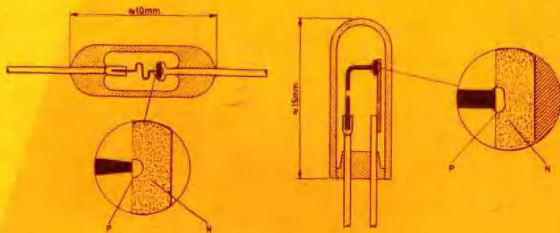


科學圖書大庫

# 實用電子學(二)

(上冊)

譯者 何親賢



徐氏基金會出版

科學圖書大庫

實用電子學(二)

(上冊)

譯者 何親賢

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

# 科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員  
編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年四月二十日初版

## 實用電子學(二)

(上冊)

基本定價 4.00

譯者 何親賢

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。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號  
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第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9719739

## 譯者序

「實用電子學」，共有七冊，分爲四部份。第一部，以三冊的篇幅，講述電的單位，組件，符號，電的基本概念，及交、直流電路的基本定律等，綜合了基本電學、基本電子學，以及電工原理之長。第二部，分爲兩冊，分別講述二極體與電晶體的基本特性與應用。第三部只有一冊，講述各式電子電路原理及運用。第四部也只有一冊，專門講述類比及數位系統，布耳代數，各式交換電路，數字系統及電碼，寄存器及計數器等，所佔篇幅爲七本書中最多者。

我們學習某一門科學，通常總是先學理論，然後將所學的理论作爲實際應用。這套「實用電子學」却讓你一面學理論，一面用實驗證實理論的正確性，使理論與實用配合之後，逐步引導你進入既深且廣，多姿多采新穎別緻的電子領域。

實在說來，電子學是一門應用科學，若要透徹了解，學以致用，一定得對基本定律及其應用有所認識。本書理論與實驗配合，由實驗增進我們在這方面的知識，然後才可以解決各種難題。所以最重要的是，要你多動手去作。由於原著的編者者，都是直接參與專門生產世界第一流電子製品的學者，專家，產品公司亦設有馳名全球的國際工廠院，其中最著名的是從事實際研究工作的發展研究所。每年都提供世界各國大專院校與電子有關科系畢業，成績優良學生巨額的獎學金，到該公司研究，實習。而這套「實用電子學」就是最主要的教材。

本書最別緻的是，書中全部實驗，都可以在一塊簡單的實驗模板 (Matrix) 上作出，所使用的儀表與器材既簡單而其價格也很低廉，不像一般的電子實習那麼繁瑣。在每一重要課題之後，都有簡明扼要的“填充題”，可以測驗讀者接受的程度，得知所講重點之所在。而每章末尾都有填充題答案，讓讀者查證其觀念是否正確。

目前，我國正在致力於電子工業與精密機械工業的發展，而電子工業中的技術與訣竅大多是「經驗」的累積，最重要的是，我們應該加速培養、訓練我國自己的技術人員與電子科學的工作者，唯有如此，我們的電子工業才能向下紮根，我國的工業發展才能配合我們的需要。由於這套書係由生產電子製品的廠商所設計，完全以實用為準，凡電子學中重要定理，基本原理，特殊電路等，都以簡單而具體的觀念闡明，並由精心設計的實驗予以證實，而刪除純理論方面的鑽研，所以無論高工，大專院校，甚至電子工程師，都可以作為教材或是主要參考書。

譯者過去雖然譯著了幾套有關電學與電子學方面的專書出版，也曾蒙業各先進廣為採用。但這套書的出版，由於所涉及範圍既深且廣，篇幅又多，翻譯過程中，雖然盡了最大的努力，錯誤恐尚難免，仍盼各先進、專家惠予指正。

何觀賢 謹識

中華民國六十六年七月

## 符號表

### 電流

$I_E$	射極電流 (DC)
$I_E$	射極電流 (rms)
$i_E$	射極電流 (瞬時值)
$I_C$	集極電流 (DC)
$I_C$	集極電流 (均方根值)
$i_C$	集極電流 (瞬時值)
$I_B$	基極電流 (直流)
$I_B$	基極電流 (均方根值)
$i_B$	基極電流 (瞬時值)
$I_F$	空洞流
$I_n$	電子流
$I_D$	二極體電流
$I_s$	飽和電流
$I_{CBO}$	$I_E = 0$ 時的集極電流
$I_{CEO}$	$I_B = 0$ 時的集極電流

### 電壓

$V_{EB}$	射極-基極電壓 (直流)
$V_{EB}$	射極-基極電壓 (均方根值)

$v_{c,b}$	射極-基極電壓 (瞬時值)
$V_{CB}$	集極-射極電壓 (直流)
$V_{c,b}$	集極-射極電壓 (均方根值)
$v_{c,b}$	集極-射極電壓 (瞬時值)
$V_{BE}$	基極-射極電壓 (直流)
$V_{b,e}$	基極-射極電壓 (均方根值)
$v_{b,e}$	基極-射極電壓 (瞬時值)
$V_D$	二極體電壓 (直流)

---

增益

$G_p$	功率增益 (直流)
$G_i$	電流增益 (直流)
$G_v$	電壓增益 (直流)
$G_p$	功率增益 (交流)
$G_o$	電流增益 (交流)
$G_a$	電壓增益 (交流)
$\alpha$	共基極電流放大因數
$\beta = a'$	共射極電流放大因數
$a''$	共集極電流放大因數

其他

$\rho$  電阻率

T 以  $^{\circ}\text{K}$  ( 恆爾文 ) 為單位的絕對溫度

$\mu$  載子的遷移率

$\mu_p$  電洞的遷移率

$\mu_n$  電子的遷移率

$v$  速度

$n$  電子的密度

$p$  電洞的密度

$n_i$  在本質材料中的電子密度

$p_i$  在本質材料中的電洞密度

D 擴散常數

$D_n$  電子的擴散常數

$D_p$  電洞的擴散常數

$q$  電子上的電荷

$k$  波子曼常數



# 目 錄

## 上册

- 第一章 二極體與電晶體的基本運用** 1
- 組件及符號，二極體，電晶體。
  - 串聯二極體的特性。
  - 電晶體作電力控制元件。
- 第二章 固體的傳導** 22
- 原子結構，晶體結構，共價鍵，游離。
  - 產生與復合，漂移，擴散。
  - P-及N-型半導體，雜質半導體。
  - N-型材料，P-型材料。
  - 多數及少數載子。
- 第三章 P-N 接面** 51
- 在P-及N-型材料中多數及少數載子量，溫度的影響。
  - P-N接面，在P-N接面中的擴散。
  - 空間電荷層，電位障。
  - 有外施電壓接面情況，順向電壓以及順向電流之接面情況。
  - 溫度的影響，順向電流情況。

- 接面電容。
- 半導體二極體。

#### 第四章 晶體二極體的特性 82

- 二極體特性之量度。
- 二極體的反向破壞。
- 崩潰破壞。
- 會納破壞。
- 熱破壞。

#### 第五章 工 藝 121

- 基本材料（鍺與矽）。
- 區域精鍊，自由區域精鍊。
- 晶體。
- 合金法，擴散法，晶膜法。
- 點觸二極體，金鍍二極體，實用二極體。
- 電阻器色碼，標準電阻範圍。

#### 第六章 二極體應用(1) 138

- 用二極體作整流器。
- 半波整流。
- 全波整流。

#### 第七章 二極體應用(2) 177

- 定位，動態電阻及電壓穩定。
- 跨於二極體兩端的電壓。

- 動態電性。
- 電壓穩定。

## 第八章 二極體說明書

233

- 設計問題，遞減。

### 下冊

## 第九章 介紹電晶體共基極組態

1

- 基極-射極二極體。
- 集極-基極二極體的特性。
- 等效電路。
- 物理說明。
- 三種組態，共基極，共射極，共集極。
- 飽和與截止。
- 用電晶體作放大器，增益。

## 第十章 共射極組態(直流情況)

75

- 直流條件
- 射極-基極二極體。
- 集極-基極二極體。
- 大信號增益。
- 共射極的截止。
- 截止及  $I_{c(sat)}$  的理論說明

### III

<b>第十一章</b>	<b>共射極組態 (交流情況)</b>	<b>117</b>
	交流條件	
	- 共射極，交流負載的小信號增益。	
	- 倒相，輸出失真。	
	- 反向放大與輸入阻抗。	
<b>第十二章</b>	<b>共集極組態</b>	<b>153</b>
	- 共集極組態的電壓，電流及功率增益，輸入以及輸出電阻。	
	- 共集極組態的小信號特性。	
	- 傳統電流。	
<b>第十三章</b>	<b>小信號參數</b>	<b>189</b>
	- 共射極的“ $h$ ”參數。	
	- 設計問題。	
<b>第十四章</b>	<b>電晶體說明書</b>	<b>207</b>
	- AC125 電晶體資料表說明。	
<b>第十五章</b>	<b>電晶體的應用 I</b>	<b>231</b>
	工作點的穩定與放大	
	- 穩定工作點的設計程序。	
	- 單級電晶體放大器，負載與直線性。	
	- 設計問題。	

## 第十六章 電晶體的應用II

274

抗流圈-電容器耦合，小頻帶放大器，正反饋與直接耦合（dc）放大器。

—實際應用。

## 第十七章 電晶體工藝

323

—合金電晶體，功率電晶體。

—合金擴散電晶體。

—凸型電晶體。

—晶膜電晶體。

—晶膜平面電晶體。

## 第一章 二極體與電晶體的基本運用

## 緒 論

目前，你已經研讀過本課程第一部的上、中、下三部份，現在你就準備要進入電子學遼闊而深遠的領域了。你已經學過將基本電學定律，用於簡單的電路，而今後就要把所學過的定律及定理應用在更為複雜的電子電路。

直到目前為止，所使用的都是無源組件，這類組件只會損耗功率或是衰減信號。然而，在電子學方面，用來傳送資訊的電的信號，不能直接利用，但在識別之前可予以放大。如像從在軌道中運行的衛星所發送出的極微弱的信號，在解碼以及分析之前，都需要經由地面特殊電子裝備予以接收並且放大之後才行。

作為放大之用的最主要的組件之一就是電晶體 ( Transistor ) 這種組件相信你一定聽說過，甚至在袖珍型收音機中見

到過。實際上，這是一種通常都密封在金屬壳中的元件，要看都得使用放大鏡才行。然而，像這樣小的元件却可以用來控制相當大的功率。

若要徹底瞭解電晶體的用途和功能，首先就該了解電晶體的基本作用以及它的特性。下面的一些實驗，就要對你展示二種在本教材前面未曾涉及的組件某些特性。這些實驗不僅在對你介紹新奇有趣的電子領域。認識新穎的元件，而且更會增進你對本教材第一部的知識。隨後，你會學到這類元件的應用與控制，而且更進一步發展形成這門特殊科學的“基石”(Building blocks)之基本電子電路。



## 組件及符號

為了使你能辨認在本教材這一部份所使用的新零件，我們分別用元件的實體照像圖以及電路符號來說明。在下面各章還要講到這類元件實際的特性以及內部的構造。

### 二極體

圖 1.1 所示為二極體的一般電路符號。其中箭頭所指的方向，就是傳統電流的方向。在圖中標有 A 記號的接頭稱為陽極 (Anode)，而標明 K 的接頭稱為陰極 (Cathode)。圖 1.2 至圖 1.4 所示為三種半導體二極體的原尺寸照片圖。陰極接頭的表示法共有：在圖 1.2 中用點表示；在圖 1.3 中用條表示，而且在圖 1.4 中則用實際二極體符號表示。最新型者則利用色碼表示型號以及陰極的接頭。

### 電晶體

圖 1.5 所示為 PNP 電晶體符號。我們可以看出電晶體是一種具有三個接頭的元件。這三個接頭分別稱為射極 (e)、基極 (b)、以及集極 (c)。圖 1.6 所示為另一種電晶體符號，稱為 NPN 電晶體。

圖 1.7a 與 b 所示為 AC132 電晶體的二個原尺寸圖。在這種電晶體中央的引線連於基極。而集極與射極的分別是，在靠近集極的壳上有一點。至於其他各種類型電晶體引線的識別，你可參閱有關的說明書。

在本課題所使用的組件，二極體的陰極接頭，以及電晶體的集極接頭，均如圖 1.8 及 9 所示，都以紅色絕緣套表示出。