تصنيع أغشية هندسية من خلطات البوليمر لعمل خلايا شمسية مرنة متقدمة

أماني محمد عبد الله الحارثي

المشرف: وليد السيد محمود

المستخلص

وفقاً لرؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ فقد أصبحت هذه الرؤية حلماً لشعبنا. من هذا الصدد أردنا أن نتبع هذا الحلم لمستقبل واعد من خلال العمل على فكرة طموحة لتطوير خلايا شمسية مرنة مصنعة من المواد البوليميرية لإنتاج الطاقة بطريقة مبتكرة. في هذه الدراسة تم تحضير خلطات جديدة من البوليمرات بغرض رفع كفاءتها الكهروضوئية لتصنيع خلايا شمسية مرنة. أظهرت البوليمرات المترافقة تطوراً كبيراً كبديل لأشباه الموصلات التقليدية للإلكترونيات الضوئية المرنة بسبب وزنها الخفيف ومرونتها العالية. لذلك، تم تطوير أفلام مكونة من مزيج بوليمر هجين جديد من خلال دمج بوليميرين هما ($PC_{71}BM$, ICBA) بتركيزات مختلفة في (P3HT) بواسطة تقنية Spin-coating. وقد تمت دراسة البنية التركيبية للأفلام المصنعة باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية لدراسة تأثير كل من ($PC_{71}BM$, ICBA) على البناء التركيبي للبوليمر (P3HT). كذلك تمت دراسة السلوك الضوئي لهذه الأفلام لرصد معدل الامتصاص والاستضاءة. كذلك تم دراسة الخصائص الكهربية وميكانيكية انتقال الشحنات داخل هذه الخلطات البوليميرية. وقد تم تصنيع خلايا شمسية من خلطات P3HT: ICBA وأيضا P3HT: $PC_{71}BM$ بتركيزات مختلفة. وقد أوضحت النتائج أن الخلايا الشمسية المصنعة من P3HT:$PC_{71}PM$(1:1.2) حققت كفاءة تصل الى 4.7%. أيضا وجد أن الخلايا الشمسية المصنعة من P3HT:ICBA(1:0.5) حققت كفاءة تصل الى 5.2%. كذلك تم عمل خلايا شمسية ثلاثية مرنة من P3HT: ICBA: $PC_{71}BM$(1:0.5:1.2) وصلت كفاءتها الى 6.3%. وقد تم الحصول على كفاءة وصلت الى 8.1% عن طريق تصنيع خلية شمسية مرنة متزامنة مكونة من ITO/ZnO/P3HT:$PC_{71}BM$(1;1.2)/PEDOT:PSS/ZnO/P3HT:ICBA(1:0.5)/MoO_3/Ag وبناءً عليه فإن هذه الدراسة تم فيها تصنيع خلايا شمسية مرنة متقدمة ذات كفاءة واعدة للتطبيقات المستقبلية للطاقة المتجددة.

Manufacture of Engineered Polymer Composites Based Films for Advanced Flexible Solar Cells

Amani Mohammed Abdullah Al-Harthi
Advisor: Waleed E. Mahmoud

Abstract

According to the Saudi Arabia vision this vision became a dream of our people. From this regard we wanted to follow this dream for auspicious future through the devotion of an ambitious idea to develop a smart flexible solar cell based polymeric materials for clean energy production. Conjugated polymers have shown great encouragement as an alternative for conventional semiconductors for flexible optoelectronics owing to their light weight and high flexibility. Therefore, a novel hybrid polymer blends have been developed throughout the incorporation of phenyl-C61-butyric acid methyl ester ($PC_{71}BM$), and indene-C60 bisadduct (ICBA) with various concentrations into the matrices of poly(3- hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT). The structure and morphology of developed films have been characterized via Fourier transform infrared spectroscopy, X-ray diffraction and atomic force microscopy. The impact of $PC_{71}BM$ and ICBA on the optical absorption and emission of the P3HT was emphasized. Solar cells have been manufactured through the including of the ICBA into the P3HT and including the $PC_{71}BM$ into the P3HT at various concentrations. It was found that the P3HT:$PC_{71}BM$ at blend ratio (1:1.2) achieved conversion efficiency of 4.7% and the P3HT:ICBA (1:0.5) exhibited conversion efficiency of 5.2%. A flexible solar cell was manufactured using ternary solar device composed of P3HT:ICBA:$PC_{71}BM$ (1:0.5:1.2) and showed efficiency of 6.3%. Furthermore, an improvement could be successfully achieved through the construction of tandem solar cell device composed of ITO/ZnO/P3HT:$PC_{71}BM$(1;1.2)/PEDOT:PSS/ZnO/P3HT:ICBA(1:0.5)/MoO_3/Ag. This tandem solar cell achieved solar conversion efficiency of 8.1%. Therefore, a promising flexible tandem solar cell was manufactured for the next generation with outstanding conversion efficiency.