

目 次

第1章 基礎的事象	1
1.1. 粒子と波動	1
1.1.1. 粒子性	1
1.1.2. 波動性	2
1.2. 原子の構造	3
1.2.1. 水素原子模型	3
1.2.2. 量子数	6
1.3. エネルギー・バンド	7
1.3.1. 固体内の電子のエネルギー・バンド	7
1.3.2. 絶縁物のバンド構造	8
1.3.3. 金属のバンド構造	8
1.3.4. 半導体のバンド構造	9
1.4. フェルミ準位	9
1.4.1. エネルギーに対する粒子の分布則	9
1.4.2. フェルミ準位	10
1.5. 固体	11
1.5.1. 完全結晶	11
1.5.2. 結合の形式	13
1.5.3. 結晶の不完全性	13
第2章 電子の放出	15
2.1. 光電子放出	15
2.1.1. 光電子放出効果	15
2.1.2. 実際の光電面	17
2.2. 熱電子放出	19
2.2.1. 熱電子放出	19
2.2.2. タングステン陰極	21
2.2.3. トリウム・タングステン陰極	21

2.2.4. 酸化物陰極	22
2.2.5. L 陰極	23
2.3. 二次電子放出	24
2.4. 電界放出	26
2.4.1. 熱電子放出に対する電界の影響	26
2.4.2. トンネル効果	27

第3章 電子の運動	29
3.1. 静電界のなかの電子の運動	29
3.1.1. 運動の一般式	29
3.1.2. 一次元の電子の運動	29
3.1.3. 二次元の電子の運動	30
3.1.4. 電子の静電偏向	32
3.2. 磁界のなかの電子の運動	33
3.2.1. サイクロトロン運動	33
3.2.2. 電子の電磁偏向	34
3.2.3. 電子ビームの磁気集束	35
3.3. 直交電磁界中の電子の運動	36
3.4. 電子光学	39
3.4.1. 基本法則	39
3.4.2. 静電レンズ	40
3.4.3. 磁気レンズ	43

第4章 送信管と受信管	45
4.1. 空間電荷効果	45
4.1.1. 平行平面電極の場合	46
4.1.2. 同軸円筒電極の場合	49
4.1.3. $3/2$ 乗の法則からのずれ	52
4.2. 二極真空管	55
4.2.1. 陽極電圧-陽極電流特性	55

4.2.2.	初速電流特性	56
4.3.	三極真空管	58
4.3.1.	電圧-電流特性	58
4.3.2.	真空管の三定数	60
4.3.3.	三極管の特性の計算	63
4.3.4.	三定数の計算	67
4.3.5.	負格子電流	71
4.3.6.	正格子電流	72
4.3.7.	三極管の等価回路と増幅	74
4.4.	四極真空管と五極真空管	75
4.4.1.	四極真空管	75
4.4.2.	空間電荷格子管	75
4.4.3.	しゃへい格子管	76
4.4.4.	五極真空管	78
4.4.5.	ビーム出力管	80
4.5.	五格子管	82
4.6.	真空管の雑音	84
4.6.1.	真空管の雑音	84
4.6.2.	二極管におけるショット雑音	84
4.6.3.	三極管および五極管の軽減されたショット雑音	86
4.6.4.	フリッカ雑音	88
4.6.5.	ハム	89
4.6.6.	マイクロホニック雑音	89
4.7.	真空管の寿命	89
4.7.1.	寿命の原因	89
4.7.2.	寿命の定義	90
4.8.	受信管	91
4.8.1.	受信管の形状	91
4.8.2.	複合管	92
4.9.	送信管	92

第5章 マイクロ波用真空管 94

5.1.	真空管の高周波における動作	94
5.1.1.	三極管の高周波特性	94
5.1.2.	誘導電流	95
5.1.3.	電子インピーダンス	98
5.2.	マイクロ波用三極管	104
5.3.	速度変調管	106
5.3.1.	速度変調	106
5.3.2.	空間電荷を考慮した速度変調(空間電荷波)	110
5.3.3.	電子と電界のエネルギーの授受	113
5.3.4.	速度変調管の構造	114
5.3.5.	反射形速度変調管	116
5.4.	進行波管	119
5.4.1.	進行波管の動作原理	119
5.4.2.	進行波管の利得	121
5.4.3.	実際の進行波管	121
5.4.4.	後進波管	124
5.5.	マグネトロン	125
5.5.1.	磁界による電子流の制御	125
5.5.2.	振動の発生	126
5.5.3.	実際のマグネトロン	129

第6章 特殊電子管 130

6.1.	光電管	130
6.1.1.	光電効果	130
6.1.2.	光電陰極	130
6.1.3.	真空光電管とガス入り光電管	131
6.1.4.	光電子増倍管	133
6.2.	イメージ管	135

6.2.1.	概 説	135
6.2.2.	イメージ管による光の増幅	135
6.2.3.	X線蛍光増倍管	137
6.3.	撮 像 管	137
6.3.1.	走 査	137
6.3.2.	アイコノスコープ	138
6.3.3.	イメージ・オルシコン	140
6.3.4.	ビデオコン	141
6.3.5.	サイコン	143
6.3.6.	モノスコープ	144
6.4.	ブラウン管	144
6.4.1.	概 説	144
6.4.2.	螢 光 面	145
6.4.3.	電子ビームの偏向	146
6.4.4.	測定用のブラウン管	147
6.4.5.	受 像 管	149
6.5.	蓄 積 管	151
6.5.1.	蓄積管の動作形式	151
6.5.2.	残光性ブラウン管	152
6.5.3.	メモトロン	152
6.5.4.	信号変換形蓄積管	153

第7章 気体の放電 155

7.1.	気体の性質	155
7.1.1.	分子の密度	155
7.1.2.	気体分子の平均自由行程	155
7.1.3.	気体分子中の電子の平均自由行程	156
7.1.4.	拡 散	157
7.2.	放 電 現 象	159
7.2.1.	衝 突	159

7.2.2.	電 離	162
7.2.3.	衝突電離係数	163
7.3.	放電の形式	164
7.3.1.	概 説	164
7.3.2.	タウンゼンド放電の機構	166
7.3.3.	パッシュェンの法則	167
7.3.4.	グロー放電	168
7.3.5.	アーク放電	170
7.4.	プ ラ ズ マ	170
7.4.1.	概 説	170
7.4.2.	探 針 法	172
7.4.3.	プラズマ振動	174

第8章 放 電 管 175

8.1.	冷陰極放電管	175
8.1.1.	ネオン管	175
8.1.2.	定電圧放電管	175
8.1.3.	リレー放電管	176
8.1.4.	計数放電管	177
8.1.5.	GM計数管	178
8.2.	熱陰極放電管	180
8.2.1.	タンガ整流管	180
8.2.2.	熱陰極水銀蒸気整流管	180
8.2.3.	サイラトロン	181
8.3.	水銀整流器	182
8.3.1.	イグナイトロン	182
8.3.2.	仙台放電管	184
8.3.3.	多陽極形水銀整流器	184

第9章 半 導 体

186

9.1. 固有半導体	186
9.1.1. 固有半導体	186
9.1.2. 導電率と移動度	187
9.1.3. 導電率の温度依存性	188
9.2. 外因形半導体	189
9.2.1. n形半導体	189
9.2.2. p形半導体	191
9.2.3. 化学量論的組成からのずれ	191
9.3. トラップと再結合中心	193
9.3.1. トラップ	193
9.3.2. 再結合中心	193
9.4. キャリアの平衡濃度	194
9.4.1. 熱平衡状態	194
9.4.2. キャリア密度	195
9.5. フェルミ準位	198
9.5.1. 固有半導体	198
9.5.2. n形半導体	199
9.5.3. p形半導体	201
9.6. 半導体における諸現象	202
9.6.1. 半導体における少数キャリアによる電流	202
9.6.2. 移動度と拡散定数	206
9.6.3. 光電現象	207
9.6.4. ホール効果	209
9.7. 金属と半導体の接触	210
9.7.1. 金属とn形半導体の接触	211
9.7.2. 金属とp形半導体の接触	213
9.8. pn接合	215
9.8.1. 遷移領域の解析	215

9.8.2. 直流電圧-電流特性	220
9.8.3. pn接合の交流インピーダンス	225
9.8.4. 降服現象	229

第10章 ダイオードとトランジスタ

232

10.1. ダイオードと整流器	232
10.1.1. セレン整流器	232
10.1.2. 半導体ダイオード	233
10.1.3. 半導体整流器	233
10.1.4. 特殊な半導体ダイオード	235
10.2. トランジスタ	239
10.2.1. 点接触トランジスタ	239
10.2.2. 接合トランジスタ	241
10.2.3. トランジスタの定数と等価回路	242
10.2.4. トランジスタの動作	246
10.2.5. トランジスタの高周波動作	254
10.2.6. トランジスタの雑音	256
10.2.7. トランジスタの実際	257
10.2.8. 電界効果トランジスタ	260
10.3. 集積回路	263
10.3.1. 厚膜IC	263
10.3.2. 薄膜IC	264
10.3.3. 半導体IC	265
10.3.4. 混成IC	265

第11章 特殊な素子

266

11.1. 光電変換素子	266
11.1.1. 光電効果	266
11.1.2. 太陽電池	268
11.1.3. ホトトランジスタ	272

11.1.4. 光導電セル	273
11.2. 発光素子	276
11.2.1. ルミネセンス	276
11.2.2. 固有エレクトロルミネセンスの応用	279
11.2.3. 発光ダイオード	281
11.3. ホール素子	282
11.4. サーミスタ	283
11.4.1. 原理	283
11.4.2. 動作特性	284
11.5. 熱電素子	286
11.6. メーザ	289
11.6.1. メーザの原理	289
11.6.2. アンモニア・メーザ	292
11.6.3. 固体メーザ	293
11.7. レーザ	294
11.7.1. レーザの原理	294
11.7.2. ガス・レーザー	295
11.7.3. 固体レーザー	296
11.7.4. 半導体接合レーザー	297
参考書	299
付 表	301
和文索引	305
欧文索引	319