

Posudek školitele na disertační práci Ing. Jiřího Mužíka

„Development of high-repetition-rate picosecond thin-disk lasers“

Předložená disertační práce je výsledkem sedmiletého doktorského studia autora na katedře fyzikální elektroniky FJFI ČVUT v Praze a výzkumném centru HiLASE v letech 2014-2021. Cílem práce byl výzkum a vývoj pevnolátkových laserů s vysokým středním výstupním výkonem, velmi krátkou délkou impulzu, vysokou opakovací frekvencí a s kvalitou svazku blízkou difrakčnímu limitu. Práce je napsána v anglickém jazyce.

S problematikou diodově buzených pevnolátkových laserů se autor setkal již během své diplomové práce na KFE, v rámci které vyvinul diodově buzený thuliový laser generující v režimu kontinuální synchronizace módů pikosekundové impulsy na vlnové délce 1910 nm. Po nástupu do doktorského studia se věnoval nejprve na KFE FJFI experimentu v souladu s cíli centra HiLASE zaměřenými na problematiku výkonových laserů generujících ve spektrální oblasti kolem 1 μm - jmenovitě tenkodiskových laserů s aktivním materiálem Yb:YAG. Studium nového aktivního materiálu Yb:YAG prokázalo jeho přednosti pro lasery s vyšší účinností pracující za snížené teploty. Po této problematice se autor zabýval i potenciálními kandidáty na aktivní materiály generující ve velmi zajímavé spektrální oblasti kolem 3 μm a docílil efektivní generace v laseru s keramikou Er:Y₂O₃. Oba tyto experimenty jsou detailně popsány v kapitole 4 a výsledky byly publikovány v impaktovaných časopisech.

Hlavní část práce se týká výzkumu a vývoje CPA pikosekundového laserového systému PERLA C v centru HiLASE. Autor měl rozhodující podíl na vývoji celého systému a jeho hlavní přínos byl v návrhu a realizaci kruhového regenerativního zesilovače s pouze jedním tenkým diskem Yb:YAG a dosaženým středním výkonem >500 W. Dosažené originální výsledky i celá řada zajímavých konstrukčních detailů které jsou obsaženy v kapitole 5 jsou cenné pro návrh podobných zdrojů pikosekundových impulsů i na různých vlnových délkách. Autor během svého studia prokázal výborné znalosti v oblasti laserů a nelineární optiky, vysokonapěťových zdrojů, vysokofrekvenční elektroniky, vláknové optiky atd. Vyvinutý systém PERLA C představuje svými parametry unikátní laserový zdroj i v celosvětovém měřítku. V rámci vývoje tohoto systému bylo publikováno několik vědeckých článků. Některé z nich autor inicioval a vedl odborně jejich přípravu, ačkoli hlavní autorství přenechal svým studentům. Kromě vlastní konstrukce laseru proběhla na systému PERLA C s aktivním přispěním autora řada velmi zajímavých vědeckých experimentů, z nichž některé se skutečně unikátními výsledky byly publikovány s jeho spoluautorstvím ve vysoce impaktovaných časopisech. Lze jmenovat např. rekrystalizaci TiO₂ do formy nanotrubiček po ozáření materiálu 4. harmonickou frekvencí laseru PERLA.

Řešení problematiky v daném širokém rozsahu bylo umožněno intenzivní spoluprací autora s dalšími členy týmu HiLASE, studenty pracujícími v rámci svých výzkumných prací i se spolupracovníky ze zahraničí. Autorova práce je inspirací pro další rozvoj tenkodiskových laserů v rámci centra HiLASE. Autor rovněž absolvoval několik stáží, nejvýznamnější na National Institute for Fusion Science v Japonsku. Během práce na disertaci autor mimo jiné prokázal cílevědomost, zručnost, preciznost a trpělivost při návrhu a realizaci experimentů. Prokázal rovněž schopnost orientace v moderních informačních technologiích a automatizaci experimentů. Rovněž je nutno ocenit jeho přínos při vedení dalších studentů pracujících v laboratoři v rámci svých

výzkumných prací. Vedl nebo vede práce věnující se rozvoji Yb:YAG CPA systémů a v posledním roce i vývoji Tm:YAP a Tm:YLF laserů.

Výsledky byly autorem zpracovány do konečné podoby článků a vesměs publikovány v kvalitních zahraničních periodících se širokou působností, prezentovány na prestižních mezinárodních konferencích a byly kladně přijaty vědeckou komunitou. Autor se podílel i na sepsání kapitoly v monografii zaměřené na EUV litografii (SPIE), která je momentálně ve fázi konečné editace nakladatelstvím. Vlastní disertační práce je zpracována na vynikající grafické úrovni a bude jistě sloužit i jako výukový materiál pro další studenty a doktorandy.

Autor se během doktorského studia významnou měrou podílel na řešení řady úloh podpořených z programů EU Horizon 2020, operačních programů MŠMT OP VaVpI a OP VVV, programu Laserlab Europe, grantů TAČR i řešení smluvních zakázek centra Hilase pro firmy jako Gigaphoton, Mitsubishi Heavy Industry, Thyssen Krupp, atd.

Lze bez váhání konstatovat, že výsledky disertační práce odpovídají stanoveným cílům a předložená práce formou, obsahem, metodou zpracování, vědeckým přínosem i přínosem pro praxi vyhovuje podmínkám stanoveným Sbírkou zákonů č.111/1998 §47 pro doktorské disertační práce.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem doporučuji, aby bylo zahájeno řízení obhajoby disertační práce a aby po úspěšném obhájení byla Ing. Jiřímu Mužíkovi udělena vědecká hodnost Ph.D.

V Praze dne 2.6.2021

Prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc.
Školitel

Ing. Martin Smrž,
Ph.D. Digitally signed
by Ing. Martin
Smrž, Ph.D.
Date: 2021.06.03
04:09:27 +02'00'

Ing. Martin Smrž, Ph.D.
Školitel specialista