

Zadání disertační práce

pro **Mgr. Miroslavu Holou**

Název:

Pokročilé interferometrické metody pro souřadnicové odměřování

Popis práce:

Studentka naváže na problematiku měření a kompenzace vlivu indexu lomu vzduchu v interferometrických dimenzionálních měřeních, která byla jejím tématem diplomové práce. Téma doktorské disertační práce bude zahrnovat v širším smyslu obor interferometrie délkových měření se zaměřením na víceosé souřadnicové měřicí systémy. V rámci práce bude cílem návrh, realizace a vyhodnocení funkce interferometrických měřicích sestav pro různé měřicí konfigurace. Součástí práce bude též řešení souvisejících problémů, stabilizace frekvence laserových koherentních zdrojů záření pro interferometrii, měření a vyhodnocování interferenčního signálu a technologie výroby optických komponentů a soustav.

Školitel: Doc. Ing. Josef Lazar, Dr.

Obor studia: ?

Předpokládané využití doktorandky ve vědeckých projektech:

Práce v rámci náplně projektu bude probíhat na ÚPT AV ČR, kde je téma disertační práce podpořeno projektem: TAČR TA02010711 „Pokročilé interferometrické systémy pro měření v nanotechnologiích“ a projektem Centra kompetence: TAČR TE01020233 „Platforma pokročilých mikroskopických a spektroskopických technik pro nano a mikrotechnologie“.

Téma 1:

Název práce:

Pokročilé syntetické difraktivní struktury.
Advanced synthetic diffractive structures

Typ práce: diplomová nebo disertační

Popis náplně práce:

Věnujte se teoreticky a poté experimentálně vývoji nových typů uměle zapisovaných difraktivních struktur pomocí elektronové litografie. Důraz bude kladen na analýzu struktur obsahujících tzv. blejzované mřížky a na prvky obsahující subdifraktivní struktury, které by šly vhodně použít v bezpečnostní holografii.

Cíle práce:

Teoretický rigorózní rozbor difrakce na syntetických difraktivních strukturách, porovnání s experimentem a reálnými výrobními možnostmi zápisu. Návrh pokročilých struktur tohoto typu pro užití v bezpečnostní holografii.

Základní literatura:

Born M., Wolf E.: *Principles of Optics*, Pergamon Press, New York 2005.
Lipson S. G. *et al.*: *Optical Physics*. Cambridge University Press, Cambridge 1995.

Vedoucí práce: Ing. Libor Kotačka, Ph.D.

Téma 2:

Název práce:

Submikronové struktury v moderní fotonice.
Submicron structures in modern photonics

Typ práce: diplomová nebo disertační

Popis náplně práce:

Věnujte se aplikačním možnostem pokročilých struktur s rozlišením jednotlivých elementů pod jeden mikrometr, které lze využít v aplikované fotonice pro účely telekomunikací a difraktní optiky. Takové struktury budou vyráběny především elektronovou litografií a následně průmyslově replikovány.

Cíle práce:

Příprava a analýza vybraných fotonických struktur, u kterých jsou rozměry jednotlivých stavebních prvků typicky ve stovkách nanometrů. Ověření principů pomocí simulačních výpočtů a určení výrobních možností a tolerancí.

Základní literatura:

Born M., Wolf E.: *Principles of Optics*, Pergamon Press, New York 2005.
Lipson S. G. *et al.*: *Optical Physics*. Cambridge University Press, Cambridge 1995.
Saleh B. A. A., Teich M. C.: *Fundamentals of Photonics*. Wiley, New Jersey 2007.

Vedoucí práce: Ing. Libor Kotačka, Ph.D.

Téma 3:

Název práce:

Matematické metody pro syntetickou holografii.
Mathematical methods for synthetic holography

Typ práce: diplomová

Popis náplně práce:

Věnujte se vývoji a optimalizaci matematických a programových postupů pro řízení datové přípravy složitých expozičních úloh v elektronové litografii.

Cíle práce:

Vývoj nových řídicích postupů vhodných pro řízení expozic elektronovým litografem. Optimalizace postupů s ohledem na praktické možnosti zápisu litografů. Důraz na záznam pokročilých difraktivních struktur.

Základní literatura:

Lipson S. G. *et al.*: *Optical Physics*. Cambridge University Press, Cambridge 1995. Interní dokumenty firmy Optaglio, s.r.o.

Vedoucí práce: Ing. Libor Kotačka, Ph.D.

Název práce:

Pokročilé techniky frekvenční stabilizace laserů.
Advanced techniques of laser frequency stabilization

Typ práce: diplomová

Popis náplně práce:

Pevnolátkové Nd:YAG lasery se zdvojnásobením optické frekvence ($\lambda=532$ nm) jsou velmi perspektivním zdrojem záření pro laserovou interferometrii a nanometrologii délek. Jedním z klíčových parametrů ovlivňujících přesnost odměrování vzdálenosti interferometrem je stabilita vlnové délky použitého laserového zdroje. Práce bude zaměřena na praktické laboratorní experimenty frekvenční stabilizace laserů s využitím metod laserové spektroskopie v parách molekulárního jodu.

Cíle práce:

Cílem diplomové práce je návrh a realizace experimentu pro frekvenční stabilizaci Nd:YAG laserů pomocí spektroskopických technik, k dispozici bude vybavení a zázemí laboratoří Ústavu přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.

Diplomová práce musí obsahovat:

- popis a srovnání metod frekvenční stabilizace laserů,
- návrh optické sestavy,
- realizace experimentu,
- analýza dosažených parametrů.

Základní literatura:

Wolfgang Demtröder: Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation, Springer-Verlag, Berlin, 2nd edn. 1996
Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich: Fundamentals of photonics, Wiley-Interscience, 2nd edn. 22. 2. 2007

Vedoucí práce: Ing. Jan Hrabina, Ph.D., Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i.



Název práce:

Návrh preparační komory pro UHV SEM/SPM mikroskop.

Design of the preparation chamber for UHV SEM/SPM microscope

Typ práce: bakalářská nebo diplomová

Popis náplně práce:

Návrh preparační komory pro přípravu vzorků pro UHV SEM/SPM mikroskop včetně zařízení pro manipulaci se vzorky, ohřevu vzorků a zakládací komory.

Cíle práce:

Navrhněte UHV preparační komoru pro přípravu vzorků pro UHV SEM/SPM mikroskop firmy Tescan.

Adaptace transportního systému vzorků firmy Specs pro tuto komoru.

Návrh manipulátoru včetně ohřevu vzorků.

Navrhněte komoru pro zakládání vzorků bez porušení vakua.

Základní literatura:

Roth, Vacuum Technology, New York 1996.

Vedoucí práce: Ing. Petr Bábor, Ph.D.

Název práce:

Návrh komory pro přípravu a modifikaci vzorků pro ultravakuový elektronový mikroskop

Design of the preparation chamber for UHV SEM/SPM microscope

Typ práce: bakalářská práce, diplomová práce

Popis náplně práce:

Navrhněte komoru pro přípravu a modifikaci vzorků pro ultravakuový elektronový mikroskop (UHV SEM). Součástí komory bude manipulátor vzorků umožňující ohřev na teploty až 1300 °C. Manipulátor bude umožňovat transport vzorků do analytické komory. Součástí komory budou rovněž přístroje umožňující čištění vzorků, jako jsou např. zdroj atomárního kyslíku nebo nízkoenergiový iontový zdroj. Komora by měla umožňovat řízené napouštění plynů a depozici různých materiálů pomocí efúzních cel.

Cíle práce:

Navrhněte komoru pro přípravu a modifikaci vzorků pro UHV SEM v prostředí programu SolidWorks.

Základní literatura:

Roth, Vacuum Technology, New York 1996.

Vedoucí práce: Ing. Petr Bábor, Ph.D.

Název práce:

Modelování stínění magnetického pole v UHV systémech
Modelling of the shielding effects in the UHV systems

Typ práce: diplomová práce

Popis náplně práce:

Rušivé magnetické pole, které vstupuje nebo je přítomno v komoře analytických přístrojů, způsobuje snížení prostorového rozlišení. Toto magnetické pole lze stínit výběrem vhodných materiálů při konstrukci přístroje a použitím vhodných magnetických materiálů jako štítů. Práce se bude zabývat výběrem vhodných konstrukčních materiálů snižujících intenzitu rušivého magnetického pole a návrhem vhodného prostorového uspořádání magnetických štítů pro ultravakuový elektronový mikroskop (UHV SEM) se skenovacím sondovým mikroskopem (SPM). Při návrhu možných řešení budou využívány simulace magnetických polí. Vybrané materiály a konstrukční řešení musí být ultravakuově kompatibilní. Současně musí být splněny požadavky z hlediska vibrací, opracovatelnosti povrchu apod.

Cíle práce:

Proveďte rešeršní studii možností stínění magnetického pole v ultravakuových systémech.

Navrhněte možná řešení stínění magnetického pole v UHV aparatuře pro SEM/SPM mikroskop.

Studujte vliv tvarových detailů UHV komory na účinnost stínění.

Základní literatura:

Roth, Vacuum Technology, New York 1996.

Sedlák, Štoll, Elektřina a magnetismus, Academia Praha, 1993

Haňka, Teorie elektromagnetického pole, SNTL, Praha 1975

Vedoucí práce: Ing. Petr Bábor, Ph.D.

Název práce:

Návrh ultravakuového detektoru sekundárních elektronů.
Design of the secondary electron detector

Typ práce: – bakalářská práce

Popis náplně práce:

Detektory sekundárních elektronů (SE) se používají pro zobrazování zkoumaných vzorků v elektronových mikroskopech. Sekundární elektrony vznikající při interakci elektronového svazku s povrhem vzorku a jejich detekcí lze získat informaci o topografii a rozlišit různé druhy materiálu. SE detektory jsou používány pro zobrazování ve většině elektronových mikroskopech. Návrh SE detektoru spočívá v adaptaci současného SE detektoru používaného ve vysokém vakuu (HV) pro funkci v ultravakuu (UHV). Vyvinutý detektor se může stát součástí ultravakuového mikroskopu vyvíjeného firmou Tescan.

Cíle práce:

Proveďte rešeršní studii dostupných SE detektorů vhodných pro UHV.
Navrhněte UHV SE detektor na bázi HV SE detektoru.

Základní literatura:

Roth, Vacuum Technology, New York 1996.
Sedlák, Štoll, Elektřina a magnetismus, Academia Praha, 1993
Haňka, Teorie elektromagnetického pole, SNTL, Praha 1975
Lencová, Lenc, Optika iontových svazků. V knize Metody analýzy povrchů.
Praha : Akademia, 2002. s. 65-102.

Vedoucí práce: Ing. Michal Páleníček (školitel specialista xx Tescan?)

Název práce:

Elektronová litografie při vyšších napětích
E-beam lithography at high energies

Typ práce – bakalářská, diplomová

Popis náplně práce:

Studium vlivu energie svazku na citlivost rezistu pro různé typy a tloušťky, případně vliv proximity efektu na expozici malých struktur. Analýza speciálních



technik ve vysokonapěťové litografii. Experimentálně srovnat používané resisty (PMMA, HSQ).

Cíle práce:

Rešerše literatury, přehled metod ELG pro vyšší napětí. Popsání vhodných technik na základě provedených experimentů pro dosažení používaných struktur včetně výběru vhodných rezistů (PMMA, HSQ,...).

Základní literatura:

SPIE Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 1: Microlithography, ed. Raichodhuri, SPIE 1997 (viz též http://www.cnf.cornell.edu/cnf_spvietoc.html).

Vedoucí práce: Michal Urbánek (David Škoda), (školitel specialista xx Tescan?)

Název práce:

Optimalizace litografického procesu pro gaussovský svazek

Typ práce – bakalářská, diplomová

Popis náplně práce:

Určení optimální velikosti stopy a proudu elektronového svazku. Korekce expozice při vytváření čar a plošných útvarů. Problematika nabíjení při expozici.

Cíle práce:

Rešerše literatury, přehled metod ELG pro vyšší napětí.

Základní literatura:

SPIE Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 1: Microlithography, ed. Raichodhuri, SPIE 1997 (viz též http://www.cnf.cornell.edu/cnf_spvietoc.html).

E. H. Mulder: On the throughput optimization of electron beam lithography systems. Dissertation, TU Delft 1991, 240 stran.

Vedoucí práce: Michal Urbánek (David Škoda), (školitel specialista xx Tescan?)

Název práce:

Rychlý zatmívací systém pro rastrovací elektronovou mikroskopii a litografii

Fast beam blanker for SEM and e-beam lithography

Typ práce - diplomová, bakalářská práce

Popis náplně:

Přehled literatury o chování zatmívacího systému (blanking systém) s vyšší frekvencí (minimálně 50 MHz) pro elektronovou litografii s vyšší energií svazku (50 a 100 keV) Určete vliv zatmívání na chování systému (vliv chromatické vady, minimální posun stopy) a jeho optimální polohu.

Cíle práce:

Návrh zatmívacího systému.

Základní literatura:

E. H. Mulder: On the throughput optimization of electron beam lithography systems. Dissertation, TU Delft 1991, 240 stran.

M. Gesley et al., Electrodynamics of fast beam blankers. J. Vac. Sci. Technol. 11, no. 6, 1993, 2378-2385.

Vedoucí práce: Michal Urbánek (školitel specialista Petr Sytař, TESCAN)

Název práce:

Lineární posuv pro UHV manipulátor

Linear motion for UHV compatible manipulator

Typ práce – diplomová, bakalářská práce

Popis náplně:

Přehled současného stavu řešení dané problematiky. Návrh bezvůlového lineárního posuvu pro ultra-vysoké vakuum. Vytvoření výrobní dokumentace, kompletace a testování navrženého posuvu v reálných podmínkách UHV. Studium problematiky UHV s ohledem na mechaniku, vývoj nového konstrukčního řešení.

Literatura:

SPIE Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 1: Microlithography, ed. Raichodhuri, SPIE 1997 (viz též http://www.cnf.cornell.edu/cnf_spietoc.html).

Vedoucí práce: Petr Bátor, Zdeněk Nováček? (školitel specialista Pavel Doležel - Tescan)