

POSUDEK oponenta

na disertační práci RNDr. MARTINA LEDINSKÉHO

„Optoelektronické a strukturní vlastnosti tenkých vrstev křemíku“

Předkládaná disertační práce RNDr. Martina Ledinského je zaměřena především na určení podílu krystalické fáze ze spektra Ramanova rozptylu tenké mikrokrystalické vrstvy, která je zásadní pro rychlou charakterizaci aplikovatelnou ve fotovoltaickém průmyslu. Vědeckou i praktickou hodnotu řešené problematiky pokládám za velmi vysokou, neboť krystalinita vrstvy je důležitým faktorem, který v tenkovrstvém solárním článku ovlivňuje zejména napětí na prázdno a tím celkovou účinnost fotovoltaické přeměny.

Práce se zabývá v souvislosti s vyhodnocením krystalinity řešením dvou hlavních problémů. Prvním z nich je rozklad Ramanova spektra na amorfni a mikrokrystalickou složku, druhým je výpočet poměru diferenciálních účinných průřezů Ramanova rozptylu amorfniho a mikrokrystalického křemíku. Užití faktorové analýzy k řešení prvního z problémů považuji za velmi originální, elegantní a ve svých důsledcích zásadní pro určení počtu nezávislých komponent nutných ke správnému rozkladu Ramanova spektra mikrokrystalického křemíku. Důkaz fyzikální nekorektnosti obvyklého rozkladu na tři gausovské pásy pokládám za významný přínos práce. Výpočet korekčního faktoru porovnáním integrálních intenzit amorfni a mikrokrystalické fáze získaných z Ramanova spektra s krystalinitou vypočtenou z AFM topografie (zde bych důsledněji užívala celý termín „povrchovou krystalinitou“) je proveden velmi podrobně a korektně pro všech pět použitých budících vlnových délek laserů. Za originální přístup k řešení problému považuji přípravu speciálního vzorku mikrokrystalického křemíku s proměnnou krystalinitou mikrokrystalické vrstvy v závislosti na poloze na vzorku užitím permanentního magnetu umístěného během deposice pod podložkou se vzorkem.

Moje vysoké hodnocení odborné úrovně předkládané práce usnadňuje fakt, že výše uvedené výsledky práce byly publikovány v recenzovaných mezinárodních časopisech (první dvě klíčové práce). V dalších třech článcích tvoří měření Ramanovy mikrospektroskopie jejich podstatnou část. Velmi pozitivně hodnotím závěrečnou kapitolu věnovanou využití rozvinuté metody charakterizace mikrokrystalických vrstev křemíku pomocí spekter Ramanova rozptylu k detailnímu popisu vzorků připravených za podmínek rychlého růstu a návrh jednoduchého způsobu charakterizace kvality mikrokrystalické vrstvy pomocí tzv. q faktoru.

Práce má velmi pěkný přehledný úvod věnovaný jak obecně fotovoltaice tak i konkrétně tenkým křemíkovým vrstvám. Popisu experimentálních metod je věnována celá třetí kapitola, která je velmi srozumitelná a názorná i pro nezasvěceného čtenáře. Pozornost je věnována zejména mikro-Ramanově spektroskopii a spektroskopii atomárních sil. Velmi srozumitelně je popsána i podstata faktorové analýzy. Klíčovou kapitolou je kapitola čtvrtá, věnovaná výpočtu krystalinity ze spektra Ramanova rozptylu, kterou jsem již zhodnotila v úvodu posudku. Nezastupitelná je pátá kapitola věnovaná aplikacím Ramanovy spektroskopie pro sledování rychlého růstu a kvality mikrokrystalického křemíku.

Vlastní práce má velmi kvalitní grafickou úpravu, pěkné členění a je napsána srozumitelným a výstižným jazykem. Užívá správné terminologie z oblasti metodické i experimentální Ramanovy spektroskopie, správných značek veličin a jejich jednotek. Kladně hodnotím též velké množství citací z poměrně nedávné doby, což svědčí o aktuálnosti řešené problematiky.

Studium předkládané disertační práce RNDr. Martina Ledinského bylo pro mne velmi příjemným zážitkem, rozšířilo moje dosavadní zkušenosti s užitím Ramanovy spektroskopie na problematiku mikrokystalického křemíku a přiblížilo mi podstatu celé řady dalších experimentálních metod spojených s jeho studiem. V souvislosti s jejím čtením vzniklo i několik následujících dotazů, které nijak nesnižují vysokou úroveň předkládané práce, mohou však vyvolat zajímavou diskusi během její obhajoby:

Na straně 81 se autor zmiňuje, že při výpočtu faktoru kvality z poměru absorpcí u 1 a 1,4 eV je nutné věnovat zvýšenou pozornost interferenci ve vrstvě. Jak to bylo konkrétně prováděno?

V práci byl odvozen korekční faktor pro určení krystalinity vrstvy užitím Ramanova rozptylu při excitaci 623,8 nm a 785 nm. Nikde v práci jsem nenašla porovnání vypočtené krystalinity stejného vzorku získané nezávisle užitím těchto dvou excitací.

Jak byla konkrétně prováděna korekce na případnou luminiscenci nebo rezonanční Ramanův rozptyl vzorku?

Předkládaná práce prokazuje předpoklady autora k samostatné tvořivé práci a splňuje všechny požadavky kladené na disertační práci. Doporučuji ji proto k obhajobě.

V Praze, dne 16.3.2009

Doc. RNDr. Miroslava Trehová, CSc.

Ústav makromolekulární chemie AV ČR v Praze

