

最新實用

電子學

譯者 俞亨通

興業圖書股份有限公司印行

最新實用

電子學

俞亨通 譯

興業圖書股份有限公司印行

ELECTRONICS DEVICES DISCRETE AND INTEGRATED CIRCUITS

ARTHUR H. SEIDMAN

Pratt Institute



有著作權 不准翻印

中華民國六十九年三月一日一版

電子學

定價貳佰元正

譯者：俞 亨 通

本公司經行政院新聞局核准登記發給

出版登記證局版台業字第〇四一〇號

出版者：興業圖書股份有限公司

發行人：王 志 康

地 址：台灣省台南市勝利路118號

電 話：三 七 三 二 五 三 號

郵 撥：南 字 二 一 五 七 三 號

印刷者：元 德 印 刷 廠

台南市勝利路

目 錄

原著序	1
第一章 導言	3
1—1 第一次電子革命	4
1—2 第二次電子革命	6
1—3 積體電路	8
1—4 本書的內容	9
第一部份 裝置的操作	10
第二章 半導體理論和二極體操作	11
2—1 原子結構	11
2—2 摻雜半導體	17
2—3 費爾米能階	18
2—4 接合二極體的操作	19
2—5 二極體特性	23
2—6 二極體的應用	27
第三章 電晶體操作	36
3—1 雙極接合電晶體	36
3—2 BJT的操作	39
3—3 電晶體組態	42

3—4	電晶體特性(曲線).....	45
3—5	場效電晶體.....	47
3—6	JFET的操作.....	48
3—7	轉移特性.....	51
3—8	空虛型MOSFET.....	53
3—9	增量型MOSFET.....	55
3—10	MOSFET—作為電路元件.....	57

第四章 其他半導體裝置和應用.....62

4—1	稽納二極體.....	62
4—2	累增崩潰和稽納崩潰.....	63
4—3	稽納電壓調整器.....	64
4—4	雙陽極調整器.....	67
4—5	矽控整流器.....	67
4—6	SCR的操作.....	69
4—7	TRIAC.....	71
4—8	單接合電晶體.....	73
4—9	蕭特基二極體.....	77
4—10	變容二極體.....	78
4—11	發光二極體.....	80
4—12	光電晶體.....	80

第二部份 小信號操作.....85

第五章 放大器簡介.....86

5—1	放大器是什麼?.....	86
5—2	為何需要放大器.....	87

5—3	基本放大器	88
5—4	符號	91
5—5	大信號和小信號的操作	92
5—6	操作的類別	93
5—7	BJT放大器	93
5—8	FET 放大器	99
5—9	分貝	103
5—10	串級放大器	104

第六章 小訊號模型 110

6—1	放大器的頻率響應	110
6—2	BJT 模型的物理基礎	112
6—3	混合模型	115
6—4	FET模型	123
6—5	電壓源模型	125
6—6	安置電源至零（短路）	128

第七章 單電源偏壓和穩定法 136

7—1	BJT 的單電源偏壓	136
7—2	Q點的穩定	137
7—3	R_E 對電壓增益的影響	142
7—4	射極電阻器的旁路	144
7—5	偏壓網路的計算	145
7—6	電壓反饋穩定法	146
7—7	C—B放大器的偏壓	149
7—8	射極隨耦器的偏壓	150
7—9	FET的自偏	152

7—10	源極電阻器的旁路	156
7—11	FET放大器的穩定	157
7—12	二極體的穩定法	159

第八章 放大器的頻率響應.....167

8—1	低通RC網路	167
8—2	混合— π 模型	169
8—3	密勒效應	174
8—4	特性值	178
8—5	高頻的FET	180
8—6	高頻時的積體電晶體	182
8—7	放大器的低頻響應	183
8—8	串級電晶體	186

第九章 反饋.....195

9—1	反饋的透視	195
9—2	反饋的種類	195
9—3	反饋放大器的特性	197
9—4	其他基本反饋放大器	203
9—5	反饋對輸入和輸出阻抗(電阻)的效應	204
9—6	實用反饋放大器的例子	208
9—7	反饋放大器的穩定度	217

第十章 積體電路技術.....223

10—1	IC的種類	223
10—2	矽的加工	224
10—3	積體電路的製造	227

10—4	電氣隔離	232
10—5	交越點	234
10—6	藝工圖形	235
10—7	氧化	236
10—8	光阻	237
10—9	擴散	237
10—10	LSI 和 MSI	244
10—11	擴散元件的特性	245
10—12	寄生	250
10—13	重要特性的摘要	251
10—14	薄膜技術	252
10—15	薄膜元件	254
10—16	厚膜技術	256
10—17	厚膜元件	259

第十一章 運算放大器 267

11—1	Op Amp 的特性	267
11—2	差動放大器	269
11—3	恒流源	277
11—4	I_0 的效應	279
11—5	達靈頓對	280
11—6	中間級	282
11—7	準位移動器	284
11—8	輸出級	285
11—9	Op Amp 的實例	287

第十二章 OPAMP 的應用 296

12—1	Specs 的意義為何?	296
------	--------------	-----

12—2	放大器	300
12—3	數學運算	306
12—4	主動濾波器	312
12—5	直流抵補電壓和電流	315
12—6	頻率補償	319

第三部份 大信號操作 327

第十三章 功率放大器 328

13—1	操作的類型	328
13—2	A類功率放大器	330
13—3	功率放大器的失真	341
13—4	變壓器耦合推挽放大器	344
13—5	推挽放大器電路的變化	349
13—6	C類功率放大器	350

第十四章 無變壓器功率放大器和散熱器 356

14—1	串聯輸出放大器	356
14—2	互補對稱放大器	358
14—3	半互補對稱放大器	365
14—4	短路保護電路	367
14—5	IC功率電路	369
14—6	半導體裝置的熱動作	370
14—7	熱參數	373
14—8	散熱器	376

第四部份 功率轉換..... 385

第十五章 二極體整流器和濾波器..... 386

15—1	半波整流器.....	386
115—2	全波整流器.....	389
15—3	峯值反向電壓額定.....	393
15—4	漣波因數.....	394
15—5	整流效率.....	396
15—6	負載調整百分率.....	398
15—7	分路電容濾波器.....	399
15—8	圖解法.....	403
15—9	π 型濾波器.....	406
15—10	RC 濾波器.....	408
15—11	峯值二極體電流.....	408
15—12	L—型濾波器.....	409
15—13	電壓倍增器.....	410

第十六章 可調電源..... 416

16—1	稽納二極體調整器.....	416
16—2	反饋調整器.....	422
16—3	串聯電壓調整器.....	423
16—4	改良的調整器.....	430
16—5	電路保護.....	431
16—6	IC 電壓調整器.....	433
16—7	分路電壓調整器.....	439
16—8	電流調整器.....	440

第十七章 功率控制電路..... 445

- 17—1 閘流體—作為控制元件..... 445
- 17—2 閘流體觸發電路..... 450
- 17—3 功率控制的應用..... 456
- 17—4 直流至交流換流器和直流至直流變流器..... 462
- 17—5 電子點火系統..... 464

第五部份 交換(開關)操作..... 469

第十八章 計算機簡介..... 470

- 18—1 計算機組織..... 470
- 18—2 二進數..... 472
- 18—3 邏輯閘..... 474
- 18—4 基本布林代數..... 481
- 18—5 卡諾圖..... 490

第十九章 二極體和電晶體關開關..... 496

- 19—1 半導體開關..... 496
- 19—2 脈波特性..... 500
- 19—3 動態響應的改良..... 503
- 19—4 非飽和的電晶體開關..... 506
- 19—5 二極體開關..... 509
- 19—6 邏輯閘的互接..... 513

第二十章 積體(IC)邏輯..... 523

- 20—1 DTL和HTL..... 523

20—2	電阻—電晶體邏輯 (RTL)	527
20—3	電晶體—電晶體邏輯 (TTL、T ² L)	528
20—4	射極耦合邏輯 (ECL)	536
20—5	CMOS 邏輯	539
20—6	SSI、MSI 和 LSI	543
20—7	積體注入邏輯 (I ² L)	543

第二十一章 複振器 (多諧振盪器)

21—1	雙穩態 MV (正反器)	550
21—2	正反器的觸發	554
21—3	施密特觸發器	563
21—4	單穩態複振器 (單穩器)	571
21—5	無穩態複振器	574
21—6	電子計算器	576

第二十二章 計算器、暫存器和記憶器

22—1	記憶器的種類	585
22—2	十進計數器	586
22—3	同步計數器	589
22—4	MSI 計數器	592
22—5	數位時鐘	592
22—6	移位暫存器	594
22—7	半導體記憶器	599
22—8	雙極體 RAM	599
22—9	雙極體 ROM	603
22—10	MOS 記憶器	606
22—11	MOS RAM	610
22—12	MOS ROM	612

22—13	ROM的應用.....	614
22—14	電荷耦合裝置 (CCD)	615
22—15	揮發性.....	616
22—16	半導體記憶器的比較.....	617
22—17	非半導體型式的記憶器.....	617
22—18	磁泡記憶器.....	621
第二十三章 顯示器、轉換器和微處理機.....		625
23—1	文數顯示器.....	626
23—2	A / D 和 D / A 的轉換器.....	633
23—3	D / A 轉換器.....	634
23—4	A / D 轉換器.....	640
23—5	微處理機簡介.....	642
23—6	微處理機的特性.....	644
23—7	微處理機的組織.....	645
23—8	數位三用表—電子系統的一個實例.....	649
附錄 A		656
A . 1	四端線性網路.....	656
A . 2	F E T y 模型.....	659
A . 3	不定 y 矩陣.....	661
附錄 B		664
B . 1	密勒效應.....	664
B . 2	特性質.....	665
B . 3	高通網路的響應.....	667
習題解答.....		669

原 序

電子學的領域浩瀚廣闊而變化迅速，其發展日新月異，新的裝置和應用正不斷地推陳出新，本書的目的是要使學生了解並善用電子學方面新發展的事物和知識。

寫這本書的時候，作者有四個目標：

- 1 使教材明朗化。
- 2 採用極多的例子以說明書內所述觀念的應用。
- 3 對電子學建立一個穩固的基礎，加強實際的應用。
- 4 強調類比或數位應用的積體電路。

本書是為電機技術學生的電子學基本課程而寫的，本書也適合非主修電機工程和科學的學生使用並且能作為熟練技術人員和工程師的參考書籍。由於本書教材的組織與結構相當獨特並且實用，任課的教師可視情形而設計課程體系以滿足他或她的需要。

只要具備有高中代數和交流和直流電路的基本知識即可研讀本書，書內所舉的例子和每章後面所附的習題都是經過細心設計的而且相當實用，為的是澄清觀念和引導學生到標準的工業實際應用上。

訓練一個工藝技術人員的主要目標是要使他們能適合工業生產線的利用，為了達成這個目標，本書儘量使用一些與工業有關的資料。現代的電氣技術人員必須要多才多藝並且要能夠修理各式各樣的電子工業產品，為了趕上這種水準，例如，第十章就專門討論單石（monolithic）和混合（hybrid）IC 的製法。

筆者很感激那些提供有建設性的批評和建議的學者或友人。首先；要感謝學生之敏銳問題，這些問題幫助了我們了解經常被視為當然的事物。¹其次，要感謝提供寶貴建議之同事，對於校對和評論者，尤其是

Sam Oppenheimer，他的評論使本書內容大為改進，同時要感謝西部電氣公司Mr Leonand 和Mrs. Eileen Q. Noonan 允許使用他們的照片資料。最後要感謝 Andvea Posner 和 Linda Johnson of Charles E. Merrill 在出書時的協助合作和有價值的建議。

Arthur H. Seidman

Jack L. Waintrab

第一章 導 言

電子學的領域有一個令人興奮的歷史追溯十九世紀末期，首次重大的發現是發生在 1883 年，愛迪生在他的改良白熾燈性能的實驗中，他將一個電極（稱為“屏極”（plate））放在一個燈泡內（圖 1-1）。然後他將一個電流計（galvanometer）的一端連接到此屏極，此電流計是用來檢查直流的流動。當電流計的另外一端連接到電池的正端時，此電流計會指示屏極的電流流動。相反地；當電流計被連接到電池的負端時，就沒有電流流動。此明顯的現象被叫做“愛迪生效應”（Edison effect），（在 1883 年，電子（electron）尚未被確知，直到 1897 年愛迪生發現了電子並且決定了它的電荷對質量比，人類才了解此效應。）

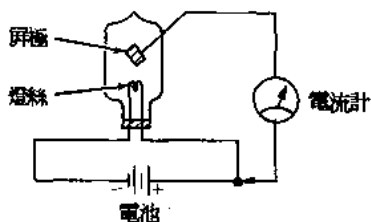


圖 1-1 愛迪生效應

愛迪生效應可以藉著電子理論很容易地加以解釋。加熱的燈絲會發射電子，當屏極被連接到電池的正端時，具有一負電荷的電子會被吸引到屏極（異性電荷相吸），因此就有電流的流動。因為同性電荷相斥，所以當屏極被連接到電池的負端時，電子會受到排斥，因此就沒有電流的流動。當時，愛迪生很小心地記錄他的觀察，但並未注意此種發現的重要性。

隨著世紀的流轉，大家對於電子學的興趣都集中在無線電報技術上。在此發生了一個問題——即無線信號的檢波（detection）。雖然可使用的檢波器（detector）很多，但它們都有不同的缺點。一種改良的檢波器於 1905 由 John Ambrose Fleming 申請專利，它的名字叫做“真空二極管”（vacuum-tube diode），此裝置是愛迪生效應的一種應用。使用現代的符號，真空二極管的符號如圖 1-2 所示。大部分的真空管都有一金屬套，稱為陰極（cathode, K），此金屬套是包在燈絲的外圍以取代燈絲而作為電子源。包在陰極外圍的是屏極（plate）或陽極（anode, A）。

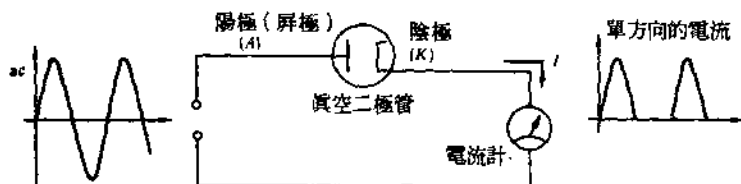


圖 1.2 真空二極管是用來將交流訊號轉變成單方向的電流

真空二極管的基本操作如圖 1-2 所示，交流訊號與二極管和電流計串接。在正半週時，屏極對陰極來講是“正”（positive），反之，在負半週時，屏極對陰極是“負”（negative）並且沒有電流流動。因此，交流信號可被轉變為單方向的電流，而此電流能夠由電流計檢測出來。

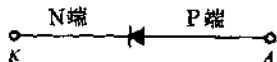


圖 1.3 半導體二極體的電氣符號

1906 年，General Dunwoody 發現碳化矽能夠被用來製造其操作特性類似弗來明二極管（Fleming's diode）的裝置。它被叫做晶體檢波器（crystal detector）。此裝置在早期的無線電設備中是很受歡迎的，在今日仍然被廣泛地使用著，在今日的術語中，此晶體檢波器即是我們所熟悉的半導體或固態二極體，它的電氣符號如圖 1-3