

Posudek školitele na dizertační práci RNDr. Lukáše Berana

„Optical and magneto-optical studies of ferrimagnetic garnets for photonic and spintronic applications“

Dizertační práce RNDr. Lukáše Berana se věnuje systematickému výzkumu optických a magnetooptických vlastností tenkých vrstev ferimagnetických železitých granátů. Jedná se o velmi aktuální problematiku s aplikačním potenciálem v oborech spinové elektroniky a fotoniky.

Železité granáty vykazují silnou magnetooptickou odezvu a jsou proto slibné pro aplikace v zařízeních využívajících nereziproké šíření světla, tzv. magnetooptických izolátorech. Ty se využívají jako optické jednosměrky pro potlačení zpětných odrazů v optické komunikaci. V dnešní době je enormní zájem integrovat tato zařízení na fotonický čip. To je však velmi složité vzhledem k materiálové nekompatibilitě železitých granátů s křemíkovou technologií. Je proto nutné nalézt vhodné technologické postupy jak této integrace dosáhnout.

Ferimagnetické uspořádání studovaných granátů předurčuje tyto materiály pro aplikace v ultrarychlé spinové elektronice. Dynamika magnetizace je řádově vyšší než v materiálech s feromagnetickým uspořádáním. Výsledná magnetická anizotropie vzorků je ovlivněna magneto-elastickou interakcí se substrátem a je tedy možné vyrobit tenké vrstvy s kolmou magnetickou anizotropií. To je důležité z hlediska elektrického přepínání magnetického uspořádání pomocí jevů spin-orbit torque. Navíc při použití magnetického iontu v dodekahedrální poloze lze ovlivňovat kompenzační teplotu materiálu.

Ve svém úvodu práce shrnuje dosavadní stav poznání v oblasti spinové elektroniky a fotoniky a nastiňuje motivaci studia zkoumaných materiálů. Teoretická část práce přehledně uvádí základní teorii použitou k analýze získaných dat. V experimentální části student popisuje principy všech použitých experimentálních metod, včetně metod použitých k přípravě zkoumaných vzorků. Dále představuje skupinu ferimagnetických granátů včetně jejich základních fyzikálních vlastností.

Prezentace vlastních výsledků je pak rozdělena tematicky podle typu aplikace. Nejdříve jsou shrnuty výsledky optických a magnetooptických vlastností zkoumaných granátů pro fotonické aplikace. Zde bych chtěl zmínit hlavně systematické studium magnetooptických vlastností Ce dopovaného yttriového granátu v závislosti na orientaci použitého substrátu. Dosažené výsledky jasně poukázaly na vhodnost 111 orientace a významně posunuly metodu přípravy těchto materiálů. Výsledky uvedené v práci již byly publikovány a mají dobrou citační odezvu.

Část práce věnovaná prezentaci výsledků na granátech vhodných pro spintronické aplikace se soustředí především na výzkum optických a magnetooptických vlastností terbiového železitého granátu. Tento materiál vykazující kolmou magnetickou anizotropii má kompenzační teplotu nad pokojovou teplotou. Pomocí teplotně závislých měření se podařilo popsat změnu tenzoru permitivity tohoto materiálu při přechodu kompenzační teplotou. Následnou mikroskopickou analýzou magnetooptických vlastností se podařilo popsat dílčí spektrální struktury a přiřadit je k jednotlivým elektronovým přechodům. To umožnilo rozseparovat magnetooptické příspěvky jednotlivých strukturních podmříží a popsat jejich

magnetickou anizotropií. To považuji za naprosto unikátní výsledky, které jistě povedou ke zcela nové metodě výzkumu magnetických vlastností komplexních magnetických oxidů pomocí magnetooptické spektroskopie.

Během svého studia absolvoval RNDr. Lukáš Beran několik studijních stáží (včetně roční stáže) ve skupině Prof. C. Ross v Massachusetts Institute of Technology, kde deponoval tenké vrstvy pomocí pulzní laserové depozice. Prof. Ross velmi oceňovala Lukášovu práci a nabídla mu pozici postdoc na této prestižní univerzitě.

Po celou dobu projevoval RNDr. Lukáš Beran mimořádné pracovní nasazení. Jak z práce samotné vyplývá, student se zúčastnil všech fází výzkumu od depozice vzorků, přes měření základních fyzikálních vlastností až po pokročilou optickou a magnetooptickou analýzu. Váhu jeho vědecké práce dokládá 20 impaktovaných publikací, kde je dvakrát prvním autorem a šestkrát druhým autorem. Dosažené výsledky též prezentoval na mnoha mezinárodních konferencích. S počtem citací přes 160 bez autocitací a h-indexem 8 podle WoS dle mého názoru překonává průměr naší fakulty.

Na závěr bych chtěl zmínit, že Lukáš prokázal i výborné pedagogické schopnosti během svého doktorského studia, když pomáhal s výchovou mladých studentů v laboratoři magnetooptiky FÚUK jako konzultant bakalářských prací a vedoucí studentských fakultních grantů.

RNDr. Lukáš Beran byl naprosto výjimečný student a jasně prokázal že je schopen řešit náročné problémy v oblasti magnetooptiky a materiálové fyziky. Dle mého názoru dizertační práce splňuje všechny požadavky na ní kladené, a proto doporučuji její postoupení příslušné komisi k obhajobě za účelem udělení titulu Ph.D.

V Praze 13.8. 2020



RNDr. Martin Veis, Ph.D.