

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Stanislav Haviar

Název práce: Elektronová litografie v řádkovacím elektronovém mikroskopu

Studijní program a obor: Fyzika, Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí

Rok odevzdání: 2010

Jméno a tituly vedoucího/oponenta: Prof. RNDr. Vladimír Matolín, DrSc

Pracoviště: KFPP

Kontaktní e-mail: matolin@mbox.troja.mff.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/oponenta:

Práce navázala na bakalářskou práci a byla zaměřena na problematiku, která nebyla doposud na našem pracovišti řešena, a která souvisí s přípravou „nanodráťových“ senzorů pro detekci plynů. Tyto senzory budou mít podobu několik mikrometrů dlouhých tyčinek oxidů SnO_2 , WO_x , a CeO_x - SnO_x o průměru několika desítek nanometrů, deponovaných na planárních substrátech.

Hlavním obsahem práce bylo vyvinout techniku přípravy masek pro struktury senzorů metodou elektronové litografie (EBL) v rastrovacím elektronovém mikroskopu (SEM).

EBL v SEM není určena k sériové výrobě struktur a nemůže nahradit elektronový litograf. Umožňuje ale vytvářet jejich prototypy, nebo malé série pro následné využití ve výzkum, díky velké flexibilitě a okamžité analýze vytvořených objektů. Protože se však nejedná o komerční zařízení sloužící výhradně k EBL, existuje mnoho neznámých parametrů přípravy, které je nutné pro příslušný přístroj a pro specifickou aplikaci optimalizovat.

Cílem práce bylo odzkoušet metodu přípravy rezistů PMMA a lift-off techniku, pro přípravu nanostruktur oxidů deponovaných magnetronovým naprašováním, které samo o sobě rovněž není standardní technikou pro EBL.

Vedle práce se SEM pan Haviar rovněž zvládnul metodu mikroskopie atomárních sil AFM, kterou úspěšně využil pro kontrolu morfologie masek PMMA.

Příprava prvních nanodráťových struktur SnO_2 spojujících zlaté mikrokontakty ukázala, že pan Haviar tuto práci velmi dobře zvládnul a vytvořil tím základ pro další rozvoj přípravy nanosenzorů.

Vedle přípravy masek pro jednotlivé nanodráty se pan Haviar úspěšně věnoval i přípravě velkých polí nanoteček, kde originálně využil vlastností digitálně řízeného mikroskopu. Vedle tzv. pozitivních rezistů vyzkoušel i techniku přípravy rezistů negativních a jejich odstraňování metodou leptání v kyslíkovém plazmatu. Vzhledem ke složitosti a novost celé problematiky musel často komunikovat s výrobcem mikroskopu a pomáhal při přípravě nových verzí softwaru pro EBL.

Pan Haviar projevil velkou dávku samostatnosti a tvořivosti a ukázal, že je schopen řešit náročné experimentální problémy. Jeho práce je velmi rozsáhlá a položila velmi solidní základy pro další rozvoj problematiky EBL na katedře KFPP.

Já osobně považuji práci za vysoce nadprůměrnou.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Lze dosáhnout metodou naprašování stejných výsledků jako vakuovým naprašováním.
2. Jaké jsou, podle Vašeho názoru, spodní meze velikostí nanostruktur, kterých lze při EBL v SEM dosáhnout?

Práci

- doporučuji
 nedoporučuji
uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze 12. 5. 2010