



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0096-11

Úloha defektov v organických polovodičoch pre snečné články

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Vojtech Nádaždy, CSc**

Príjemca **Fyzikálny ústav SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fyzikálny ústav SAV, Bratislava
2. Katedra fyziky, PdF TU, Trnava
3. Inštitút Aurela Stodolu, EF ŽU, Liptovský Mikuláš
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. Podaná prihláška „Method for performing the local charge transient analysis“, PCT/SK2013/000014. autori: Š. Lányi, V. Nádaždy, prihlasovateľ: Centrum vedecko-technických informácií.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. J. Ivančo: Practical photoemission characterization of molecular films and related interfaces. Acta Phys. Slovaca 63 (2013) 207).
2. V. Nádaždy, F. Schauer, K. Gmucová: Energy resolved electrochemical impedance spectroscopy for electronic structure mapping in organic semiconductors. Appl. Phys. Lett. 105 (2014) 142109.
3. K. Gmucová, V. Nádaždy, F. Schauer, M. Kaiser, E. Majková: Electrochemical Spectroscopic Methods for the Fine Band Gap Electronic Structure Mapping in Organic Semiconductors, J. Phys. Chem. C 119 (2015) 15926.

4. A. Vojtko, M. Jergel, V. Nádaždy, P. Šiffalovič, M. Kaiser, Y. Halahovets, M. Benkovičová, J. Ivančo, E. Majková, M.A. Erola, S. Suvanto, T.T. Pakkanen: Towards Organic Solar Cells Without the Hole Transporting Layer on the Plasmon-Enhanced ITO Electrode, Phys. Stat. Sol. A 212 (2015) 867.

5. J. Filo, R. Mišicák, M. Cigáň, M. Weis, J. Jakabovič, K. Gmucová, M. Pavúk, E. Dobročka, M. Putala: Oligothiophenes with the naphthalene core for organic thin-film transistors: variation in positions of bithiophenyl attachment to the naphthalene. Synthetic Met. 202 (2015) 73.

Uplatnenie výsledkov projektu

Využívanie novovyvinutej elektrochemickej metódy ER-EIS v základnom výskume elektrónovej štruktúry a jej vzťahu s kryštalografickou štruktúrou organických polovodičov. Získané výsledky projektu budú slúžiť pri ďalšom vývoji a optimalizácii organických solárnych článkov a iných elektronických súčiastok na báze organických polovodičov, napr. svietivých diód a senzorov.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V rámci projektu sme implementovali na FÚ SAV ako prvom pracovisku na Slovensku laboratórnu technológiu prípravy a komplexnú charakterizáciu organických slnečných článkov (OSC). Zvládli sme prípravu slnečných článkov na báze rôznych polymérov s účinnosťou 3.4% pre P3HT a 6.7% pre PBDTTT-EFT. Významným výsledkom je vyvinutie novej metódy, elektrochemickej impedančnej spektroskopie s energetickým rozlíšením (ER-EIS), na mapovanie elektrónovej hustoty stavov v organických polovodičoch. Pomocou metódy ER-EIS sme určili elektrónovú štruktúru viacerých polymérov a ich zmesí s derivátmi fullerénu. Zistili sme, že limitujúcim faktorom z hľadiska reálneho využitia OSC na báze heteroštruktúry P3HT:PCBM je tvorba defektov na rozhraní aktívna vrstva/kovový kontakt, ktoré sa postupne vytvárajú bez ohľadu na to, či je alebo nie je OSC v prevádzke. Tieto defekty spôsobujú znižovanie účinnosti OSC cez zvyšovanie rekombinácie generovaných nosičov náboja a pokles fotoprúdu. Druhým obmedzujúcim faktorom je degradácia OSC pri osvetlení aj bez prístupu kyslíka. Príčinou tohto procesu sú štruktúrne zmeny v objemovej heteroštruktúre aktívnej vrstvy, pravdepodobne spôsobené difúziou derivátu fullerénu, ktorá je aktivovaná rekombináciou voľných nosičov náboja.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Laboratory technology of organic solar cells (OSC) with a complex characterization was implemented in IP SAS as the first place in Slovakia. There were prepared OSCs based on various polymers with the power conversion efficiency of 3.4% for P3HT and 6.7% for PBDTTT-EFT. An important result is the development of a new method, Energy Resolved Electrochemical Impedance Spectroscopy (ER-EIS), to map the electronic density of states in organic semiconductors. The electronic band structure of several polymers and their blends with fullerene derivatives was determined. We have found that the limiting factor with respect to the performance of the P3HT:PCBM blend based OSC is the formation of defects at the active layer/metal contact interface, which are created regardless of whether or not the OSC is under operation. These defects reduce the OSC efficiency through the increased recombination of generated charge carriers and photocurrent drop. The second limiting factor is the OSC degradation under illumination even without the oxygen. The structural changes in the bulk heterostructure of the active layer are the cause of this process, which is probably due to the fullerene derivative diffusion activated by the free carrier recombination.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Vojtech Nádaždy, CSc

V Bratislave 29. 01. 2016

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Stanislav Hlaváč, CSc.

V Bratislave 29. 01. 2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu