

大專用書

積體電路

(全一冊)

梁振坤 編著

興業圖書股份有限公司出版

版權所有・翻印必究
中華民國六十六年三月 一版

積體電路

定價 平裝 上册 120 元
下冊 110 元
精裝 (全一冊) 250 元

編著者：梁 振 坤

出版登記行政院局版台業字第零肆壹零號

出版者：興業圖書股份有限公司

發行人：王 志 康

打字：義 德 春 打字行
排版

台南市正興街二四號

發行所：興業圖書股份有限公司

台南市勝利路一一八號

郵政劃撥南字 31573 號 電話 253253 號

序

本書分上下兩冊或全一冊，上冊闡述積體電路的理論與製造技術，下冊講述積體電路的實際應用。本書可作大專電機工程或電子工程科系作積體電路教本，或作電子零件製造、邏輯電路設計及固態電路應用的參考書，亦可供對積體電路製造及設計應用從業人員作自修之用。全書內容豐富，適合於一年講授，若作一學期教授可視實際需要取捨。

由於電子工業的日益發達，電子系統所含的電子組件數目越來越多，積體電路已被廣泛使用於一般電子產品中，有些複雜的系統則非藉積體電路難以成其功，使積體電路的需求日益迫切。目前市面上有關積體電路的書雖然很多，但其內容不是太通俗就是太專門，本書則一方面注重積體電路的基本理論與製造技術，一方面闡述積體電路的實際應用，俾使學者對積體電路有全盤的認識。

本書上冊共分十一章；第一章介紹積體電路，第二章複習半導體物理，第三章討論積體電路的設計原理，第四章闡述積體電路的基本製造技術，第五章分析積體電路組件結構俾使學者對積體電路的設計有基本認識，第六、七章分別詳述雙極性及MOS積體電路的製造技術及設計，第三至第七章為上冊的精華所在，學者務必詳讀，第八章則介紹薄膜與厚膜電路，第九、十則分別討論積體電路製造上的程序控制及裝配檢驗，第十一章則為一般固態電子零件的製造，使上冊對整個固態電子零件及電路製造的內容介紹更為完整（第二、八及十一章可視實際需要講授）。

本書下冊共分八章；第一至第三章闡述數位積體電路的實際應用，第四至第六章則討論線性積體電路的實際應用，第七章敘述積體電路的未來發展，第八章講述SCR在電路上的應用使全書內容更完備（第六及第八章可視實際需要講授）。

本書承興業圖書公司慨允出版至以為感，並對何錦雪老師的悉心校稿衷心銘謝。惟筆者才疏學淺，僅利用公餘從事編著，立意雖宏，奈所學不精，疏漏之處或所難免；尚祈各界先進不吝指正幸甚。

梁振坤 謹識

出版序

本書承姚靜波、楊開南、黃冬水、鄭金火、黃國恩、徐晉元、王承喜、劉法旺、郭德惠、麥松梅、李延奎、張垣孫、伍作海、李肇嚴、朱欽國、吳啓淳、凌公博、胡銳、簡允堅、戴正芳、石延民、姚復新、曲毅民、丁愛民、王士拓、胡曾淵、李清庭、何正光、施博豐、蘇炎坤、張宜巽、謝連吉等諸位先生——的先後指正，使這本書獲得更多的好評，獲得更多的學校採用，特此致最大的敬意和感激！

目 錄 上冊

第一章 積體電路簡介

1-1	積體電路在經濟上的衝擊	1
1-2	積體電路的類型	8
1-3	積體電路的優點	13
1-4	積體電路的影響	19
1-5	積體電路的應用	20
	習題一	25

第二章 基本半導體物理

2-1	晶體結構	26
2-2	本質半導體	27
2-3	外質半導體	29
2-4	能帶與能隙	31
2-5	電阻係數	33
2-6	熱產生及重合	34
2-7	移動率	35
2-8	擴散電流	38
2-9	接合理論及特性	39
2-10	NPN 電晶體	53
2-11	PNP 電晶體	61
2-12	二極體	62
2-13	接合式場效應電晶體	70
2-14	MOS 場效應電晶體	75
2-15	矽控整流器	82
2-16	矽太陽電池	86
2-17	單接合電晶體	87
2-18	閘流體	88
2-19	其他特殊半導體組件	89

習題二.....	91
----------	----

第三章 積體電路之設計原理

3-1 積體電路基本製造過程.....	93
3-2 基本單石積體電路的設計原理.....	94
3-3 基本單石積體電路結構.....	95
3-4 P-N-P-N-P-N 結構之製造程序.....	109
3-5 多相單石積體電路.....	113
3-6 單石電路的佈置.....	118
3-7 單石積體電路的佈置規則.....	125
習題三.....	128

第四章 積體電路的製造技術

4-1 平面製造技術沿革.....	129
4-2 材料製備.....	131
4-3 堆疊生長.....	135
4-4 氧化技術.....	143
4-5 擴散技術.....	146
4-6 薄膜技術.....	184
4-7 照相石版術.....	192
習題四.....	204

第五章 積體電路組件結構

5-1 雙極性電晶體.....	206
5-2 電晶體二極體.....	219
5-3 電阻體.....	225
5-4 電容體.....	234
5-5 接面場效電晶體.....	236
5-6 表面場效電晶體.....	241
習題五.....	249

第六章 雙極性積體電路製作技術及設計

6-1	隔離方法	251
6-2	NPN 矽晶體處理過程	253
6-3	介質隔離法	261
6-4	晶片處理控制	261
6-5	積體電路設計考慮因素	162
6-6	單石佈置原理	271
6-7	組件設計	282
6-8	罩幕設計	304
	習題六	320

第七章 MOS 製作技術及設計

7-1	MOS 電晶體	323
7-2	MOS 材料	326
7-3	罩幕佈置	328
7-4	MOS 薄氧化層製作程序	331
7-5	MOS 厚氧化層製作程序	333
7-6	其他MOS 製作程序	336
7-7	MOS 與雙極性處理過程比較	342
	習題七	344

第八章 薄膜與厚膜電路

8-1	膜層電路種類	345
8-2	厚膜電路	346
8-3	厚膜製造過程	352
8-4	厚膜檢驗與測試	356
8-5	薄膜	358
8-6	薄膜電阻	361
8-7	薄膜電容	366
8-8	薄膜圖案	369

8-9	薄膜製作技術	370
8-10	薄膜主動裝置	374
	習題八	377

第九章 積體電路製造之程序控制

9-1	程序控制系統	378
9-2	晶片處理控制系統	379
9-3	測試方法	379
9-4	測試圖案	385
9-5	實用程序控制問題	385
9-6	探針測量	390
9-7	積體電路的操作測試	391
	習題九	394

第十章 積體電路裝配與檢驗

10-1	裝配過程	395
10-2	包裝	396
10-3	晶方合接	402
10-4	引線合接	404
10-5	新裝配技術	408
10-6	積體電路散熱裝置的設計	410
10-7	零件規格與製品規格	415
10-8	常用電子零件規格	417
10-9	零件規格試驗	421
10-10	大量生產與零件規格檢查	430
10-11	積體電路的測試與規格	441
10-12	規格內容	444
	習題十	449

第十一章 個體電子零件製造

11-1	緒論	450
11-2	電阻器	451
11-3	可變電阻器	461
11-4	電容器	465
11-5	可變電容器	472
11-6	線圈與變壓器	474
11-7	繼電器	486
11-8	真空管	492
11-9	映像管	502

目 錄 下冊

第一章 數位積體電路	1
1-1 積體邏輯電路的特性	1
1-2 積體邏輯電路的型態	5
習題一	28
第二章 數位式邏輯	33
2-1 二進制系統	33
2-2 邏輯電路	35
2-3 邏輯設計	37
2-4 基本邏輯函數的實體化	45
2-5 解碼器	68
2-6 運算單位	81
2-7 計數器	102
2-8 移位計錄器	137
習題二	146
第三章 MOS數位積體電路	148
3-1 MOS 負荷電阻器	148
3-2 靜態MOS 倒反器及邏輯	149
3-3 動態MOS 倒反器及邏輯	154
3-4 靜態移錄器	159

3-5	MOS 動態移錄器	161
3-6	MOS 靜態／動態移錄器	182
3-7	電荷遷移裝置	185
3-8	僅讀記憶器	187
3-9	讀寫記憶器	193
3-10	僅讀記憶邏輯	202
3-11	可計程排列邏輯	205
3-12	含D型正反器之計數器設計	207
3-13	使用D型正反器的百進計數器設計	210
3-14	使用J-K型正反器的除10計數器設計	212
3-15	可變除數計數器設計	215
3-16	可變除數計數器的另一設計	218
3-17	邏輯電路比較	221
	習題三	224
第四章	訊差放大器	225
4-1	基本建造方塊	226
4-2	訊差放大器的工作理論	242
4-3	訊差放大器電路分析	246
4-4	訊差放大器電路之交流運用	249
4-5	有定流源之訊差放大器	253
4-6	共模態運用	257
4-7	共模態斥拒比	258
4-8	訊差放大器操作特性	262
4-9	訊差放大器特性測試	267
4-10	訊差放大器基本應用	281
4-11	訊差放大器的應用	289
	習題四	307
第五章	運算放大器	310
5-1	理想運算放大器	310
5-2	運算放大器	311

5-3	RCA CA 3008 運算放大器 電路	313
5-4	運算放大器 (OPAMP) 工作理論	315
5-5	運算放大器電路	319
5-6	運算放大器基本應用	331
5-7	運算放大器特性測試	338
5-8	典型 運算放大器	343
5-9	運算放大器的應用	350
	習題五	364
第六章	特殊用途線性積體電路	369
6-1	常用的線性積體電路	369
6-2	測試及儀器方面的應用	374
6-3	積體電路在 FM—檢波器方面的應用	381
6-4	特殊積體放大電路	397
6-5	如何選擇線性積體電路	417
6-6	對 OPAMP 規格的認識	420
6-	習題六	426
第七章	積體電路的未來發展	428
7-1	緒論	428
7-2	製造方法的認識	428
7-3	知識的變遷	429
7-4	製成率	431
7-5	大型積體電路	434
7-6	積體電路在電子系統中的展望	436
7-7	未來的積體電路包裝	440
7-8	未來的一些問題	440
7-9	結論	441
第八章	SCR 在電路上的應用	442
8-1	SCR 的一般特性	442
8-2	SCR 的激發特性	447

8-3	UJT脈波產生電路	453
8-4	SCR的一般應用	458
8-5	SCR燈光亮度控制電路	464
8-6	直流馬達的速度控制電路	472
8-7	TRIAC	478
8-8	洗衣機及電扇的無段變速控制	485

第一章 積體電路簡介

以往半導體在電子工業中並沒有擔任太重要的角色，同時研究其基本特性的人也很少，然而，自從1948年蕭克萊（W. Shockley），巴丁（J. Bardeen）和柏拉坦（W.H. Brattain）發明電晶體以來，從它應用於小型收音機開始，電晶體可以說在電子工業中獨立掀起了一次革命。特別是在電子計算機和衛星通訊的設計方面更為人們所注意，除了各種特性電晶體外，更由於一系列有關係的半導體組件亦被發展——二極體，場效電晶體及各種光電效應器材等——而使半導體在電子工業上擔當更重要的角色。

此外，在電過去十幾年間，電子學方面有一個逐漸的演進，把半導體工業帶進一個新的技術領域，這個技術就是積體電路（Integrated Circuit）。積體電路完全不同個別組件（Discrete Component）諸如電阻體、電容體、電晶體為電子電路的建立組件，而係在一小片的半導體材料上，製造許多的電晶體、電阻體、電容體以及其他電子零件，且零件之間彼此連接在一起而從事複雜的電路工作。因此，一個多級放大器，一個記憶組件，以及許許多多的功能電路都能成為電子裝備的基本組件而不需要由許多個別組件連接而成，此等新的電子組件皆能依其需要而設計、製造，製造完成後即能在工業上的各部門中從事各種服務，而在電子工業界從裝備生產到產品銷售，都受到其衝擊。積體電路的觀念影響深遠，而使電子技術進入一個新的時代。

本章將從積體電路的市場需要開始對積體電路做一連串的介紹，俾使讀者對積體電路的觀念有個基本認識。

1-1 積體電路在經濟上的衝擊

積體電路在工業上最大的衝擊就是電子設備在外觀、體積及重量上的重大改變。然而，更重要者當為其對商業哲學（Business Philosophy）之影響，整個電子工業的結構被迫改變。由於這個新技術的到來使整個商業往來，供求者間關係，管理及私人權責等均需相隨應變。

目前大都數的電子製造廠都有自己的積體電路實驗室以從事積體電路

2 第一章 積體電路簡介

的研究製造，積體電路的設計與製造成為各廠商的主要考慮對象，當然積體電路供應者也考慮加進電子成品的製造行列中。而積體電路使用者也希望能有自製積體電路的能力。

雖然積體電路自從1960年發明以來，其進步十足驚人，但若對積體電路具有深刻了解者則必定認為積體電路的遠景尚十分可為。製造技術愈進步，愈能激發新的發現。積體電路在市場成長方面給予經濟的刺激無疑的是其製造技術的直接成果。而積體電路的設計及應用上的發展也無形中造成一套電子學中的新學問，尤其是在計算機運用的有關的設計上更是如此。

1.1.1 積體電路的市場成長

積體電路在市場上的快速成長，實在由於它與個別組件比較起來具有下列幾項主要優點之故：

1. 成本較低，且將來會更低，見圖1—1。
2. 可靠性增加，停工時間減少，保養較易。
3. 體積及重量大大減少。
4. 工作特性較佳。
5. 應用範圍較廣。
6. 式樣新奇。

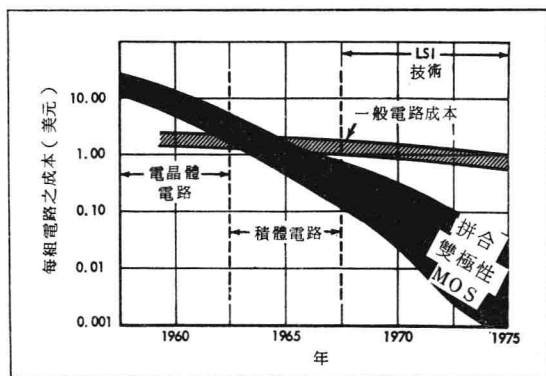


圖 1—1 積體電路的製造成本