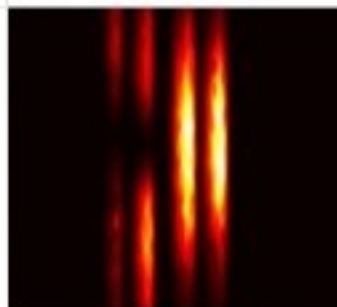
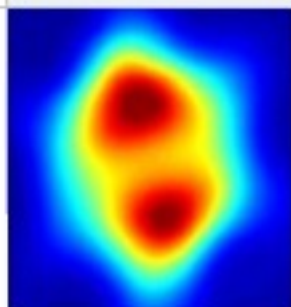


NETRADIČNÉ METÓDY VYŠETROVANIA
OPTICKÝCH VLÁKIEN
A POLOVODIČOVÝCH LASEROVÝCH DIÓD

*Ivan Martinček, Ivan Turek,
Daniel Káčik, Dušan Pudiš*



**NETRADIČNÉ METÓDY VYŠETROVANIA
OPTICKÝCH VLÁKIEN
A POLOVODIČOVÝCH LASEROVÝCH DIÓD**

Mgr. I. Martinček, PhD., doc. RNDr. I. Turek, Csc.,
Ing. D. Káčik, PhD., Ing. D. Pudiš, PhD.

Vedecký redaktor: prof. RNDr. Peter Bury, CSc.

Recenzenti: prof. Ing. Jozef Jasenek, CSc.

doc. RNDr. Petr Hlubina, CSc.

Žilinská univerzita v Žiline/EDIS – vydavateľstvo ŽU

© I. Martinček, I. Turek, D. Káčik, D. Pudiš, 2006

ISBN 80-8070-569-0

Obsah

Úvod	5
Prvá časť - Vybrané časti z teórie šírenia sa žiarenia v optických vlnovodoch a generácie žiarenia v polovodičových laserových diódach	7
1. Šírenie elektromagnetického vlnenia dielektrickými vlnovodmi	9
1.1. Vlnové rovnice dielektrického vlnovodu	10
1.2. Fázová konštanta šírenia	14
1.3. Približná teória slabovedúceho vlnovodu	14
1.4. Ortoogonalnosť módov skalárnej vlnovej rovnice	15
1.5. Vlnovody so skokovým profilom indexu lomu	16
1.5.1. Planárny optický vlnovod	17
1.5.2. Vláknový optický vlnovod	21
1.6. Rozdiel fázových konštánt dvojice módov v priblížení slabovedúceho vlnovodu	26
1.7. Budenie optických vlnovodov	28
2. Polovodičová laserová dióda	32
2.1. Materiály pre polovodičové prvky	32
2.1.1. Kryštalická mriežka	33
2.1.2. Brillouinova zóna, k-priestor	34
2.1.3. Energetický pásmový diagram	35
2.1.4. Efektívna hmotnosť	36
2.1.5. Vibračné spektrum	37
2.2. Optické prechody v optoelektronických prvkoch	38
2.2.1. Energia a rýchlosť optického prechodu	38
2.2.2. Absorpčný koeficient a zisk	41
2.2.3. Injekcia do aktívnej oblasti	43
2.2.4. Štruktúry s kvantovou jamou v aktívnej oblasti	44
2.3. Rezonátor v polovodičových laseroch	47
2.3.1. Základné charakteristiky rezonátora	47
2.3.2. Straty a zisk v rezonátore	51
2.3.3. Modifikácie rezonátorov pre polovodičové lasery	55
Druhá časť - Experimentálne metódy vyšetovania optických vlákien a polovodičových laserových diód	59
3. Transverzálna ofsetová metóda	61
3.1. Výpočet rozloženia intenzity optického poľa jednomódového optického vlákna	62
3.2. Určovanie priemeru módového poľa základného módu v optických vláknach z ofsetovej krivky	68
3.3. Experimentálne meranie ofsetových kriviek a určovanie priemeru módového poľa	71
3.4. Vyšetovanie kruhovitosti jadra optických vlákien	75
4. Medzimódová interferencia	78
4.1. Popis medzimódovej interferencie	78
4.2. Experimentálne vyšetovanie medzimódovej interferencie	84
4.3. Využitie medzimódovej interferencie na diagnostiku optických vlákien	89
4.4. Využitie medzimódovej interferencie na určovanie materiállovej disperzie optických vlákien	97

<u>5. Vplyv ohybu vlákna na jeho vlastnosti</u>	101
5.1. Hraničná vlnová dĺžka	101
5.2. Vplyv ohybu vlákna na jeho prenosovú funkciu	102
5.3. Vplyv ohybu na profil indexu lomu	105
5.4. Vplyv ohybu na koeficient tlmenia druhého módu	106
5.5. Súvis ohybov a prenosovej funkcie v okolí hraničnej vlnovej dĺžky	107
<u>6. Skenovanie optických polí optickými vláknami</u>	113
6.1. Príprava hrotov pre mikroskopiu blízkeho poľa	116
6.1.1. Hroty pripravené leptaním	116
6.1.2. Hroty pripravené ťahaním	119
6.2. Blízke pole fotonického kryštálového vlákna	121
6.3. Lasery na vyšetrovanie blízkeho a vzdialeného poľa	127
6.3.1. Laserové diódy s viacnásobnou kvantovou jamou InAs/GaAs	127
6.3.2. Laserové diódy s viacnásobnou kvantovou jamou GaAs/AlGaAs	128
6.3.3. Základné charakteristiky laserových štruktúr	129
6.4. Rastrovanie blízkeho a vzdialeného poľa polovodičových laserov	131
6.5. Spektrálna analýza v blízkom poli laserových diód	137
<u>7. Špeciálne optické vlnovody</u>	147
7.1. Fotonické kryštálové vlákna	147
7.1.1. Indexom vodiace PCF	149
7.1.2. PCF s vedením pomocou efektu fotonického zakázaného pásu	154
7.2. Niektoré experimentálne techniky vyšetrovania PCF	156
7.2.1. Vplyv ohybu PCF na ich prenosovú funkciu	157
7.2.2. Tvar modálnych polí	158
7.2.3. Intereferencia módov v PCF	162
7.2.4. Vplyv dĺžky PCF vlákna na spektrálnu závislosť medzimódovej interferencie	168
7.2.5. Disperzia v PCF	172
7.3. Dvojjadrové vlákna	176
7.3.1. Popis prenosových vlastností dvojjadrového vlákna	177
7.3.2. Tvar poľa dvojjadrového optického vlákna	179
7.3.3. Meranie väzobnej dĺžky	181
7.3.4. Vplyv torzie na prenosovú funkciu nesymetrického dvojjadrového vlákna	184
<u>Na záver</u>	187
<u>Literatúra</u>	188