

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Jan Polášek

Název práce: Studium modelového systému kov/oxid wolframu metodou RHEED a metodami elektronových spektroskopí

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

Rok odevzdání: 2012

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Doc. RNDr. Vladimír Starý, CSc.

Pracoviště: Ústav materiálového inženýrství, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Kontaktní e-mail: stary@fsik.cvut.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: Předložená práce má v podstatě pět částí: úvod, teoretickou a experimentální část s popisem použitých metod a zpracování měření, výsledky měření s diskusí a závěr. V první části autor uvádí motivaci práce a popisuje vytváření modelového systému pro studium oxidu wolframu a kovových klastrů na jeho povrchu. Tento systém se na Katedře fyziky povrchů a plasmatu podrobně studuje z různých hledisek již delší dobu a předkládaná diplomní práce je tak součástí poměrně širokého výzkumného směru. V teoretické části diplomant popisuje obecně metodu rentgenové fotoelektronové spektroskopie (PES, XPS), difrakce rychlých elektronů na odraz (RHEED) a mikroskopie atomárních sil (AFM), v experimentální části pak uvádí konkrétní popis přípravy vzorků a použitého experimentálního zařízení. Experimentální část je ukončena popisem podložek oxidu wolframu pomocí užitých experimentálních metod. V další kapitole autor velmi podrobně uvádí výsledky měření jednak v aparatuře na katedře, jednak s užitím synchrotronového záření. Z uvedených spekter je vidět, že měření byla velmi rozsáhlá a byly experimentálně změřeny všechny kombinace klastrů zlato-platina. V této kapitole autor také diskutuje chování systému při změnách teploty. Přitom byly ověřeny v podstatě všechny možnosti vysvětlení změn vzorku. V této části je také uveden konkrétní model bimetalického klastru. Práce je uzavřena jasným a odpovídajícím závěrem.

K práci mám několik obecných připomínek:

1. V abstraktu by měla být i motivace.
2. Na str.7 je uvedena typická střední volná dráha v kovech 2.5 nm; není bohužel uveden odkaz, ale standardně v těžkých kovech je při energii 1 keV její hodnota pro Au 1.3 a pro Cu 1.6 nm (Tanuma et al., 1991).
3. Pro porovnání a lepší pochopení by bylo vhodné uvést i XPS spektrum čistého wolframu kolem čáry W4f ve větším rozlišení (obr. 2.4 a 2.7, str. 27,28).
4. Podobně bych na obr. 3.8 uvítal spektrum WO₃ podobně jako je na obr. 3.16.
5. V kapitole 2.1 „Metody použité při přípravě vzorků“ schází popis oxidace vzorků v kyslíkovém plasmatu nebo alespoň odkaz na literaturu.

Práce obsahuje též některé konkrétní drobné nepřesnosti příp. nejasnosti:

- 7¹⁶ – vibrační stavy mřížky se obvykle nazývají fonony;
- 10₇ – „atmosféra dost řídká“ je trochu laické vyjádření;
- 13⁹ – asi schází slova (měl by být „rozdíl vlnových vektorů“);
- 21₁₆ – ideální energie iontů při čištění povrchu není 100 keV;
- 24₆ – energie elektronů v synchrotronu je opravdu 2 či 2.4 keV?
- 27 – obr. 2.5, 2.6 – není stopa primárního svazku;
- 33, k obr. 3.2 vpravo – předpokládám, že pík na 387.3 eV je uhlík z CO?
- 34₁ – „zlato po depozici reaguje s platinou“ – vznik slitiny není reakce;
- 43₅ – hrubost (správněji by měla být „drsnost“) povrchu závisí na velikosti snímané plochy (ta je uvedena pouze u obrázku).

A také některé jazykové prohřešky:

- 3₂ – co to znamená „strukturální“;
- 8₁₇ – „na tří hladinách“;
- 13 – „fourierova řada“;
- 17⁸ – „difragované svazky“
- 23₁₁ – „rentgenka“ (laboratorní žargon),
- 26¹⁴ – schází slovo (připraveny?).

Podle mého názoru je práce napsána velmi přehledně, ve výkladu je postupováno systematicky. Těžiště práce leží v interpretaci naměřených PES spektrech a jejich interpretaci, kterou doktorand zvládl velmi dobře. Podle mého názoru je velmi zajímavý a v podstatě správný i model ostrůvku s velmi složitou strukturou, který je v práci navržen. Na celkovém rozsahu práce se významně podílí i měření na Material Science Beam line na synchrotronu Elettra v Terstu, kde byla získána značná část výsledků. Měření PES spekter je doplněno i měřeními na elektronovém difraktografu, která umožňují doplnit a ověřit některé hypotézy vyplývající z PES měření. Přidruženou součástí práce jsou měření na mikroskopu atomových sil. Základním přínosem práce je fundovaný popis modelových systémů Au-Pt/WO₃/W(110) a Pt-Au/WO₃/W(110) a jejich srovnání. V práci bych uvítal důkladnější rozbor metody digitalizace a kvantifikace intenzit ve spektrech PES, její spolehlivosti a její aplikace při vyhodnocování. K důkazu o správnosti a spolehlivosti tohoto vyhodnocení by však bylo třeba provést větší množství testů, což je zřejmě za možnostmi diplomní práce. Na druhé straně je nutno ocenit autorův přínos pro řešení problému katalýzy na modelových systémech. Z tohoto hlediska je práce mimořádně aktuální pro vývoj zařízení pro zlepšení a ochranu životního prostředí. Nakonec bych se rád zmínil i o velmi dobré formální úrovni celé práce.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Str. 15 – jak vznikne podle schematu na obr. 1.8 difraktogram čistého povrchu (např obr. 2.5, 2.6);
2. Str. 16 – jak se přejde od rovnice 1.24 k rovnici 1.25;
3. Str. 22 - proč byl použit termočlánek Cr-Al?
4. K popisu oxidové vrstvy (str. 26 – 30)
 - je W4f v čistém wolframu singlet nebo dublet (obr. 2.4 má malé rozlišení)?
 - co se stane po oxidaci (tj. jestli kromě vzniku píků W²⁺, W⁴⁺, W⁵⁺ vznikne i posuv W⁶⁺?)?
 - wolfram W⁰ na obr. 2.11 je z podložky nebo je to redukovaný wolfram z oxidové vrstvy?
 - je možné odhadnout tloušťku oxidu?
5. Jaká je hloubka pronikání fotonů s energií 1487 a 220 eV?
6. Jak se dělá rozbor spekter W4f po oxidaci (obr. 2.11) a po depozici platiny příp. zlata (obr. 3.8, 3.9 a 3.16), jsou nastaveny energie píků (čar) nebo jsou volné a určí je použitý program? Na obr. 3.9 jsou rozlišeny dva píky 71.3 a 70.9 eV, přičemž podle literatury má být pík jeden na 71.1 eV. Jak je toto rozlišení spolehlivé?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

souhlasím, aby byla tato práce na základě vynikajících výsledků obhajoby klasifikována známkou „.....“.

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: Praha 11. května 2012