

OPONENTNÍ POSUDEK

Doktorské disertační práce

"Mechanical and Electrical Properties of Microcrystalline Silicon Thin Films"

Mgr. Aliaksei Vetushka
Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

Disertační práce je zaměřena na charakterizaci vybraných mechanických a elektrických vlastností tenkých vrstev obsahujících zrna mikrokystalického křemíku zabudovaná do amorfni fáze. Jde o vysoce aktuální a prestižní problematiku, která je předmětem současného mezinárodního výzkumu s ohledem na využití zkoumaného materiálu pro tenkovrstvé sluneční články. Problematika úzce navazuje na předchozí práce pracoviště a dále je rozvíjí. Práce systematicky rozvíjí nové metody charakterizace zkoumaného materiálu s využitím Ramanovy mikrospektroskopie a mikroskopie atomární síly.

Úvodní kapitola (Kap. 1) se stručně věnuje problematice tenkovrstvých slunečních článků a popisu jednotlivých částí disertační práce. Kapitola 2 popisuje strukturu mikrokystalických zrn zabudovaných v amorfním křemíku, metody přípravy tohoto materiálu ve formě tenkých vrstev, možnosti modifikace objemového podílu krystalické fáze změnou depozičních podmínek a vznik krystalických zrn. Kapitola 3 uvádí problematiku Ramanovy mikrospektroskopie a vybrané modifikace mikroskopie atomární síly. Kapitulu 4 je možné považovat za experimentální část disertační práce. Tato kapitola poskytuje informace o přípravě vzorků a podmínkách jejich charakterizace. Kapitola 6 obsahuje výsledky a interpretace Ramanovy mikrospektroskopie a Kapitola 7 obsahuje výsledky lokální vodivosti měřené pomocí vodivostní mikroskopie atomární síly. V těchto dvou kapitolách jsou podrobněji popsány postupy rozvoje nových technik využitých při analýzách mikrokystalického křemíku. Osmá kapitola shrnuje dosažené výsledky. Součástí práce však nejsou přesně vymezené cíle. Nicméně, alespoň hlavní záměry práce lze vyčíst v prvním odstavci kapitoly 1.2.

Disertační práce má přiměřený počet stran – 92, obsahuje celkem 48 obrázků a využívá 89 odkazů. Práce je přehledná, dobře graficky zpracovaná a bez vážnějších formálních chyb. Autor pracoval cíleně, použil správné metody a postupy. Dobře je patrný velký objem experimentálních měření, provedených analýz a získaných výsledků, o čemž svědčí také četné publikace autora v mezinárodních časopisech (7) a příspěvky na konferencích (zahraniční 12, domácí 4).

Práce přináší výrazný rozvoj charakterizačních metod a řadu nových vědeckých poznatků, které mohou být dále rozvíjeny a přispějí k pochopení elektrických vlastností mikrokystalického křemíku ve vztahu k jeho struktuře a depozičním podmínkám, a navíc, nové metody a postupy mohou být využity pro charakterizaci dalších vyvíjených materiálů.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- Str. 41, Obr. 5.2: Jaký je průběh „sběrné“ hloubky pro excitační vlnovou délku 785 nm, zvolenou pro měření, viz str.40, 1.ř. zdola?
- Str. 41, rovnice (5.3): Jaká je přesnost stanovení parametru y a tedy přesnost stanovení podílu krystalické fáze X_C ?
- Str. 48, 7.ř. shora: „... what is softer: ...“ Zřejmě máte na mysli pevnost materiálu, tedy „strength“?
- Str. 48, poslední odstavec: Je používána úprava substrátu pro zvýšení adheze před depozicí vrstvy na raménko? Jak je raménko uchyceno v depoziční komoře?
- Str. 50, Obr. 5.8(a): Je konec ohnutého raménka zadeponovaný do vrstvy?
- Str. 54, 7-8.ř. zdola: Lze interpretovat větší posuv amorfního vůči mikrokrystalickému pásu (při stejném ohybu trámečku) tak, že na amorfni fázi je větší napětí, než na fázi mikrokrystalické?
- Str. 61, 1. odstavec: Bylo by možné použít metodu fotoelektronové spektroskopie (XPS, případně mikroskopické XPS) nebo spektroskopické elipsometrie pro stanovení tloušťky povrchové vrstvy oxidu křemíku?
- Str. 71, Obr. 6.13: Měření velmi malých proudů je obecně obtížné. Jaká opatření umožňují měřit proudy mnohem menší než 1 pA?

Práce je velmi zajímavá a je zřejmé, že autor věnoval mnoho času rozsáhlým měřením, jejich analýze a hledání interpretace výsledků s využitím navržených modelů. Závěrem shrnuji, že disertační práce prokazuje předpoklady autora k samostatné tvůrčí práci a splňuje kritéria kladená na disertační práci. Doporučuji tedy práci k obhajobě. Za předpokladu správného zodpovězení dotazů a úspěšného průběhu oponentního řízení, doporučuji udělit Mgr. Aliaksei Vetushkovi titul Ph.D.

V Brně dne 17. ledna 2011



prof. RNDr. Vladimír Čech, Ph.D.
Ústav chemie materiálů, FCH
Vysoké učení technické v Brně