

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
Einleitung und Überblick.....	11
1. Begriffe der Festkörperelektronik.....	13
1.1 Grundlagen der Festkörperphysik.....	13
1.1.1 Stromleitung im Halbleiter.....	13
1.1.1.1 Atomgitter.....	14
1.1.1.2 Energiebänder.....	16
1.1.1.3 Gitterstörungen.....	20
1.1.1.4 Energieterne.....	23
1.1.2 Elektrische Materialkenngrößen.....	26
1.1.2.1 Eigenleitungsdichte.....	26
1.1.2.2 Dichte der Ladungsträger.....	29
1.1.2.3 Beweglichkeit der Ladungsträger.....	32
1.1.2.4 Lebensdauer der Ladungsträger.....	34
1.1.3 Bestimmung der Materialkenngrößen.....	38
1.1.3.1 Elektrische Leitfähigkeit.....	38
1.1.3.2 Hallkoeffizient.....	41
1.1.3.3 Injektion von Ladungsträgern.....	43
1.2 Grundsätzliche Festkörperstrukturen.....	44
1.2.1 Der PN-Übergang.....	44
1.2.1.1 Abrupter Übergang.....	52
1.2.1.2 Kontinuierlicher Übergang.....	54
1.2.2 Der bipolare Transistor.....	56
1.2.2.1 Aufbau und Wirkungsweise.....	57
1.2.2.2 Kennlinien und Betriebsbereiche.....	58
1.2.3 Der MOS-Kondensator.....	62
1.2.3.1 Anreicherungstyp.....	63
1.2.3.2 Verarmungstyp.....	66
1.2.4 Der Feldeffekt-Transistor.....	68
1.2.4.1 Aufbau und Wirkungsweise.....	69
1.2.4.2 Kennlinien und Betriebsbereiche.....	71
1.3 Grundbegriffe der Festkörpertechnologie.....	74
1.3.1 Kristallwachstum.....	75
1.3.1.1 Diamantgitter.....	75
1.3.1.2 Halbleiterreinigung.....	77
1.3.1.3 Einkristallziehen.....	78
1.3.1.4 Epitaxiales Aufwachsen.....	80
1.3.1.5 Dotierung.....	80
1.3.2 Kristallbearbeitung.....	81
1.3.2.1 Mechanische Bearbeitung.....	81
1.3.2.2 Chemische Bearbeitung.....	82
1.3.3 Diffusion.....	83
1.3.3.1 Diffusionsprofile.....	84
1.3.3.2 Mehrfache Diffusion.....	86
1.3.3.3 Dotierungsstoffe.....	88
1.3.4 Maskierung.....	91
1.3.4.1 Oxidation.....	91
1.3.4.2 Photolithographie.....	91

1.3.5	Metallisierung	94
1.3.5.1	Subtraktives Verfahren	94
1.3.5.2	Additives Verfahren	95
1.3.5.3	Siebdruck	95
1.3.6	Passivierung	96
1.3.7	Gehäusemontage	97
1.3.7.1	Flip-Chip Methode	97
1.3.7.2	Dual-In-Line Verpackung	99
1.3.7.3	TO5-Style Gehäuse	100
2.	Begriffe der Mikroelektronik	101
2.1	Integrationstechniken der Mikroelektronik	101
2.1.1	Hybrid-Prozesse	102
2.1.1.1	Dickschichtverfahren	102
2.1.1.2	Dünnschichtverfahren	103
2.1.2	Planar-Prozesse	104
2.1.2.1	IC mit Sperrschicht-Isolation	105
2.1.2.2	IC mit dielektrischer Isolation	110
2.1.3	IGFET-Prozesse	112
2.1.3.1	MOS-Prozeß	113
2.1.3.2	SNOS-Prozeß	116
2.2	Bauelemente der Mikroelektronik	118
2.2.1	Widerstände	119
2.2.1.1	Dünn- und Dickschicht-Widerstände	119
2.2.1.2	Diffundierte Widerstände	120
2.2.1.3	Widerstände in MOS-Technik	123
2.2.2	Kondensatoren	126
2.2.2.1	Dünnschicht-Kondensatoren	126
2.2.2.2	Diffundierte Kondensatoren	127
2.2.2.3	Kondensatoren in MOS-Technik	129
2.2.3	Dioden	130
2.2.3.1	Diffundierte Dioden	130
2.2.3.2	Dioden in MOS-Technik	132
2.2.4	Transistoren	134
2.2.4.1	Normale Planar-Transistoren	134
2.2.4.2	Inverse Planar-Transistoren	137
2.2.4.3	Laterale Planar-Transistoren	138
2.2.4.4	Multi-Emitter-Transistoren	139
2.2.4.5	Transistoren in MOS-Technik	140
2.3	Ersatzschaltbilder integrierter Bauelemente	141
2.3.1	Aktive Bauelemente	144
2.3.1.1	Planar-Transistoren	144
2.3.1.2	IGFET-Transistoren	147
2.3.2	Passive Bauelemente	148
2.3.2.1	Diffundierte Widerstände	149
2.3.2.2	Diffundierte Kondensatoren und Dioden	150
2.3.2.3	Oxid-Kondensatoren	152
2.4	Digitale integrierte Grundsaltungen	153
2.4.1	Bipolare Transistoren als Schalter	154
2.4.1.1	Emitterschaltung	154
2.4.1.2	Emitterfolger	157
2.4.2	Feldeffekt-Transistoren als Schalter	157
2.4.2.1	Sourceschaltung	158
2.4.2.2	Sourcefolger	160

3. Digitale Verknüpfungsschaltungen.....	162
3.1 Begriffe der Informationsverknüpfung.....	162
3.1.1 Elementare logische Grundfunktionen.....	163
3.1.1.1 Konjunktion (AND).....	163
3.1.1.2 Disjunktion (OR).....	164
3.1.1.3 Negation (NOT).....	165
3.1.2 Komplexe logische Grundfunktionen.....	166
3.1.2.1 Negierte Konjunktion (NAND).....	166
3.1.2.2 Negierte Disjunktion (NOR).....	167
3.2 Verknüpfende Schaltkreise.....	168
3.2.1 Logische Spannungspegel.....	168
3.2.1.1 Positive Logik.....	169
3.2.1.2 Negative Logik.....	169
3.2.1.3 Gemischte Logik.....	170
3.2.2 Logische Grundsaltungen.....	171
3.2.2.1 Passive Grundsaltungen.....	171
3.2.2.2 Aktive Grundsaltungen.....	173
3.3 Gebräuchliche Verknüpfungsschaltungen.....	176
3.3.1 Logik mit bipolaren Transistoren.....	177
3.3.1.1 Direkt gekoppelte Transistor-Logik (DCTL).....	177
3.3.1.2 Widerstandsgekoppelte Transistor-Logik (RCTL).....	180
3.3.1.3 Widerstands-Transistor-Logik (RTL).....	181
3.3.1.4 Dioden-Transistor-Logik (DTL).....	182
3.3.1.5 Transistor-Transistor-Logik (TTL).....	184
3.3.1.6 Emitttergekoppelte Logik (ECL).....	186
3.3.1.7 Komplementär-Transistor-Logik (CTL).....	189
3.3.2 Logik mit Feldeffekt-Transistoren.....	190
3.3.2.1 Statische FET-Logik.....	191
3.3.2.2 Komplementär-FET-Logik.....	195
3.3.2.3 Dynamische FET-Logik.....	196
4. Digitale Speicherschaltungen.....	200
4.1 Begriffe der Informationsspeicherung.....	201
4.1.1 Elementare Schaltwerke.....	201
4.1.1.1 Set-Reset-Flipflop.....	201
4.1.1.2 Delay-Flipflop.....	202
4.1.1.3 JK-Flipflop.....	203
4.1.1.4 Trigger-Flipflop.....	204
4.1.2 Grundlagen der Selektion.....	204
4.1.2.1 Adressierung.....	205
4.1.2.2 Dekodierung.....	206
4.2 Speicher-Anordnungen.....	207
4.2.1 Zellen.....	207
4.2.1.1 Grund-Flipflops.....	208
4.2.1.2 Speicher-Flipflops.....	210
4.2.1.3 Auffang-Flipflops.....	211
4.2.2 Register.....	212
4.2.2.1 Schieberregister.....	213
4.2.2.2 Umlaufregister.....	214
4.2.2.3 Registerstufen.....	214
4.2.3 Matrizen.....	216
4.2.3.1 Lese/Schreib-Speicher.....	216
4.2.3.2 Festwert-Speicher.....	217

4.3	Gebräuchliche Speicherschaltungen	218
4.3.1	Speicherzellen mit bipolaren Transistoren	219
4.3.1.1	Multi-Emitter-Speicherzelle	219
4.3.1.2	Invers-Transistor-Speicherzelle	220
4.3.2	Speicherzellen mit Feldeffekt-Transistoren	221
4.3.2.1	Statische FET-Speicherzellen	221
4.3.2.2	Dynamische FET-Speicherzellen	224
Anhang		227
Literaturverzeichnis		253
Sachregister		255