Inhaltsverzeichnis

Bezeichnungen und Symbole 11

Einleitung 17

1 Bindungsmodell der Halbleiter 20
1.1 Gitterstruktur der Halbleiter 20
1.2 Eigenleitung 24
1.3 Störstellenleitung 28
Übungen 30

2 Elektrische Eigenschaften der Halbleiter 31
2.1 Konvektionsstromdichte 31
2.2 Driftstrom im homogenen Halbleiter 31
2.3 Ladungsträgerdichte im thermodynamischen Gleichgewicht (homogene Halbleiter) 32
2.4 Beweglichkeit 36
2.5 Leitfähigkeit 44
2.6 Diffusionsstrom 45
2.7 Hall-Effekt 47
Übungen 50

3 Bändermodell der Halbleiter 54
3.1 Valenzband und Leitungsband 54
3.2 Donator- und Akzeptor-Terme 58
3.3 Fermi-Verteilungsfunktion 58
3.4 Kronig-Penney-Modell 63
3.4.1 Bänderstruktur; unendlich langer Kristall 65
3.4.2 Zustandsdichte; endlich langer Kristall 67
3.4.3 Bewegung von Elektronen im periodischen Potential 68
3.4.4 Effektive Masse 69
3.4.5 Stromtransport in einem nahezu vollständig gefüllten Band . . 70
3.4.6 Löcherkonzept 72
3.4.7 Bänderstruktur für Ge, Si und GaAs 73
3.5 Zustandsdichte 74
3.6 Äquivalente Zustandsdichte, Eigenleitungsträgerdichte 76
3.7 Bestimmung des Fermi-Niveaus 80
3.8 Entartete Halbleiter 84
Übungen 85

4 Störung des thermodynamischen Gleichgewichtes im homogenen Halbleiter und Relaxation . . . 90
4.1 Majoritätsträgerinjektion . . . 91
4.2 Injektion von Minoritäts- und Majoritätsträgern . . . 92
4.3 Injektion von Minoritätsträgern . . . 95
4.4 Rekombinationsmechanismen . . . 96
4.5 Quasi-Fermi-Niveaus (nicht entartete Halbleiter) . . . 99
Übungen . . . 100

5 Inhomogene Halbleiter im thermodynamischen Gleichgewicht . . . 103
5.1 Ladungsträgerdichte in Abhängigkeit vom elektrischen Potential . . 103
5.2 Ladungsträgerdichten im inhomogenen Halbleiter bei Nicht-Gleichgewicht . . . 107
5.3 Diffusionsspannung . . . 107
5.4 Debye-Länge . . . 108
Übungen . . . 112

6 Ladungsträgertransport . . . 113
6.1 Konvektionsströme . . . 113
6.2 Kontinuitätsgleichungen . . . 114
6.3 Gleichungssystem für Störstellenhalbleiter bei fehlendem Magnetfeld 115
6.4 Vereinfachtes Gleichungssystem für Störstellenhalbleiter genügend hoher Leitfähigkeit bei schwacher Injektion . . . 117
6.5 Minoritätsträgerdiffusion . . . 119
6.6 Ausgleichsvorgang nach einer zeitlich und örtlich begrenzten Minoritätsträgerinjektion . . . 124
6.7 Haynes-Shockley-Experiment . . . 125
Übungen . . . 127

7 Der *pn*-Übergang . . . 129
7.1 Der *pn*-Übergang im thermodynamischen Gleichgewicht . . . 129
7.2 Anlegen einer Vorspannung . . . 131
7.3 Berechnung der Raumladungszone . . . 133
7.4 Trägerkonzentration am Rande der Raumladungszone . . . 137
7.5 Gleichstromkennlinie der *pn*-Diode nach dem Diffusionsmodell . . 138
7.6 Temperaturabhängigkeit der Gleichstromkennlinie nach dem Diffusionsmodell . . . 142
7.7 Kleinsignalleitwert und Diffusionskapazität . . . 143
7.8 Abweichungen von der Diodenkennlinie nach dem Diffusionsmodell 149
7.9 Durchbruch der *pn*-Schicht bei hohen Sperrspannungen . . . 151
7.9.1 Thermischer Durchbruch . . . 151
7.9.2 Zener-Effekt . . . 152
7.9.3 Lawineneffekt . . . 153
Übungen . . . 158

8 Anhang . . . 166
8.1 Teilchen und Wellen . . . 166
8.2 Energiezustände eines Atoms . . . 174
8.3 Verteilungsfunktionen . . . 177
8.4 Quellenfreiheit des Gesamtstromes, Kontinuitätsgleichung und Poisson-Gleichung . . . 183

8.5 Dielektrische Relaxation 184
8.6 Shockley-Read-Hall-Modell 184

Tabelle 1. Daten der Halbleiter Ge, Si und GaAs (für 300 °K) 191

Tabelle 2. Zeitkonstanten und charakteristische Längen für die Rückkehr ins thermodynamische Gleichgewicht 192

Tabelle 3. Formeln für den *pn*-Übergang 193

Tabelle 4. Daten von SiO_2 193

Literaturverzeichnis 194

Sachverzeichnis 199