

OBSAH

	Seznam hlavních použitých symbolů a znaků	8
1.	Úvod (J. Kortán)	15
2.	Generace záření v polovodičích (J. Mišek)	19
2.1.	Základní pojmy	19
2.1.1.	Rozdělovací funkce	22
2.1.2.	Příměsi v polovodičích	24
2.1.3.	Struktura energetických pásů, přímé a nepřímé polovodiče	28
2.1.4.	Přechod PN	29
2.1.5.	Heteropřechod	32
2.2.	Zářivá a nezářivá rekombinace	35
2.2.1.	Injekce menšinových nosičů	35
2.2.2.	Doby života nadbytečných nosičů	36
2.2.3.	Lineární a kvadratická rekombinace	37
2.2.4.	Typy rekombinačních procesů	41
2.2.5.	Zářivá rekombinace	42
2.2.6.	Nezářivá rekombinace	49
2.3.	Mechanismy vybuzení záření v polovodičích	54
2.3.1.	Injekce z přechodu PN	55
2.3.2.	Injekce z heteropřechodu	58
2.3.3.	Injekce z kontaktu kov—polovodič	59
2.3.4.	Injekce ve struktuře MIS	60
2.3.5.	Zářivé tunelování	61
2.3.6.	Průrazová luminiscence	62
2.4.	Účinnost emise	64
2.4.1.	Energetická a kvantová účinnost	64
2.4.2.	Kvantová účinnost zářivé rekombinace	67
2.4.3.	Měření účinnosti	72
	Literatura ke druhé kapitole	75
3.	Nekoherentní elektroluminiscenční diody (ELD)	78
3.1.	Princip činnosti a mechanismy elektrooptické přeměny v ELD (L. Kučera)	78
3.2.	Metoda analýzy a obecné analytické vztahy pro emitovaný fotonový tok některých struktur ELD (L. Kučera)	82
3.3.	Linearizované dynamické rovnice pro výpočet generační rychlosti fotonů. Okrajové podmínky pro některé typy ELD (L. Kučera)	87
3.4.	Stejnosečná teorie vyzařování ELD (L. Kučera)	90
3.4.1.	Generační funkce pro ELD s přechodem PN a s dvojitým heteropřechodem	90
3.4.2.	Vztahy pro integrální emitovaný fotonový tok	92
3.4.3.	Vnější kvantová účinnost	94
3.4.4.	Generační a emisní spektrum	99
3.4.5.	Vyzařovací diagram	101
3.5.	Emise diody při buzení střídavým signálem (L. Kučera)	104
3.5.1.	Amplituda a fáze generační funkce při buzení harmonickým signálem	104
3.5.2.	Vztahy pro amplitudovou a fázovou modulační charakteristiku při zanedbatelném setrvačném vlivu absorpce	106

3.5.3.	Komplexní přenosová charakteristika ELD. Praktické vztahy pro odezvu ELD	107
3.5.4.	Fyzikální a obvodové faktory zavádějící setrvačnost přímo buzené ELD. Relativní vliv vstupní impedance na odezvu při napětovém a proudovém buzení	109
3.6.	Parazitní jevy při střídavém buzení (L. Kučera)	110
3.6.1.	Jevy zaváděné setrvačným vlivem absorpce: Závislost odezvy na vlnové délce a směru emise	110
3.6.2.	Fázové zkreslení signálu	112
3.6.3.	Anomální tvar amplitudové přenosové charakteristiky	113
3.7.	Diody k zobrazování informace (J. Kortán)	113
3.7.1.	Psychofyzikální aspekty vnímání světla a základy fotometrie	114
3.7.2.	Polovodičové materiály pro světelné emisní diody	119
3.7.3.	Technologické otázky přípravy materiálů pro ELD	131
3.7.4.	Technologie a konstrukce ELD a zobrazovacích prvků	135
3.7.5.	Napájecí obvody indikačních ELD a zobrazovacích prvků	147
3.8.	Diody pro optické sdělování a optoelektronické zpracování informace (J. Kortán)	149
3.8.1.	Materiály pro ELD emitující v blízké infračervené oblasti spektra	149
3.8.2.	Diody pro optické zpracování informace	152
3.8.3.	Diody pro optické sdělování	154
	Literatura ke třetí kapitole	165
4.	Injekční polovodičové lasery (J. Mišek)	173
4.1.	Princip činnosti	173
4.1.1.	Absorpce, spontánní a stimulovaná emise	173
4.1.2.	Zesílení záření stimulovanou emisí	175
4.1.3.	Optické rezonátory	177
4.1.4.	Fenomenologický popis funkce polovodičových laserů	180
4.1.5.	Historie vývoje polovodičových laserů	183
4.2.	Fyzikální základy teorie polovodičových laserů	187
4.2.1.	Stimulovaná emise v polovodičích	187
4.2.2.	Optický zisk v polovodičích	188
4.2.3.	Výpočet prahového proudu	190
4.2.4.	Vířová struktura elektromagnetického pole v polovodičovém laseru	194
4.2.5.	Vyzařovací charakteristika polovodičového laseru	205
4.3.	Výstupní parametry laserové diody	207
4.3.1.	Rovnice kontinuity	207
4.3.2.	Tepelné vlastnosti polovodičových laserů	212
4.3.3.	Impedance polovodičového laseru	214
4.4.	Technologie přípravy laserových struktur, používané materiály	217
4.4.1.	Epitaxní růst z kapalné fáze	217
4.4.2.	Epitaxní růst z plynné fáze	219
4.4.3.	Epitaxní růst z molekulárních svazků	220
4.4.4.	Materiály používané k přípravě struktur polovodičových laserů	220
4.5.	Typy polovodičových laserů	222
4.5.1.	Heterostrukturální lasery	222
4.5.2.	Lasery s postranním omezením	223
4.5.3.	Lasery s rozprostřenou zpětnou vazbou	227
4.6.	Lasery s optickým a elektronovým buzením	230
4.6.1.	Polovodičové lasery s optickým buzením	230
4.6.2.	Buzení elektronovým svazkem	231
4.7.	Dynamické procesy v polovodičových laserech	233
4.7.1.	Proces zapnutí laseru	233
4.7.2.	Automodulace polovodičového laseru	236
4.7.3.	Synchronizace podélných vidů	238
4.7.4.	Modulace injekčních polovodičových laserů	240

4.8.	Životnost polovodičových zdrojů optického záření	244
4.8.1.	Zjišťování životnosti metodou zrychlené degradace	245
4.8.2.	Degradace nekoherentních elektroluminiscenčních diod	248
4.8.3.	Degradace polovodičových laserů	251
4.9.	Aplikace injekčních polovodičových laserů	253
4.9.1.	Napájení laserových diod	254
4.9.2.	Polovodičové lasery v optických sdělovacích systémech	258
4.9.3.	Polovodičové lasery v měřicí a výpočetní technice	260
4.9.4.	Použití polovodičových laserů ke kontrole čistoty ovzduší	264
	Literatura ke čtvrté kapitole	265
5.	Základy teorie demodulace optického signálu v polovodičových detekto- rech (L. Kučera)	272
5.1.	Fyzikální principy optické detekce a užívané typy rychlých polovodičových detektorů	272
5.2.	Pojem přijímač optického signálu a základní metody optické demodu- lace	274
5.3.	Základní výstupní parametry fotodetektoru. Vztahy pro výstupní proud parametrických a nelineárních detektorů	275
5.4.	Spektrální citlivost	279
5.5.	Faktory omezující kmitočtovou odezvu polovodičových optických demodulátorů	280
5.6.	Výstupní poměr signálu k šumu při přímé demodulaci	281
5.6.1.	Zdroje šumu	281
5.6.2.	Výstupní poměr signálu k šumu demodulátoru s fotorezistorem	283
5.6.3.	Výstupní poměr signálu k šumu demodulátoru s fotodiodou	284
5.6.4.	Výstupní poměr signálu k šumu lavinové diody	284
5.7.	Přímá fotoparametrická demodulace	285
5.8.	Heterodynní (koherentní) demodulace. Pojem ideální kvantový přijímač Literatura k páté kapitole	286 288
	Rejstřík	289