

工業配線能力本位訓練教材 電子元件符號辨識

編號：PEW-EIW0102

編著者：柯坤煌

審稿者：陳繁興

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PEW-EIW0102 學習指引

當你學習本單元之前，你必須學會使用基本製圖設備及製圖用具：如製圖板、製圖架、製圖用紙、製圖鉛筆、刀子、橡皮擦、圓規、分規、三角板、量角器、曲線板、擦線板、各式板樣……等。你也必須熟練垂直線與平行線、角和圓弧……等基本幾何形狀的繪製。假如你能勝任上列之工作，請翻到第一頁開始學習，假如你自認無法勝任，則請按下列之指示進行學習：

- (1)你全部無法勝任上列之工作，請將本教材放回原位，並取出坊間製圖課本，開始學習其中有關製圖用具及其使用方法，或請教你的老師。
- (2)你已學會使用基本製圖設備及製圖用具，而不會繪製幾何形狀，則請取出坊間製圖課本，學會其基本幾何形狀的繪圖，或去請教你的老師。

引言

電機電子工程上所繪製的電路圖，一般都採用平面之圖解法，而在電路圖中使用了各種符號以代表各種電機電子元件。符號本身也許仿效物體之形狀，如電感器，電容器、耳機、開關等，也許只表達元件本身之特性，如電池、二極體、電流線等，有些經長期演變，很難臆測當初設定該符號之意義何在，但畢竟為數不多，故對實體物之觀察及元件功用之了解將有助於電路符號之認識。

電機電子元件之符號依制定人之不同而有各種標準，如美國國家標準（ANSI），日本工業標準（JIS），國際電機與電子技術委員會標準（IEC），德國國家標準（DIN），電機電子工程師學會標準（IEEE）及中國國家標準（CNS）等，各種標準其內容略有差異，因此國際標準組織（ISO）推薦使用世界標準規格，至目前為止雖尚未能全面被世人共同遵循，但各國也紛紛根據 ISO 規格修訂其規格內容。本單元將針對常用的電子元件，如半導體、數位元件、閘流體等符號，就其意義加以說明。並附上 CNSB1001-10 之電子元件符號以供參考。

定義

本單元之專有名詞定義如下：

半導體：

允許電荷流動的能力介於導體與絕緣體之間的物質，通常用為製造電晶體的主要材料，用得最普遍的是鍺（Ge）和矽（Si）二種。其電阻具有負的溫度係數，於絕對零度時幾乎是絕緣體，溫度升高時其電阻值減少，導電性能增加。

數位元件：

電子元件的一種，它所傳輸或處理的電氣信號不是連續值，而只限於某些分離數值，這種信號稱為數位信號，這種元件就可認為是數位元件。數位元件兩類最基本的功能為邏輯閘或儲存元件（正反器）。

閘流體：

閘流體是一種具有 PNP 結構的四層半導體元件，利用內部回授產生栓鎖動作（Latching action），即當作開關控制用，主要應用於控制大負載電流，但沒有放大信號的能力。

學習目標

不使用參考資料，給你一些電子元件符號，你能夠在規定的時間內說出電子元件符號之名稱；並在無其他人幫助的情況下，你能用適當的製圖工具，繪製出正確的電子元件符號。

學習活動指引

本單元之學習活動著重在電子元件符號的認識及繪製，大部分都以紙上作業方式來完成學習。在學習當中若有實體元件可供觀察，則可達事半功倍的效果。你可以由下列四個途徑中選擇一個途徑去學習。

- 一、閱讀本教材之第 5 頁至第 15 頁。
- 二、閱讀 中國國家標準（CNS） 經濟部中央標準局印行 B1001-10。
- 三、閱讀 製圖 張政蓊編著 華興書局 P.88~P.102。
- 四、閱讀 製圖 柯坤煌、謝文欽編著 正元圖書公司出版 P.252~P.268。

本教材的第一個學習目標是：

不使用參考資料，給你一些電子元件符號圖或元件名稱，你能夠在規定的時間內說出電子元件符號之名稱；並在無其他人幫助的情況下，你能夠用適當的製圖工具，繪製出正確的電子元件符號。

電子元件概分為二類：主動元件與被動元件；前者乃能作功（即能行使放大、控制等功能）之元件如真空管、電晶體、半導體等。不能作功，只能消耗能量、儲藏能量，或散發能量如電阻器、電感器、電容器等之元件稱為被動元件。

一、基本電路元件

(一)電阻器

電流經過物體，物體本身會產生抗力，選擇材質，使電流經過它時產生特定大小之阻力者稱電阻器。如果電阻值乃是可以調整變化的稱為可變電阻。如果將電阻用於交流電路上，又稱做阻抗器，如果阻抗值可調整變化稱為可變阻抗器，另有固定抽頭型式者。如果電阻器之阻值會隨溫度變化者稱為熱敏電阻。各式電阻器之符號如圖 1 所示；其標準繪法示於圖 2。

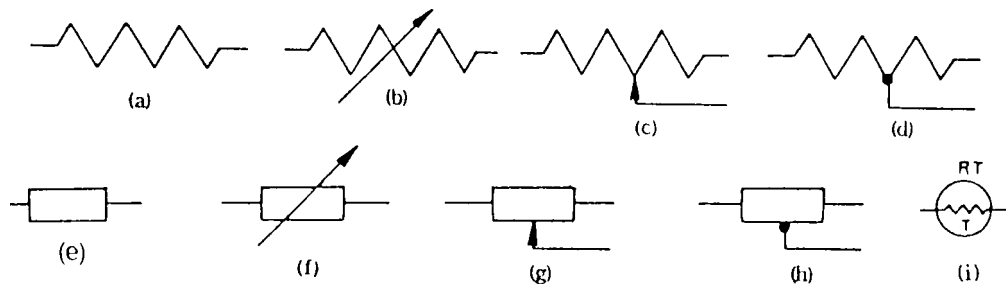


圖 1 (a)電阻器(b)、(c)可變電阻器(d)固定抽頭電阻器(e)阻抗器(f)、(g)可變阻抗器(h)固定抽頭阻抗器(i)熱敏電阻等之符號

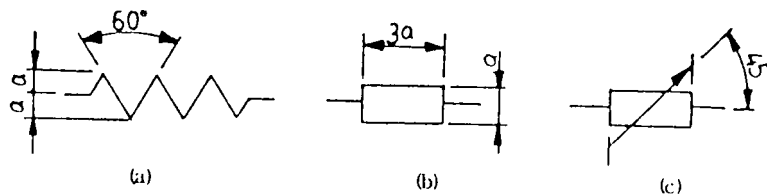


圖 2 (a)電阻器(b)阻抗器(c)可變阻抗器參考圖

以鋸齒形代表“不平滑”，即遭遇“阻力”之意，箭頭代表“可滑動”之意，斜箭頭成 45° 角，每齒之角度為 60° 角，齒數以三個為限，齒形上下高度應相等，阻值之大小及瓦特數之大小一般直接加註於電阻器之上或下方或周圍適當位置、或直接以代號“R”表示，至於熱敏電阻之“T”字乃代表溫度（Temperature）之簡寫，圓圈代表“隨周圍環境變化”，即“隨溫度而變化”之意。電阻器之功用為降壓、分壓、分流、阻流、阻尼及將電流變化轉為電壓變化等。

(二)電容器

電容器又稱為容電器（Condenser）；在二個金屬片之間加個絕緣物質，當二端加以電池時，正負電荷會累積在二個金屬片上，即使電池移開，金屬片上之電荷並不會消失，此種“儲藏電荷”之特性使之被命名為“電容器”。依據材質之不同，又可分為紙質電容、陶磁電容、雲母電容、塑膠電容、鉭質電容及電解電容等，其符號皆相同，以一直短線及一圓弧代表電容器之二金屬片，即二極，弧形電極代表低電位，圓弧之內徑為金屬片間隔之 4 倍；惟電解電容器具有有正負極性，在線路上若反接，易產高熱而爆炸，或使電路工作異常，故在符號上端加註“+”號，表示正極片。若電容器之容量可以調整改變，則稱為可變電容器，亦以斜箭頭代表可以移動調整之意，斜箭頭張開之角度也是與平面成 45° 角。若有二個電容器同軸連接，當一電容器之電容量增減時，另一電容器也隨之增減電容值，則稱之為同軸連動電容器，以二個可變電容器符號代表二個可變電容，二者間以虛線加以連接，代表同軸連動。另有“分隔定子式電容器”（Split Stator），二部份之電容量亦同時增減，二個電容中間以一直線代表分隔，斜箭頭成 45° 角向二端延伸，代表同時可改變。另有“連續可調或可變差動式”（Continuously adjustable or Variable differential）當一邊之電容量增加時，另一邊將隨之降低。各型電容器之符號如圖 3 所示。

而其間距與角度如下圖 4 所示；

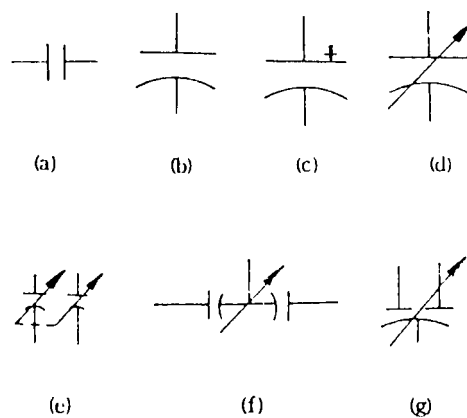


圖 3 (a)、(b)電容器(c)電解電容器(d)可變電容器(e)同軸連動電容器(f)分隔定子式電容器(g)連續可調或可變差動式電容器。

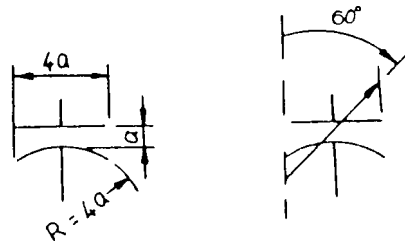


圖 4 電容器的間距與角度

電容器之作用為隔離直流、交連信號、移相、分頻、濾波、旁路……等，依其充放電特性，常與電阻合組成各式振盪與控制電路。電機上所用的進相電容器是專為改善線路功率因數而裝設。

(三)電感器

電感器又名抗流圈或線圈，即以導線圈繞成圈之意，當其周圍之磁通量產生變化時，電感上就會“感應”一反抗“電壓”，防止磁通量變化，抗力之大小，與磁通量對時間之變率成正比；愈高頻之電壓電流所生之抗力愈大，故又稱“抗流圈”。其符號如圖 5 所示，以三個半圓或三個螺旋圈表示“線圈”，當其為控制用的電磁線圈時，以圓圈表示，圈內註明文字或代號。而圖(d)(e)為電感器符號之標準尺寸。若一電感使用在低頻時，為增加其導磁量即電感量，常在線圈內加以磁鐵蕊，故在符號旁以實線代表含鐵蕊，在中頻時通常所需之電感量只要加以陶瓷蕊（粉末）即已足夠，故在符號旁以虛線代表粉末蕊，在高頻時，二者皆不須用，或稱空蕊。如圖 6 所示。

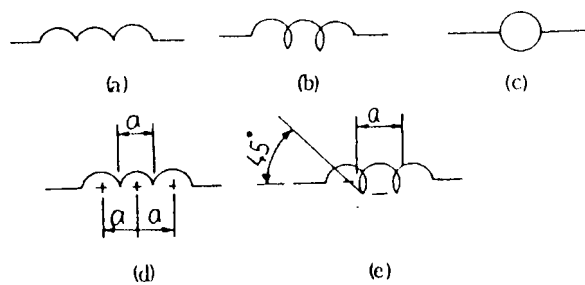


圖 5 (a)、(b)電感器之二種表示法(c)控制用電磁線圈(d)、(e)電感器符號之標準尺寸

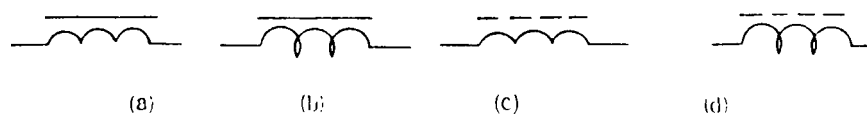


圖 6 (a)、(b)含鐵蕊線圈(c)、(d)含粉蕊線圈

若電感器是可以調整變化的，則稱可變電感器，其符號如圖 7 所示，亦以一斜箭頭代表可變量，斜箭頭成 45° 角。如有固定抽頭者，亦在三個半圓或三個螺旋圈內以圓點繪於接頭處，而後接以引出線代表“抽頭”，如圖 7 所示。

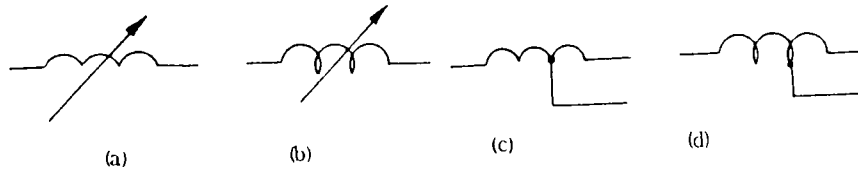


圖 7 (a)、(b)可變電感器(c)、(d)固定抽頭電感器

電感器除了用作射頻抗流圈以阻止高頻電流通過外，因其與電容器間屬對偶性元件，其電壓電流特性互為對偶，故一般電路上，電感器可以電容器之等效電路加以取代。然而當電感器、電容器用在一起當作諧振電路，以選擇放大某一特殊頻率之電壓或電流時，則非二者並存不可。另電感器可利用其儲藏能量之能力以作變壓器或比流計，即降低或升高初級圈之電壓電流以升高次級圈之電流電壓。其繪製法如圖 8 所示，在符號旁須另加文字表示種類，例如 1ϕ 代表單相變壓器， 3ϕ 代表三相變壓器，PT 代表比壓計，CT 代表比流器。比流器之符號如圖 9 所示。

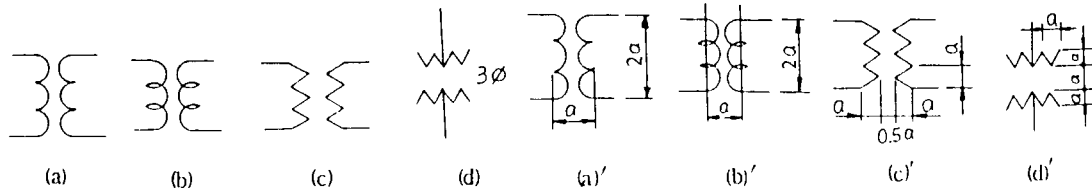


圖 8 (a)、(b)、(c)變壓器符號(d)為 3ϕ 變壓器之單線圖(a)'、(b)'、(c)'、(d)'各為其參考尺寸

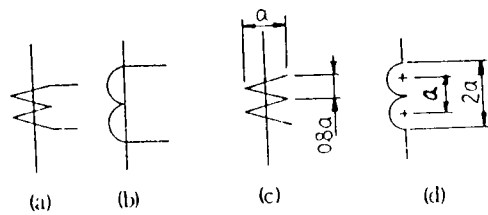


圖 9 (a)、(b)比流器符號(c)、(d)為其參考尺寸

同電感器一樣，低頻變壓器常加以鐵蕊，中頻變壓器常加以粉蕊，其符號如圖 10 所示。若要表現其瞬間之相位，則可在變壓器之初次級圈之引出線旁加以“·”號，表示此二端“同相”，未註標記的則與加標記之一端電壓或電流之相位相反即相差 180° ，比流器亦同。

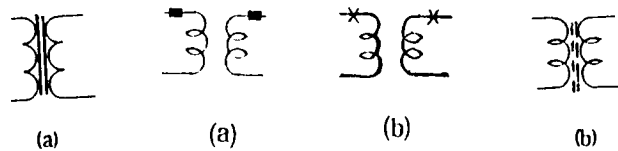


圖 10 (a)含鐵蕊之變壓器(b)含粉蕊之變壓器

若在變壓器之初級圈、次級圈或者初次級圈上皆加以諧振電容，用來放大所要的特殊諧振中頻，特稱中週變壓器（I.F.T）；其圖示法與變壓器相似，唯並聯上一電容而已，此電容係含於 I.F.T 內，而非外接者，如圖 11 所示。除 CNS 標準外，變壓器符號表示法中初、次級之圈數亦有多於三圈者，此點宜注意之。



圖 11 I.F.T 表示法(a)初級含電容者(b)初次級含電容者

二、半導體元件

(二)二極體

導電率介於良導體及絕緣體之間的稱為半導體，即每立方公尺之自由電子數介於 10^7 與 10^{28} 之間者稱之。利用矽或鍺二種材質作成 P 型接面與 N 型接面，則在 P-N 接面處會形成障壁區，其障壁電壓對鍺質為 $0.1\sim 0.3$ 伏，對矽質為 $0.5\sim 0.7$ 伏，若在 P 面端加以正電壓，N 面端加以負電壓，則所加電壓若足以克服障壁電壓，則二極體導流，形同通路，若加以反向電壓，則不導流，形同斷路，這種具有單向導電特性之半導體，稱為二極體。其符號如圖 12 所示，以一箭頭上加一垂直線表示，箭頭方向表示電流方向，垂直線代表反向障壁不通，利用此種特性，二極體可作整流、檢波、定位等。若二極體工作於逆向崩潰區，當外加逆向電流變化時，電壓幾乎不變，具有如此特性之二極體，稱稽納二極體，或穩壓二極體，可作穩定電壓變化用。符號示於圖 12。若利用二極

體，當逆壓增加時，障壁層寬度加大，如同電容器之距離增加，電容量減小，稱變容二極體，其符號除二極體本身外，另加一電容表示“變容”之意。另有將箭頭與二極體串在一起表示變容二極體者；有種二極體，當加以順向電壓時，其本身會發光者，稱發光二極體（LED），其符號除箭頭外，另二箭頭向外，代表發出光線向外之特性；另有一種隧道二極體其具負電阻之特性，可以用作高頻振盪器或高速開關、變頻、混波及檢波等，其符號亦示於圖 12(d)中。

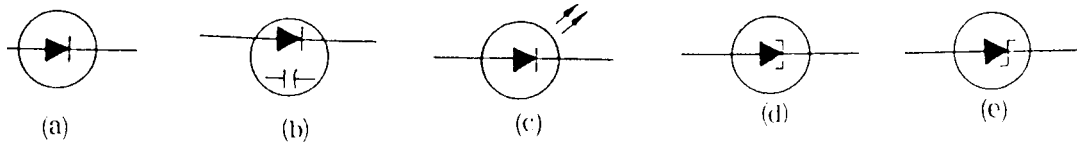


圖 12 (a)二極體(b)變容二極體(c)發光二極體(d)隧道二極體(e)肖特基二極體

(二)電晶體

以矽或鍺半導體做成 PNP 或 NPN 接面，在輸入之 PN 或 NP 接面加以順向偏壓，輸出之 NP 或 PN 接面加以逆向電壓，則輸入端電流或電子流受輸出端電壓吸引形成輸出電流，原發射電子或電流之極稱射極 E (Emitter)，收集電子或電流之極稱集極 C (Collector)，原輸入接面所形成通路之另一極稱基極 (Base)。當在輸入端加以微小信號時，電子所受偏壓時大時小，進而控制了輸出電流之大小，得到了變化之輸出電壓電流；因輸入電流之微小變化可導至輸出電流之大量變化，故電晶體可作放大用。另利用電晶體之截止（即沒有集極電流）及飽和（即集流電流最大），可得一方波，故可利用於數位電路。其符號示於圖 13，分 PNP 型及 NPN 二種，箭頭之引出線代表發射，即射極 E；以 T 型代表基座，即基極 B；另一引出線代表收集，即集極 C。對基極而言，箭頭向內者為 PNP 型電晶體，箭頭向外者為 NPN 型電晶體。外殼圓圈也有省略不畫者，唯要注意下列三點：

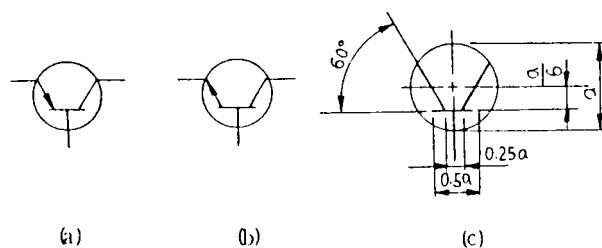


圖 13 (a)PNP 型電晶體(b)NPN 型電晶體(c)其參考尺寸

1.即使電流方向有所變化，或者如圖所示者之任何角度旋轉，箭頭所示方向永遠為射極之電流方向。

2.如果繪了圓形底殼，基極之“T”型符號之垂直線穿越圓形，距圓心距離為 $1/6$ 直徑長度，即高度為 $1/3$ 直徑。

3.集極與射極之引線對基極底座成 60° 角，其與底座之交點二端之距離為 $1/4$ 直徑。

除了放大作用外，電晶體可作檢波、開關及數位邏輯控制電路用。

三、連接線

在一般電子電路中，通常都使用單心線來作連接線，但有時為了防止雜音之干擾，我們則選用隔離線，隔離線通常有一端接地。隔離線之表示法示於圖14(a)至圖14(d)中，電視接收機及電子儀表有時使用同軸電纜來連接線路，其符號示於圖14(e)。

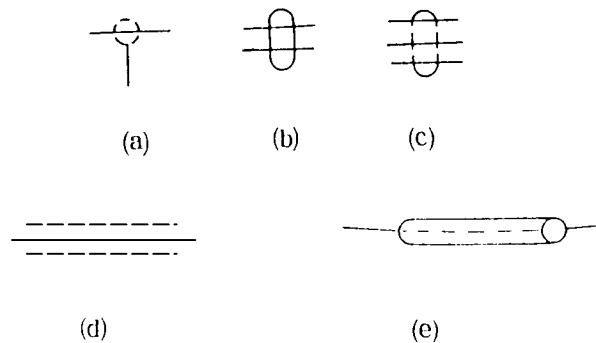


圖 14 連接線符號(a)(b)(c)(d)隔離線(e)電纜線

四、天線

天線分發射天線與接收天線，用以發射電波或接收電波。在電視上之接收天線特稱“八木天線”，天線的長度通常為發射或接收的信號之波長 $1/2$ 或 $1/4$ 。其符號及參考尺寸示於圖15。

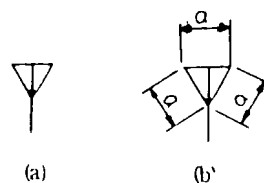


圖 15 天線(a)符號(b)參考尺寸

五、電路元件之縮寫符號

在電路上，我們常以英文縮寫註明於一方塊內，來作電路元件之符號表示，例如前所提及之振盪器、斷路器等，其一般符號示於圖 16(a)，方塊內之星號“*”並非符號，而是填以英文字縮寫，如(b)、(c)圖所示 EQ 代表均衡器(equalizer)，AT 代表衰減器(attenuator)等，此等符號之其他例子為：PS 代表電源供給器(power supply)，AMP 代表放大器(amplifier)，J 代表插口(jack)，R 代表電阻器(resistor)，S 代表開關(switch)，T 代表變壓器(transformer)，C 代表電容器(capacitor)，L 代表電感器(線圈之代號為 L)……等。另外，如前所述及，指示儀表內可以一圓框內加註 A 代表安培表(電流表)，V 代表伏特表(電壓表)等，同法亦適用於其他表頭，如以 PH 代表相位表(phase)，dB 代表分貝表(decible meter)，AH 代表安時表(amperehour)，T 代表溫度表(temperature)，PF 代表功率因數表(power factor)，VA 代表伏安表(volt-ammeter)，VAR 代表乏表(varmeter)，VARH 代表乏時表(varhour meter)，VU 代表標準音量指示表(volumn indicator)，W 代表瓦特表(watt-hour meter)，F 代表頻率表(frequency meter)，GD 代表檢漏器(ground detector)， μ A 代表微安表(microammeter)，mA 代表毫安表(milliammeter)，NM 代表噪音表(noise meter)，OHM 代表歐姆表(ohmmeter)……等見圖 17 所示。

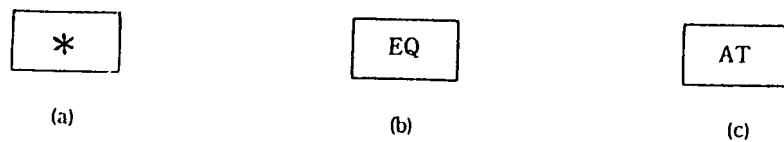


圖 16 電路元件之縮寫符號表示法(a)一般符號(b)均衡器例(c)衰減器之例

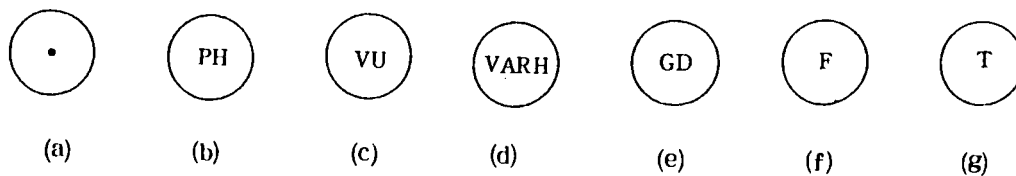
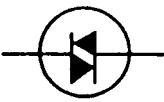
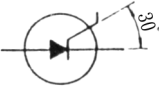
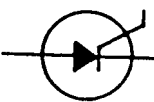
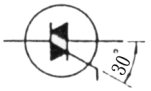
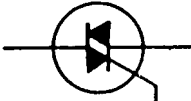
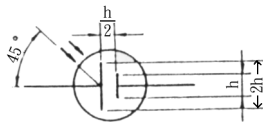
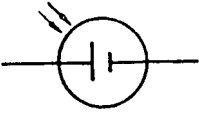
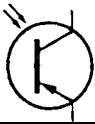
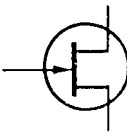
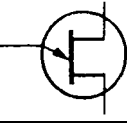
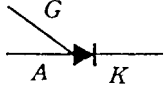
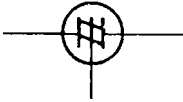


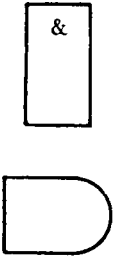
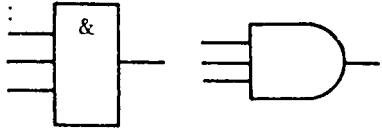
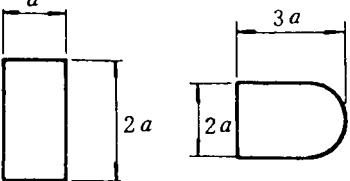

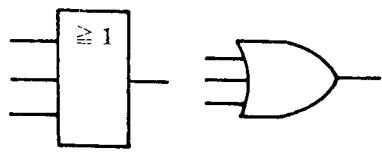
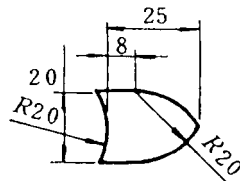

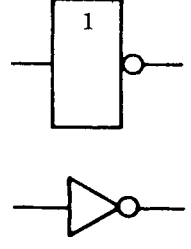
圖 17 計測表之縮寫符號表示法(a)一般表示法(b)相位計(c)標準音量表(d)乏時計(e)檢漏器(f)頻率計(g)溫度計

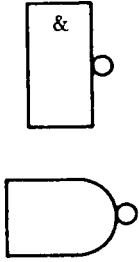
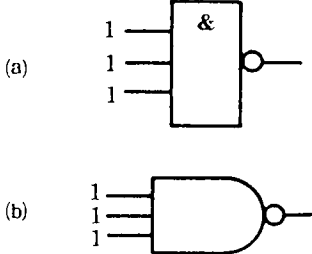
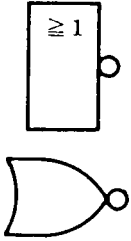
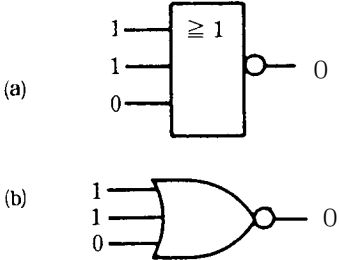

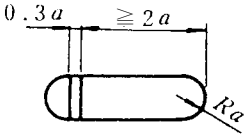
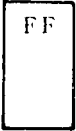
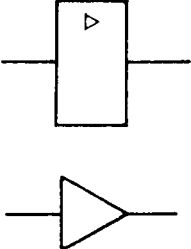
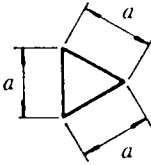
至於其它半導體及數位元件符號，請參閱如後表之 CNS 電機電子製圖符號。

六、其它半導體元件：

名稱	符號	說明
交流二極體 (DIAC)		
閘流體 (SCR) 矽控整流器		
交流閘流體 (TRIAC) 交流矽控整流器		
太陽電池		
光電晶體		
場效應電晶體 (FET)		
單接合電晶體 (UJT)		
可程式單結合晶體 (PUT)		
矽雙向開點 (SBS)		

七、數位元件符號：

名稱	符號	說明
<p>及閘 (AND)</p>		<p>1 及閘功能：所有輸入信號為“1”時，輸出才為“1”。</p> <p>例：</p> <p>2 輸入端在符號的左側，輸出端在符號的右側。</p> 
<p>或閘 (OR)</p>		<p>1 或閘功能：輸入信號中只要含有一個“1”，則輸出即為“1”。</p> <p>例：</p> <p>2 輸入端在符號的左側，輸出端在符號的右側。</p> 
<p>反相 (negation)</p>		<p>反相功能：此符號加在數位元件符號的輸入或輸出信號端，以行“1”與“0”之間的反相。</p>
<p>反相閘 (inverter)</p>		<p>反相閘功能：輸出為輸入信號的反相。</p>

名稱	符號	說明
反及閘 (NAND)		<p>反及閘功能：即 8.1 「及閘」的反法。</p> <p>例：</p>  <p>功能：三個輸入皆為“1”時，則輸出皆為“1”的反相“0”。</p>
反或閘 (NOR)		<p>反或閘功能：即 8.2 「或閘」的反法。</p> <p>功能：只要輸入中至少有一個“1”，則輸出為“1”的反相“0”。</p> <p>例：</p> 
延時元件 (delay element)		<p>兩垂直線段，表示輸入端。</p> 
正反器 (flip-flop)		
放大器 (amplifier)		<p>功能：輸入為“1”，則輸出也為“1”，但輸出之物理量比輸入為大。</p> 

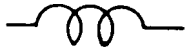
學習評量

一、請依照所給的電子元件符號圖，寫出電子元件的正確名稱。

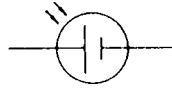
元件符號

元件名稱

(一)



(六)

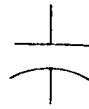


(一) _____

(二)



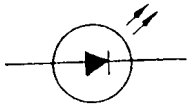
(七)



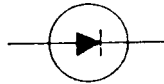
(二) _____

(三) _____

(三)



(八)

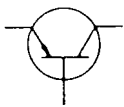


(四) _____

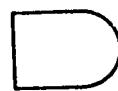
(五) _____

(六) _____

(四)



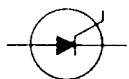
(九)



(七) _____

(八) _____

(五)



(十)



(九) _____

(十) _____

二、請說明電感器含鐵蕊、粉末蕊及空蕊的作用。

三、請說出下列英文縮寫是代表何種指示儀表的名稱。

英文縮寫

中文名稱

(一) T

(一) _____

(二) PF

(二) _____

(三) W

(三) _____

(四) μA

(四) _____

(五) VAR

(五) _____

答案：

一、第一題的答案為：

- (一)電感器
- (二)可調電阻器
- (三)發光二極體
- (四)PNP 電晶體
- (五)矽控整流器
- (六)太陽電池
- (七)電容器
- (八)二極體
- (九)及閘
- (十)或閘

二、第二題的答案為：

電感器若使用在低頻時，為增加其導磁量即電感量，常在線圈內加以磁鐵蕊；若使用在中頻時，通常所需之電感量只要加以粉末蕊就足夠；在高頻時，二者皆不須用，就稱做空蕊。

三、第三題的答案為：

- (一)溫度表
- (二)功率因數表
- (三)瓦特表
- (四)微安培表
- (五)乏表

學後評量

給你一張寫有電子元件名稱的圖，請你不要翻閱前面的內容或參考任何資料，你能夠在二十分鐘之內，正確的繪製出電子元件符號，並寫上符號之名稱。

電子元件名稱：

- 一、可變電阻器
- 二、電容器
- 三、電感器
- 四、變壓器
- 五、NPN 電晶體
- 六、天線
- 七、PNP 電晶體
- 八、發光二極體
- 九、稽納二極體
- 十、SCR
- 十一、TRIAC
- 十二、及閘
- 十三、或閘
- 十四、反及閘
- 十五、非閘
- 十六、放大器
- 十七、正反器
- 十八、太陽電池
- 十九、交流二極體
- 二十、熱敏電阻器