Oponentský posudek na diplomovou práci Martina Setvína

„Studium adsorpce kovů na povrchu Si(111) 7x7 pomocí STM“

Diplomová práce se podle svého zadání měla zabývat studiem adsorpčních pozic v půlcelách rekonstruovaného povrchu Si(111) 7x7, studovat přeskoky deponovaných Ag atomů mezi adsorpčními místy a pokusit se stanovit parametry (aktivační energii, předexponenciální faktor) pro přeskoky Ag mezi adsorpčními pozicemi.

Práce byla prováděna na nízkoteplotním STM postaveném již dříve na KEVF ve skupině STM. Problematika, která byla v zadání diplomové práce, je aktuální a zajímavá a souvisí s migrací kovů po povrchu a vytvářením kovových útvarů na površích.

Celá práce byla postižena mnoha experimentálními problémy. Došlo k zadření mikroskopu, které se muselo řešit konstrukcí nové měřicí hlavy (diplomant se na této konstrukci podílel), byly problémy s dosažením dostatečně nízké teploty pro provedení experimentů týkajících se difúze Ag atomů (odhad tepelných kapacit a vodivostí jednotlivých dílů zařízení a teoretický výpočet, jak nízké teploty lze dosáhnout, prováděl diplomant), bylo nutno upravit některé díly tak, aby se zvýšila vakuová vodivost a aby bylo možno dosáhnout dostatečně nízkého tlaku (prováděl diplomant) a v samém závěru experimentální práce přestal fungovat předzesilovač, který je součástí řídící elektroniky STM.

Naskýtá se otázka, zda zadání diplomové práce vzhledem ke stavu použitého experimentálního zařízení k výše uvedeným problémům nutně nevedlo – v samotné diplomové práci se například dočteme, že toto nízkoteplotní STM „nebylo dosud použito k měření za nízkých teplot“. Diplomant se tak dostal do nepříjemné situace, kdy nemohl provádět experimenty, které by vedly ke splnění zadaných problémů a musel se zabývat programem, který mi připadá jako náhradní či zástupný.

Nutno napsat, že diplomant odvedl velké množství práce. Podílel se na výše zmíněných úpravách experimentálního zařízení, případně je sám prováděl. Provedl rozsáhlé experimenty, při nich testoval hroty pro měření metodou STM. Hroty sám připravil, zabýval se zjišťováním jejich mezního autoemisního proudu v závislosti na poloměru křivosti hrotu, druhem a mechanizmem poškození hrotu při překročení mezního proudu, fluktuací emisního proudu při změně výstupní práce materiálu hrotu v průběhu měření a dalším. Krom experimentální práce a zpracování výsledků vytvořil i názorné zjednodušené modely chování hrotu a provedl výpočty, které vedly k odhadu vlastností a chování hrotů. Výsledky jsou kriticky hodnoceny a přehledně prezentovány. Bohužel, jak jsem již napsal dříve, jedná se o zástupný program prováděný v době, kdy měly zřejmě probíhat experimenty vedoucí k řešení úkolů stanovených v zadání diplomové práce.

Těchto úkolů se tak vlastně týká pouze poslední část kapitoly popisující výsledky, kde se diplomant zabýval studiem povrchové difúze. V samotném nízkoteplotním STM se nepodařilo připravit povrch křemíku rekonstruovaný 7x7. V práci jsou uvedeny důvody, proč se to nepodařilo a je možno doufat, že budou časem odstraněny. Dále byl proveden experiment, při kterém byly měřeny dvoustavové fluktuace, které umožňují určit dobu pobytu částice v adsorpční pozici. Tyto experimenty byly prováděny v jiném zařízení, které neumožňuje měřit při nízkých teplotách. Zřejmě proto se podařilo změřit pouze dvoustavové fluktuace „neznámého adsorbátu“, tedy nečistoty. Experiment ukázal, že s daným zařízením

je principiálně dvoustavové fluktuace možno měřit, ale vzhledem k nedefinovaným podmínkám je těžké činit jakékoliv závěry.

Práce je napsaná přehledně a pečlivě s minimálním množstvím nejasných popisů (např. strana 48 – obrázky 5.14a,b,c – není jasné, který parametr hrotu se pomocí TEM sledoval a jak je hrot poškozen autoemisí na obrázku 5.14b), laboratorních výrazů (např. str. 36 – „teplota je 61° C nad teplotou...“, str. 31 „popaření trubiček“) či překlepů (např. str. 46 – čísla obrázků mají být 5.12a a 5.12b a nikoliv 3.10a a 3.10b). Práce obsahuje kapitoly „Úvod“, „Teoretická část“, kde je dobře popsána problematika STM, „Experimentální část“, která popisuje měřicí zařízení, „Konstrukční část“, kde diplomant popisuje práce provedené na úpravách a vylepšení stávajícího zařízení, „Výsledky“, jejíž obsah (vlastnosti měřicích hrotů a povrchová difúze) byl již zmíněn výše a „Závěr“ v němž diplomant přehledně shrnuje, co vše při své diplomové práci udělal. V kapitole „Literatura“ je uvedeno 34 citací, které se týkají jak práce domácí laboratoře tak i výsledků publikovaných z jiných pracovišť. Nutno poznamenat, že ve své práci diplomant citované práce skutečně využívá a dokáže se o publikovaná data vhodně opřít při interpretaci svých výsledků.

Rád bych, aby diplomant při obhajobě práce zodpověděl tyto dotazy:

1) Proč bylo prováděno testování dvoustavových fluktuací, když bylo jasné, že při vysoké teplotě vzorku není možné měřit na adsorbovaných atomech stříbra? Jaký význam má výsledek dosažený na „neznámém adsorbátu“ – nečistotě? Byly již experimenty tohoto druhu v laboratoři prováděny?
2) V jakém oboru napětí a poloměrů křivostí hrotu je použitelný graf 5.6 na straně 41?
3) Jak se určuje tloušťka oxidové vrstvy na hrotu na straně 42?
4) Jak se mění poloměr křivosti hrotu při opakovaném čištění hrotu pomocí autoemise a jeho oxidace a jaký je mechanizmus tohoto procesu (str. 42 – 43)?

Přes výtky, které jsem v posudku uvedl a které se týkají většinou problémů těžko diplomantem ovlivnitelných, konstatuji, že pan Martin Setvín provedl velké množství experimentální práce, prokázal, že dokáže získané výsledky vyhodnotit, porovnat s teorií a interpretovat. Proto doporučuji, aby práce byla přijata jako diplomová.

Navrhuji hodnocení: velmi dobře.

V Praze, 11. 9. 2006

Doc. RNDr. Václav Nehasil, Dr.