

MATERIALE POLIMERICE PENTRU CONVERSIE FOTOVOLTAICA ORGANICA

Încă din anul 1954, atunci când prima joncțiune p-n a fost inventată la Bell Lab [1], au fost făcute multe încercări în căutarea unui randament ridicat al celulelor solare, parcurgându-se mai multe etape semnificative. În 1970, o echipă din URSS a dezvoltat o primă celulă eficientă, având la bază heterostructuri GaAs. În 1980, a fost obținut la Universitatea din Delaware primul film subțire cu o eficiență de 10%, folosind $\text{Cu}_2\text{S}/\text{CdS}$. În 1994, a fost realizată prima celulă care depășește eficiența de conversie de 30% folosind GaInP / GaAs, iar în 2006 "bariera de 40% eficientă" a fost depășită. În afară de cercetarea de materiale, au fost făcute eforturi pentru creșterea concentrației luminii, precum și pentru stabilitatea celulelor. Mai mult decât atât, cercetările au trecut dincolo de lumea anorganică, polimerii organici atrăgând mult interes, în ciuda eficienței reduse.

Structura semiconductorilor organici constă în unități moleculare sau polimerice care au legături p-conjugate [2]. Acest tip de legături dă naștere unor orbitali delocalizați, care pot fi ocupați sau liberi, prin această structură semiconductorii organici permitând transportul electric și interacționând cu lumina.

În conversia fotovoltaică, două materiale cu proprietăți dielectrice diferite trebuie să fie prezente: materialul de tip p ce permite absorbția fotonilor din radiația solară și materialul de tip n, ce provoacă separarea purtătorilor de sarcină fotogenerați. Alegerea naturii acestor materiale este importantă pentru îmbunătățirea performanțelor celulelor și a randamentului de conversie fotovoltaică.

Tang și colaboratorii acestuia au fost primii care au realizat o structură având ca strat activ un monomer între doi electrozi. Dintre monomerii folosiți, cei mai utilizați au fost ftalocianinele, merocianinele și porfirinele. Eficiențele de conversie erau mici, de ordinul 0,01 %, dar au deschis drumul pentru realizarea unor structuri mai complexe, cu două și trei straturi organice, al căror randament a crescut cu până la două ordine de mărime. Descoperirea polimerilor conjugați a condus la crearea unei noi clase de materiale; realizarea unor structuri cu heterojoncțiune în volum oferind avantajul unei suprafețe active mai mari decât în cazul structurilor cu două sau trei straturi.

Polimerii de tip p- pe baza de tiofena și polimeri tip n pe baza de fulerena

Polimeri de tip p

Polimeri de tip p pe baza de tiofena au fost studiați pentru înțelegerea factorilor ce pot afecta pozitiv sau negativ performanțele unei celule. Compusul cel mai performant este P3HT (poli(3-hexiltiofena)), cu un randament de aprox. 5% pentru o celulă simplă. Chiar dacă prezintă limite în privința absorbției, este un material ușor polimerizabil cu caracteristici atractive: mare stabilitate chimică, mobilitate mare a purtătorilor de sarcină, capacitate ridicată de auto-organizare [2]. Au fost obținuți derivați ai tiofenei cu diferite catene laterale pentru modificarea proprietăților de absorbție. Prin prepararea de blocuri copolimerice pe baza de monomeri de natură diferită ai tiofenei se poate obține modificarea structurii substratului activ.

Polimeri de tip n

Fulerena a fost esentiala in dezvoltarea celulelor solare pe baza de polimeri. A fost utilizata pe scara larga ca acceptor de electroni amestecata cu P3HT pe post de donator de electroni. In timp ce numeroase studii au fost dedicate polimerilor donatori de tip p, fulerena C60, s-a schimbat foarte putin de la introducerea derivatului ei solubil, PCBM (metil esterul acidului fenil butiric C61). Eforturile de obtinere a unei eficiente de conversie cat mai ridicate pentru structurile fotovoltaice ce au ca strat activ aceasta mixtura, P3HT:PCBM au avut ca rezultat valori cuprinse intre 3,66% si 8% [3,4].

Rezultate promitatoare au fost obtinute si cu un alt polimer, MEH-PPV, poli[2-metoxi-5-(etil-hexiloxi)-1,4-fenilen-vinilena] mixat cu acelasi derivat de fulerena [5].

Sunt desfasurate cercetari pentru imbunatirea stabilitatii si performantelor pentru a facilita desfacerea pe piata a celulelor solare din plastic, obtinandu-se astfel o noua clasa de materiale bazata pe fulerena.

- [1] Chapin, D.M.; Fuller, C.S.; Pearson, G. L. "A New Silicon p-n Junction Photocell for Converting Solar Radiation into Electrical Power". *J.Appl.Phys.*25 (1954) p. 676
- [2] Nalwa, H.S.; "Handbook of Organic Conductive Molecules and Polymers" Vol.3: "Conductive Polymers: Spectroscopy and Physical Properties" ISBN: 0-471-96595-2
- [3] Narayan Ch. Das, Paul E. Sokol, *Renewable Energy*, 35, 2010, 2683
- [4] Al-Ibrahim, M.; Ambacher, O. "Effects of solvent and annealing on the improved performance of solar cells based on poly(3-hexylthiophene): Fullerene". *Appl. Phys. Lett.* 86 201120 (2005) A.Facchetti, *Materials Today* 10, No.3 (2007), p.28-37
- [5] Chen, W., B., Deng M.,Z., Zou h., J., Li C., Y., Deng L., F., Lai P., T., "Improved efficiency of organic photovoltaic MEH-PPV/PCBM device with CuPc-doping", *IEEE International Conference of Electron Devices and Solid-State Circuits*, 2010