

目 次

はじめに

1	半導体の進歩	1
1.1	今日の生活と半導体デバイス	1
1.2	半導体発展の歴史	2
(a)	半導体材料の理解	2
(b)	トランジスタと集積回路, マイクロコンピュータ	3
(c)	各種半導体デバイスの出現	5
2	半導体材料物性	9
	——半導体とは	
2.1	導体と絶縁体, 半導体	9
2.2	n型半導体とp型半導体	12
(a)	真性半導体	12
(b)	n型半導体	13
(c)	p型半導体	14
2.3	多数キャリアと少数キャリア	15
(a)	キャリア数の関係	15
(b)	キャリア密度の計算	16
(c)	フェルミ準位	18
2.4	半導体の電気伝導	20
(a)	移動度と伝導率(ドリフトによる電流)	20
(b)	ホール効果	22

(c)	拡散による電流	24
(d)	アインシュタインの関係	25
2.5	半導体の光学的性質	26
(a)	直接遷移型と間接遷移型	26
(b)	発光の原理	29
2.6	シリコンとIII-V族半導体	31
(a)	シリコン	31
(b)	III-V族半導体	33

3 ダイオードとトランジスタ 37 ——基本デバイスの仕組み

3.1	ショットキー電極とオーム性電極	37
(a)	半導体と金属の接触	37
(b)	表面準位の影響	42
3.2	pn接合の基礎	43
(a)	エネルギー準位図	43
(b)	空乏層の解析	44
(c)	電流-電圧特性	47
(d)	絶縁破壊	52
(e)	スイッチ特性	53
3.3	MOSダイオード	55
3.4	バイポーラトランジスタ	56
(a)	動作原理	56
(b)	基本的接続法	59
(c)	周波数特性	61
3.5	MOS電界効果トランジスタ(MOSFET)	62
(a)	動作原理	62

(b)	MOS 電界効果トランジスタの特性	65
(c)	周波数特性	66
(d)	特殊な MOS 電界効果トランジスタ	66
3.6	その他の電界効果トランジスタ	68
(a)	接合型電界効果トランジスタ	68
(b)	ショットキー障壁ゲート電界効果トランジスタ	69
(c)	静電誘導トランジスタ	69
4	発光・受光デバイス	73
	——フォトニクスをささえるデバイス	
4.1	発光ダイオード	73
(a)	発光のメカニズム	73
(b)	半導体材料	75
(c)	低輝度発光ダイオード	77
(d)	高輝度発光ダイオード	79
4.2	半導体レーザ	86
(a)	半導体レーザの原理と基本的特性	86
(b)	光ディスク光源への応用	90
(c)	半導体レーザの光通信への展開	93
4.3	フォトディテクタ	94
(a)	フォトディテクタの原理	94
(b)	フォトディテクタ用材料	96
5	情報信号処理用デバイスと材料	99
	——コンピュータをささえるデバイス	
5.1	トランジスタのスイッチング特性	99
5.2	集積回路	101
(a)	バイポーラ集積回路	102

(b)	MOS集積回路	104
5.3	論理回路とメモリ	105
(a)	論理回路	105
(b)	メモリ	108
6	通信用材料とデバイス	117
	——通信をささえるデバイス	
6.1	光ファイバ通信用材料とデバイス	118
(a)	光ファイバ通信の基本	118
(b)	光通信用半導体材料	121
(c)	光通信用半導体レーザ	123
(d)	ファブリ-ペロ・レーザと分布帰還型レーザ	126
(e)	半導体光変調器	128
(f)	フォトディテクタ	130
6.2	無線通信用デバイス	134
(a)	マイクロ波通信	134
(b)	マイクロ波トランジスタ用材料	135
(c)	マイクロ波トランジスタの種類と構造	138
7	電力用デバイスと材料	143
	——太陽光発電，交直電力変換の主役	
7.1	太陽電池	143
(a)	光起電力効果	143
(b)	変換効率	145
(c)	太陽電池用材料	147
7.2	パワー半導体デバイス	150
(a)	パワーダイオード	150
(b)	パワートランジスタ	153

(c) サイリスタ	157
8 センサ用デバイスと材料	163
——多彩なスペシャリスト	
8.1 光センサ	163
8.2 CCD——半導体でつくる眼	166
8.3 温度センサ	169
8.4 圧力センサ	170
8.5 その他のセンサ	171
9 将来のエレクトロニクス	173
付録 拡散方程式について	175
さらに勉強するために	179
索引	181