

Oponentní posudek na bakalářskou práci posluchače Petra Slavička na téma

Depozice ultratenkých vrstev metodou Langmuira a Blodgettové

Předložená bakalářská práce pana Petra Slavička, realizovaná na pracovišti Katedry inženýrství pevných látek FJFI ČVUT v Praze, je věnována experimentálním technikám, založeným na depozici ultratenkých vrstev metodou Langmuira a Blodgettové, spolu s využitím koloidní litografie. Takovéto postupy a techniky jsou dnes velmi perspektivní, vhodné pro realizaci rozličných druhů nanostruktur, založených na nanočásticích a jejich samouspořádání, ať již dielektrického, metalického (plazmonického), či kombinovaného charakteru. Takováto problematika představuje dnes perspektivní a efektivní oblast výzkumu, řešenou mj. na katedře inženýrství pevných látek ve spolupráci s katedrou fyzikální elektroniky, v rámci projektu GAČR. Jedná se tedy o téma bakalářské práce bezpochyby velmi aktuální.

Posuzovaná bakalářská práce je psána v českém jazyce, je poměrně menšího rozsahu - 30 stran, obsahuje 20 obrázků, 1 tabulku, odkazů na literaturu je v závěru práce uvedeno 10. Práce je členěna do 3 hlavních, číslovaných kapitol, spolu s nečíslovaným Úvodem a Referencemi, práci chybí formalizovaná část Závěr práce. Součástí textu je též stručný český abstrakt (anglický abstrakt chybí). Po velmi stručném úvodu (který je dle mého názoru až příliš stručný), jsou v další kapitole (1. číslované) nazvané jednoduše Rešeršní část představeny nejprve (v 1. části) tenké vrstvy Langmuira-Blodgettové (v textu je nesprávně uváděno s příslušnou změnou pádu jen u 2. jména). Krátce se uvádějí potřebné fyzikální pojmy, jako povrchové napětí, hydrofilie a hydrofobie, tak i technologické – nanášení na substrát, depozice vrstev, typy vrstev – monokarboxylové kyseliny, sférické nanočástice. Ve 2. části je pozornost věnována vybraným metodám charakterizace, tedy mikroskopie (optická, skenovací sonda, Brewsterova). Konečně, 3. část této úvodní rešeršní části je věnována plazmonickým nanostrukturám, zejména nanočásticím, dále technikám koloidní litografie, maskování a tzv. obětních vrstev. V další 2. kapitole, příznačně nazvané Experimentální část, se již student věnuje popisu vlastních experimentálních aktivit v rámci BP, tedy zejména nejprve depozici molekul kyseliny palmitové, dále depozici sférických nanočástic, v části 2.2. Tato část představuje hlavní výsledky práce. Kapitola měla být lépe rozvržena, není příliš přehledná. Konečně, ve 3. kapitole, nazvané Diskuze dosažených výsledků, autor shrnuje a snaží se diskutovat získané výsledky. V práci dále chybí formální zakončení ve formě závěrečné kapitoly. Práce je formálně zakončena velice stručným přehledem použité literatury (10 položek). Zde bych rozhodně, zejména v takto bohaté a dnes velmi studované problematice, tento seznam bohatší a reprezentativnější, doplněný např. i o nejnovější literaturu.

Co se týče formální stránky, práce je vypracována standardním způsobem, jelikož byla jistě finišována pod časovým tlakem, obsahuje i určité množství formálních chyb a překlepů, vesměs drobnějšího rozsahu. Práce je psána v českém jazyce, autor se nevyhnul různým začátečnickým chybám a prohřeškům. Např. nevhodnost, resp. přílišná familiárnost některých formulací, např.: popis obrázku 4 – „Vrstva ... *pod* elektronovým mikroskopem“, resp. obrázku 14 – „Vzorek vrstvy *pod* nižším tlakem.“ – není uvedena jeho hodnota, co to je nižší tlak?, obdobně obrázek 15 („... *pod* vyšším tlakem“), či nesprávnost terminologie: popis obrázku 5 – „Detail oblasti s hustě uspořádanými sférickými molekulami...“, nejedná se samozřejmě o molekuly..., apod. Co se týče formátování textu, někde je opomenuto jeho zarovnání v rámci odstavce. Také rovnice, byť je jich v práci jen několik, je vhodné číslovat. Jistě také bylo možné si více „pohrát“ s rozložením textu a obrázků, aby bylo více plynulé a nepůsobilo tolik rušivě. Dále, odkazy na literaturu v textu nejsou číslovány vzestupně, dle pořadí jejich výskytu (což při počtu 10 referencí je triviální). Dle mého názoru je základní struktura vlastního textu zvolena vhodně, text je kombinací obecného úvodu a vlastních experimentálních aktivit, je však místy příliš stručný, podrobnější popis a detailnější vysvětlení by byla žádoucí, jakož i vhodnější používání odborné / technické terminologie. Jak už bylo řečeno, u takto zajímavé aktuální problematiky bych osobně uvítal tento seznam literatury výrazně bohatší. Toto se si jistě student osvojí v dalších etapách svého studia a vědecké výchovy.

Pokud se jedná o věcnou stránku, je zřejmé, že cíle předložené bakalářské práce splněny, jednalo se o komplexnější zadání, zřejmě s návazností na budoucí výzkum na KIPL a KFE, v navazujícím výzkumném úkolu a diplomové práci. Z odborného hlediska, pro další rozvoj problematiky, tak považuji bakalářskou práci za velmi přínosnou a užitečnou. Jsem přesvědčen, že výsledky mohou být

významné pro další pokračování, student dle mého názoru zvládl poměrně náročnou experimentální problematiku. V dalších budoucích aktivitách bude možno na tuto práci jistě dobře navazovat.

K předložené bakalářské práci mám následující dotazy, resp. připomínky, ke kterým by se autor mohl v rámci obhajoby (pokud časové možnosti dovolí) vyjádřit:

- 1) Pokud tak již nebude popsáno v rámci samotné prezentace při obhajobě, uvítal bych vysvětlení obrázku 1, týkající se izotermického popisu vrstvy vyšší monokarboxylové kyseliny (strana 4).
- 2) Jaké další charakterizační techniky, mimo zmiňované v části 1.2 práce a dále v práci používané, by bylo možno využít a jaký by byl jejich benefit?
- 3) V části textu 1.3.1 student velmi stručně zmiňuje plazmony, důležitému případu povrchových plazmonů se však věnuje velmi redukovane. Např. nejsou zmíněny dva základní rozdílné případy, tzv. šířivé a lokalizované povrchové plazmony. Zejména tyto lokalizované jsou důležité ve vazbě na studované technologie. Mohu poprosit o krátké srovnání těchto dvou případů, s důrazem na lokalizovaný případ?
- 4) Mohl by student vyjasnit výhodu pravidelného uspořádání (např. právě pomocí samouspořádání) v porovnání s náhodným rozložením plazmonických nanočástic, zejména ve vazbě na aplikační využití?
- 5) Na obrázcích 19 a 20, ale i některých dřívějších, jsou patrné liniové artefakty. Zamýšlel se student, čím mohou být způsobeny, resp. zda a jakým způsobem by je bylo možno v dalším odstranit?
- 6) Konečně, plánuje student pokračovat v dané či příbuzné problematice i v rámci magisterského studia?

Závěrem lze konstatovat, že předložená bakalářská práce pana Petra Slavička dle mého názoru splnila zadání, student zvládl poměrně komplexní experimentální technologii a její možnosti, které následně realizoval a získané výsledky se pokusil analyzovat a interpretovat. Dosáhl tak jistě několika zajímavých úvodních výsledků, které také napomohou řešení zmiňovaného GAČR projektu, řešeného ve spolupráci KFE a KIPL. Tímto student splnil i požadavky na tento typ práce kladené, na tyto výsledky bude možné dále navazovat. Po formální stránce práce student jistě nalezne v příštích aktivitách řadu podnětů pro budoucí zlepšení nedostatků. Jelikož předpokládám také pozitivní reakce na vybrané dotazy a připomínky, jakož i kvalitní vlastní prezentaci, práci doporučuji k obhajobě a hodnotím vzhledem k formálním aspektům stupněm **velmi dobře (B)**.



.....
prof. Ing. Ivan Richter, Dr.
Katedra fyzikální elektroniky
FJFI ČVUT v Praze

V Praze dne 21. srpna 2023