

可變電容器（variable capacitors）的符號，如圖 3-10(a)所示，其電容量是可以改變的電容器。依據使用絕緣介質的不同，可分類為空氣式可變電容器、陶瓷式可變電容器及雲母式可變電容器，如圖 3-10(b)所示。電容量改變的方式為改變兩極板間的相對面積或改變兩極板間的距離。可變電容器常使用於高頻的調諧電路中，以改變所要接收的電台頻率；使用於振盪電路中用以修正振盪的高頻信號頻率。目前大都被變容二極體所取代。

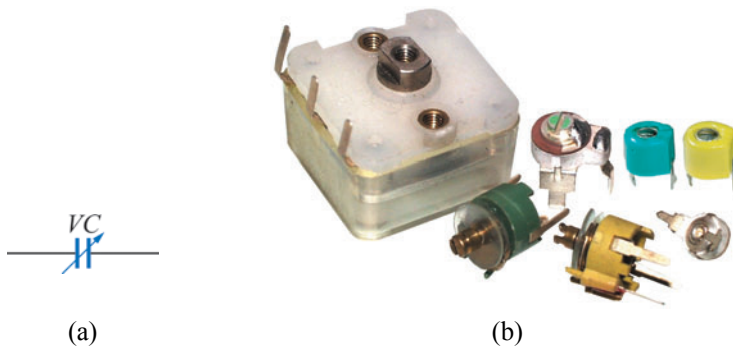


圖 3-10 可變電容器的符號與種類

3. 電容器的耐壓

電容器於工作時，因為儲存電荷，兩極板會有電壓形成。此電壓若超過絕緣介質的耐壓時，會導致絕緣層破壞，造成電容毀損，甚至爆裂的情況。使用時必須使電容兩端的電壓，不超過電容所標示的額定電壓（耐壓）。

電容器額定電壓的標示可分為：

- (1) 工作電壓（WV；work voltage）：表示電容器可承受在此標示電壓以下的範圍，長時間的使用不會毀損。
- (2) 測試電壓（TV；test voltage）：表示電容器在此標示電壓內，偶而可以承受的最大瞬間高壓，不可長時間的在此標示電壓下使用。若要長時間使用，則應使電壓工作於測試電壓的 1/2 以下。

4. 電容器的標示

電容器規格的標示可分為直接標示法和數碼標示法兩種，電解電容和鉭質電容一般都採用直接標示法，直接標示接腳的極性（接腳較長的為正電壓端）、耐壓、電容量（以 μF 為單位）。塑膠電容和陶瓷電容的電容量（以 pF 為單位）一般都採用數碼標示法，如圖 3-11(a)所示，第一個數字表示十位數字為 1，第二個數字表示個位數字為 0，第三個數字乘數為 3 表示乘以 10^3 ，第四個英文代號表示容許誤差為 J。則此電容器的電容量為 10 乘以 10^3 等於 10000 pF ($0.01 \mu\text{F}$)，容許誤差為 $\pm 5\%$ ，耐壓為 100V 。圖 3-11(b)所示，則此電容器的電容量為 47 乘以 10^2 等於 4700 pF ($0.0047 \mu\text{F}$)，容許誤差為 $\pm 20\%$ ，耐壓為 50V （沒標示耐壓時）。圖 3-11(c)所示，則此電容器的電容量為 33 乘以 10^1 等於 330 pF ($0.00033 \mu\text{F}$)，容許誤差為 $\pm 10\%$ ，耐壓的代碼為 2G，可參考表 3-5 得到電容耐壓為 400V 。塑膠電容和陶瓷電容的接腳沒有極性的區別。容許誤差的英文代號可參考表 3-2。

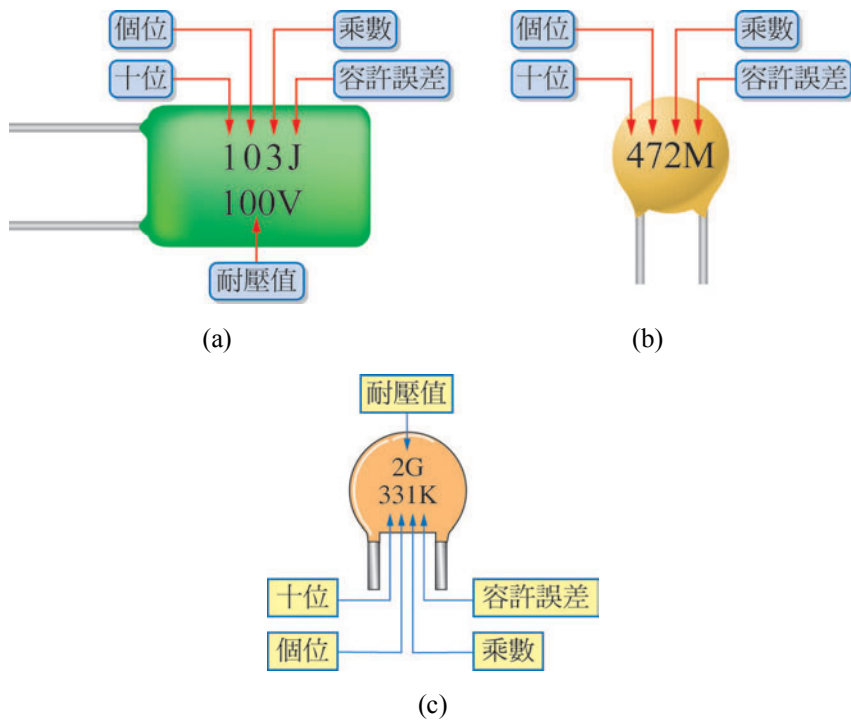


圖 3-11 電容器數碼標示的判讀

表 3-5 電容器耐壓代碼表

英文代號 耐壓值	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	1	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0	6.3	8.0
1	10	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40	50	63	80
2	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
3	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000

5. 電容器的測量

電容器的測量，如圖 3-12 所示，其測量的步驟說明如下：

- (1) 將三用電表置於歐姆檔 $\times 1K$ 位置，將電容器的接腳短路放電。
- (2) 利用測試棒分別連接於電容器的兩接腳端點。
- (3) 若電容器的電容量小於 $0.25 \mu F$ 時：
 - ① 若指針向右偏轉到零的位置，則表示電容器短路毀損。
 - ② 若指針不動則表示電容器斷路良好。

(4) 電容器電容量大於 $0.25 \mu\text{F}$ 時：

- ① 若指針向右偏轉後，緩緩退回到無限大的位置，如圖 3-12(a) 所示。
- ② 將測試棒交換作第二次測量，指針向右偏轉且偏轉比第一次大（因電容器已經充電），後緩緩退回到無限大，如圖 3-12(b) 所示，則表示電容器良好。
- ③ 若指針不動則表示電容器斷路故障。
- ④ 若指針向右偏轉到零而不會退回無限大，則表示電容器短路故障。
- ⑤ 若指針兩次均能緩緩退回到無限大的位置，則表示電容器良好不漏電。

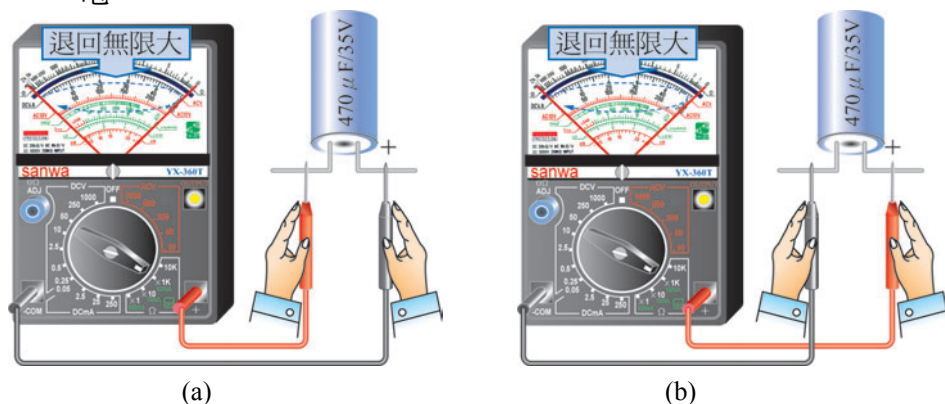


圖 3-12 電容器的測量

3 電感器 (inductor : L)

電感器可以分為變壓器和線圈兩大類，分別說明如下：

1. 變壓器 (transformer)

變壓器的符號，如圖 3-13(a) 所示，變壓器的功能是利用電磁感應的原理，將交流電壓提升或降低到負載所需的適當交流電壓。其結構為兩組線圈，彼此絕緣並繞在同一個鐵芯上，如圖 3-13(b) 所示，接到的交流電壓的線圈稱為一次側線圈（初級線圈），接到負載的線圈稱為二次側線圈（次級線圈），交流電壓連接到一次側線圈時，會產生磁通的變化，藉由鐵芯傳遞到二次側線圈，變化的磁通使得二次側線圈產生交流電壓。二次側線圈產生的交流電壓大小與變壓器的圈數成正比的关系，

即 $V_1/V_2 = N_1/N_2$ 。可藉由改變變壓器圈數的比例來得到負載所需的交流電壓。變壓器的種類可分為電源變壓器、輸出變壓器、輸入變壓器、脈波變壓器等，其中以電源變壓器為最常被使用，如圖 3-14 所示，電源變壓器的原理與用途請參閱第六章。

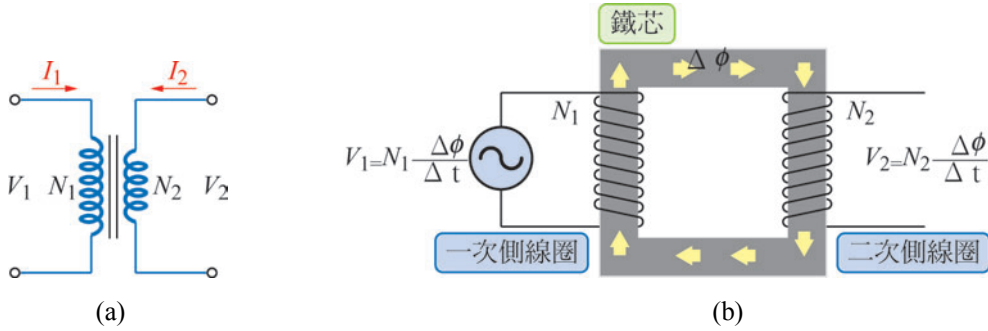


圖 3-13 變壓器的符號與結構

使用三用電表量測電源變壓器的好壞。可分為靜態測量和動態測量兩種方式，其測量步驟說明如下：

靜態測量步驟：

- (1) 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 的位置，如圖 3-15 所示。
- (2) 利用測試棒分別測量變壓器初級與次級線圈的兩端點，測量電阻值。
 - ① 若電阻值很小則表示線圈正常。
 - ② 若指針不動則表示線圈開路變壓器損壞。

動態測量步驟：

- (1) 將變壓器初級線圈以電源線和市電連接妥當。
- (2) 將三用電表置於 ACV 250V 檔位。利用測試棒連接變壓器初級線圈的两个端點，測量電壓值是否為 AC 110V。
- (3) 將三用電表置於 ACV 50V 檔位。利用測試棒接觸變壓器次級線圈的两个端點，測量電壓值是否與標示值相同（為 AC 18V）。

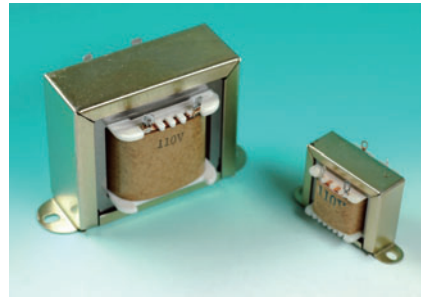
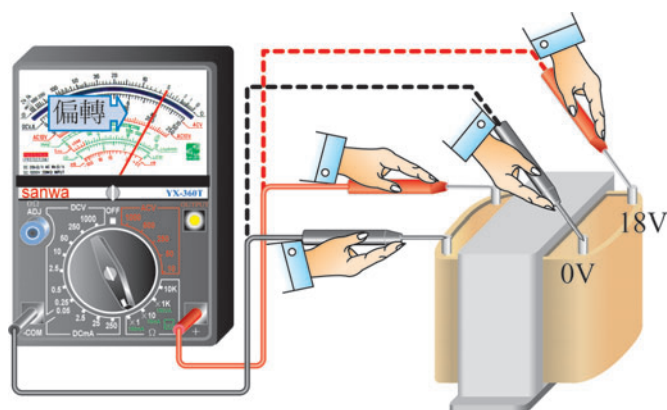


圖 3-14 電源變壓器



↑ 圖 3-15 電源變壓器的靜態測量

2. 線圈 (coil)

電感器又稱為線圈，在電路中常以 L 表示，电感器的單位以亨利 (H) 來表示。在使用上常會以 μH (10^{-6}H) 及 nH (10^{-9}H) 來表示較小的電感值。电感器的種類很多，適用範圍也不同，較常用的電感器符號，如圖 3-16 所示。由於電感器具有儲存磁能的特性，在高頻電路中常用於諧振、濾波、振盪等電路中，所使用的電感器型態有高頻線圈和中週變壓器兩種，如圖 3-17 所示，高頻線圈是電感量固定的電感器，中週變壓器是電感量可以改變的電感器（藉由改變線圈內部鐵芯的位置，調整電感量的大小）。在低頻的電源電路中，採用具有使直流電通過，隔離交流漣波電壓的抗流圈做為電源濾波之用，如圖 3-18 所示。



↑ 圖 3-16 电感器的符號



圖 3-17 高頻線圈和中週變壓器



圖 3-18 抗流圈

3-2 主動元件的認識

具有整流、放大及開關等功能的電子元件稱為主動元件。目前主動元件的製作材料大都以半導體材質為主，此類主動元件具有體積小、重量輕、功率損耗低、速度快、使用壽命長的特質。且由於主動元件不斷的朝積體電路發展，使電子產品具有功能更強、體積更小、消耗功率更少、價格更低的競爭優勢。主動元件的種類很多，本章無法完全加以介紹，僅就半導體中較為重要的主動元件，分別說明如下：

1 半導體

1. 本質半導體

導電特性介於導體和絕緣體之間的材料稱為半導體，在原子結構中，排列在原子最外圍的電子稱為價電子。半導體材料的原子最外圍的價電子數有四個稱之為四價元素，這種不含任何雜質的四價元素又稱為本質半導體。本質半導體中常用的四價元素有矽（Si）和鍺（Ge）兩種，如圖 3-19 所示，兩者又以矽（Si）元素具有較佳的特性，為目前最常被使用的半導體材料。在本質半導體中，其原子會和相鄰的 4 個原子共用

價電子，使其原子最外圍變成八個價電子，形成穩定的狀態。這種原子相互共用價電子的情形稱為共價鍵，如圖 3-20 所示。

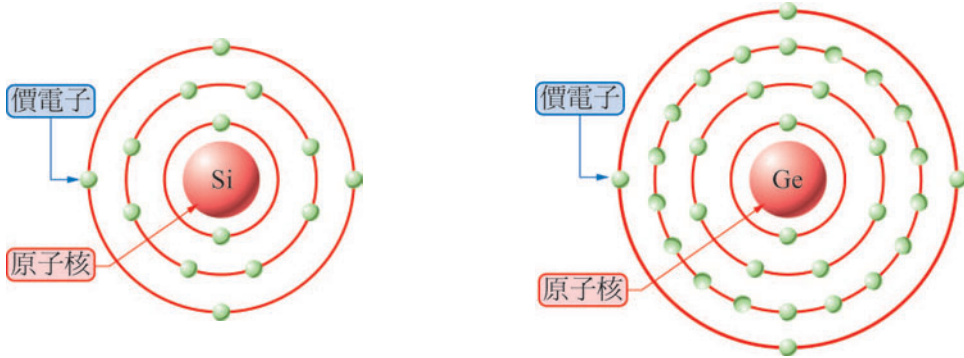


圖 3-19 四價元素的原子結構

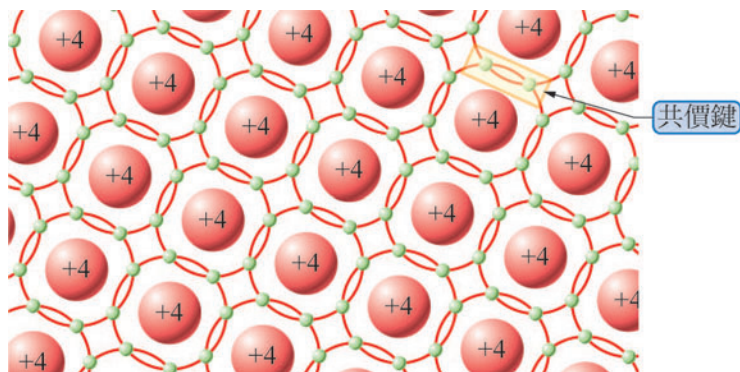


圖 3-20 半導體的晶體結構

2. 自由電子與電洞

本質半導體在絕對溫度 0°K 時，所有價電子被共價鍵所束縛，沒有自由電子。當溫度升高時，共價鍵內的價電子，獲得足夠的能量（室溫下，矽需要 1.1eV 的能量，鍺需要 0.7eV 的能量）脫離原子的束縛，形成自由電子，共價鍵內所遺留的空缺稱之為電洞，如圖 3-21 所示，本質半導體內自由電子與電洞的數量相同。溫度愈高，自由電子與電洞的數量就越多導電性增加。換言之半導體的導電性很容受到溫度影響。

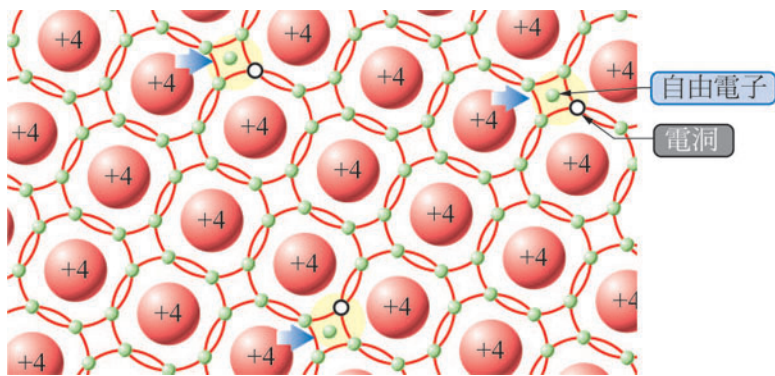


圖 3-21 自由電子與電洞的形成

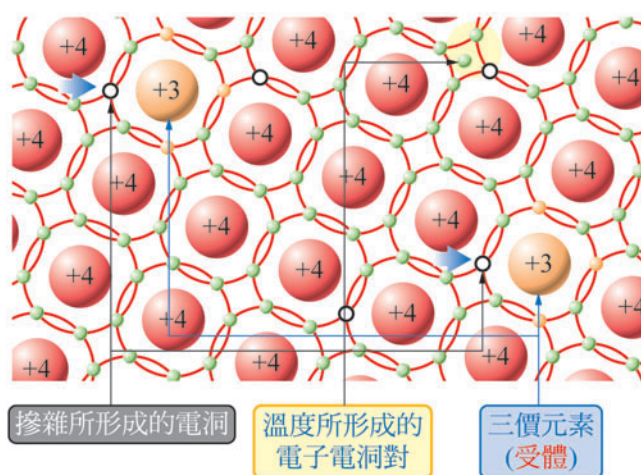
3. 摻雜

將少量的雜質（三價元素或五價元素）摻入本質半導體中，用以改變半導體的導電特性，此過程稱為摻雜（Doping）。摻雜的比例約為 $10^8 : 1$ 。摻入雜質後的半導體稱為雜質半導體（外質半導體）。將本質半導體摻雜硼（B）、鎵（Ga）、銦（In）、鋁（Al）等少量的三價元素會形成 *P* 型半導體。將本質半導體摻雜磷（P）、砷（As）、銻（Sb）等少量的五價元素會形成 *N* 型半導體。

4. *P* 型半導體

加入少量的硼（B）、鎵（Ga）、銦（In）、鋁（Al）等三價元素到本質半導體中，摻雜的三價原子會取代原有的矽原子，同時與相鄰的四個矽原子形成共價鍵結合，由於三價原子比矽原子少一個價電子，在這個共價鍵中，因而缺少一個價電子，形成一個空缺，此空缺稱為電洞，如圖 3-22 所示。摻雜三價元素所形成的電洞，可以吸收附近的自由電子加以束縛，所以摻雜的三價元素又稱為受體（accepter），同時因為電洞具有可以吸引自由電子能力，所以可將電洞視為帶有正電荷質點，因此經摻雜三價元素的雜質半導體稱為 *P* 型半導體（positive，正）。

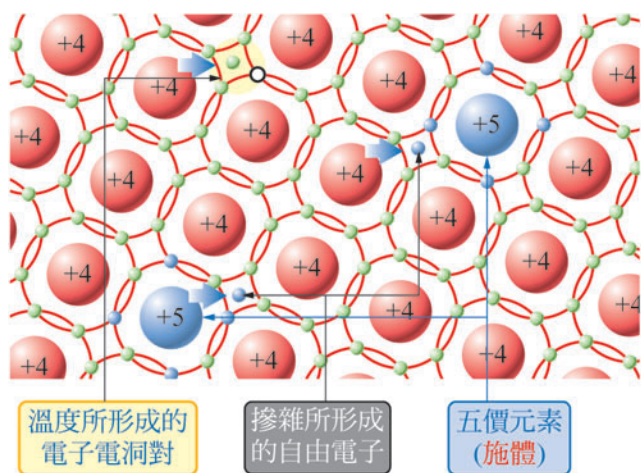
P 型半導體內部有大量因摻雜所形成的電洞，且半導體受溫度影響會產生少量的自由電子與電洞對。使得 *P* 型半導體內部有大量的電洞（多數載子）和少量的自由電子（少數載子）。



↑圖 3-22 P 型半導體

5. N 型半導體

加入少量的磷 (P)、砷 (As)、銻 (Sb) 等五價元素到本質半導體中，摻雜的五價原子會取代原有的矽原子，同時與相鄰的四個矽原子形成共價鍵結合，由於五價原子比矽原子多一個價電子，在這個共價鍵中，因而多一個價電子，不受原子核的束縛形成自由電子，如圖 3-23 所示。摻雜的五價元素會產生許多的自由電子，所以摻雜的五價元素又稱為施體 (donor)，同時因為產生的自由電子帶有負電荷，因此摻雜五價元素的雜質半導體稱為 N 型半導體 (negative, 負)。



↑圖 3-23 N 型半導體

N 型半導體內部有大量因摻雜所形成的自由電子，且半導體受溫度影響會產生少量的自由電子與電洞對。使得 N 型半導體內部有大量的自由電子（多數載子）和少量的電洞（少數載子）。

2 二極體 (diode : D)

1. PN 接合面

二極體的基本結構、電路符號與種類，如圖 3-24 所示，在本質半導體一側加入受體雜質使其形成 P 型半導體，另一側加入施體雜質使其形成 N 型半導體，兩端連接引線就形成了一個二極體元件。二極體元件在 P 型半導體與 N 型半導體之間會形成一個 PN 接合面，接合的瞬間由於兩側載子濃度不均勻， N 型半導體內部的多數載子（自由電子），會向跨過接合面，向 P 型半導體擴散，和 P 型半導體內部的多數載子（電洞）結合消失，使得接合面附近沒有自由電子與電洞，形成了空乏區，如圖 3-25 所示。

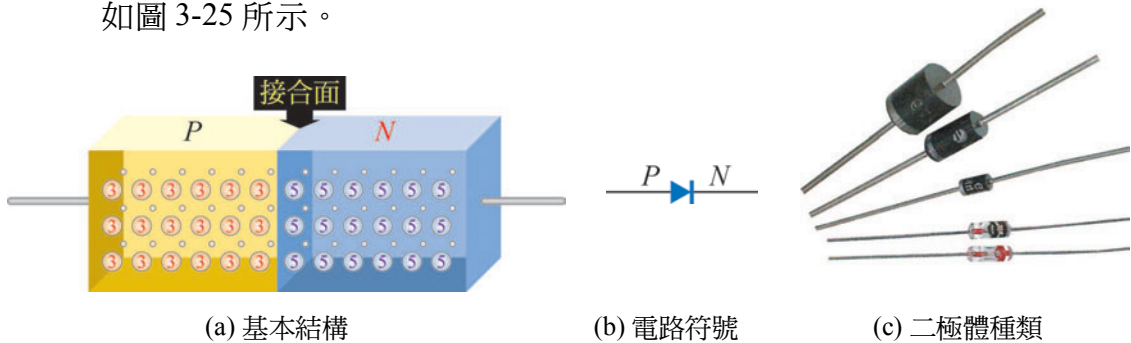


圖 3-24 二極體的基本結構與電路符號

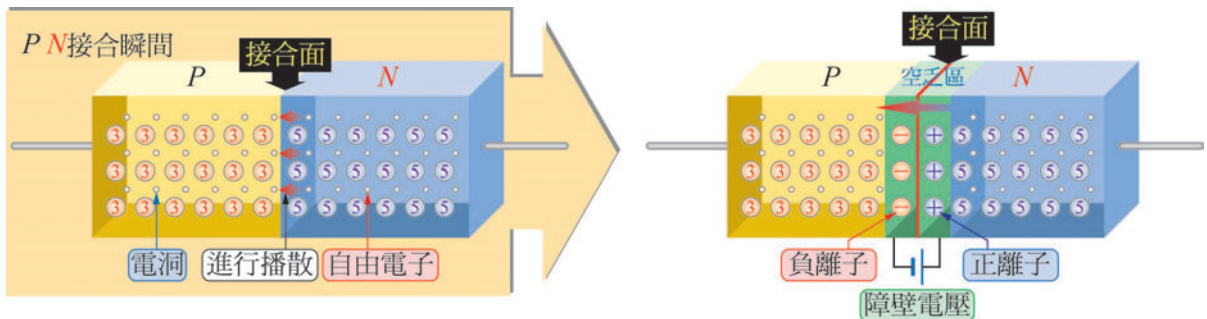


圖 3-25 PN 接合之瞬間

同時，在接合面 P 型側的受體，因接受一個自由電子變成帶負電的離子，在接合面 N 型側的施體，因失去一個自由電子變成帶正電的離子，帶正、負電的離子會隨著擴散作用持續增加，形成一個持續增加的障壁電壓，阻止擴散作用的進行，當此障壁電壓達到足以阻止擴散的進行時，兩者達到平衡，擴散作用停止。障壁電壓為一個定值，一般而言，矽半導體的障壁電壓約為 $0.5\sim 0.8\text{V}$ ，鎳半導體的障壁電壓約為 $0.1\sim 0.3\text{V}$ 。

2. 順向偏壓 (Forward bias)

將二極體的 P 型半導體端接正電壓，而 N 型半導體端接負電壓，此型態的连接方式稱為順向偏壓，如圖 3-26 所示。在順向偏壓的情形下， P 型半導體內的電洞受到正電壓的排斥，會向接合面移動； N 型半導體內的自由電子受到負電壓的排斥，也會向接合面移動，如此會導致空乏區變窄。當外加順向偏壓大於二極體障壁電壓時，空乏區被抵銷而消失。大量的自由電子與電洞會在接合面上產生再結合，形成大量的電流，所形成的電流稱為順向電流 (Forward current)，以 I_F 表示其電流的大小。

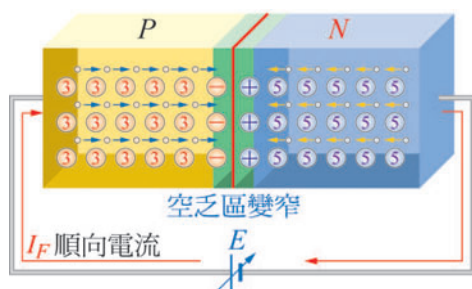


圖 3-26 二極體順向偏壓

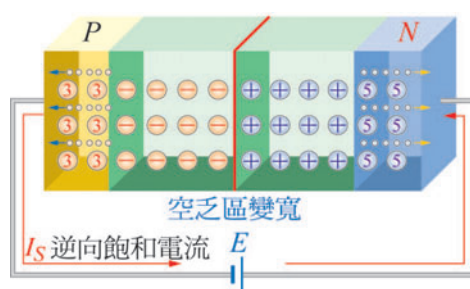


圖 3-27 二極體逆向偏壓

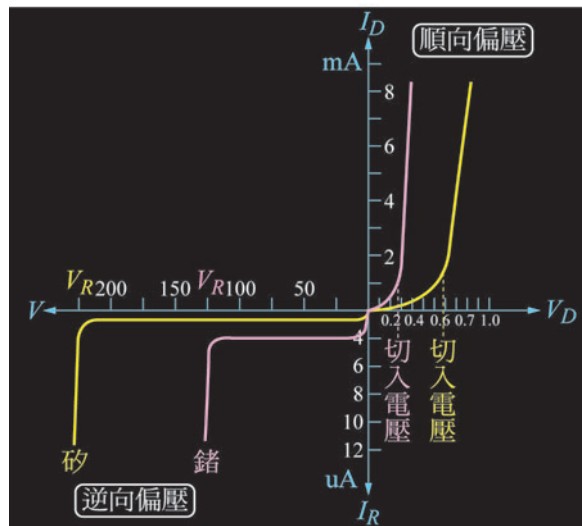
3. 逆向偏壓 (Reverse bias)

將二極體的 P 型半導體端接負電壓，而 N 型半導體端接正電壓，此型態的连接方式稱為逆向偏壓，如圖 3-27 所示。在逆向偏壓的情形下， P 型半導體內的電洞受到負電壓的吸引，會遠離接合面； N 型半導體內的自由電子受到正電壓的吸引，也會遠離接合面，如此會導致空乏區加大，障壁電壓增加。沒有多數載子通過接合面，不會有電流形成。當外

加逆向偏壓時，僅有少數載子會跨過接合面再結合，形成微量的電流，所形成的微量電流稱為逆向飽和電流或逆向漏電電流，以 I_S 表示其電流值。

4. P-N 二極體的特性

P-N 二極體的特性曲線，如圖 3-28 所示，當二極體工作於順向偏壓且外加電壓（矽為 0.7V，鍺為 0.3V）大於二極體內部障壁電壓，此外加的電壓稱為切入電壓（膝點電壓），此時順向電流急劇增加，二極體具有很低的順向電阻，二極體可視為開關在導通狀態。當二極體工作於逆向偏壓時，二極體僅有微量的電流，二極體具有很高的逆向電阻，二極體可視為開關在截止狀態。當逆向偏壓到達 V_R 時，半導體內原子結構的共價鍵被高壓所破壞，形成大量的電流，這種現象稱為崩潰（Break-down），此時的外加電壓電壓稱為崩潰電壓。由此特性可知二極體具有單向導電的特性。



↑ 圖 3-28 P-N 二極體的特性曲線

5. 二極體的測量

(1) 二極體 P-N 判別量測步驟：

- ① 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置，如圖 3-29 所示，利用二極體具有單向導電的特性。

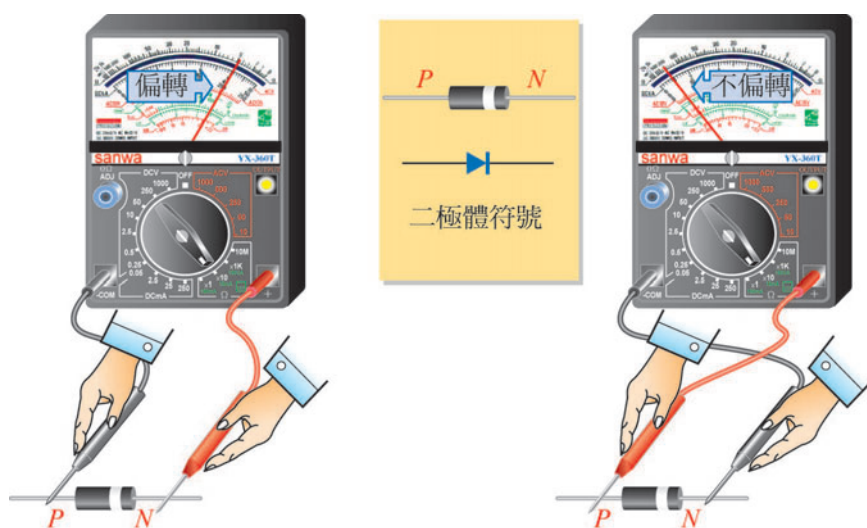


圖 3-29 二極體 P-N 判別量測

- ② 利用測試棒交替接觸二極體的兩端接線。
 - ③ 指針僅有一次大幅偏轉，於偏轉時，黑色測試棒端為二極體的 P 極（陽極），紅色測試棒端為二極體的 N 極（陰極）。
 - ④ 指針兩次都大幅偏轉，則表示二極體短路毀損。
 - ⑤ 指針兩次都不偏轉，則表示二極體開路毀損。
- (2) 二極體矽、鍺判別量測步驟：
- ① 利用矽二極體切點電壓為 $0.7V$ ，鍺二極體膝點電壓為 $0.3V$ 的特性加以判別。
 - ② 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置，如圖 3-30 所示。
 - ③ 將黑色測試棒置於為二極體的 P 極（陽極），紅色測試棒置於為二極體的 N 極（陰極）。
 - ④ 觀察三用電表的 LV 刻度。
 - ⑤ 若 LV 指示為 $0.7V$ 則表示此二極體為矽二極體，如圖 3-30(a) 所示。
 - ⑥ 若 LV 指示為 $0.3V$ 則表示此二極體為鍺二極體，如圖 3-30(b) 所示。

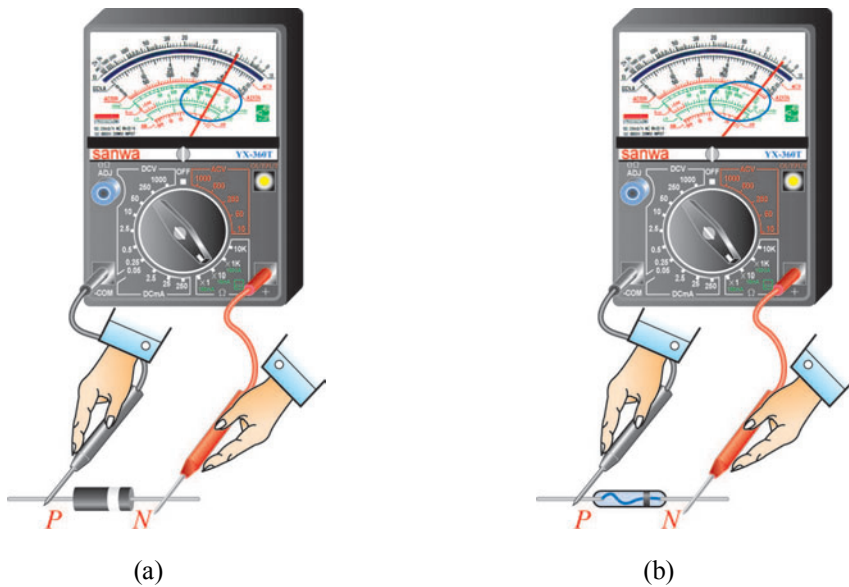


圖 3-30 二極體矽、鍺判別量測

6. 發光二極體 (light emitting diode : LED)

發光二極體的電路符號，如圖 3-31(a)所示，發光二極體是由砷化鎵或磷化鎵等半導體材料所製成，通以順向偏壓時，會將電能轉換成光能，發光的亮度與順向電流成正比，是目前被廣泛使用的顯示元件。發光二極體具備有體積小、重量輕、消耗工率極低（約 30mW）、使用壽命長（可達 100,000 小時）及多種色光（紅、黃、綠、藍及白光）的優點。在使用上被製造成各種型式，如圖 3-31(b)所示，有單體的發光二極體用以做簡單的指示燈，或是將許多發光二極體組合成一個顯示裝置用以顯示數字、文字或圖形。

發光二極體的障壁電勢為 1.6~2.5V 之間，使用時應串接限流電阻器，以避免電流過大，增加消耗功率，甚至使元件毀損，發光二極體的順向電流一般約為 10mA~30mA。如圖 3-32(a)示，限流電阻阻值計算為：

$$\text{限流電阻 } (R_S) = \frac{\text{外加電壓 } (E) - \text{障壁電壓 } (V_K)}{\text{順向電流 } (I_F)}$$

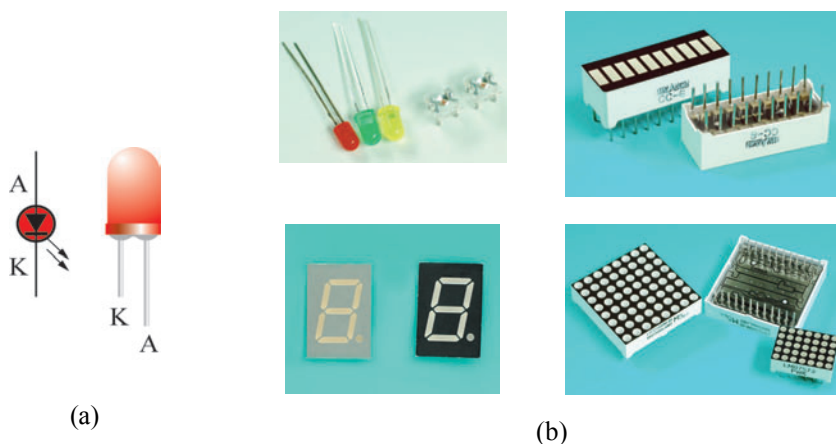
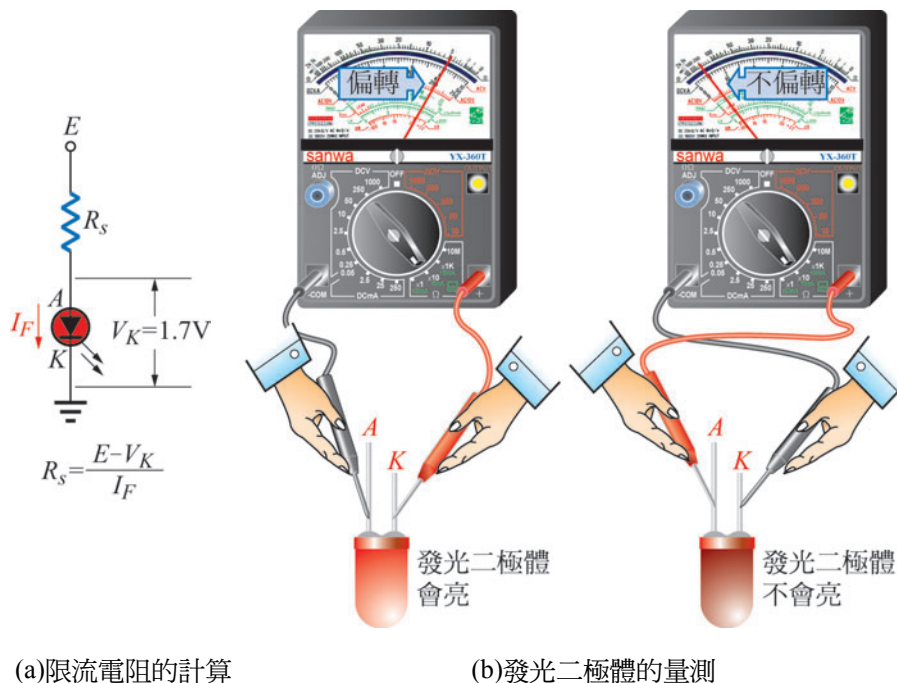


圖 3-31 發光二極體的符號與種類

發光二極體的量測步驟：

- (1) 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置，如圖 3-32(b)，利用發光二極體具有單向導電的特性。



(a) 限流電阻的計算

(b) 發光二極體的量測

圖 3-32 發光二極體的限流與量測

- (2) 利用測試棒交替接觸發光二極體的兩端接線。
- (3) 指針僅有一次大幅偏轉，於偏轉時，黑色測試棒置於發光二極體的陽極

(A)，紅色測試棒置於發光二極體的陰極(K)，發光二極體會點亮。

(4)指針兩次都不偏轉，且發光二極體都不亮，則表示二極體毀損。

3 電晶體 (transister)

1. 電晶體的結構

電晶體在電路中，常以 Tr 或 Q 來表示，是由一個三層半導體所構成具有三個端點的電子元件。電晶體具有放大、開關及振盪等功能，是電子實習中最重要的元件。依結構可分為 NPN 型電晶體和 PNP 型電晶體兩種型態，電晶體的電路符號及結構，如圖 3-33 示，三個接腳分別為射極 (Emitter) 簡稱 E 極，基極 (Base) 簡稱 B 極，集極 (Collect) 簡稱 C 極，電晶體的結構中 B 極寬度非常的窄約為電晶體整個寬度的 150 分之 1， C 極的寬度最大；摻雜的濃度以 E 極濃度最高，依序為 B 極、 C 極。

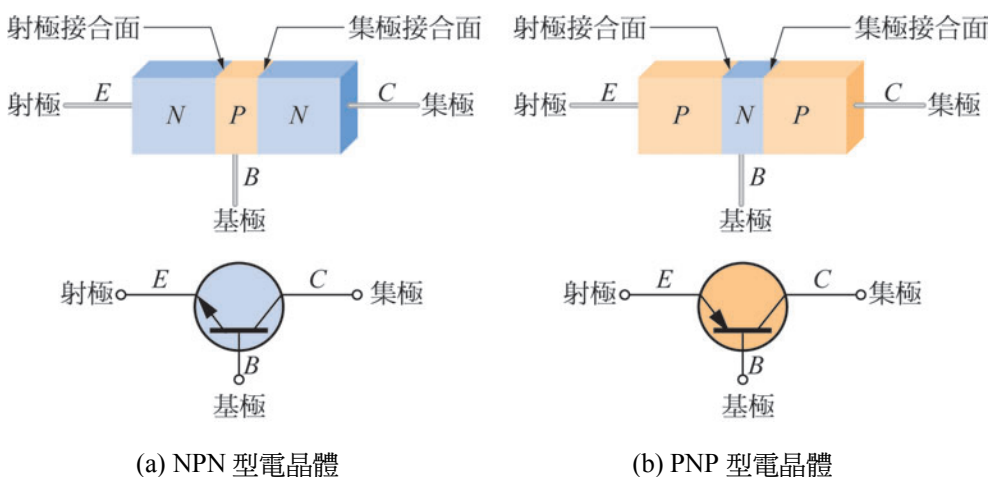


圖 3-33 電晶體的電路符號與結構

2. 電晶體接腳的測量

電晶體在使用前要先判斷電晶體的好壞， E 極、 B 極、 C 極的接腳，以避免接腳錯誤，導致工作不正常或致使電晶體毀損。電晶體接腳量測步驟說明如下：

(1)電晶體 B 極接腳的判別，如圖 3-34 示。

- ①將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置。
- ②利用測棒交替接觸電晶體1、2接腳兩端，指針兩次都不偏轉。
- ③利用測棒交替接觸電晶體1、3接腳兩端，指針僅有一次偏轉。
- ④利用測棒交替接觸電晶體2、3接腳兩端，指針僅有一次偏轉。
- ⑤指針兩次都不偏轉時，測棒所沒接觸的電晶體接腳，可以判定為電晶體的B（基）極。

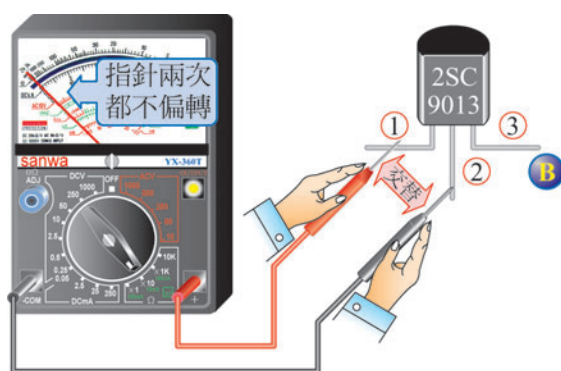


圖 3-34 電晶體 B 極接腳的判別

若無上述情形則表示電晶體可能毀損。

(2) 電晶體型態 NPN、PNP 的判別

- ①將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置。
- ②將黑色測棒放置於前述所測得的 B 極接腳（3），將紅色測棒交替接觸電晶體的另兩接腳端（1、2），指針兩次都會偏轉。將紅色測棒放置於前述所測得的 B 極接腳（3），將黑色測棒交替接觸電晶體的另兩接腳端（1、2），指針兩次都不會偏轉，如圖 3-35 示。則此電晶體為 NPN 型電晶體。
- ③將紅色測棒放置於前述所測得的 B 極接腳（3），將黑色測棒交替接觸電晶體的另兩接腳端（1、2），指針兩次都會偏轉。將黑色測棒放置於前述所測得的 B 極接腳（3），將紅色測棒交替接觸電晶體的另兩接腳端（1、2），指針兩次都不會偏轉，如圖 3-36 示。則此電晶體為 PNP 型電晶體。

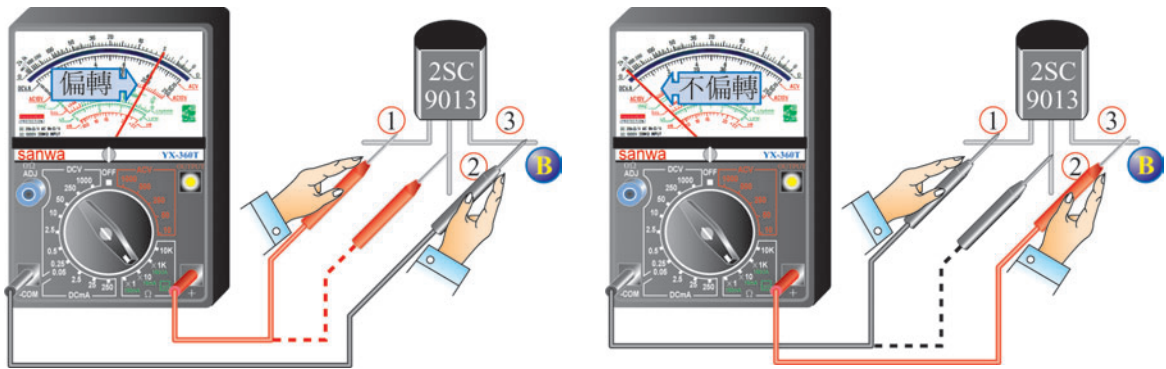


圖 3-35 NPN 型電晶體的判別

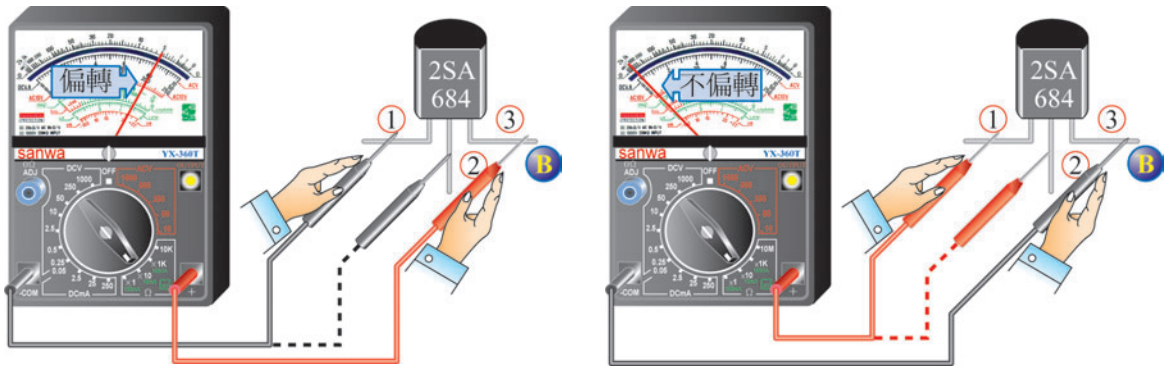
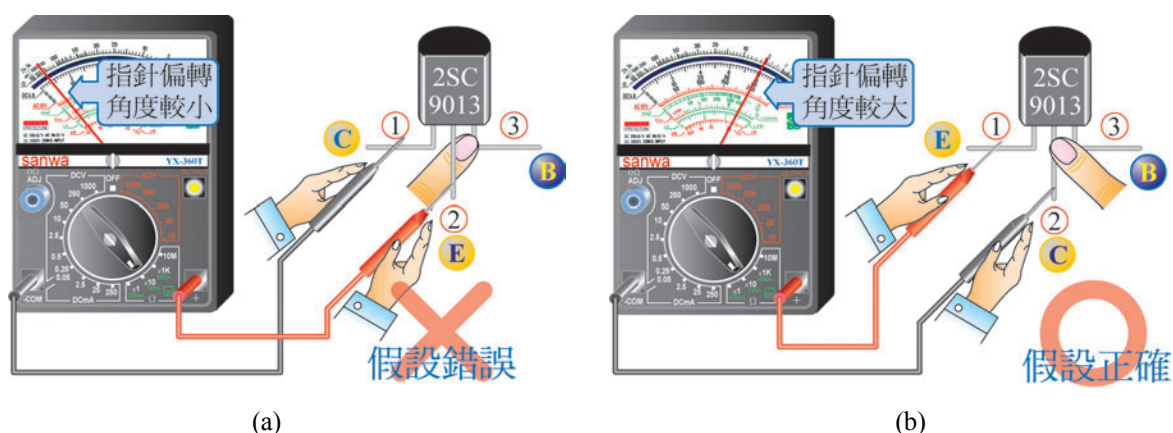


圖 3-36 PNP 型電晶體的判別

(3) NPN 型電晶體 E 、 C 極接腳的判別

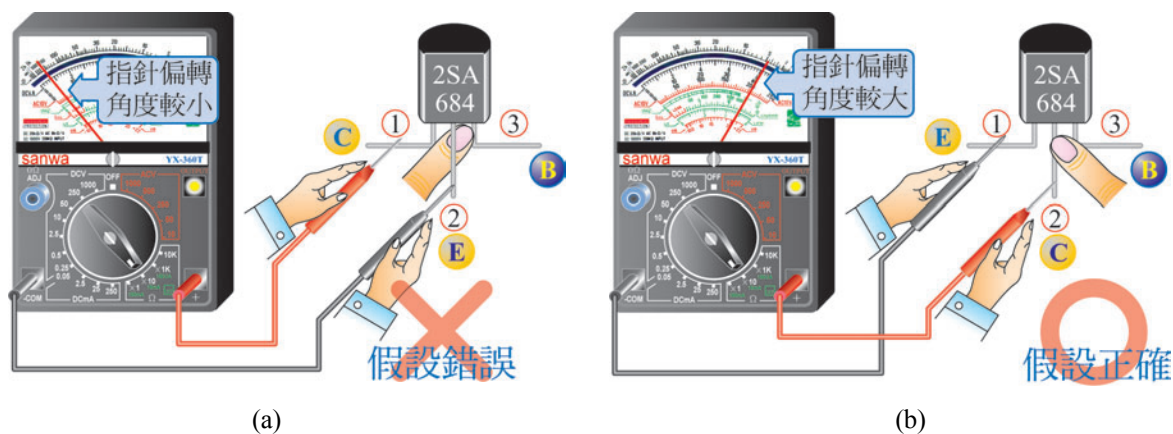
- ① 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置。
- ② 假設 1 接腳為 C 極，2 接腳 E 極，如圖 3-37(a) 所示。
 - 將黑色探棒置於電晶體的 C 極（1 接腳），紅色探棒置於電晶體的 E 極（2 接腳）。
 - 以手碰觸假設的 C 極（1 接腳）與已判斷的 B 極（3 接腳）。
 - 指針偏轉角度較小，為假設錯誤。
- ③ 假設 2 接腳為 C 極，1 接腳 E 極，如圖 3-37(b) 所示。
 - 將黑色探棒置於電晶體的 C 極（2 接腳），紅色探棒置於電晶體的 E 極（1 接腳）。
 - 以手碰觸假設的 C 極（2 接腳）與已判斷的 B 極（3 接腳）。
 - 指針偏轉角度較大，為假設正確。



↑圖 3-37 NPN 型電晶體 E、C 極接腳的判別

(4) PNP 型電晶體 E、C 極接腳的判別

- ①將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 位置。
- ②假設 1 接腳為 C 極，2 接腳 E 極，如圖 3-38(a)所示。

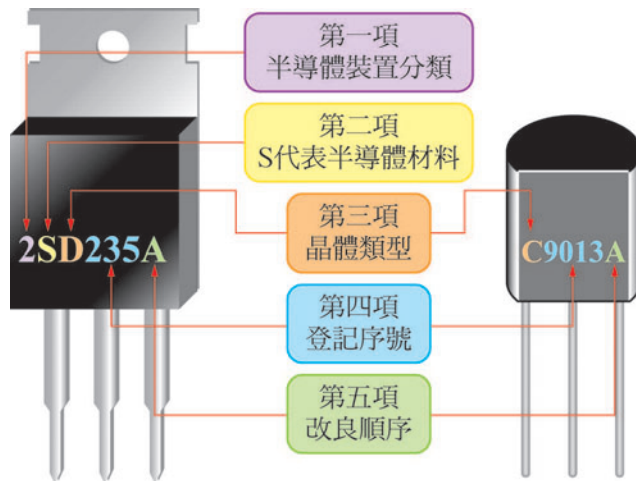


↑圖 3-38 PNP 型電晶體 E、C 極接腳的判別

- 將紅色探棒置於電晶體的 C 極（1 接腳），黑色探棒置於電晶體的 E 極（2 接腳）。
 - 以手碰觸假設的 C 極（1 接腳）與已判斷的 B 極（3 接腳）。
 - 指針偏轉角度較小，為假設錯誤。
- ③假設 2 接腳為 C 極，1 接腳 E 極，如圖 3-38(b)所示。
 - 將紅色探棒置於電晶體的 C 極（2 接腳），黑色探棒置於電晶體的 E 極（1 接腳）。
 - 以手碰觸假設的 C 極（2 接腳）與已判斷的 B 極（3 接腳）。
 - 指針偏轉角度較大，為假設正確。

3. 電晶體的編號

電晶體的編號以日本的編號方式在使用中較為常見，日本工業標準（JIS）電晶體的編號方式，如圖 3-39 所示：



第一項代表半導體裝置分類

0	1	2	3
光電晶體 光二極體	二極體	三極晶體	四極晶體

第三類代表晶體類型

A	B	C	D	F	G	H	J	K	M
PNP 高頻 用電晶體	PNP 低頻 用電晶體	NPN 高頻 用電晶體	NPN 低頻 用電晶體	N 閘型 SCR	P 閘型 SCR	單接面 電晶體	P 通道 FET	N 通道 FET	TRIAC

圖 3-39 電晶體的編號方式

4. 電晶體散熱片的裝配

電晶體依據所能承受的額定功率可區分為大功率電晶體、中功率電晶體及低功率電晶體。依據工作的頻率可區分為高頻電晶體及低頻電晶體，使用電晶體時必須查閱資料手冊，才能知道電晶體的各種特性，以期選用適當的電晶體，使電路工作正常。電晶體的外型與種類，如圖 3-40 所示。中、大型功率電晶體在工作時，有很大的功率消耗產生熱量，會使電晶體的接合面溫度上升，導致所能承受的額定功率下降，甚

至造成功率電晶體的燒毀。所以應適當的安裝散熱片，以降低電晶體接合面的溫度。電晶體散熱片的安裝方式，如圖 3-41 所示，安裝時要使用雲母片、塑膠

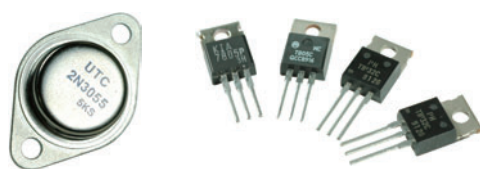


圖 3-40 電晶體的外型與種類

墊圈隔離，以避免電晶體的外殼與散熱片連接，造成短路現象（功率電晶體的外殼與內部的集極連接，以利散熱），並在雲母片的兩面塗上散熱膏，填補金屬表面空隙，以增加接觸面積，提高散熱效果。

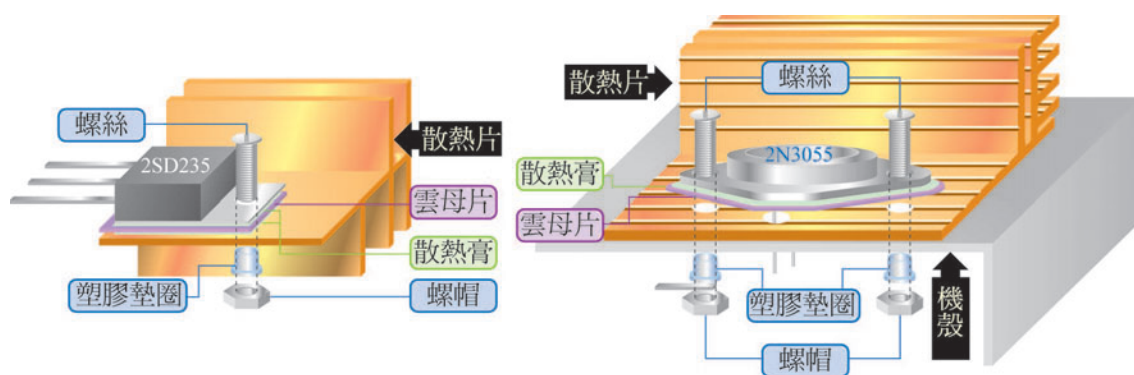


圖 3-41 電晶體散熱片的安裝方式

4 積體電路 (integrated circuit : IC)

積體電路是將許多電晶體、電阻、電容等元件所組成的電子電路，製作在微小的晶片上。積體電路具備有將電路小型化、簡化電路裝配、降低功率消耗、價格低廉及工作速度快等優點，是目前最重要的電子元件，積體電路依據用途可分為數位及類比積體電路兩種。積體電路有許多不同的包裝形式，如圖 3-42 所示，積體電路在設計時，因功能不同所需的接腳數量也會不同，接腳編號的排列是根據逆時鐘方向依序編號，使用時，要查閱 IC 的使用手冊，以了解編號 IC 的功能及接腳的作用。

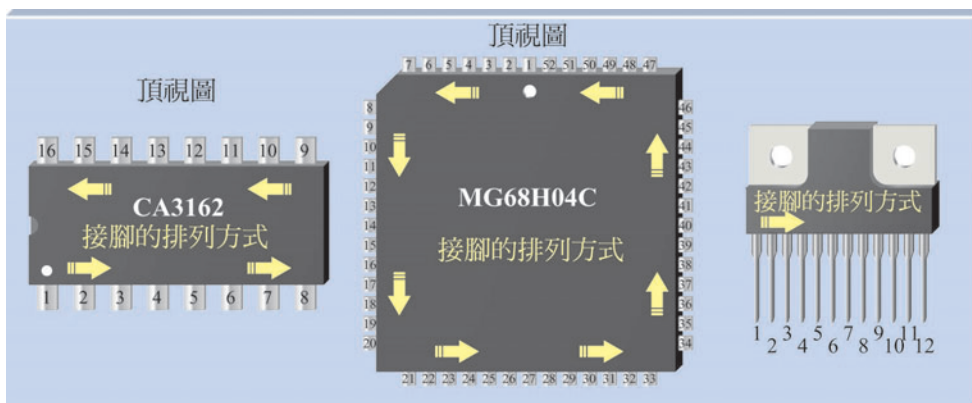


圖 3-42 積體電路的包裝形式與接腳的排列

3-3 機電元件的認識與使用

完成後的電子電路必須配合週邊的機電元件，將機電元件與電路板組裝於機殼上，成為完整的電子裝置。機電元件種類很多，組裝時有一定的裝配規則，以避免元件長期使用後產生鬆脫現象或碰觸元件時發生觸電的情況。機電元件的種類很多，無法完全加以介紹，僅就較為重要的機電元件，分別說明如下：

1 喇叭 (speaker : SP)

喇叭又稱為揚聲器，喇叭的具有將電能轉換為聲能的功能，喇叭的基本結構，如圖 3-43(a)所示，聲音信號電流流經音圈感應相對磁場與內部永久磁鐵產生排斥或吸引的力量，進而帶動紙盆振動，壓縮空氣產生聲波的傳遞。喇叭的電路符號與外觀，如圖 3-43(b)、(c)所示。如何辨別喇叭的好壞，其測量步驟說明如下：

1. 將三用電表置於歐姆檔 $\times 1$ 位置，如圖 3-44 所示。
2. 利用測試棒分別連接於喇叭兩端點測量其電阻值。
3. 若電阻值很小則表示線圈正常。
4. 若指針不動則表示聲音線圈開路，喇叭損壞。
5. 將黑色測棒與喇叭一端固定連接，紅色測棒與喇叭另一端點來回碰觸，則喇叭會發出喀喀的聲音。

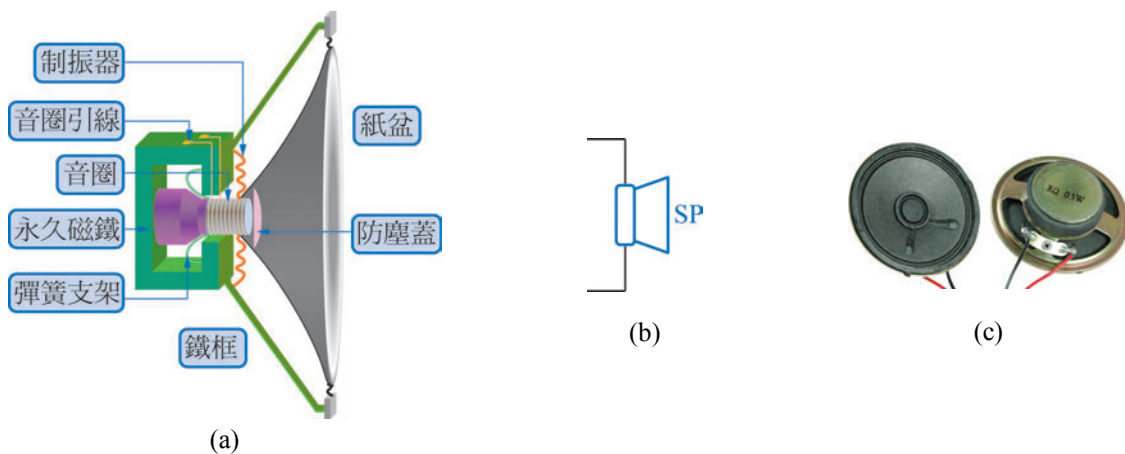


圖 3-43 喇叭的基本結構、電路符號與外觀

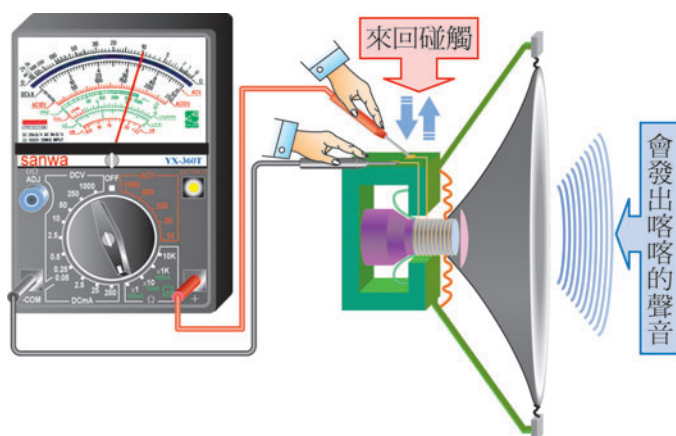


圖 3-44 喇叭的測量

2 蜂鳴器 (buzzer : BZ)

蜂鳴器的功能為當通以電流（交流電或直流電）時，經由內部電磁感應，造成蜂鳴器內部振動而發出響聲，一般都做為提醒或警告之用。蜂鳴器的電路符號與外觀，如圖 3-45 所示。



圖 3-45 蜂鳴器的電路符號與外觀

3 電源開關

電源開關具有使交流電導通或截止的功能，電路符號如圖 3-46(a)所示，電源開關的型態種類很多如槓桿開關（lever switch）又稱搖頭開關、蹺板開關（rocker switch）、按鈕開關（push switch），可依需要加以選用。有的同時附帶有電源指示燈，用以指示通電或斷電狀態，如圖 3-46(b)所示。

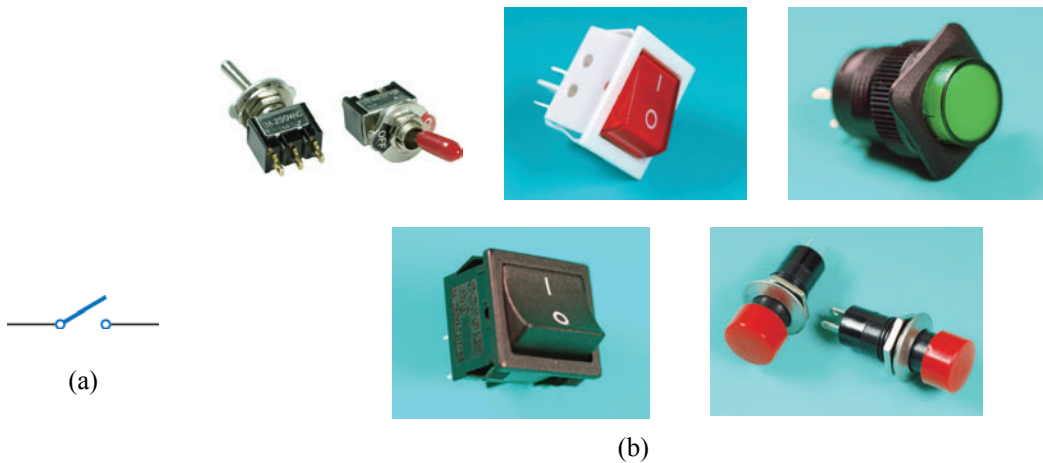


圖 3-46 電源開關的電路符號與外觀

4 電源指示燈（pilot lamp）

電源指示燈的功能為用以指示電源通電或斷電的狀態，交流電源中大多採用氖燈做為電源指示之用，其電路符號與外觀，如圖 3-47 所示。

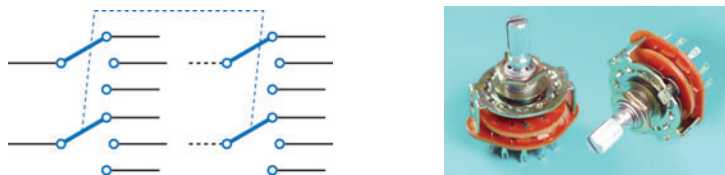


圖 3-47 電源指示燈的電路符號與外觀

5 旋轉開關（rotary switch）

旋轉開關又稱為波段開關，旋轉開關的功能為用以同時切換多組開關接點，以改變電路信號的連接方式。單層的旋轉開關可依構造可分為 6 刀

雙擲、4 刀三擲、3 刀 4 擲等型態，若需要增加接點的控制，可選用雙層旋轉開關。圖 3-48(a)所示，為 4 刀三擲旋轉開關的電路符號，圖 3-48(b)所示，為不同型式的旋轉開關。



↑圖 3-48 旋轉開關的電路符號與外觀

6 保險絲與保險絲座 (fuse)

保險絲的功能為預防電路過載或使用不當，產生較大電流時，保險絲會自動熔斷，使電源斷路用以保護電路安全，避免內部電路元件受損毀壞。保險絲座的目的是為方便保險絲的更換。保險絲的電路符號與外觀，如圖 3-49 所示。



↑圖 3-49 保險絲的電路符號與外觀

7 繼電器 (relay)

繼電器具有以小電流控制接點的閉合，進而控制大電流的啟閉的功能。繼電器的基本結構，如圖 3-50(a)所示，線圈未通電時，因銜鐵受到彈簧的拉力，使得 NC（常閉接點）與 COM（共同接點）連接，同時使 NO（常開接點）與 COM 形成開路狀態。當線圈通以電流時，產生磁力吸引銜鐵，使得 NO（常開接點）與 COM（共同接點）連接，使 NC（常閉接點）與 COM 形成開路狀態。如此就可利用電子電路控制繼電器線圈，通以小量電流來控制開關閉合，達到控制大電力目的。繼電器的電路符號與外觀，如圖 3-50(b)、(c)所示。

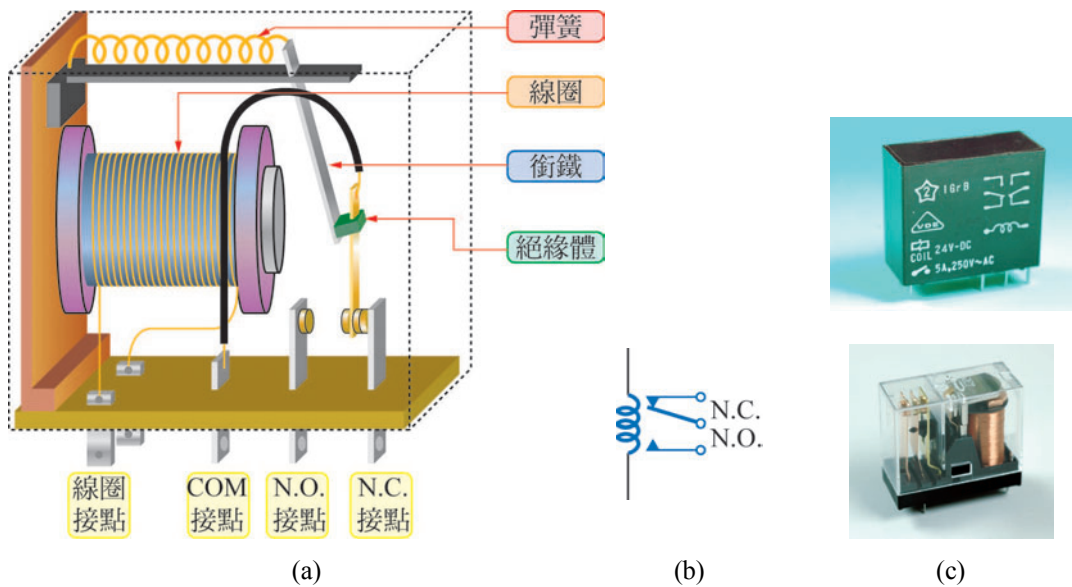


圖 3-50 繼電器的基本結構、電路符號與外觀

8 機電元件的組裝

1. 電源開關的組裝：

蹺板開關裝置於機殼時，由外向內推入使上下兩端的卡榫與機殼密合即可，如圖 3-51(a)所示。搖頭開關裝置於機殼時，其安裝程序，如圖 3-51(b)所示，應使用手工具確時將螺帽鎖緊。

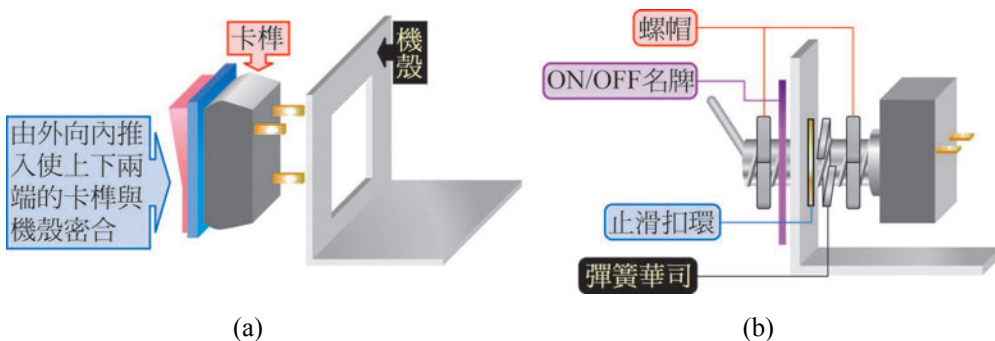


圖 3-51 電源開關的組裝

2. 可變電阻與旋轉開關的組裝：

可變電阻裝置於機殼時，其安裝程序，如圖 3-52 所示，應使用手工工具確實將螺帽鎖緊，接點側面應朝上以方便配線時焊接。

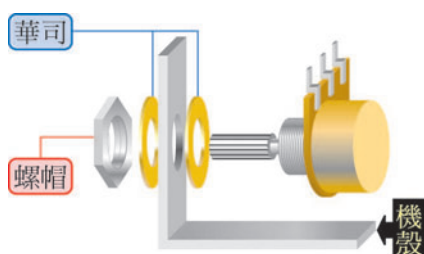


圖 3-52 可變電阻與旋轉開關的組裝機殼

3. 電源指示燈與按鈕開關的組裝：

電源指示燈裝置於機殼時，其安裝程序，如圖 3-53 所示，應使用手工工具確實將螺帽鎖緊。

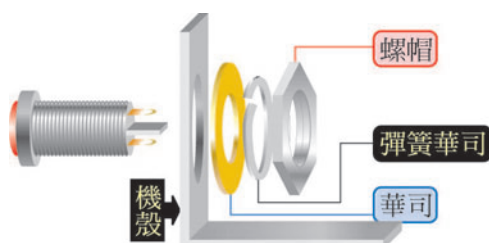


圖 3-53 電源指示燈與按鈕開關的組裝

4. 保險絲座的組裝：

保險絲座裝置於機殼，其安裝程序，如圖 3-54 所示，應使用手工工具確實將螺帽鎖緊，接點側面應朝上以方便配線時焊接。

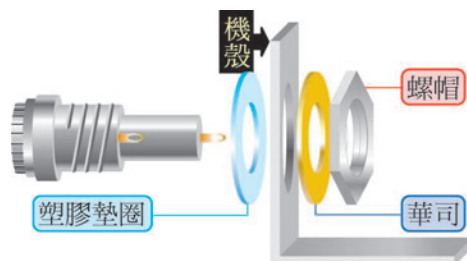


圖 3-54 保險絲座的組裝

技能活動

實習材料



項次	品名	規格	數量	項次	品名	規格	數量
1	變壓器	110V/36V 0.3A	1	20	電阻器	2W 10 kΩ	1
2	電晶體	2SC9013	1	21	電阻器	1/4W 47 Ω	1
3	電晶體	2SA9015	1	22	電阻器	1/4W 150 Ω	1
4	電晶體	2SC1815	1	23	電阻器	1/4W 330 Ω	1
5	電晶體	2SC1384	1	24	電阻器	1/4W 1 kΩ	3
6	電晶體	2SA684	1	25	電阻器	1/4W 2 kΩ	2
7	電晶體	TIP41	1	26	電阻器	1/4W 3.6 kΩ	1
8	電晶體	TIP42	1	27	電阻器	1/4W 5.1 kΩ	4
9	二極體	1N4002	1	28	電阻器	1/4W 10 kΩ	4
10	二極體	1N60	1	29	電阻器	1/4W 15 kΩ	1
11	發光二極體	紅 5φ	1	30	電阻器	1/4W 20 kΩ	3
12	發光二極體	綠 5φ	1	31	電阻器	1/4W 33 kΩ	2
13	發光二極體	黃 5φ	1	32	電阻器	1/4W 39 kΩ	1
14	電解電容	220μF/63V	1	33	電阻器	1/4W 51 kΩ	3
15	電解電容	470μF/25 V	1	34	電阻器	1/4W 82 kΩ	3
16	莫士公座	3P1N 中間抽除	1	35	電阻器	1/4W 100 kΩ	3
17	接線焊柱	PC 板用	14	36	電阻器	1/4W 270 kΩ	1
18	跳線端點	單腳圓孔	6	37	電阻器	1/4W 1 MΩ	1
19	萬用板	125×75 mm	1	38	各式電容器		10

實習項目與步驟

工作項目 1 電阻識別的練習

1. 依表 3-6 所示的色碼電阻，判讀其電阻值及誤差。

表 3-6 電阻的識別

測量電阻	標示電阻值	標示誤差	測量電阻值	測量誤差
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				

2. 依表取相同色碼的 1/4W 碳膜電阻，以三用電表測量實際電阻阻值並計算實際誤差，填入表內。

工作項目 2 電容識別的練習

1. 取 10 只不同類型與規格的固定電容器
2. 將電容器的上的標示填入表 3-7 內。
3. 判讀電容器所標示的電容量、誤差、耐壓值和電容的類型填入表 3-7 內空格中。

表 3-7 電容的識別

電容的標示	電容量	電容標示誤差	電容的耐壓	電容的種類

工作項目 3 電容器的測量

1. 分別取 $220\ \mu\text{F}/63\text{V}$ 和 $470\ \mu\text{F}/25\text{V}$ 的電解電容器。
2. 使用三用電表，依據圖 3-12 所示，測量電容器的漏電情形。
3. 兩只電容器在測量時，何者會使三用電表指針偏轉速度較快？_____

工作項目 4 二極體 P 、 N 的測量

1. 分別取編號為 1N4002 和 1N60 的二極體。
2. 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 的位置，依據圖 3-29 所示，分別判斷兩只二極體的 P 極、 N 極。
3. 當測量 1N4002 二極體使其在順向偏壓時，三用電表的 LV 刻度指示的電壓為_____V，請判定此二極體使用的半導體材料為_____（矽或鍺）。
4. 當測量 1N60 二極體使其在順向偏壓時，三用電表的 LV 刻度指示的電壓為_____V，請判定此二極體使用的半導體材料為_____（矽或鍺）。







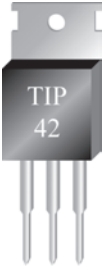
工作項目 5 發光二極體陽極、陰極的測量

1. 分別取紅，綠，黃三種不同色光的發光二極體。
2. 將三用電表置於歐姆檔 $\times 10$ 的位置，依據圖 3-32 所示，分別判斷三只發光二極體的陽極、陰極。
3. 當測量紅色發光二極體使其在順向偏壓時，三用電表的 LV 刻度指示的電壓為_____ V。
4. 當測量綠色發光二極體使其在順向偏壓時，三用電表的 LV 刻度指示的電壓為_____ V。
5. 當測量黃色發光二極體使其在順向偏壓時，三用電表的 LV 刻度指示的電壓為_____ V。

工作項目 6 電晶體型態與 B、C、E 接腳的測量

1. 取表 3-8 所列編號的電晶體。
2. 依電晶體測量步驟，測量表列電晶體的型態與 B、C、E 的接腳，填入表內。

表 3-8 電晶體型態與 B、C、E 接腳的測量

電晶體的編號	2SC9013	2SA9015	2SC1815	2SC1384	2SA684	TIP41	TIP42
電晶體的型態							
電晶體的接腳							

工作項目 7 量測用電子電路（丙級技術士試題）

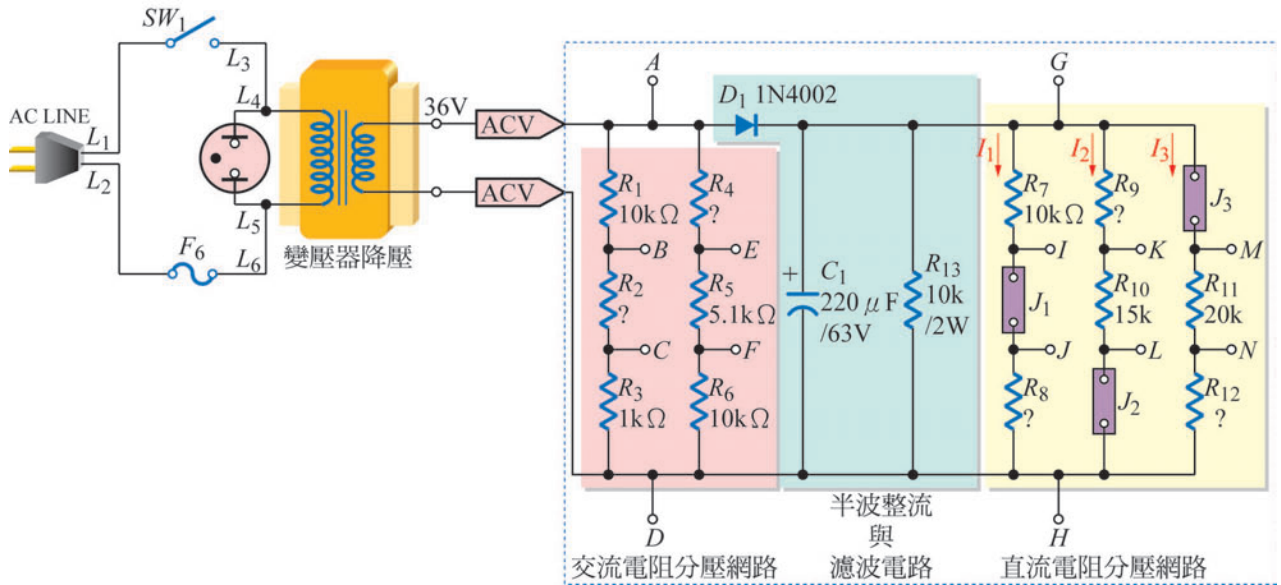


圖 3-55 量測用電子電路圖

- 圖 3-55 虛線內所示，為工業電子丙級檢定量測用的電子電路，圖 3-56 所示，為電路的元件佈置圖（元件面）及佈線圖（銅箔面），請按圖將電路焊接裝配於 125 mm × 76 mm 點距為 5.08 mm 的萬用電路板上。
- 圖 3-55 量測用電子電路圖，其中的未知電阻與跳線情形，可由教師指定：未知電阻器阻值僅限於 0 Ω、1 kΩ、2 kΩ、5.1 kΩ、10 kΩ、20 kΩ、33 kΩ、51 kΩ、82 kΩ 及 100 kΩ 十種；跳接端可設定為短路、開路（最多一處），或接上一個電阻器，電阻器阻值與上述所列相同。

$$R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega, R_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega, R_8 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega,$$

$$R_9 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega, R_{12} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega。$$

$$J_1 = \underline{\hspace{2cm}}, J_2 = \underline{\hspace{2cm}}, J_3 = \underline{\hspace{2cm}}。$$

- 將焊接好的電路板組裝在工業電子丙級技檢士的測試機台上，或利用 0~36 V 的變壓器降壓後，直接接於電路的交流輸入端。

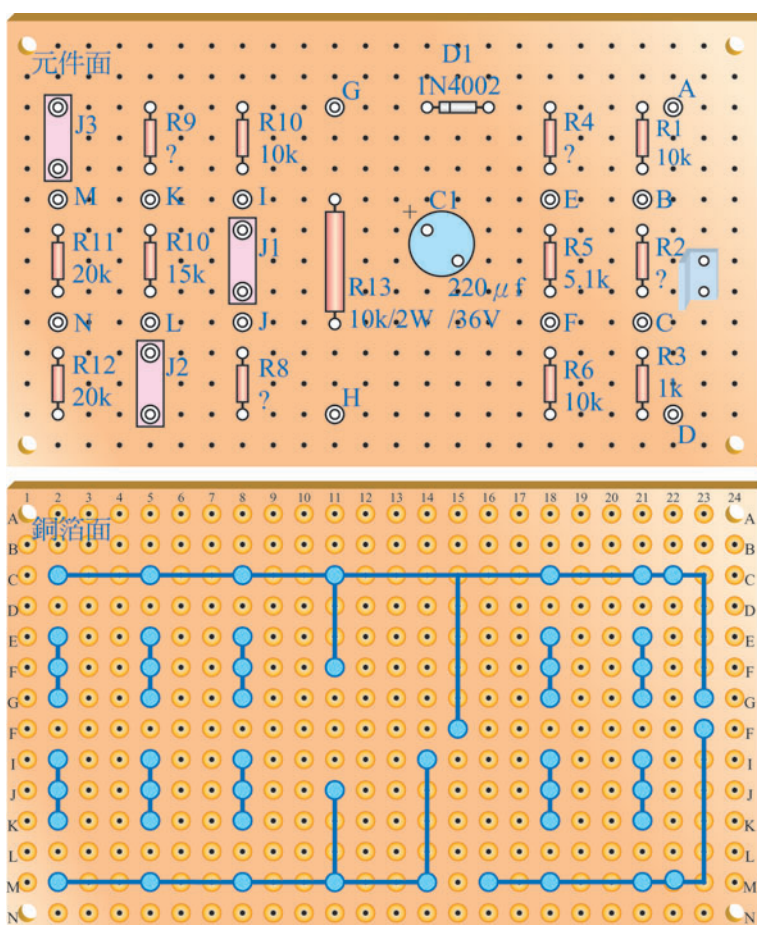


圖 3-56 元件佈置圖（元件面）及佈線圖（銅箔面）

4. 用三用電表進行教師指定之測量：

交流電壓： $V_{\square\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 、 $V_{\square\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

直流電壓： $V_{\square\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 、 $V_{\square\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

支路電流： $I_{\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$ 、 $I_{\square} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$

問題與討論

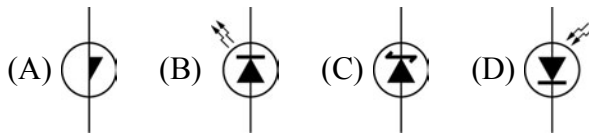
1. 試說明電阻的功用、電阻的種類及電阻的單位？
2. 試說明電容的功用、電容的種類及電容的單位？
3. 試說明變壓器的功用及升降壓的原理？
4. 試說明如何測量二極體的好壞？

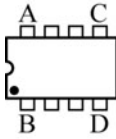
5. 試說明二極體的順向偏壓與逆向偏壓？
6. 說明 *N* 型半導體與 *P* 型半導體的形成？
7. 說明電晶體的型態、基本結構和電路符號？
8. 說明如何判別 NPN 或 PNP 電晶體及電晶體的 E、C、B 接腳？
9. 說明積體電路接腳的排列方式與其優點為何？
10. 說明喇叭的基本原理及如何測量喇叭的好壞？


學後評量

是非題

3-1 () 1. 下列何者為發光二極體的符號



() 2.  左圖 DIP IC 頂視圖，第一支接腳位置在
(A)A 腳 (B)B 腳 (C)C 腳 (D)D 腳。

() 3.  左圖符號為 (A)電鈴 (B)蜂鳴器 (C)指示燈
(D)油斷路器。

() 4. 紅紅黑金紅的精密電阻值為 (A) $22\ \Omega \pm 2\%$ (B) $22.0\ \Omega \pm 2\%$
(C) $220\ \Omega \pm 2\%$ (D) $220.0\ \Omega \pm 2\%$ 。

() 5. 五個色環的精密電阻器其誤差為 $\pm 1\%$ ，應用何種顏色表示誤差
(A)黑 (B)棕 (C)紅 (D)橙。

() 6. 下列英文何者代表光敏電阻 (A)CdS (B)LED (C)LCD
(D)diode。

- () 7. 麥拉 (Myler) 電容器上標示 473 K 則其電容量為 (A)0.047 μF (B)0.47 μF (C)4.7 μF (D)47 μF 。
- () 8. 電容器的電容量單位為 (A)電容 (B)電壓 (C)電流 (D)法拉。
- () 9. 購買產品其電壓為 AC100V，在國內使用時需裝置 (A)抗流圈 (B)調諧線圈 (C)返馳變壓器 (D)自耦變壓器。
- () 10. 檢波用二極體都使用何種材料製作 (A)矽 (B)砷 (C)鍺 (D)鎵。
- () 11. 音響裝置之音量控制用之可變電阻器一般都用 (A)A 型 (B)B 型 (C)C 型 (D)D 型。
- () 12. 大功率電晶體的包裝外殼大都為 (A)B 腳 (B)C 腳 (C)D 腳 (D)E 腳。
- () 13. 發光二極體(LED)導通時順向電壓降約為 (A)0.3 V (B)0.7 V (C)1.6 V (D)5 V。
- () 14. 下列何者編號表示高頻用之 PNP 型電晶體 (A)2SA684 (B)2SB507 (C)2SC536 (D)2SD303。
- () 15. 繼電器有兩個輸出接點 N.C.與 N.O.各代表 (A)常開與常開 (B)常開與常閉 (C)常閉與常閉 (D)常閉與常開 接點。
- () 16. 一電阻器標示為 $100\Omega \pm 5\%$ ，其電阻值最大可能為 (A)95 Ω (B)100 Ω (C)100.5 Ω (D)105 Ω 。
- () 17. 數位電器中，常在每個 IC 的電源附近並接一個電容器作為抗濾波干擾之用，其數值約 (A)1 pF (B)10 pF (C)0.1 μF (D)1000 μF 。
- () 18. 電阻值 10 k Ω 的 k 是代表 (A)10 的 2 次方 (B)10 的 3 次方 (C)10 的 6 次方 (D)10 的 9 次方。
- () 19. 電容值 200 μF 的 μ 是代表 (A)10 的負 3 次方 (B)10 的負 6 次方 (C)10 的負 9 次方 (D)10 的負 12 次方。
- () 20. 電感值 10 mH 的 m 是代表 (A)10 的負 3 次方 (B)10 的負 6 次方 (C)10 的負 9 次方 (D)10 的負 12 次方。

- () 21. 裝置機電元件時，何者最需使用熱縮套管 (A)低壓用繼電器 (B)電源變壓器 (C)輸出測試端子 (D)LED 指示燈。
- () 22. 電子元件焊接時對於下列何者須考慮極性： (A)陶質電容器 (B)電解電容器 (C)薄膜電容器 (D)雲母電容器。
- () 23. 安裝高功率電晶體時 (A)需直接固定於印刷電路板上 (B)需以散熱器固定即可 (C)需以散熱器鎖緊並塗以散熱油 (D)需與散熱器保持散熱距離。
- () 24. 在一般陶瓷電容器或積層電容器標示 104 K，其電容量為 (A) 1μ (B) 0.1μ (C) 0.01μ (D) $10.4\mu\text{F}$ 。
- () 25. 下列何種電阻器較適合使用於低雜音電路？ (A)碳質 (B)金屬皮膜 (C)碳膜 (D)線繞。
- () 26. 下列何者熱縮不用兩層熱縮套管 (A)電源開關 (B)保險絲座 (C)電源指示燈 (D)電源變壓器。