

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Bc. Dejan Prokop

Název práce: Study of optical properties of thin multi-layers based on black metals

Studijní program a obor: Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů [FKSMP]

Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly vedoucího: RNDr. Petr Hruška, Ph.D.
Pracoviště: Katedra fyziky nízkých teplot (KFNT)
Kontaktní e-mail: petr.hruska@matfyz.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Tématem diplomové práce Bc. Dejana Prokopa byla příprava a charakterizace struktury a optických vlastností tenkých vrstev. Konkrétně připravil sérii černých kovů – hliníku a titanu – metodou magnetronového naprašování a také termochromické vrstvy oxidu wolframového WO_3 – nedopovaného a dopovaného fosforem – pomocí pulzní laserové depozice. Následně se pokusil vytvořit koncept tzv. chytrého absorbéru kombinujícího tyto dva typy materiálů ve formě multivrstvy. V rámci 3 let řešení diplomové práce si diplomant osvojil velké množství experimentálních technik od skenovací elektronové mikroskopie a difrakce rentgenového záření, po charakterizaci optických vlastností pomocí měření spektrofotometrické transmitance a reflektance, luminiscence a elipsometrie. Je nutné zdůraznit, že velkou část experimentálních prací, tj. jak depozici vrstev, tak jejich charakterizaci, provedl samostatně a bez nutnosti asistence vedoucího a dalších zkušených kolegů.

Práce je rozdělená do 4 kapitol a obsahuje veškeré náležitosti pro kvalitní diplomovou práci: rešerši odborné literatury v oblasti černých kovů a termochromických materiálů, popis fyziky tenkých vrstev, použitých depozičních a experimentálních metod, a v neposlední řadě analýza a interpretace experimentálních výsledků. V rámci nadstandardního rozsahu práce, jsou jednotlivé její části vyloženy velmi dopodrobna, zároveň se ale diplomantovi podařilo více než polovinu věnovat výsledkům a jejich diskuzi. Formální stránku považuji celkově za vynikající. Ačkoli je práce napsaná v anglickém jazyce, je jasně strukturovaná a velice čtivá s některými pasážemi, které mají až pedagogický charakter. Rovněž graficky je na výborné úrovni, o čemž svědčí velké množství obrázků, které diplomant sám vytvořil na míru probíranému tématu.

Odborně je práce rovněž na vynikající úrovni. Tematicky kombinuje 2 odlišné typy materiálů s poměrně širokou škálou experimentálních metod. Velký důraz je přitom kladen na vysvětlení vlivu různých depozičních podmínek na výsledné vlastnosti tenkých vrstev. Tento přístup umožňuje jejich budoucí optimalizaci vedoucí k přípravě pokročilých tenkých vrstev s jedinečnými optickými vlastnostmi. Část dosažených výsledků Bc. Dejan Prokop prezentoval na mezinárodních konferencích *ICPA-19* a *SLOPOS-16* v letech 2022 a 2023, zároveň je spoluautorem 2 článků v impaktovaných časopisech *Nanomaterials* a *RSC Advances*. Dále navázal úspěšnou spolupráci s odbornými pracovišti na Fyzikálním ústavu AV ČR, Univerzitou v Tartu (Estonsko) a Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf v Německu. Celkově diplomant jednoznačně osvědčil své předpoklady pro další vědeckou kariéru, kterou hodlá nadále rozvíjet v rámci doktorského studia, jeho diplomovou práci hodnotím jako výbornou a doporučuji ji k obhajobě.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Pro širší kontext uvádím následující komentáře:

1. Diplomová práce tematicky navazuje na předchozí bakalářskou práci zaměřenou na tenké vrstvy černého hliníku. Ačkoli byla velká část těchto výsledků úspěšně zreprodukována, je jim věnován podstatně menší prostor na úkor nových výsledků, především vrstev černého titanu.
2. Zvláště oceňuji schopnost kritického myšlení, které diplomant projevil při interpretaci naměřených výsledků. Snaha propojit zdánlivě protichůdné výsledky a najít jejich ne vždy triviální vysvětlení, dodává diskuzi přidanou hodnotu. Příkladem takové analýzy je pozorování termochromické odezvy ve vrstvě s tetragonální krystalovou strukturou namísto – v literatuře běžné – monoklinické fázi.

3. Jsem toho názoru, že rozsah diplomové práce, odpovídající jejímu řešení po dobu 3 let, je do jisté míry nadměrný. Šlo z velké části o rozhodnutí diplomanta, které je třeba respektovat a které nepochybně přispělo k ucelenosti a vysoké úrovni práce.

K výsledkům práce mám doplňující poznámku:

1. (Nano)porozita černých vrstev byla doposud charakterizována měřením doby života pozitronů analýzou dlouhé komponenty pocházející od anihilace tzv. ortho-pozitronia. Těchto výsledků lze dosáhnout pouze použitím pokročilého pulzního svazku pomalých pozitronů s vysokým časovým rozlišením, proto tato metoda nakonec nebyla zahrnuta do diplomové práce. Nicméně v podkapitole 4.2 je zmíněna zajímavá myšlenka, že v případě vrstev černého hliníku deponovaného na křemíkovém substrátu lze jako míru jejich porozity použít obsah kyslíku změřený metodou EDS. Pokud je tato myšlenka správná a platí i případě nanopórů, pozorovaných pomocí anihilace pozitronů, potom by bylo možné provádět jejich charakterizaci podstatně jednodušší experimentální metodou.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze 2. 9. 2024

.....
RNDr. Petr Hruška, Ph.D.