

Posudek školitele na diplomovou práci Bc. Milana Jandery

„Diodově buzený Nd,Gd:CaF₂ laser s pasivní synchronizací módů generující sub-pikosekundové impulsy“

Předložená diplomová práce je výsledkem čtyř a půl letého studia autora ve skupině pevnolátkových laserů na katedře fyzikální elektroniky FJFI ČVUT v Praze v období 2017-2022.

Práce se zabývá výzkumem spektrálních a laserových vlastností nových krystalů na bázi fluoridů CaF₂ a SrF₂ dopovaných aktivními ionty Nd³⁺ a kodopovaných neaktivními ionty Y³⁺, La³⁺, Lu³⁺, Gd³⁺ pro zabránění shlukování aktivních iontů a zlepšení laserových vlastností. Tyto nové krystaly mají široká fluorescenční spektra a umožňují tak přeladitelnost výstupní vlnové délky generovaného záření v rozmezí desítek nanometrů a z toho plynoucí možnost generace ultrakrátkých impulsů s délkou v oblasti femtosekund. Takovéto ultrakrátké světelné impulsy nacházejí stále širší uplatnění jak ve vědeckém využití, tak i v průmyslu pro značkování a popisování, případně mikroobrábění a další aplikace. Jedná se tedy o aktuální problematiku řešenou ve spolupráci s Ústavem keramiky v Šanghaji, kde byly studované vzorky krystalů připraveny. Předložená diplomová práce je převážně zaměřena na studium diodově buzeného laseru s novým aktivním materiálem Nd,Gd:CaF₂ o kterém je v literatuře pouze několik publikací.

Vlastní práce je napsána v českém jazyce, obsahuje 67 stran textu a je rozdělena kromě úvodu, závěru a seznamu literatury do 2 hlavních částí z nichž kapitola 2 je rešeršní a kapitola 3 obsahuje experimentální výsledky a detaily. V rešeršní části autor uvádí základní informace o aktivních prostředích na bázi CaF₂ a SrF₂ dopovaných aktivními ionty Nd³⁺ a kodopovaných neaktivními ionty Y³⁺, La³⁺, Lu³⁺, Gd³⁺ a porovnává je s klasickými materiály jako Nd:YAG a podobnými krystaly. Uvádí rovněž základní fakta z metody generace ultrakrátkých impulsů pomocí synchronizace módů a jejich měření.

Těžiště práce je v experimentální části. Byly studovány jednak nové krystaly Nd,Gd:CaF₂ ve tvaru krystalických vláken - v našem případě válečků o průměru 1.9 mm a délce 10 mm a klasických objemových krystalů – v našem případě se jednalo o vzorek s Brewsterovskými čely pro potlačení etalonových efektů, nežádoucích pro dosažení režimu synchronizace módů.

Autor nejprve nejprve charakterizoval dvě dostupné čerpací laserové diody a možnost jejich přeladění do oblasti maxima absorpce krystalů Nd,Gd:CaF₂ v okolí 790 nm. Potom charakterizoval jednotlivé aktivní krystaly v různých konfiguracích rezonátoru nejprve v kvazikontinuálním režimu, kdy je snížením středního čerpacího výkonu menší nebezpečí poškození těchto krystalů. Porovnal dané krystaly z hlediska výstupního výkonu i přeladitelnosti výstupního záření. Jedním z hlavních cílů bakalářské práce byl návrh rezonátoru laseru pro režim synchronizace módů. Autorovi se po optimalizaci rezonátoru podařilo dosáhnout pasivní synchronizace módů v kontinuálním režimu pro oba aktivní krystaly, což dává dobré předpoklady pro další studium. V případě aktivního krystalu ve tvaru krystalického vlákna byly generovány impulsy dlouhé v okolí 200 ps s výraznou substrukturou způsobenou pravděpodobně parazitními odrazy na kolmých čelech krystalu. Tento efekt nebyl v souladu s teorií pozorován u krystalu s Brewsterovskými čely kde byly generovány hladké impulsy o nejmenší délce 2.14 ps. V současné době probíhá v laboratoři další optimalizace tohoto laseru a zatím bylo dosaženo generace impulsů o délce 1.6 ps. Obě uvedené hodnoty představují nejkratší dosažené impulsy z laseru s uvedeným krystalem.

Práce má dobrou grafickou úroveň a obsahuje řadu velmi zajímavých výsledků, které budou využity při dalším řešení této problematiky. V důsledku pandemie, kdy nebyla studentům experimentální činnost umožněna trvalo autorovi dokončení práce o semestr déle. Během své práce prokázal svědomitý, systematický a iniciativní přístup, schopnost zvládnout pokročilou měřicí techniku, zpracovat, vyhodnotit a vysvětlit naměřené výsledky. Cíle bakalářské práce tak byly splněny.

Doporučuji práci přijmout k obhajobě a navrhuji hodnocení stupněm

„B – velmi dobře“.

V Praze dne 24.1.2022

Prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.
vedoucí diplomové práce