

Oponentní posudek habilitační práce

Computational spectroscopy of optical materials

autor habilitační práce: RNDr. Karel Žídek, Ph.D.
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
Technická univerzita v Liberci

Téma habilitační práce je z oblasti laserové spektroskopie využívající ultrakrátké laserové pulzy a nelineární optiku. Jedná se o téma vysoce aktuální, zejména v souvislosti s renesancí a až skokovým nárůstem významu technické optiky, resp. fotoniky posledních desetiletích v mnoha oborech lidské činnosti, od průmyslu, zpracování materiálu, obraně až po metrologii, medicínu a další. Autor během svého dosavadního vědeckého působení získal zkušenosti na několika různých pracovištích doma i v zahraničí a podílel se na množství prací, které už mají hojnou odezvu ve vědecké komunitě. Pro habilitační práci vybral menší část svých dosavadních výsledků a to tři dílčí témata, kterým se věnoval v posledních cca pěti letech ve svém týmu na pracovišti centra TOPTEC v Turnově. Tato tři témata tvoří ucelené kapitoly práce.

První je věnována komprimovanému zobrazování v laserové spektroskopii. Pomocí sekvence náhodně generovaných interferenčních obrazců (random speckle pattern) se podařilo demonstrovat aparaturu pro hyperspektrální rekonstrukci zobrazení fotoluminescence vzorku, přičemž byl použit jediný („single-pixel“) detektor a k rekonstrukci stačilo zaznamenat pouhých cca 20% měření (ve srovnání s počtem zobrazených míst). Další významnou a původní metodou je rozšíření komprimovaného zobrazování na časově rozlišenou spektroskopii s využitím ultrakrátkých pulzů pro prostorově a časově rozlišené měření fotoluminescence s mikrosekundovým rozlišením. Metody byly demonstrovány na měření některých polovodičových materiálů jako nanoporézní křemík nebo kadmium-sulfid-selenidové scintilační materiály. Druhá část výsledků se týká spektroskopie využívající ultrakrátké pulzy s náhodnou fází. Podrobně jsou analyzovány faktory, které mají vliv na spolehlivost rekonstrukce charakteristik optických pulzů metodou FROG. Autor popisuje vlastní modifikaci této metody, tzv. FROG se skenováním disperze (D-FROG). Aplikace těchto měřicích metod byla ukázána na charakterizaci časové odezvy se subpikosekundovým rozlišením záření odraženého na dvou tenkých vrstvách. Poslední, třetí oblast je pak věnována optické charakterizaci tenkých vrstev s využitím detekce generace druhé harmonické frekvence (SHG, Second Harmonic Generation) na rozhraních.

Výsledky výzkumu byly publikovány v kvalitních článcích ve vysoce prestižních časopisech, včetně časopisů společnosti Optica (dříve OSA) nebo nakladatelství Nature. Vzhledem k závažnosti a originalitě výsledků se dá očekávat, že si publikace najdou vysoký ohlas podobně jako předchozí autorovy práce. Autor uvádí, že jeho výzkum je motivován potřebami optického průmyslu, výrobou optických komponent, antireflexních vrstev, příp. fotoluminiscenčních komponent, proto se dá očekávat, že zde uvedené výsledky najdou využití i v aplikační sféře, ať už v akademickém výzkumu nebo v průmyslových podnicích, např. ve firmách Crytur nebo Asphericon.

Při čtení práce mně napadly některé dotazy týkající se zejména experimentálních měřicích sestav, otázky je možné použít k rozpravě:

- na obr. 3.2 na str. 19 a na obr. 3.11 na str. 34 jsou příklady použitých experimentálních sestav. Některé části jsou komplety pořízené jako komerční zařízení (pulsní laser, NOPA, spektrometry); mohl by autor vybrat některé parametry zvláště důležité pro měření, např. dynamický a spektrální rozsah spektrometrů, příp. připomenout typy zařízení (vím, že v článcích jsou výrobci a typy zařízení uvedeny)? Která zařízení jsou sestavená v laboratoři autorova týmu z jednotlivých komponent, jedná se o charakterizaci pulzů metodou FROG, 4f pulse shaper, kompresor pulzů? Byly srovnány výsledky měření z laboratorní sestavy FROG s měřením pomocí komerčně dostupných FROG zařízení?
- na str. 24 je zmíněna konverzní účinnost 50 mikrometrů tlustých nelineárních krystalů používaných v implementaci FROG metody. Jak vysoká je typicky tato konverzní účinnost, je její hodnota kritická pro měření a je možné její tloušťku optimalizovat, resp. prodloužit, nebo je tloušťka omezená „walk-off“ parametrem, resp. vzájemným prostorovým překryvem obou interagujících pulzů?
- Na str. 48 v části týkající se charakterizace tenkých vrstev je uvedeno, že vyvíjené metody mohou přispět k snížení vlivu kritických bodů („critical spots“) na snížené prahu poškození LIDT (Laser Induced Damage Threshold). Může autor ukázat příklady a původ takových critical spots v optických prvcích zkoumaných na jeho pracovišti a jsou jím prezentované metody např. RATS schopné tyto vady odhalit?

Po formální stránce je práce přehledně a srozumitelně zpracována a to i pro čtenáře mimo úzce specializovaný obor optické spektroskopie. Práce je ve formátu souboru prací doplněných podrobným komentářem, který tvoří cca 50 úvodních stran práce. Práce byla velmi pečlivě zkontrolována, nenašel jsem v ní překlepy či stylistické chyby.

Habilitační práce a publikované výsledky jsou na vynikající odborné a vědecké úrovni a splňují požadavky pro získání vědecko-pedagogického titulu „docent“. Pedagogické schopnosti žadatel prokázal rovněž při vedení týmu a studentů, kdy studenti jsou i prvními autory několika hodnotných publikací. Doporučuji proto přijmout habilitační práci pro obhajobu a po úspěšné obhajobě jmenovat RNDr. Karla Žídku, Ph.D. docentem v příslušném oboru.

V Praze dne 6. března 2022

doc. Ing. Pavel Peterka, Ph.D.
ÚFE AV ČR, v.v.i.