

Oponentní posudek pojednání práce

Ústav: Ústav fyzikálního inženýrství
Student(ka): Ing. Michal Páleníček
Doktorský studijní program: Fyzikální a materiálové inženýrství
Studijní obor: Výzkum ultratenkých magnetických vrstev a nanostruktur

Akademický rok: 2021/22

Vedoucí pojednání práce: prof. RNDr. Jiří Spousta, CSc.
Oponent pojednání práce: Ing. Petr Kostelník, Ph.D.

Název pojednání práce:

Návrh komplexní modulární UHV aparatury pro tvorbu, modifikaci a pozorování nanostruktur in situ

Student doktorského studia Ing. Michal Páleníček se v rámci svého studia zabýval návrhem a konstrukcí modulární UHV aparatury pro tvorbu, modifikaci a pozorování nanostruktur. Koncept takovéto aparatury je velmi vhodný pro komplexní studium nanostruktur, protože nevyžaduje nutnost přesunu mezi různými systémy v jednotlivých fázích výroby a analýzy a vystavení atmosférickým podmínkám, které mohou mít negativní vliv na jejich chování. Vývoj aparatury probíhal v rámci společného projektu AMISPEC společnosti Tescan, Ústavu fyzikálního inženýrství FSI VUT v Brně a Ústavu přístrojové techniky AV ČR.

Aktuálnost tématu disertace:

Předkládaná disertační práce obsahuje studii konkurenčních řešení SEM optiky pro komplexní UHV aparatury. To potvrzuje celosvětový zájem o vyvinuté řešení a aktuálnost problému. Výsledky konstrukčních prací řešených v rámci doktorského studia (SEM tubus, BE/BSE detektory) byly akceptovány společností Tescan k rozšíření jejich portfolia. Na základě výsledků předkládané disertační práce byly navíc vyrobeny funkční vzorek a prototyp komplexního analytického UHV SEM systému, které slouží ke každodenní práci na vývoji a analýze nanostruktur. Taková úroveň aplikace dosažených výsledků dále dokládá aktuálnost práce.

Splnění stanovených cílů:

Z předkládané disertační práce je jasné, že doktorand ing. Michal Páleníček splnil cíle disertační práce v plném rozsahu.

Postup řešení problému a výsledky disertace:

Tvorba, analýza a modifikace nanostruktur v podmínkách ultravysokého vakua vyžaduje synergii několika metod, které bylo nutno zakomponovat do designu UHV aparatury. Doktorand ing. Michal Páleníček v prvním kroku provedl návrh a konstrukci takové aparatury. Následně se věnoval vývoji tubusu SEM optiky pro podmínky UHV. Funkčnost nově vyvinuté konstrukce byla ověřena v praxi. Pro správnou funkci SEM mikroskopu byly pro podmínky UHV vyvinuty i nové detektory BE/BSE. Finálním návrhem bylo konstrukční řešení šestiosého manipulátoru analyzovaných vzorků. Doktorand prokázal systematický přístup, který vedl k úspěšnému řešení cílů práce.

Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru:

Význam pro praxi a další rozvoj vědního oboru fyziky povrchů pevných látek dokladují příklady využití vyvinutého UHV systému, které jsou prezentovány v kapitole 4. Je zřejmé, že jak funkční vzorek, tak i prototyp zařízení naleznou široké

Formální úprava disertace a jazyková úroveň:

Práce je psaná velmi čtivým způsobem s velmi vysokou kvalitou formální úpravy. Obsahuje minimum gramatických chyb. Je jasně členěná a dobře ilustruje dosažené výsledky. Jedinými výtkami k formální stránce je občasná nelogičnost číslování obrázků a jejich pozice v textu. V několika případech jsem narazil na obrázek, který je v textu citován dříve než obrázek s nižším pořadovým číslem. Z hlediska obsahové stránky se dá vytknout jistá zkratkovitost úvodu do rastrovací elektronové mikroskopie a implementovaných analytických metod. Vzhledem k těžišti práce v konstrukčním návrhu je ale tato výtka pouze formální.

Vyjádření k předloženým tezím:

Předložené teze jsou zkrácenou verzí předkládané disertační práce. Obsahují všechny požadované výsledky a členění. Po úspěšné obhajobě disertační práce je doporučuji k publikaci v edici PhD thesis.

Celkové zhodnocení práce a doporučení k udělení akademického titulu Ph.D.:

Přestože je práce konstrukčního charakteru, doktorand Ing. Michal Páleníček předložil výsledky vysoce přesahující úroveň magisterského studia. Dosažení prezentovaných výsledků vyžadovalo výzkumnou činnost v oblasti fyzikálních principů, designu a konstrukce UHV kompatibilních analytických systémů pro rastrovací elektronovou mikroskopii. Prezentované výsledky dokumentují úspěšné splnění všech cílů. Proto práci hodnotím jako zdařilou a doktoranda Ing. Michala Páleníčka doporučuji k udělení titulu Ph.D.

Připomínky a otázky k eventuálnímu zodpovězení při obhajobě:

- 1) Můžete diskutovat konstrukci a vlastnosti elektromagnetických čoček používaných v rastrovací elektronové mikroskopii?
- 2) Rozeberte prosím blíže konstrukci diferenciálního čerpání UHV tubusu rastrovacího elektronového mikroskopu. Jaké byly provedeny modifikace na konstrukci objektivu a oddělovací části?
- 3) Konstrukce komorového BSE detektoru vyžadovala vybrání scintilačního krystalu. Můžete diskutovat vliv vybrání na detekci materiálového kontrastu?
- 4) Prosím, diskutujte rozdíly mezi jednotlivými návrhy střední části manipulátoru, kapitola 3.4.8.
- 5) Kapitola 4 obsahuje výsledky využití navržené UHV aparatury. Byly výsledky měření pomocí AFM dosažené pomocí in-situ zařízení umístěného na manipulátoru?

V Rožnově pod Radhoštěm dne
10.1.2021

Ing. Petr Kostelník, Ph.D.
Oponent pojednání práce