

547415

501

445

3

電子電路
基礎講座

— 3 —

電學與電子學入門叢書

瞭解真空管

及電晶體電路

黃鑑村 編著



無線電界雜誌社印行

基本電學與電子學

第三卷

瞭解真空管及電晶體電路

黃鑑村 編著

無線電界雜誌社印行

電學與電子學入門叢書

第三卷 瞭解真空管及電晶體電路

中華民國六十五年三月初版

版權所有 不許翻印

特價 NT\$ 70

編著者：黃 鑑 村

發行者：無線電界雜誌社

台北市復興南路13-1號

電話：7 1 1 2 7 6 5

郵政劃撥帳戶：2 7 5 6

印刷者：中美美術印刷廠

台北市天水路32號

登記證：局版臺誌字第1026號

本講座的主要內容 全五卷

本講座共分五卷，以簡明的敘述統一介紹電學與電子學的原理，採取現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容之設計係作為一完整標準課程之構想，使學者在研讀五卷之全部內容，而獲得電子科學之基本知識更有進者，本講座有特殊設計之版式，以資作自學之工具，因之，教師如採用本書作為教科書，則其教授方法，可較以往客觀且收效宏大。

雖然本講座之每一卷都予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。

第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本原理。

第二卷講解基本的交流及直流通路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以用此書作為電路基礎之一般教科書。

第三卷為關於電子管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書。試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

第三卷

瞭解真空管及電晶體電路

目錄

第一章 真空管(二極管)	頁數
第 1 - 1 節 電子在電場中.....	(7)
第 1 - 2 節 陰極與電子放射.....	(11)
第 1 - 3 節 吸引被放射的電子.....	(13)
第 1 - 4 節 二極管之產生.....	(14)
第 1 - 5 節 陰極.....	(16)
第 1 - 6 節 屏極.....	(17)
第 1 - 7 節 真空管之特性及實數電阻.....	(18)
第 1 - 8 節 空間電荷如何影響電流.....	(22)
第 1 - 9 節 屏壓對屏流之曲線圖.....	(26)
第 1 - 10 節 屏壓對屏流曲線圖之調製.....	(28)
第 1 - 11 節 屏壓對實效電阻之影響.....	(29)
第 1 - 12 節 應用.....	(31)
第二章 三極及多極真空管	
第 2 - 1 節 三極管.....	(35)
第 2 - 2 節 柵極.....	(35)

第 2 - 3 節	柵極對三極管屏流之影響.....	(39)
第 2 - 4 節	真空管之特性.....	(41)
第 2 - 5 節	曲線群.....	(45)
第 2 - 6 節	真空管之參數.....	(47)
第 2 - 7 節	真空管手冊.....	(57)
第 2 - 8 節	偏壓.....	(62)
第 2 - 9 節	多柵管.....	(65)
第三章 半導體器件		
第 3 - 1 節	半導體是什麼.....	(75)
第 3 - 2 節	半導體物質有何重要性.....	(75)
第 3 - 3 節	物質元素與原子.....	(76)
第 3 - 4 節	鎘晶體.....	(77)
第 3 - 5 節	本質鎘.....	(78)
第 3 - 6 節	N 型鎘.....	(82)
第 3 - 7 節	P 型鎘.....	(84)
第 3 - 8 節	電晶體.....	(85)
第 3 - 9 節	半導體二極體.....	(87)
第 3 - 10 節	PN 接合.....	(87)
第 3 - 11 節	二極體之特性.....	(92)
第 3 - 12 節	半導體二極體之數據 (諸元) ...	(94)
第 3 - 13 節	電晶體.....	(95)
第 3 - 14 節	電晶體之工作情形.....	(97)
第 3 - 15 節	電晶體如何會放大.....	(102)

- 第 3 - 16 節 基本電晶體放大器..... (106)
- 第 3 - 17 節 電晶體之特性..... (110)
- 第 3 - 18 節 電晶體之特性曲線..... (110)
- 第 3 - 19 節 電晶體規格單..... (111)

第四章 供電器

- 第 4 - 1 節 供電器之目的..... (115)
- 第 4 - 2 節 直流供電器之組成份子..... (115)
- 第 4 - 3 節 整流原理..... (116)
- 第 4 - 4 節 濾波作用..... (117)
- 第 4 - 5 節 電壓控制..... (118)
- 第 4 - 6 節 真空管及半導體整流器..... (121)
- 第 4 - 7 節 濾波器..... (127)
- 第 4 - 8 節 規整供電器..... (134)

第五章 放大器及振盪器

- 第 5 - 1 節 放大器是什麼..... (139)
- 第 5 - 2 節 四極管及五極管..... (144)
- 第 5 - 3 節 偏壓供給..... (146)
- 第 5 - 4 節 負載線..... (148)
- 第 5 - 5 節 放大器之分類..... (152)
- 第 5 - 6 節 等效電路..... (153)
- 第 5 - 7 節 增益與負載電阻..... (156)
- 第 5 - 8 節 電壓及功率放大器..... (156)
- 第 5 - 9 節 自動柵偏壓..... (157)

第 5 - 10 節	多級放大器.....	(160)
第 5 - 11 節	直流真空管放大器.....	(170)
第 5 - 12 節	振盪器是什麼.....	(172)
第 5 - 13 節	振盪器之工作情形.....	(173)
第六章 電晶體放大器		
第 6 - 1 節	電晶體放大器.....	(181)
第 6 - 2 節	工作點.....	(186)
第 6 - 3 節	兩級放大器.....	(192)
第七章 脈波電路		
第 7 - 1 節	脈波電路是什麼.....	(205)
第 7 - 2 節	暫態動作.....	(206)
第 7 - 3 節	電晶體暫態動作.....	(207)
第 7 - 4 節	電晶體之狀態.....	(208)
第 7 - 5 節	脈波之產生.....	(210)
第 7 - 6 節	脈波之運用.....	(219)

本叢書之序

我們生活在電學與電子學的世界中。電力為我們帶來人造的光和熱，以及擔任許多工作所需之能。電學是無線電、電視、計算機——亦即所謂「電子學」的整個領域——之基礎。

雖然我們在工藝上的進步已達到能成功地衝破太空阻碍之程度，但我們仍在不斷學習關於電學與電子學之新事物。其主要原因之一是電在某些方面是無法捉摸的。換言之，電不可依平常的方法用人類的感覺來觀察之。然而，我們能觀察電的存在所生之結果，並不斷發現用電的新方法，在電子學方面為尤然。

電子學是一門相當新的科學。雖然我們對於電學可以追溯至富蘭克林、貝爾、及愛迪生，但電子學僅可追溯至數十年前馬可尼及德福雷斯特 (De Forest) 的發現與發展。事實上，直到有了無線電以後，電子學才真正變成一門長滿初生羽毛的科學。第二次世界大戰造成了迅速的工藝發展之需求，而長程無線電、無線電導航、雷達、聲納等得以實現。自第二次世界大戰以來的這些年中，電子學已有不斷的迅速發展；實際上，由於其發展步調如此之迅速，以致教育與訓練之設施難以追隨。

電子科學已擴展至如此的寬度與深度，以致其現在確為各項專門工藝之併合。誠然，這些個別的工程都是基於相同的基本原理——由於教材和教授法的關係，這些原理一直都難以了解。

本叢書共分五卷，代表邁向電學與電子學原理的統一而簡單的途徑之一主要步驟。本叢書利用現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容係設計作為一標準課程者。更有進者，本叢書有特殊設計之版式，以資作為一自教之工具；因之，教師使用本叢書作為教科書，則其教授方法可較以往客觀，而收效也要大得多。

雖然本書之每一卷都已予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本知識。不過，僅需要對本科目習得相當簡單概念的讀者也可以只讀第一卷，而不用其他各卷。

第二卷講基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以僅用此書作為電路基礎學之一般教科書。

第三卷為關於真空管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

——各位作者、編者、及顧問對本書貢獻良多。他們希

望本書可作為期待已久之標準教科書，而用以作為自教之指引，或用於任何需要了解電學與電子學原理之訓練中。

無線電界雜誌社

謝啟

謹以至誠，對參與本叢書準備，資料蒐集，及編輯之全體人員深致謝忱。若無諸君之寶貴貢獻，則本叢書不可能編成。

美國海軍電子學校教育專員孟尼士先生 (Bernard G. Mounes) 對本叢書之寫作、編排、及最後審核方面尤具卓越之貢獻，茲向孟先生表達最大之謝意。本叢書之最後定稿工作，不論在技術內容及教育價值，均主要地得力於孟先生的孜孜不倦，負責不懈之精神。

美國海軍史起模 (Ashley G. Skidmore) 先生及韋爾里上尉 (Lt. Loren Worley) 對本叢書之原始準備及協同編輯貢獻甚多，茲並伸謝忱。艾仁 (Irene) 及古席士 (Don Koosis)、孟久 (Raymond Mungiu)、諾佛尼 (George V. Novotny)、及布萊特 (Robert J. Brite) 諸君提供技術寫作，並對規劃表達方法貢獻良多，合併致謝。而史耐德 (Robert L. Snyder) 先生對於本叢書之初步準備及編組工作，尤應特別致謝。

本計劃學習叢書的最初構想則應歸功於訓練與重訓練公司 (Training & Retraining, Inc.) 的職員希夫曼先生 (Stanley B. Schiffman)。

最後，謹向出版部之編輯同仁表達特別之謝忱，因為他們的寶貴協助已超乎出版者與作者的平常關係之外。

第三卷

了解真空管及電晶體電路

引言

這是本叢書的第三卷，將給你介紹真空管，電晶體，及這些東西參與工作之方法。雖然全部討論話題旨在供給基礎知識以備更進一步之研究，但其中也有許多在電路設計及分析方面之直接實際應用。你在學過本卷之後，就已擴展你的電學基礎知識至包括用以構成無線電機、電視機、雷達、計算機、及電子學工藝所及之無數其他領域的基本器件及其電路。有了這些知識，你就更能了解電子裝備如何工作。

您將學些什麼

實際上，每一電子裝備之工作都有賴於真空管及（或）半導體器件。在本卷中，你將學到有關這兩類組件之知識。

真空管之工作有賴於電子在電場中之作為。研討這一論題時，將附帶講到電子放射入電場之方法。你將學到愛迪生效應及二極管如何工作。你將曉得如何在真空管裡加入更多之極即可使其在許多場合極為有用。真空管之各項參數（表示一管子性能及用途之各項數字）將予詳論。書中將明示真空管之工作如何可藉圖表而描述並研究之。放大一詞之定義將予解釋，並將提示幾種最常用之真空管放大器。你將學到按真空管之工作情形而定之放大器分類法。諸放大級間之幾種耦合法也將講到。

關於半導體器件方面，從解釋何謂半導體開始。你將學到 P N 接合，以及半導體二極體和電晶體如何依靠此接合部之作用。也同真空管一樣，電晶體之工作情形可用參數及圖表來表達之。你將學到這些補助資料（參數及圖表）及其運用方法。你將學到電晶體如何放大，及如何將其連接於放大電路中。各電晶體放大級之耦合方法也將予解釋。

你將學到供電器如何工作。整流器、濾波器、脈動直流、規整供電器等名詞均將予解釋。

最後你將學到脈波如何產生及放大。若干脈波電路之應用將予討論。

您在開始學習之前應知道一些什麼

你在開始學習真空管及電晶體電路之前，應充分了解直流及交流電路工作之基本原理（這種知識可在本叢書第二卷獲得。）本書對一切新的用語都予以妥切之定義。採用足夠之數學以資對各項重要原理給予精確之闡釋，但只要你懂得加、減、乘、及除，數學式子對你就不生困難。

第一章 真空管 (二極管)

 * 您將 *
 * 學些什麼 *

在本章中，你將學到電場如何影響電子之動作。你將能講出二極管中各極之名稱，及二極管如何工作。你也會學到如何使用圖表來表示二極管中的電壓與電流之關係。

第1-1節 電子在電場中

電子是一帶負電之質點。在適當情形之下，電子可置於電場影響之下而被移動。當在兩點之間有電位差存在時，就會形成這種電場。若電子在此電場中可自由移動，它就會移往較為正性之點。

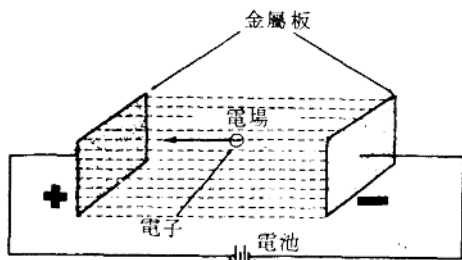


圖 1 - 1 電子在電場中之移動。

[在真空之電子移動]

要電子經由諸如空氣之類的中間物而移動是很難的，因為電子會與空氣分子相撞。電子在真空中移動就比較容易得多。

在一電場中，許多電子移動於同一方向，就形成一電子流。在真空中的電子流之測量單位仍是安培，毫安、及微安。如前已說過， 6.28×10^{18} 個電子為一庫倫 (coulomb)。在一秒內有一庫倫通過電路 (或真空)，則其電流為一安培。千分之一安培為一毫安 (MA)。百万分之安培為一微安 (μA)。

[兩導電板間之電阻]

設想有兩金屬板置於真空中，而相隔一特定的距離，並假定電子能離開其中之一板。在兩板間之電位差將引起某一量之電流。若電壓為已知，而電流可以量出，則可用歐姆定律來計算電阻。

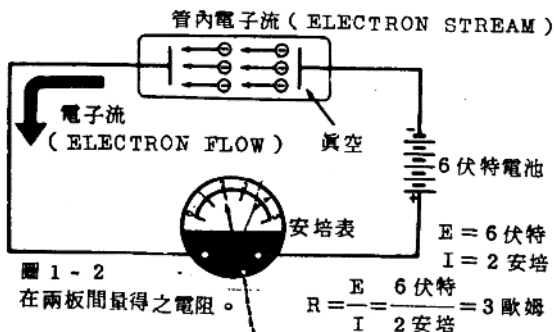


圖 1-2

在兩板間量得之電阻。

如圖 1-2，6 伏特電池之一接頭連接到兩板之一，電池之另一接頭經過一安培表而連接至另一板。有一電子流流動於兩板之間，安培表量得電流為二安培。使用歐姆定律，6 伏特被 2 安培除之，得 3 歐姆。

三項因素決定兩板間之電阻：(1) 兩板間之距離

，(2) 兩板間之電壓，(3) 板子之溫度。

[兩板間之距離]

圖 1-3 示兩對板子，各加以相同之電壓。在右邊的一對板子之距離 (D) 為左邊的 (d) 之兩倍。距離為 d 的一對板子間之電流等於距離為 D 的板子間電流之四倍。

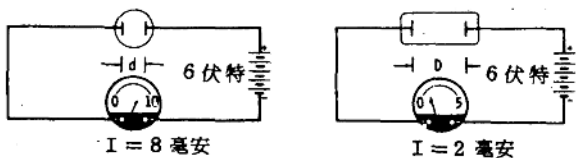
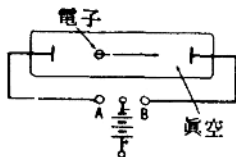


圖 1-3 電流隨板間之距離而變化。

問題 1. 在圖 1-3 中，距離為 d 的一對板子間之電阻為若干？

問題 2. 在同圖中，距離為 D 的一對板子間之電阻為若干？

問題 3. 在下圖之電路中，電池應如何連接，方可使電子按箭頭所示之方向移動？



問題 4. 電子在____中容易移動。

問題 5. 在下圖所示之電場中，電子將依何方向移動？

