

目 次

第 1 章 半導体理論入門	浅川俊文	1
1.1 半導体とトランジスタ.....		1
1.2 シリコン，ゲルマニウムの電氣的，物理的性質.....		4
1.2.1 シリコン，ゲルマニウムの結晶構造.....		4
1.2.2 電気伝導と移動度およびキャリア密度.....		6
1.2.3 キャリアの再結合.....		19
1.2.4 半導体の表面現象.....		21
1.2.5 光電効果.....		23
1.2.6 熱起電力.....		24
1.2.7 整流作用とトランジスタ作用.....		25
1.3 半導体の測定法.....		34
1.3.1 伝導型の判定.....		34
1.3.2 比抵抗の測定法.....		35
1.3.3 ホール係数の測定と移動度の測定法.....		38
1.3.4 エッチピット，結晶方位の測定法.....		41
1.3.5 少数キャリアの寿命測定法.....		44
第 2 章 半導体材料の製法と精製	馬場英夫	48
2.1 ゲルマニウム (Ge) の化学的精製.....		48
2.1.1 ゲルマニウム資源・抽出.....		48
2.2 シリコン (Si) の化学的精製.....		51
2.2.1 資源.....		51
2.2.2 化学的精製方法.....		51
2.3 ゾーン精製およびその応用.....		56
2.3.1 偏析の現象.....		56
2.3.2 ゾーン精製 (Zone Refining).....		60

2.4	単結晶の製作	63
2.5	半導体材料中の微量不純物の分析	68
2.6	金属間化合物	71
第3章	半導体ダイオード	渡 辺 誠74
3.1	整流現象とダイオード	74
3.1.1	ダイオードの原理	74
3.1.2	ダイオードを流れる電流	75
3.1.3	接合内部の電界	78
3.2	ダイオードの電気的特性	83
3.2.1	ダイオードの等価回路	83
3.2.2	ダイオードの静特性	84
3.2.3	ダイオードの高周波特性	86
3.2.4	ダイオードの用語	87
3.3	信号検波用ダイオード 一点接触型およびボンド型ダイオード	88
3.4	整流用ダイオード —接合型ダイオード—	90
3.5	ツェナーダイオード (レファレンスダイオード)	91
3.6	可変容量ダイオード	93
3.7	スイッチングダイオード	96
3.8	トンネル (エザキ) ダイオード	98
第4章	トランジスタ	渡 辺 誠101
4.1	トランジスタの原理	101
4.1.1	トランジスタの基礎	101
4.1.2	トランジスタの構造	110
4.2	トランジスタの等価回路	111
4.2.1	トランジスタ作用	111
4.2.2	3 次元的な構造 = ベース抵抗	112

4.2.3	コレクタ空間電荷領域広がりの効果	114
4.2.4	高注入動作	116
4.3	トランジスタの特性	118
4.3.1	トランジスタの静特性	118
4.3.2	降服電圧	121
4.3.3	トランジスタの温度特性	123
4.3.4	トランジスタの用語	125
4.4	高周波トランジスタ	126
4.4.1	不純物拡散ベース	127
4.4.2	α と b の周波数特性	129
4.4.3	ベース抵抗 r_{bb}' とコレクタ容量 C_c	130
4.4.4	エミッタシャ断周波数	131
4.4.5	高周波用トランジスタの実例	132
4.5	パワートランジスタ	135
4.5.1	熱抵抗 θ	135
4.5.2	コレクタ消費電力 P_c	136
4.5.3	電流増幅率の電流依存性	137
4.5.4	パワートランジスタの実例	138
4.6	特殊トランジスタ	138
4.6.1	PNPN スイッチ	138
4.6.2	ダブルベースダイオード	141
4.6.3	電界効果トランジスタ	142
4.6.4	太陽電池とフォトリソトランジスタ	143
4.7	固体回路	145
4.7.1	回路要素の構成	146
4.7.2	固体回路の効果	147
4.7.3	固体回路の実例	147
4.8	トランジスタ、ダイオードの信頼度と寿命	148
4.8.1	トランジスタの劣化現象	148

目 次

4.8.2 トランジスタの劣化機構149

4.8.3 使用上の注意150

4.9 トランジスタ, ダイオードの記号150

第 5 章 半導体ダイオードおよびトランジスタ構造と製法

.....吉 田 進.....152

5.1 半導体材料の準備152

5.1.1 結晶の切断153

5.1.2 結晶の表面処理154

5.2 PN 接合, 整流性接触, オーム接触の製作159

5.2.1 成長接合 (グロンジャンクション)159

5.2.2 合金接合 (アロイジャンクション)161

5.2.3 拡散接合167

5.2.4 金属と半導体との接触172

5.2.5 ダイオード, トランジスタ製造への応用176

5.3 ダイオード, トランジスタ素子の表面処理180

5.3.1 被覆エッチング180

5.3.2 アフタエッチング182

5.4 組み立てと封止184

5.4.1 組み立て, 封止に関する基本的問題184

5.4.2 組み立て, 封止用材料187

5.4.3 組み立て, 封止の方法188

5.5 トランジスタの製造191

5.5.1 高周波用 Ge 合金接合型トランジスタ191

5.5.2 Ge メサ型トランジスタ197

5.5.3 半導体装置製作上の問題点199

第 6 章 半導体ダイオードとトランジスタを用いた基本回路

.....渡 辺 誠.....201

6.1	等価回路	201
6.1.1	トランジスタの基本動作	201
6.1.2	T 型, π 型, 等価回路と 4 端子パラメータ	202
6.1.3	h パラメータによるトランジスタの特性の表示	205
6.1.4	h パラメータの周波数特性	208
6.1.5	h パラメータによる利得の計算	208
6.1.6	等価回路, パラメータの実例	210
6.2	バイアス回路	212
6.2.1	動作点のえらび方	212
6.2.2	バイアス回路の考え方と動作点の変動	213
6.2.3	バイアス回路設計の実際	215
6.2.4	動作点安定度とサーマルランアウェイ	216
6.3	低周波増幅器	217
6.3.1	簡略化した等価回路と設計の実例	217
6.3.2	周波数特性の限界	219
6.3.3	負饋還回路と入出力インピーダンスの調整	220
6.3.4	トランジスタの雑音	223
6.4	電力増幅器	224
6.4.1	A 級電力増幅器	224
6.4.2	B 級プッシュプル増幅器	227
6.4.3	トランジスタのひずみ	231
6.4.4	動作点の安定化	231
6.5	高周波増幅器	232
6.5.1	高周波における等価回路とパラメータ	233
6.5.2	高周波における入出力インピーダンスと電力利得	234
6.5.3	中和	235
6.5.4	高周波増幅器の安定度	237
6.5.5	自動利得調節	238
6.5.6	回路の実例	239

目 次

6.6	発振器と変復調器	239
6.6.1	正弦波発振器	240
6.6.2	非正弦波発振器	242
6.6.3	変復調器	242
6.7	その他の回路	243
6.7.1	スイッチング回路	244
6.7.2	PNP と NPN の組み合わせ	246
6.7.3	直流増幅器	247
6.7.4	安定化電源	249
6.7.5	DC コンバータ	251
	参考文献	254