

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Dean Pavlovič
Název práce: Vlastnosti slunečních článků na bázi přechodu polymer-křemík
Studijní program a obor: fyzika / obecná fyzika
Rok odevzdání: 2019

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: doc. RNDr. Ivo Křivka, CSc.
Pracoviště: katedra makromolekulární fyziky MFF UK
Kontaktní e-mail: Ivo.Krivka@mff.cuni.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:

Pan Pavlovič v rámci bakalářské práce otestoval z hlediska využitelnosti pro fotovoltaické účely několik vzorků, v nichž část polovodičové struktury byla tvořena různými konjugovanými polymery. Vzorky byly připraveny jednak na pracovišti Ústavu makromolekulární chemie AV ČR, jednak ve Fyzikálním ústavu SAV a také na pracovišti UTB ve Zlíně. Měření byla prováděna na katedře makromolekulární fyziky několika různými aparaturami, které jsou na pracovišti dostupné včetně řídicích a zpracovacích programů. Těžiště práce spočívá v provedení experimentů a prezentaci výsledků.

Úvodní část práce poukazuje na důležitost fotovoltaiky, uvádí hlavní výhody a nevýhody organických slunečních článků v porovnání s těmi křemíkovými a nakonec krátce naznačuje cíle práce. První kapitola shrnuje základní představy o elektronové struktuře polovodičů s důrazem na organické sloučeniny, krátce je zmíněna třída vodivých polymerů a nakonec je vysvětlen hlavní princip organických fotovoltaických článků. Druhá kapitola obsahuje výčet testovaných organických materiálů. Třetí kapitola se zabývá popisem čtyř použitých experimentálních metod a příslušných aparatur. Jedná se o základní charakterizaci pomocí voltampérových závislostí, měření difúzní délky nosičů náboje pomocí metody založené na povrchovém fotovoltaickém jevu a dvě nezávislá měření pohyblivosti nosičů – jednak metodou CELIV (Charge Extraction by Linearly Increasing Voltage), jednak pomocí impedanční spektroskopie. Ve čtvrté kapitole jsou uvedeny některé detaily týkající se přípravy vzorků a jsou prezentovány výsledky jednotlivých měření ve formě tabulek. Některá měření jsou znázorněna též ve formě grafů. Poslední kapitola sumarizuje získané výsledky.

Předložená práce svědčí o tom, že pan Pavlovič si osvojil základy problematiky solárních článků, je schopen aplikovat na testované vzorky několik měřících metod, naměřené výsledky zpracovat, přehledně je prezentovat. Výše zmíněné měřící metody (s výjimkou voltampérových závislostí) nejsou pro měření parametrů organických polovodičů využívány příliš často, proto můžeme přinejmenším některé z výsledků práce pokládat za originální, zejména přihlídneme-li navíc k tomu, že polyanilin se pro přípravu fotovoltaických součástek používá zřídka.

Po věcné a formální stránce mám řadu připomínek. Některé souvisí se skutečností, že práce je psána v anglickém jazyce. Text obsahuje mnohé gramatické nedostatky, chybí členy, často není dodržen slovosled anglické věty. Některé jazykové nedokonalosti hraničí s věcnými chybami. Například by se v odborném fyzikálním textu zabývajícím se elektronovou strukturou neměl ve vysvětlení pojmu „hole“ vyskytovat termín „vacancy“. Nedomnívám se také, že slovní spojení „ad hoc program“ by se mělo používat pro programy vytvořené na pracovišti pro řízení experimentů a zpracování výsledků.

Následuje výčet některých formálních nedostatků: V abstraktu je použita zkratka CELIV, aniž byla předtím vysvětlena. Rovnice (1), (2) a (4) jsou uvedeny bez odkazu na literaturu. Zavádění zkratk není jednotné, někde použity uvozovky jinde ne. Rovnice definující účinnost solárního článku (str. 10) není očíslována. V grafech 1 a 9 je pro popis logaritmické osy použit nevhodný „počítačový“ formát. V grafech 2 a 3 by popis vodorovné osy měl být v její blízkosti; osy by také neměly procházet skrz popisy. Popisy svislých os v grafech 6 a 7 by měly mít u všech značek shodný počet desetinných míst. V předposlední větě závěru jsou bez jednotek uvedeny naměřené hodnoty pohyblivosti.

Za nejzávažnější nedostatek předložené práce považuji faktickou absenci diskuse naměřených výsledků ať už v rámci experimentální části nebo závěru. Postrádám porovnání s výsledky jiných experimentátorů, kteří prováděli obdobná měření na stejných nebo alespoň podobných materiálech. Autor musí mít na paměti, že na tomto místě i negativní výsledek literární rešerše má svou cenu, protože potvrzuje originalitu získaných výsledků.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1) V kapitole 1.3 uvádíte, že v neporušeném polymerním řetězci polyacetylénu vzniká delokalizovaný systém elektronů. Jenže tzv. Pierelsova nestabilita vede k tomu, že za běžných teplot k delokalizaci nedochází, nýbrž se skutečně střídají jednoduché a dvojně vazby. Objasněte prosím, jakým způsobem se ve vodivých polymerech dociluje toho, aby k delokalizaci nosičů náboje opravdu došlo.
- 2) V kapitole 1.4 uvádíte, že elektron a díra v organickém polovodiči jsou navzájem vázány a tvoří kvazičástici zvanou exciton. Můžete krátce vysvětlit, co je původem oné vazebné energie?
- 3) Vyhodnocení měření metodou SPV je založeno na použití výpočetního programu. Vysvětlete prosím, jakým způsobem byly získány optimální hodnoty parametrů d a L , které jsou uvedeny v tabulce 1.
- 4) S jakou přesností byly určeny hodnoty uvedené v druhém a třetím sloupci tabulky 3? Jste skutečně oprávněn uvádět je na tolik platných cifer?
- 5) Doplněte prosím chybějící porovnání výsledků předkládané práce s výsledky jiných autorů, kteří se zabývali obdobnými experimenty.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

V Praze dne 17. června 2019