

Předmluva . . . . .	9
Seznam hlavních použitých znaků a symbolů . . . . .	10
Úvod . . . . .	13
<b>1. Přehled základů fyziky polovodičů . . . . .</b>	<b>17</b>
1.1. Struktura pevných látek . . . . .	18
1.1.1. Kritéria polovodivých látek . . . . .	22
1.1.2. Elementární polovodiče . . . . .	22
1.1.3. Polovodivé sloučeniny . . . . .	23
1.2. Kvantové mechanická teorie pevných látek . . . . .	27
1.2.1. Model téměř volných elektronů . . . . .	28
1.2.2. Blochův teorém . . . . .	31
1.2.3. Energetické pásy . . . . .	32
1.2.4. Pohyb elektronu v periodickém potenciálu . . . . .	34
1.2.5. Rozdíl mezi kovem, izolantem a polovodičem . . . . .	37
1.2.6. Díry . . . . .	40
1.3. Pásový model polovodičů . . . . .	41
1.3.1. Krystalová struktura . . . . .	41
1.3.2. Model parabolických pásů . . . . .	45
1.3.3. Pásová struktura polovodičů s diamantovou mřížkou . . . . .	46
1.3.4. Pásová struktura polovodičů se sfaleritovou mřížkou . . . . .	49
1.3.5. Polovodiče s wurtzitovou strukturou . . . . .	53
1.3.6. Chalkogenidy olova . . . . .	55
1.3.7. Tellur a selen . . . . .	55
1.3.8. Amorfní polovodiče . . . . .	55
1.3.9. Cyklotronová rezonance . . . . .	56
1.4. Model reálného polovodiče . . . . .	57
1.4.1. Vliv teploty . . . . .	57
1.4.2. Kmity lineárního řetězce atomů . . . . .	59
1.4.3. Elektron-fononová interakce . . . . .	62
1.4.4. Vliv teploty a tlaku na pásovou strukturu . . . . .	63
1.4.5. Vliv elektrického pole na pásovou strukturu . . . . .	64
1.4.6. Vliv magnetického pole na pásovou strukturu . . . . .	65
1.4.7. Vliv příměsí a mřížkových poruch na pásovou strukturu . . . . .	66
1.4.8. Dislokace . . . . .	70
<b>2. Elektrony a díry v termodynamické rovnováze . . . . .</b>	<b>72</b>
2.1. Hustota stavů v dovolených pásech . . . . .	72
2.2. Rovnovážná Fermiho-Diracova rozdělovací funkce . . . . .	73
2.3. Vlastní polovodič . . . . .	74
2.4. Příměsový polovodič . . . . .	79
2.5. Kompenzovaný polovodič . . . . .	82
2.6. Degenerovaný polovodič . . . . .	84
<b>3. Transportní jevy v polovodičích . . . . .</b>	<b>85</b>
3.1. Boltzmannova transportní rovnice . . . . .	86
3.2. Elektrická vodivost . . . . .	88

3.3.	Závislost relaxační doby na energii . . . . .	91
3.4.	Rozptylové mechanismy . . . . .	92
3.4.1.	Mřížkový rozptyl . . . . .	92
3.4.2.	Rozptyl na ionizovaných příměsích . . . . .	95
3.4.3.	Rozptyl na neutrálních příměsích . . . . .	95
3.4.4.	Jiné druhy rozptylu . . . . .	96
3.5.	Teplotní závislost pohyblivosti . . . . .	96
3.6.	Hallův jev a magnetorezistence . . . . .	100
3.6.1.	Magnetooporový jev . . . . .	104
3.7.	Vliv teplotního gradientu na transport nosičů . . . . .	106
3.7.1.	Termoelektrický Seebeckův jev . . . . .	107
3.7.2.	Peltierův jev . . . . .	109
3.7.3.	Termomagnetické jevy . . . . .	111
3.7.4.	Etingshausenův jev . . . . .	111
3.7.5.	Nernstův jev . . . . .	112
3.7.6.	Righiův-Leducův jev . . . . .	112
3.8.	Pohyb nosičů proudu v homogenním polovodiči . . . . .	113
3.8.1.	Vedení proudu ve vakuu . . . . .	115
3.8.2.	Vedení proudu v izolantu . . . . .	116
3.8.3.	Vedení proudu v polovodičích při velmi nízkých teplotách . . . . .	118
3.9.	Vliv vnějších polí na elektrickou vodivost polovodičů . . . . .	121
3.9.1.	Vliv elektrického pole na pohyblivost nosičů . . . . .	121
3.9.2.	Vliv elektrického pole na koncentraci volných nosičů proudu . . . . .	126
3.9.3.	Vliv koncentračního gradientu na elektrickou vodivost polovodičů . . . . .	129
3.9.4.	Einsteinův vztah . . . . .	130
	Literatura ke kapitolám 1 až 3 . . . . .	132
4.	Elektrony a díry v nerovnovážném stavu . . . . .	133
4.1.	Návrat k termodynamické rovnováze . . . . .	133
4.2.	Ambipolární pohyblivost . . . . .	135
4.2.1.	Pohyb injektované skupiny minoritních nosičů . . . . .	136
4.2.2.	Difúzní délka minoritních nosičů . . . . .	139
4.2.3.	Poissonova rovnice . . . . .	141
4.3.	Optická absorpce a generace nadbytečných nosičů . . . . .	142
4.3.1.	Dovolené přímé přestupy elektronů . . . . .	143
4.3.2.	Nepřímé přestupy elektronů . . . . .	144
4.3.3.	Přestupy mezi výběžky pásů . . . . .	147
4.3.4.	Excitonová absorpce . . . . .	148
4.3.5.	Absorpce volnými elektrony . . . . .	148
4.4.	Kinetika rekombinačních dějů . . . . .	149
4.4.1.	Mezipásová rekombinace . . . . .	150
4.4.2.	Augerova nárazová mezipásová rekombinace . . . . .	151
4.4.3.	Vliv rekombinačních center . . . . .	152
4.4.4.	Vliv pastí na rekombinaci . . . . .	153
4.4.5.	Povrchová rekombinace . . . . .	155
4.5.	Fotoelektrické vlastnosti polovodičů . . . . .	156
4.5.1.	Vnitřní fotoelektrický jev . . . . .	157
4.5.2.	Fotoelektrická vodivost . . . . .	157
4.5.3.	Mechanismy fotoelektrické vodivosti . . . . .	158
4.5.4.	Kvantový výtěžek . . . . .	159
4.5.5.	Vlastní fotoelektrická vodivost . . . . .	160
4.5.6.	Vliv příměsí na fotoelektrickou vodivost . . . . .	161
4.5.7.	Detektory infračerveného záření . . . . .	162
4.5.8.	Demberův jev . . . . .	168
4.5.9.	Fotomagnetoelektrický jev . . . . .	169
4.5.10.	Vnitřní fotoelektrický jev v nehomogenních polovodičích . . . . .	170
4.6.	Elektroluminiscence . . . . .	171
	Literatura ke kapitole 4 . . . . .	172
5.	Nehomogenní polovodičové systémy . . . . .	174
5.1.	Slabě nehomogenní polovodič . . . . .	174
5.2.	Strmý přechod PN . . . . .	176

5.2.1.	Difúzní napětí . . . . .	176
5.2.2.	Ideální voltampérová charakteristika . . . . .	179
5.2.3.	Injekční účinnost . . . . .	182
5.2.4.	Rozložení pole a potenciálu u strmého přechodu . . . . .	185
5.2.5.	Kapacita strmého přechodu PN . . . . .	187
5.3.	Pozvolný přechod PN . . . . .	188
5.4.	Reálná voltampérová charakteristika . . . . .	190
5.4.1.	Vliv generace a rekombinace . . . . .	190
5.4.2.	Vliv vysoké injekce . . . . .	192
5.4.3.	Difúzní kapacita . . . . .	193
5.5.	Průraz přechodu PN . . . . .	193
5.5.1.	Tepelná nestabilita . . . . .	193
5.5.2.	Zenerův průraz . . . . .	194
5.5.3.	Lavinový průraz . . . . .	195
5.6.	Spínací vlastnosti přechodu . . . . .	198
5.7.	Přechod $PP^+$ a $NN^+$ , odporový kontakt . . . . .	199
5.8.	Heteropřechody a dvourozměrný elektronový plyn . . . . .	199
5.8.1.	Epitaxe molekulárních svazků . . . . .	202
5.8.2.	Dvourozměrný elektronový plyn (TDEG) . . . . .	203
5.8.3.	Bariéry v polykrytalických polovodičích . . . . .	205
5.9.	Kontakt kov-polovodič . . . . .	206
5.9.1.	Ideální Schottkyho kontakt . . . . .	207
5.9.2.	Reálný Schottkyho kontakt . . . . .	208
5.9.3.	Voltampérová charakteristika Schottkyho kontaktu . . . . .	211
5.9.4.	Tunelový jev na Schottkyho kontaktu . . . . .	213
5.9.5.	Realizace odporových kontaktů . . . . .	215
5.9.6.	Vstříkování menšinových nosičů . . . . .	216
	Literatura ke kapitole 5 . . . . .	216
<b>6.</b>	<b>Povrchové jevy . . . . .</b>	<b>218</b>
6.1.	Potenciál, náboj a elektrické pole na povrchu polovodiče . . . . .	218
6.2.	Ideální struktura MIS . . . . .	220
6.3.	Reálná struktura MIS . . . . .	225
6.4.	Určení hustoty povrchových stavů . . . . .	227
6.4.1.	Zjištění množství pohyblivých iontů pomocí zkoušek BT . . . . .	229
6.4.2.	Metoda TVS k určení pohyblivých iontů . . . . .	229
6.4.3.	Kvazistatická metoda $C-U$ . . . . .	230
6.4.4.	Vodivostní metoda . . . . .	232
6.4.5.	Určení povrchové generační rychlosti a doby života minoritních nosičů . . . . .	232
6.4.6.	Zkoumání generačně rekombinačních procesů na rozhraní $Si-SiO_2$ pomocí diod řízených hradlem . . . . .	234
6.4.7.	Efektivní hustota stavů . . . . .	235
6.4.8.	Profil aktivních příměsí . . . . .	235
6.5.	Stabilizace povrchu . . . . .	235
6.6.	Vodivost tenkých vrstev polovodičů . . . . .	237
6.7.	Vodivost tenkých izolačních vrstev . . . . .	238
	Literatura ke kapitole 6 . . . . .	240
<b>7.</b>	<b>Základní technologie polovodičů a součástek . . . . .</b>	<b>242</b>
7.1.	Čištění výchozího materiálu . . . . .	242
7.2.	Příprava monokrystalů . . . . .	243
7.3.	Selektivní dotování a kontaktování . . . . .	245
7.4.	Speciální diody . . . . .	246
7.5.	Tranzistory . . . . .	249
7.5.1.	Bipolární tranzistory . . . . .	249
7.5.2.	Unipolární tranzistory . . . . .	252
7.5.3.	Výkonové tranzistory . . . . .	253
7.5.4.	Tyristor . . . . .	254
7.6.	Vrstvové integrované obvody . . . . .	255
7.7.	Monolitické integrované obvody . . . . .	256
7.8.	Meze miniaturizace . . . . .	259
	Literatura ke kapitole 7 . . . . .	261

8.	Některé měřicí metody polovodičů . . . . .	263
8.1.	Rezistivita . . . . .	263
8.2.	Hallův jev . . . . .	265
8.3.	Doba života nadbytečných nosičů . . . . .	265
8.4.	Měření koncentrace a koncentračního profilu příměsí . . . . .	267
8.5.	Měření na strukturách MOS . . . . .	269
8.6.	Elektronový svazek jako měřicí sonda . . . . .	270
8.7.	Hluboké příměsí . . . . .	273
	Literatura ke kapitole 8 . . . . .	277
	Rejstřík . . . . .	279