

Obsah

Předmluva	11
1 Luminiscence neuspořádaných polovodičů.....	13
1.1 Hustoty stavů v pásech	13
1.2 Teplotní závislost luminiscence	16
1.3 Distribuce dob života luminiscence	21
1.4 Spektrální tvar emisního pásu	25
1.5 Některé další vlastnosti luminiscence neuspořádaných polovodičů.....	31
1.5.1 Korelační efekty	31
1.5.2 Nezářivá rekombinace	32
1.5.3 Luminiscence příměsí a defektů	34
1.5.4 Luminiscenční „únava“	36
Cvičení.....	37
Literatura	38
2 Stimulovaná emise	39
2.1 Spontánní versus stimulovaná emise. Optický zisk	39
2.2 Optický zisk v polovodičích	44
2.3 Spektrální tvar optického zisku.....	49
2.4 Stimulovaná emise v nepřímém polovodiči	57
2.5 Účast excitonů ve stimulované emisi.....	61
2.6 Experimentální metody měření optického zisku	67
2.6.1 Metoda proužku s proměnnou délkou (VSL).....	68
2.6.2 Metoda optické sondy (P & P).....	76
Cvičení.....	80
Literatura	81
3 Elektroluminiscence	83
3.1 Historické ohlednutí.....	83
3.2 Elektroluminiscence ve vysokých polích.....	85
3.2.1 Experimentální úvahy.....	85
3.2.2 Mechanismy elektroluminiscence ve vysokých polích.....	90
3.2.3 Intenzitní, spektrální a časové charakteristiky	101
3.3 Injekční elektroluminiscence	108
3.3.1 Elektrické vlastnosti p-n přechodu.....	109
3.3.2 Intenzitní, spektrální a časové charakteristiky LED.....	114
3.4 Elektroluminiscence p-n přechodu v závěrném směru	122
Cvičení.....	125
Literatura	127

4 Elektronová struktura a luminiscence nízkodimenzionálních polovodičů	129
4.1 Rozdělení nízkodimenzionálních polovodičů.....	130
4.1.1 Polovodičové heterostruktury	131
4.1.2 Základní typy heterostrukturálních kvantových jam	133
4.2 Hustota stavů v nízkodimenzionálních polovodičích	135
4.3 Kvantové jámy (vrstvy) – dvoudimenzionální polovodiče	139
4.3.1 Jednoduchá kvantová jáma s nekonečnou bariérou.....	139
4.3.2 Kvantová jáma s konečnou bariérou	143
4.3.3 Excitony v kvantové jámě	146
4.3.4 Optické přechody v kvantové jámě	149
4.3.5 Luminiscence kvantových jam	152
4.4 Kvantové drátky	155
4.5 Kvantové tečky – nanokrystaly	159
4.5.1 Kvantová tečka se sféricky symetrickým potenciálem.....	159
4.5.2 Rozdělení kvantových teček podle významu kvantově-rozměrového jevu	162
4.5.3 Luminiscence kvantových teček	165
4.6 Exciton–fononová interakce. Fononové „úzké hrdlo“	170
4.7 Některé speciální efekty	173
Cvičení	178
Literatura.....	179
5 Efekty silného buzení v nízkodimenzionálních strukturách	180
5.1 Excitonová molekula (biexciton) v kvantové jámě	181
5.2 Triony v kvantové jámě.....	183
5.3 Srážky volných excitonů v kvantové jámě	186
5.4 Elektron–děrové plazma (EHP) a elektron–děrová kapalina (EHL) v 2D strukturách	187
5.5 Biexcitony, EHP a EHL v kvantových drátech	194
5.6 Efekty silného buzení v kvantových tečkách (nanokrystalech)	198
Cvičení	201
Literatura	203
6 Stimulovaná emise a laserování v nízkodimenzionálních strukturách	204
6.1 Stimulovaná emise v kvantových jámách.....	204
6.1.1 Lokalizované excitony	205
6.1.2 Zářivý rozpad excitonu s emisí LO-fononu (X–LO).....	209
6.1.3 Stimulovaná emise elektron–děrového plazmatu (EHP)	211
6.2 Stimulovaná emise v kvantových drátech	214
6.3 Stimulovaná emise v nanokrystalech	216
6.3.1 Nanokrystaly rozptýlené v matici	217
6.3.2 Heterostruktury s uspořádanými kvantovými tečkami	224
6.4 Nahodilé laserování.....	227
Cvičení	230
Literatura	231
7 Křemíková nanofotonika	232
7.1 Křemíkové nanokrystaly	233
7.2 Optický zisk v křemíkových nanokrystalech.....	236
7.3 Aktivní planární vlnovody z křemíkových nanokrystalů.....	238
7.4 Elektroluminiscence křemíkových nanokrystalů.....	241
7.5 Křemíkové nanokrystaly v kombinaci s ionty Er ³⁺	246
7.6 Biologické aplikace křemíkových nanokrystalů.....	250
Cvičení	251
Literatura	252

8 Fotonické struktury	254
8.1 Fotonické krystaly	254
8.1.1 Spontánní emise	256
8.1.2 Stimulovaná emise	260
8.2 Mikrorezonátory	262
8.3 Mikrodutiny	264
8.4 Zdroje jednotlivých fotonů	268
Cvičení	270
Literatura	271
9 Spektroskopie jednotlivých polovodičových nanokrystalů	272
9.1 Základní principy	273
9.2 Experimentální techniky	274
9.2.1 Mikrospektroskopie širokého pole	275
9.2.2 Rastrovací techniky	278
9.3 Příprava vzorků	282
9.3.1 Elektronová a iontová litografie	282
9.3.2 Koloidní disperze	284
9.4 Experimentální pozorování luminiscence jednotlivých nanokrystalů	285
9.4.1 Skrytá spektrální struktura	285
9.4.2 Spektrální proměny – přeskoky, posuny, blikání	287
9.4.3 Starkův jev	289
9.4.4 Polarizace luminiscence	292
9.4.5 Luminiscenční intermitence – blikání	297
9.5 Nanokrystaly jako zdroje neklasického fotonového toku	305
9.5.1 Měření fotonové statistiky	305
9.5.2 Experimentální projevy neklasického světla v emisi jednoho nanokrystalu	307
Cvičení	311
Literatura	312
Dodatky	314
I Emisní pás při silné elektron–fononové interakci	314
Literatura	316
II Fitování tvaru křivky optického zisku v modelu relaxace vektoru \mathbf{k}	316
Literatura	320
III Reabsorpce luminiscence v polovodičích	320
Literatura	323
IV Síla oscilátoru	323
Literatura	324
V Fitování dvěma exponenciálami (Kočkovy součty)	324
VI Absolutní kvantový výtěžek luminiscenčních materiálů	326
Literatura	332
VII Základy popisu statistiky světla z klasických a neklasických zdrojů	332
Literatura	338
Rejstřík věcný	339
Rejstřík materiálový	343