

科學圖書大庫

與電子同行

譯者 莊政義

徐氏基金會出版

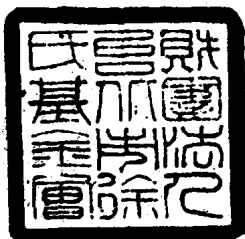
徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十九年十二月一日初版

與電子同行

基本定價 2.80

譯者 莊政義 國立台灣海洋學院電子系副教授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號

電話 9221763
9446842

電話 9719739

譯 序

電與電子隨時在你我之身旁。在今日之生活中無時無刻不與電或電子發生密切的關係。我們要使用它們就必須先瞭解它們。也許我們怕它們，怕觸電、怕遭電擊，但當我們瞭解它們之後，不但可以控制它們，還可以利用它們來達到所需的工作。

本書原為雷克斯·米勒 (Rex Miller) 等表之 Experiences with Electrons，內容淺顯，交待詳盡，且插圖精美。從基本的電與電子之現象、材料至原理與簡單的實作皆係精選之實際心血結晶，而其中所述。安裝步驟係為培養熟練的技術員與工程師所不可或缺的。

喜與電或電子同行的朋友們從本書中當可獲得最為基本且正確的觀念。本書適用於國中、五專、高職、及工業界之電與電子同好們作為實習、業餘實作之用，譯述盡採口語化，力求可讀、順讀，易懂易學。

本書之校對多次，然簡誤處在所難免，冀希先進同好不吝指正與批評，不勝感激。

莊正義

六十九年九月

Handwritten signature

目 錄

譯 序

第一章 電與電子—能量的一種形式.....	1
電是什麼？.....	1
電 流.....	4
電 壓.....	5
電 阻.....	5
電阻器.....	5
磁.....	11
電的產生.....	11
自然磁鐵.....	13
電磁鐵.....	19
螺線管.....	20
簡單電路.....	20
並聯與串聯電路.....	23
問 題.....	23
第二章 電與電子的工作.....	25
電池組的型式.....	25
電池組的一些名詞.....	27
乾電池組.....	28
濕電池組.....	31

高能量及蓄電池.....	34
實驗用燃料電池.....	36
電池串聯.....	37
電池並聯.....	38
負載串聯.....	38
並聯電路.....	42
直流電.....	45
歐姆定律.....	46
電功率.....	47
交流發電機.....	49
配電力輸送.....	51
電線的規格.....	52
交流電.....	56
交流發電機如何工作.....	56
交流電波形.....	58
變壓器.....	60
通過電容器的電.....	62
問 題.....	65
第三章 電子儀表	69
何謂測量.....	69
電流存在的測知.....	71
高電流的測量.....	71
交流電的轉換.....	73
電壓的測量.....	73
交流電的測量.....	76
用電表測電阻.....	76
電表的讀取.....	76
問 題.....	79

第四章 電與電子：用於通信方面.....	81
電 報.....	81
電 話.....	82
無線電通信.....	85
家庭對講系統.....	91
播音系統.....	93
音信的儲存.....	94
電 視.....	96
衛星通信.....	99
雷射通信.....	101
問 題.....	101
第五章 電與電子：用作控制.....	104
電的簡單控制.....	104
三路開關電路.....	105
四路開關電路.....	106
簡單門鈴電路.....	107
家用電力設施.....	110
坵・小時計.....	110
家庭配電系統.....	111
電插座.....	113
繼電器.....	114
爐用恆溫器.....	116
工業控制.....	116
自動化.....	120
問 題.....	120
第六章 電與電子及你的未來.....	122
電機工程.....	124

電燈與電力工業	124
電話事業的工作	124
電氣修護員	124
電視與收音機修護員	128
電子學教師	129
家庭用電器維護	129
家庭用電視與收音機修理員	133
電與電子之於國家—電子技術員	138
電與電子之於國家—電機工程師	141
電與電子用於國防	144
電與電子用於教學	146
把電與電子當成嗜好	147
問 題	147
第七章 實 作	148
1. 製作乾電池	148
2. 電路測試器	154
3. 光電碼學習機	160
4. 跳 環	165
5. 變壓器	169
6. 直流伏特計	174
7. 交流電壓計	178
8. 蜂鳴電碼練習機	182
9. 單電晶體印刷電路接收機	186
10. 溢光控制器	192
11. 何謂熟練工人？	200
12. 何謂職業性的工作者？	204
第八章 高級實作	206
1. 電碼練習機	209

2.	A C / D C 伏特計.....	218
3.	歐姆計.....	226
4.	單電晶體印刷電路收音機.....	233
5.	光電繼電器.....	241
6.	9 伏特電晶體收音機電源供應器.....	253

第一章 電與電子——能量的一種形式

電是什麼

在家庭裏、汽車上、以及工商業的場合上，電是非常有用的。我們在生活中無時無刻不受到電的支配。

在日常生活中如果突然地沒有了電，試問那會變成一個什麼樣的局面。如果家裏或教室裡沒有電來照明，那麼你該怎樣地打發時間呢？如果沒有電來發動汽車，你又怎能去旅行呢？而且衣服怎麼洗，怎麼製造出來？

也就是說，沒有電的話，我們的日常生活真是舉步為艱。從1900年以來，我們的生活文明改變了多少呢？試問收音機及電視機使我們生活水準改變了多少呢？

因此，電在我們日常生活中是如此地重要，值得我們去瞭解其實際的工作情形。

電是看不到的。也就是說，我們須用一種方式來存放它，使它能工作。因為看不到它，所以我們最低限度須先知道它是怎麼一回事。電常定義成：在一導體中有電子的流動便有電。因此在瞭解電之前，我們得先知道二個關鍵字眼——電子與導體。這二個字要仔細地辨識之，你才能懂得電及電子。

電 子

電子是一個原子中已知的最小部分。所有的電子皆帶負電。由圖1可以看出一個原子被分解成幾部分的情形。因此，兩個電子相互排斥，

與電子同行

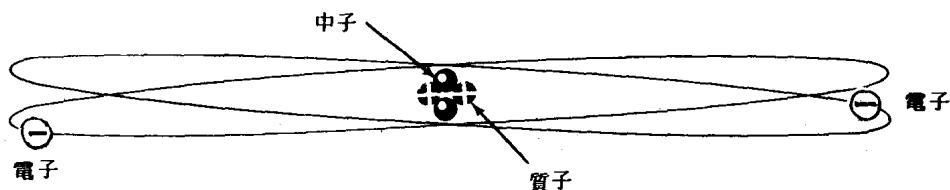


圖 1 原子的結構。

因為這兩個電子同帶負電荷（同性電荷相互排斥，這一點大家都知道的）。

如果電子在導體中受力便會被推動。這種力通常叫做電動勢（emf）或俗稱為電壓（力）。

導體

導體通常是一種金屬物質，在圖 1 所示的軌道最外層具有許多可被輕易地移動的電子。換言之，導體是具有許多自由電子的一種物質。自由電子很輕易地便可以推動之。

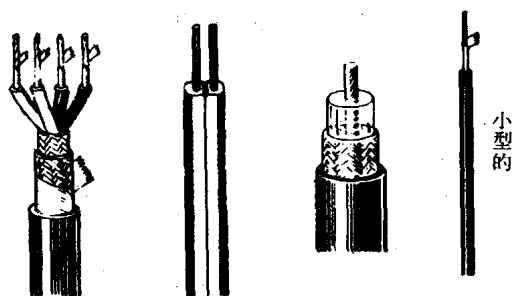


圖 2 導體—各種常用電線中的銅線。

用來推動電子的力是施加在導體的兩端的。這種力代表在導體的某一端之電子個數與另一端電子個數的差別。因此具有較多電子個數的一端便一直地向另一端流動過去才能使得另一端得到平衡。這種電子個數的差別可稱為電位差或電壓。

絕緣體

絕緣體的特性與導體剛好相反，其原子軌道上之電子不易移去。

圖 3 所示為各種導體及絕緣體。

電子的移動

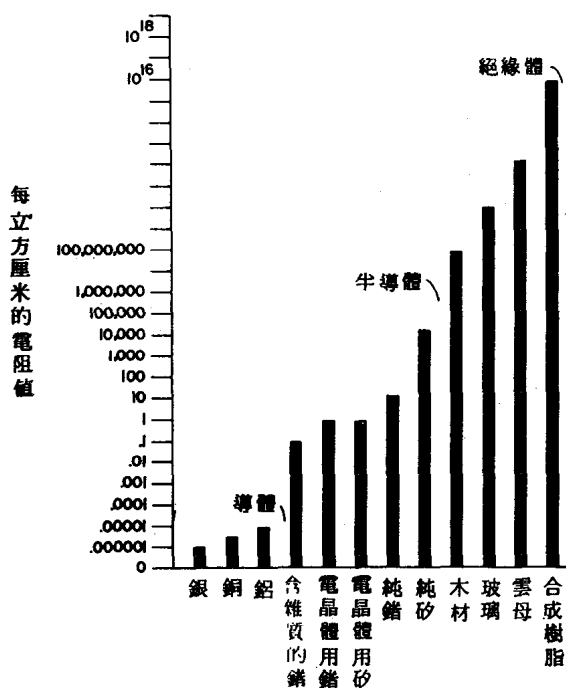


圖 3 導體及絕緣體。

在電的定義中已出現有移動這個字。電子須移動才能作功。因為我們要尋求最便宜的作功方法，所以使得電子移動的方式須為最輕易者，參見圖4所示。

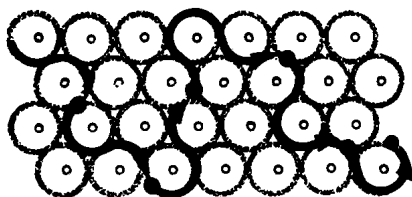


圖4 電子移動情形

電 流

當一個導體中的電子在運動時，便可以作功了。在我們使得電子移動產生的能量去作功之前，我們要先知道一下這種能量，以便決定出這種能量的性質以及到底能作多少功。

在一秒鐘內，如果有6,280,000,000,000,000個電子流經過某一點，則電子的移動量稱之為安培。因此安培是用來測量電流的一種單位。

電流移動的方向與電子移動的方向相同。某一處有過多的電子，便向較少的那一方流動過去。由於電子是負電荷性的，因此具有較多電子數的地方便為負電性。

換言之，電子由負（-）流向正（+）。電流也就由一流向+。這便是研究電子及其移動的情形所推出的理論。

安培是用來測量電流的一種單位。在一秒內有6,280,000,000,000,000個電子流經過某一點稱為有一個安培流過。如數個電子放在金屬片的表面上或紙張上則稱為一個庫倫。因此6,280,000,000,000,000個靜止的電子（靜電）稱為一個庫倫。靜電子亦可施以電壓或電動力使之移動的。一有移動，便不再為靜電了，是為電流。

安培簡寫為 a 。

通常電流被使用為更小的單位，如毫安培或微安培。

毫安培是一個安培的千分之一或0.001。

微安培為一個安培的百萬分之一，或0.000001培（ μa 或 μA ）。

因此一千個毫安培等於一個安培。

一百萬個微安培等於一個安培，或者一千個微安培等於一個毫安培。
也就是說，微安培比毫安培小。例如，

$$1 \text{ 安培} = 1,000 \text{ 毫安培}$$

$$1 \text{ 毫安培} = 0.001 \text{ 安培}$$

$$1,000 \text{ 毫安培} = 1 \text{ 安培}$$

$$1 \text{ 微安培} = .000001 \text{ 安培}$$

$$1,000 \text{ 微安培} = 1 \text{ 毫安培}$$

$$1,000,000 \text{ 微安培} = 1 \text{ 安培}$$

電 壓

如前所述，要使得電子移動須有電壓或電動勢。產生電壓的方法有好幾種。其中有六種方法將在第 8, 9, 10 章敘述之。

電壓的測量用單位為伏特。伏特的符號為 V。

在一秒內，經過一個歐姆的阻止，將 6,280,000,000,000,000,000 個電子推動過去所造成的電壓力稱為一個伏特。歐姆將在電阻這一節再來敘述。

電 阻

有移動就會遭受磨擦（除非在真空中）。因此電子在導體中移動也會遭受到反抗的。這種反抗叫做電阻。

電阻的測量用單位為歐姆。

因此一個伏特使得一安培流動，在該導體中便要遭受一個歐姆的電阻值了。

電阻的符號用希臘字（ Ω ）代表之。一百萬歐姆稱為 $M\Omega$ 。

電阻器

電阻器是用來控制電的流量的裝置。雖然絕緣體和導體或多或少有點兒電阻值，但電阻器（簡稱電阻）並不是一種絕緣體或導體的。

固定電阻器的符號為 ，可變電阻的符號則為 .

可變的電阻器又稱爲是電位計，或變阻器。在圖 5 所示的情形中，若三端都使用到爲電位計，祇使用其中的二端（某一端爲中間點，都爲變阻器。

電阻的型式

碳電阻器是通信設備中常使用的，諸如收音機、電視及太空通信等是。其電阻值從一歐姆以下分佈至千萬歐姆不等，參見圖 6。碳電阻係由碳素材料製作而成，外面以塑膠殼包起來，在電阻塊的兩端分別抽出兩隻接腳。

這些電阻器的電阻值都是固定不變的。也就是說，表現出來的電阻值在什麼時候都是一樣的。在各種型式的電氣裝備中皆須使用之，又稱爲固定電阻器。

可變電阻器可以是碳素製成的圓筒狀或是線繞式。線繞電阻器通常以鎳鉻合金線繞製而成。其中藉一轉動軸帶動一掃臂與繞線中的各部分接觸而得。

其他的電阻器則因使用於電子

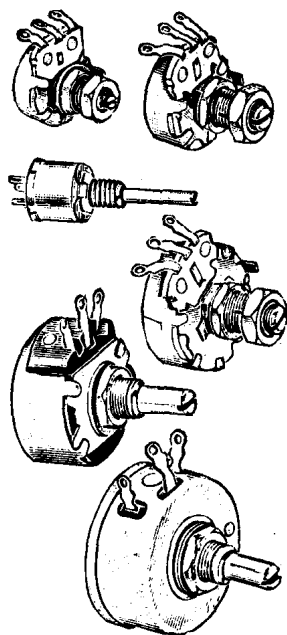


圖 5 電位計的型式

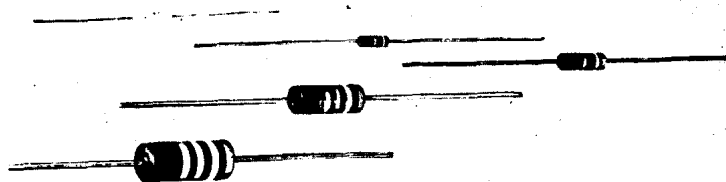


圖 6 碳電阻器

裝備的場合中，具有不同的形式及大小。家用電器如自動洗衣機也是需要使用到電阻器的。

在電燈泡中也有線狀的電阻器（俗稱燈絲），通電熾熱的穩定情況下產生白熱光，又稱白熱燈。這些燈絲不直接暴露於空氣中，所以在高溫下也不會燒燬的。通常在 40 瓦以下的應用中，燈泡裏面是真空密封的。40 瓦以上的燈泡中則充填以某種氣體，使得燈絲不會燒燬，或者可在裏面產生氧化物以使其電阻值改變，產生較少量的光。

電燈泡的沿革你聽說過嗎？在愛迪生找到適當的燈絲之示使用些什麼材料你知道嗎？目示鎢絲是主要的使用材料，偶而用一只碳化條也可以。烤麵包機及烤箱也須使用電阻產生熱。

電阻色碼

電子電路中使用的電阻器大部分都用色帶來代表電阻值。藉著代表色碼便可將其值判斷出來。例如在圖 7 中，電阻器標示有三個色帶。從靠近電阻器的左尾端之色帶可讀出其值。例如第一帶是紅色，代表 2（參見圖 8 所示色碼表），第二帶是橙色，代表 3。第三帶是黃色，代表數字 4。得到如下的三個數字

2

3

4

所代表的電阻值是若干呢？

2 與 3 代表電阻值其中的二位數，而 4 代表在 23 之後還要加 4 個 0，因之可得 230,000。因此電阻值為 230 仟歐。所以第三帶的色碼除了金色或銀色外，代表為二帶的二二位數後面應再跟幾個 0。金色或銀色則代表“除數”。第三帶金色代表上述的二位數應再除以 10，而銀色代表除以 100。

電阻的容許度

實際上電阻器並不如其上色帶所指出來的那麼精確的。可能有一點是

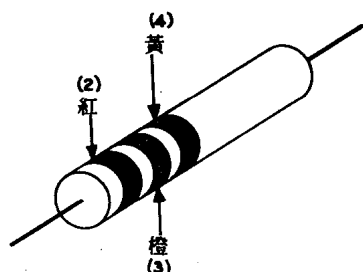


圖 7 電阻的色帶

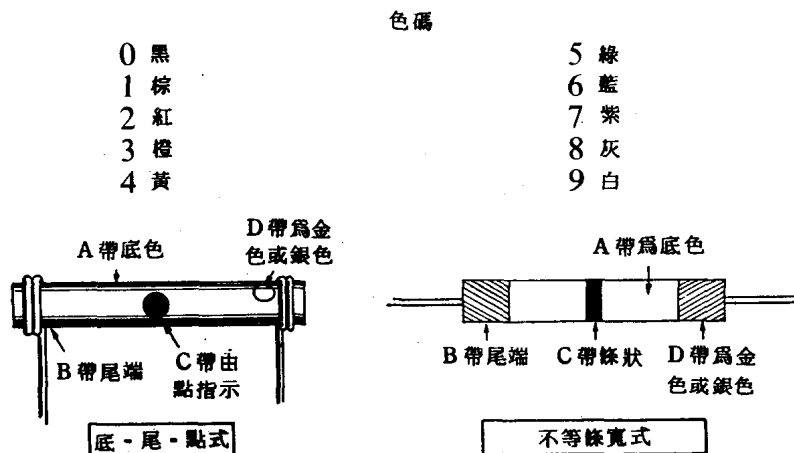


圖 8 電阻色碼

出入，相差幾歐姆。也就是說，實際的電阻值也許比其色帶所代表的值多一點兒或少一點兒。例如，有些電阻器具有第四色帶。例如，當第四色帶為銀色時，代表實際的電阻值比其色帶所示的數值相差上下 10 %。所以 23,000 歐姆的電阻器之實際電阻值也許比 23,000 歐姆高，也許低一些：

$\begin{array}{r} 23,000 \\ + 2,300 \\ \hline 25,300 \end{array}$	$\begin{array}{r} 23,000 \\ - 2,300 \\ \hline 20,700 \end{array}$
---	---

是故，23,000 歐姆的電阻，其電阻值可能存在於 20,700 至 25,300 歐姆之間，亦即在其容許度（正常範圍）區內。

如果第四帶是金色，則代表容許度為 + 5 % 或 - 5 %。因此在知道其真正的電阻值之前，我們一定要先確知其 + 或 - 邊限。例如：

23,000 的 5 % 為 1,150,

所以， $23,000 + 1,150 = 24,150$ 歐姆

而 $23,000 - 1,150 = 21,850$ 歐姆

亦即，由色帶讀出 23,000 歐姆的電阻器，其實際的電阻值可能界於 21,850 至 24,150 歐姆之間。5 % 的電阻器變異比 10 % 的來得小些

，成本較貴，但較受喜用。

如果電阻器無第四色帶，則為 20 % 電阻，代表其實際值在 $\pm 20\%$ 內變化之。

例如，

$$23,000 \text{ 歐姆} + 20\% = 27,600 \text{ 歐姆}$$

$$23,000 \text{ 歐姆} - 20\% = 18,400 \text{ 歐姆}$$

電阻的瓦特額定

一個電阻的功率消耗是依流經過其間的電子個數（以安培計量之）且與這些電子所產生的電壓或壓力來計算的。若令 P 代表功率，A 代表使用的電流，V 代表電壓，則功率的計算可依下式定義之。

$$P = A \times V$$

功率是以瓦特衡量的。例如，使用 2 安培及 6 伏特，則兩數相乘 2×6 即得 12 瓦特：

$$P = A \times V$$

$$P = 2 \text{ 安培} \times 6 \text{ 伏特}$$

$$P = 2 \times 6$$

$$P = 12 \text{ 瓦特}$$

在某一電路中，在某一電壓下電阻的大小會影響向其間流動的電子之個數，所以電阻可以影響到功率中的功率消耗。

如果在同一電流下，電阻的歐姆值愈高則使用的功率也愈多。例如：

$$\text{電阻 (R)} = 10 \text{ 歐姆}$$

$$\text{電流 (A)} = 2 \text{ 安培}$$

$$P = A^2 \times R$$

或

$$P = 2 \times 2 \times 10 = 40 \text{ 瓦特}$$

如果電阻值現在增大一倍，則，

$$\text{電阻} = 20 \text{ 歐姆}$$

$$\text{電流} = 2 \text{ 安培}$$