

**EFFECT OF CHLOROPHYLL ON P3TAA, PT AND PPY
THIN FILMS FOR THE FABRICATION OF ORGANIC
SOLAR CELLS**

HAMIZAH NADIA BINTI ALIAS @ YUSOF

**Thesis Submitted in Fulfillment of the
Requirement for the Degree of Master of Science
in the School of Fundamental Science
Universiti Malaysia Terengganu**

August 2015

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

EFFECT OF CHLOROPHYLL ON P3TAA, PT AND PPY THIN FILMS FOR THE FABRICATION OF ORGANIC SOLAR CELLS

HAMIZAH NADIA BINTI ALIAS @ YUSOF

August 2015

Main Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mohd Ikmar Nizam Hj. Mohamad Isa, Ph.D

Co- Supervisor : Hasiah binti Salleh, M.Sc

School : Fundamental Sciences

In this project, single layer and double layer organic solar cells were fabricated from multi group organic materials; poly (3-thiophene acetic acid) (P3TAA), polythiophene (PT), polypyrrole (PPY) and chlorophyll (CHLO). Single layer thin films were deposited on indium tin oxide (ITO) coated glass substrate by using electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and the second layer, CHLO thin film was deposited on top of conjugated polymers thin film by using spin coater, all at room temperature. Electrical properties and optical properties for both types of organic solar cells were studied and determined by four point probe method, two point probe method, both at dark and under different light intensity, and ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy respectively. Electrical conductivity for all devices has obviously increased with the existence of CHLO layer and slightly increased with the increasing of light intensity. Among the conjugated polymers, P3TAA thin film with thickness 97.03 nm in average, measured by profilometer, has the lowest energy band gap, 5.6 eV. The decreasing of thin film thickness has increased the energy band gap as a consequence to the amount of photons absorbed. The addition of CHLO thin film for the second layer has enhanced

the performance of devices as well as the power conversion efficiency (PCE). CHLO thin film helps to absorb maximum photons thus decreasing the possibility of charges recombination at donor-acceptor surface. Device with P3TAA thin film has shown the best enhancement in performance with the addition of CHLO layer and its highest PCE is $10.4 \times 10^{-2}\%$ at 30 W/m^2 light intensity. The majority charge carrier in all devices was electron, measured by using Hall Effect Measurement (HEM) at room temperature. Consequently, thin film thickness and types of material used did affect the device performance. In principle, organic solar cells can reach an optimum efficiency as inorganic solar cells if the enhancement in design and architecture with the right combination of materials used is found.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

KESAN KLOOROFIL TERHADAP FILEM NIPIS P3TAA, PT DAN PPY UNTUK FABRIKASI SEL SOLAR ORGANIK

HAMIZAH NADIA BINTI ALIAS @ YUSOF

Ogos 2015

Penyelia Utama : Assoc. Prof. Dr. Mohd Ikmar Nizam Hj. Mohamad Isa, Ph.D

Penyelia Bersama : Hasiah binti Salleh, M.Sc

Pusat Pengajian : Sains Asas

Untuk projek ini, satu lapisan dan dua lapisan sel solar organik telah dihasilkan daripada campuran kumpulan bahan – bahan organik; poli (3-tiopin asid asetik) (P3TAA), politiopin (PT), polipirol (PPY) dan klorofil (CHLO). Lapisan pertama filem nipis telah disadur di atas permukaan substrat indium tin oksida (ITO) dengan menggunakan alat spektroskopi rintangan elektrokimia (EIS) manakala lapisan kedua, filem nipis CHLO disadur pada permukaan filem nipis polimer dengan menggunakan teknik pemutar bersalut, kedua – duanya pada suhu bilik. Pencirian elektrik dan pencirian optik bagi kedua – dua jenis sel solar organik telah dikaji dan ditentukan dengan menggunakan teknik penduga empat kaki dan penduga dua kaki (dalam keadaan gelap dan keamatan cahaya yang berbeza) dan juga spektroskopi UV-Vis. Kekonduksian elektrik bagi semua alat solat meningkat secara ketara dengan kehadiran lapisan CHLO tetapi hanya meningkat secara sedikit – sedikit apabila keamatan cahaya bertambah. Filem nipis P3TAA dengan purata ketebalan 97.03 nm yang diukur dengan profilometer mempunyai tenaga pemisah terendah iaitu 5.6 eV. Ketebalan filem nipis memberi kesan ke atas bilangan foton yang diserap di mana tenaga pemisah bagi ketebalan filem yang nipis

adalah tinggi, begitu juga dengan sebaliknya. Penyaduran filem nipis CHLO sebagai lapisan kedua telah meningkatkan keupayaan sel solar terutamanya pada nilai kecekapan penukaran tenaga (PCE) sel. Keupayaan filem nipis CHLO untuk menyerap foton pada tahap maksimum dapat mengurangkan kemungkinan bagi cas – cas bebas terikat kembali di kawasan pederma-penerima. Sel solar yang disadur dengan filem nipis P3TAA menunjukkan perubahan prestasi yang mendadak apabila filem nipis CHLO disadur di atasnya hingga menghasilkan nilai PCE yang tertinggi iaitu $10.4 \times 10^{-2}\%$ pada keamatan cahaya 30 W/m^2 . Ujian yang dilakukan dengan Pengukuran Kesan Hall (HEM) pada suhu bilik menunjukkan pembawa caj majoriti bagi kesemua sel solar adalah elektron. Melalui projek ini, didapati ketebalan filem nipis dan jenis bahan yang digunakan mempengaruhi keupayaan sel solar untuk menukar cahaya kepada tenaga elektrik. Dalam erti kata lain, sel solar organik mampu untuk menghasilkan nilai PCE yang tinggi seperti sel solar tak organik sekiranya dapat mencapai rekabentuk dan susun atur serta kombinasi bahan yang digunakan dengan tepat.