

Obsah

	Důležité fyzikální konstanty a jednotky	9
	Seznam použitých značek a symbolů	10
1.	Úvod	23
	Literatura ke kapitole 1	27
2.	Přehled vybraných poznatků z oblasti fyziky polovodičů	29
2.1.	Rozsah fyzikálního výkladu	29
2.2.	Struktura krystalu	29
2.3.	Energetické pásové schéma a efektivní hmotnost	35
2.4.	Koncentrace nosičů v polovodiči, Fermiho hladina	44
2.5.	Transportní jevy v polovodiči, generace a rekombinace nosičů	58
2.6.	Základní rovnice, důležité pro činnost polovodičových součástek	69
	Úlohy ke kapitole 2	77
	Literatura ke kapitole 2	78
3.	Vlastnosti přechodu PN v polovodiči a spojení polovodič–kov	79
3.1.	Princip přechodu PN, jeho úloha	79
3.2.	Velikost difúzního napětí, poměr $n_p(0)/n_n$ a $p_n(0)/p_p$	84
3.3.	Shockleyova teorie přechodu PN, teoretická voltampérová charakteristika	88
3.4.	Další vlivy na voltampérovou charakteristiku přechodu PN	93
3.5.	Vstříkací účinnost a mikrosvody	96
3.6.	Přechody P ⁺ P, N ⁺ N jako součást přechodů PN	106
3.7.	Průběhy prostorového náboje, intenzity elektrického pole a napětí, tloušťka oblastí prostorového náboje přechodu PN	109
3.8.	Kapacita přechodu PN	114
3.9.	Mechanismus průrazu přechodu PN a průrazné napětí U_{BR}	116
3.10.	Tunelový jev, souměrná a inverzní dioda	123
3.11.	Přechody PIN, P ⁺ vN, P ⁺ vN	130
3.12.	Chování přechodu PN na povrchu krystalu	144
3.13.	Vlastnosti spoje polovodič–kov	155
	Úlohy ke kapitole 3	166
	Literatura ke kapitole 3	169
4.	Tranzistorový jev a tyristorový jev, struktury PNPN v různých režimech	171
4.1.	Funkce bipolárního tranzistoru	171

4.2.	Základní zapojení tranzistoru	175
4.3.	Dvoutranzistorový ekvivalent čtyřvrstvé struktury	178
4.4.	Proud přechodem PN v režimu lavinové nárazové ionizace	181
4.5.	Změny v náhradních tranzistorech při různé polaritě vnějšího napětí	183
4.6.	Řešení čtyřvrstvé struktury v blokovacím režimu	184
4.7.	Bod přepolarizace, vliv řídicího proudu na blokovací napětí, vliv emitoru s mikrosvody	189
4.8.	Řešení čtyřvrstvé struktury v propustném režimu	193
4.9.	Vypnutí čtyřvrstvé struktury, úloha řídicího proudu při vypnutí	198
4.10.	Řešení čtyřvrstvé struktury v závěrném režimu	203
4.11.	Řešení čtyřvrstvé struktury s fotoelektrickým řízením	207
4.12.	Typy přechodů PN podle jejich funkce v polovodičových strukturách	212
	Úlohy ke kapitole 4	214
	Literatura ke kapitole 4	215
5.	Dynamické chování polovodičových struktur	217
5.1.	Obecná hlediska dynamických režimů	217
5.2.	Náhradní parametry R , L , C polovodičové součástky	217
5.3.	Základní dynamické vlastnosti přechodu PN	219
5.4.	Doba průletu nosičů bází	226
5.5.	Průběhy proudu, napětí a koncentrace nosičů náboje v tyristoru při zapnutí a vypnutí	228
5.6.	Proces zapnutí, úloha strmosti propustného proudu dI_T/dt	233
5.7.	Vypínací proces, doba vypnutí t_{off} , vztah $t_{off} : t_{on}$ v tyristoru	238
5.8.	Strmost blokovacího napětí dU_D/dt	242
5.9.	Dynamické chování tranzistorů	245
5.10.	Dynamické vlastnosti některých složitějších struktur	251
	Úlohy ke kapitole 5	256
	Literatura ke kapitole 5	257
6.	Souvislost mezi výchozími fyzikálně technologickými a výslednými elektrickými parametry tyristoru	259
6.1.	Průběh koncentrace příměsi ve vrstvách tyristoru	259
6.2.	Dosažení vysokého průrazného závěrného napětí	261
6.3.	Spínací napětí tyristoru	269
6.4.	Velká proudová zatížitelnost tyristoru v zapnutém stavu	270
6.5.	Dosažení dobrých dynamických parametrů tyristoru	278
6.6.	Vliv teploty na rozhodující parametry tyristoru	281
6.7.	Shrnutí základních poznatků o souvislostech parametrů tyristoru	285
6.8.	Úplnější obraz souvislostí výchozích a výsledných parametrů tyristoru, návrh složitějších struktur	287
	Úlohy ke kapitole 6	290
	Literatura ke kapitole 6	291
7.	Přehled základních typů polovodičových spínacích součástek, jejich vlastnosti a charakteristika	293
7.1.	Voltampérová charakteristika, dynamický odpor	293
7.2.	Diody s přechody PN pro spínací účely	296

7.3.	Některé další typy polovodičových diod	306
7.4.	Charakteristiky plošného bipolárního tranzistoru	313
7.5.	Charakteristiky tyristoru a fototyristoru	322
7.6.	Zpětně propustný tyristor	327
7.7.	Vypínací tyristor	329
7.8.	Triak a quadrac	330
7.9.	Timistor	336
7.10.	Jednopřechodový tranzistor (dvoubázová dioda)	339
7.11.	Tranzistor typu FET	341
7.12.	Polovodičové tetrody	348
7.13.	Integrované obvody	350
	Úlohy ke kapitole 7	358
	Literatura ke kapitole 7	359
8.	Technologie přechodů PN (kromě difúzní), ohmické spoje	361
8.1.	Různé způsoby vytváření přechodů PN	361
8.2.	Rovnovážný diagram – základní pomůcka pro slévání přechodů PN	362
8.3.	Typy rovnovážných diagramů	365
8.4.	Základní výpočty podle rovnovážných diagramů	369
8.5.	Faktory ovlivňující vlastnosti slitinové struktury	373
8.6.	Slitiny pro přechody PN	376
8.7.	Vytváření přechodů PN epitaxním růstem	378
8.8.	Vytváření přechodů PN iontovou implantací	382
8.9.	Technologie ohmických kontaktů a přechodů P ⁺ P a N ⁺ N	384
	Úlohy ke kapitole 8	390
	Literatura ke kapitole 8	391
9.	Difúzní technologie	393
9.1.	Význam difúzní technologie pro získávání přechodů PN	393
9.2.	Základní rovnice pro difúzi	393
9.3.	Řešení některých případů difúze pomocí funkce chyb	399
9.4.	Řešení některých úloh difúze s jiným průběhem koncentrace než podle funkce chyb	403
9.5.	Význam gradientu koncentrace a jakož i měrného odporu ρ výchozího materiálu pro průrazné napětí U_{BR} difúzního přechodu PN	407
9.6.	Technika difúze (zařízení, příměsi, povrchová koncentrace N_0)	412
9.7.	Difúzní koeficient D	414
9.8.	Selektivní difúze, maskování	417
9.9.	Technologie tyristorové struktury PNPN	422
	Úlohy ke kapitole 9	425
	Literatura ke kapitole 9	427
10.	Proudové zatěžování a chlazení diod a tyristorů	428
10.1.	Úbytek napětí v propustném směru	428
10.2.	Závěrné charakteristiky diod a tyristorů	431
10.3.	Velikost ztrátového výkonu a ztrátové energie diod a tyristorů	433
10.4.	Kmitočtová závislost zatížitelnosti diod a tyristorů	437
10.5.	Doba průchodu propustného proudu, určení ztrát a přípustné velikosti propustného proudu	438

10.6.	Řešení tepelného toku, tepelný odpor, chlazení součástky	441
10.7.	Výpočet chlazení pro některé typické případy	444
10.8.	Pulsní zatížení diod a tyristorů, tranzientní tepelný odpor	445
10.9.	Proudová přetížitelnost diod a tyristorů	450
	Úlohy ke kapitole 10	452
	Literatura ke kapitole 10	454
11.	Vlastnosti diod a tyristorů v elektrických obvodech	455
11.1.	Strmost nárůstu blokovacího napětí	455
11.2.	Strmost nárůstu propustného proudu tyristoru	459
11.3.	Sériové řazení diod a tyristorů	461
11.4.	Paralelní řazení diod a tyristorů	469
11.5.	Parametry řídicího obvodu tyristoru	474
11.6.	Základní typy řídicích obvodů	478
11.7.	Jištění diod a tyristorů proti přepětí	488
11.8.	Jištění diod a tyristorů proti proudovým přetížením	497
	Úlohy ke kapitole 11	501
	Literatura ke kapitole 11	502
12.	Přehled základních výkonových obvodů s polovodičovými součástkami	503
12.1.	Jednofázové usměrňovací obvody	503
12.2.	Trojfázové usměrňovací obvody	505
12.3.	Základní veličiny a vztahy usměrňovacích obvodů	513
12.4.	Komutace v usměrňovacím obvodu	520
12.5.	Spínání střídavého výkonu	522
12.6.	Spínání stejnosměrného výkonu	525
12.7.	Řízení výkonu při stejnosměrném napájení — pulsní měniče	530
12.8.	Řízení výkonu při střídavém napájení	
	Řízené usměrňovače a fázové řízení střídavého výkonu	531
12.9.	Střídače, měniče kmitočtu	538
	Úlohy ke kapitole 12	541
	Literatura ke kapitole 12	542
	Rejstřík	543