



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v PRAZE
FAKULTA JADERNÁ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÁ
KATEDRA FYZIKÁLNÍHO ELEKTRONIKY
Trojanova 13, 120 00 Praha
tel.: 224 358 672, fax: 222 512 735
E-mail: michal.nemec@fjfi.cvut.cz



Ing. Michal Němec, Ph.D.

Oponentský posudek bakalářské práce:

Tereza Nováková

„Spektroskopické a laserové vlastnosti krystalu Tm,Gd:SrF₂“

Student: Tereza Nováková
Vedoucí práce: Ing. Karel Veselský
Obor: Fyzikální elektronika

Předložená bakalářská práce byla vypracována v laboratoři oddělení pevnolátkových laserů na katedře fyzikální elektroniky FJFI ČVUT v Praze. Tématem práce bylo seznámení se s problematikou thuliových diodově čerpaných pevnolátkových laserů emitujících záření v okolí vlnové délky 1,9 μm a rešerše na téma vlastnosti aktivních prostředí na bázi thuliem dopovaných fluoritů se zaměřením na vliv kodopace těchto materiálů jinými neaktivními ionty. V experimentální části bylo za úkol provést měření spektrálních charakteristik Tm,Gd:SrF₂ (thulium gadolinium stroncium fluorid) krystalů s různou koncentrací iontů gadolinia, navrhnout, sestrojít a provést charakterizaci diodově čerpaný laserový systém s aktivním prostředím Tm,Gd:SrF₂.

Celá práce obsahuje 53 stran a je rozdělena na šest základních částí, včetně úvodu a závěru. Na úvodní oddíl navazují dva rešeršní, které se věnují stručnému popisu pevnolátkových laserů a thuliem dopovaných aktivních prostředí. Experimentální část se zabývá popisem experimentů, spektroskopickým měřením, charakteristikám Tm,Gd:SrF₂ laserů. Následuje závěr práce a seznam referencí obsahující 46 položek.

K práci mám připomínky týkající se některých formálních nedostatků (nepoužití trpného rodu např. str. 3 – „vlastnosti .. záření, které charakterizujeme“, překlepů str. 3 – „neaktivních“ nebo str. 20 „Strakovsky rozšířená“, str. 3 – chybné označení krystalu „Tm,Gd:Sr₂“ místo Tm,Gd:SrF₂, Obr. 1.7. – chybné označení zrcadel v obrázku – prohozené PM a HR, Obr. 1.8 – nevysvětlena zkratka F.P., Obr. 2.5 – odkaz je na literaturu, kde je tento obrázek převzat, místo toho, aby byl odkaz na původní literaturu, str. 25 - chybí odkaz na literaturu, kde se uvádí využití neaktivního iontu lutecia pro kodopaci). V oddíle referencí není jednotnost zápisu pro odborné časopisy – u některých se liší forma čísla ročníku (tučné písmo a slovo „vol“), u literatury 7 je vypsáno křestní jméno (u ostatních je jen iniciála), u literatury 44 chybí číslo článku.

V rámci bakalářské práci mám výhrady k těmto tvrzením a obratům:

Str. 3 - „laserů ..., které generují v okolí vlnové délky“ místo „laserů ..., které generují záření v okolí vlnové délky“

Str. 15 – „Výbojky potřebují VN napájecí zdroje, uvedení bezpečnostních rizik i elektromagnetické rušení.“ Místo např. „Výbojky potřebují VN napájecí zdroje, uvedení bezpečnostních rizik a mohou generovat i elektromagnetické rušení.“

Str. 22 – „Mezi první lasery patřil především $U^{3+}:\text{CaF}_2$,“ místo „Mezi první lasery patřil především laser s aktivním prostředím $U^{3+}:\text{CaF}_2$ “

Str. 24 – „Laserový systém byl čerpán Ti:safírovým laserem“ místo „Laserový systém byl čerpán zářením Ti:safírového laseru“

Str. 27 – „Ionty Gd^{3+} byly ... dopovány do $Tm,Gd:\text{CaF}_2$ v publikaci“ místo např. „Využití dopace iontů Gd^{3+} do $Tm,Gd:\text{CaF}_2$ krystalu je popsána v publikaci“

Str. 31 – „byly použity StellarNet Inc spektrometry“ místo „byly použity spektrometry od firmy StellarNet Inc“

Str. 31 – „o délce přibližně 145,5 mm (mírně se lišila)“ místo přesné hodnoty

Str. 32 – „Profil svazku laseru“ místo „profil svazku záření z laseru“

Str. 32 – „pomocí wattmetru Thorlabs (S401C)“ místo „pomocí wattmetru S401C od firmy Thorlabs“

Obr. 4.10 – „Doba života krystalu ... na horní laserové hladině“ místo „Doba života na horní laserové hladině pro krystal ...“

V teoretické části je chybně uveden parametr v prahové podmínce laseru na str.8., L je označeno jako „délka rezonátoru“ místo „délka aktivního prostředí“. Postrádám na str. 9 uvedení, proč je mezi podkapitoly matrice a aktivátor vložena podkapitola fonony. Doporučoval bych odkazy na literaturu v textu nedávat až za celý odstavec, ale tak je na str.24 za větu, která z daného odkazu čerpá. Neboť nyní je pro čtenáře náročné a nepřehledné, který odkaz je k určité větě relevantní, např. na str. 19 je pět odkazů a sedm vět. V tabulce 2.1. jsou uvedeny jednotlivé indexy lomu třech matric pro vlnové délky 2,7, 0,55 a 0,85 μm , ovšem vzhledem k zaměření práce by měli být pro oblast spektra okolo 2 μm .

V experimentální části je na str. 29 uvedeno „Dalším thuliovým laserem byl $Tm,Y:\text{CaF}_2$, který byl diodově čerpán v kontinuálním CW režimu. Bylo dosaženo účinnosti 21,5% s laditelností 190 nm. [29]“ ovšem toto se v uvedené literatuře nevyskytuje. V textu na str. 29 je uvedena koncentrace iontů gadolinia 1,5 % a všude dále je uváděna hodnota 1 %.

Autorka uvádí hodnoty diferenciálních účinností, ovšem není u nich popsáno, čeho vůči čemu odpovídají – např. str. 40 – „Diferenciální účinnost se u všech vzorků pohybovala okolo 40%.“ Na obr. 4.7, kde je zobrazen detail absorpčního spektra, je uvedena hodnota nejvyššího píku na vlnové délce 1621 nm, ovšem na celkovém absorpčním spektru je tato hodnota 1622 nm.

K bakalářské práci mám následující dotazy:

- Mohla by autorka více vysvětlit tvrzení na str. 14 – „Účinným kryogenním chlazením lze omezit populaci dolní laserové hladiny a kvazi-3-hladinový systém převést na 4-hladinový s velmi nízkým kvantovým defektem.“
- U vlnových délek generovaného záření není uváděna šířka spektra (FWHM). Jak ovlivňuje měření vlnové délky generovaného záření rozlišení spektrometru a lze zlepšit případnou nepřesnost např. pomocí jiného přístroje dostupného v laboratoři?
- Byly započítány při určování amplitudy absorbovaného výkonu Fresnelovy ztráty?
- Byly měřeny prostorové struktury svazku záření pro střídu 50 %?

I přes uvedené připomínky jsem přesvědčen, že bakalářská práce cíle uvedené v zadání splnila. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem navrhuji klasifikovat bakalářskou práci Terezy Novákové stupněm

C (dobře).