Thesis Title Synthesis and Characterizations of Nanostructured Electroactive Polymers for Use in Solar Cells

Author Miss Chanitpa Khantha

Degree Doctor of Philosophy (Chemistry)

Thesis Advisory Committee Assoc. Prof. Dr. Sukon Phanichphant Advisor
Assoc. Prof. Dr. Udom Sriyotha Co–advisor
Asst. Prof. Dr. Teerapol Wongchanapiboon Co–advisor

ABSTRACT

The synthesis and bulk–heterojunction (BHJ) solar cells studies of 9 low band gap polymers (P3PhT, PTB, PC11BDTBO, PC11BDTBT, PC9BDTBT, PC7BDTBT, PC12PDTTPD, PC12PDTBT, and P3HT) by the development of new processing methods were investigated. The improvements in the power conversion efficiencies (PCEs) of these polymer devices were realized. Several factors such as effect of solvent, thermal annealing, solvent annealing and metal oxides nanoparticles additive affected the PCEs of the polymers. The PCEs of the studied polymers can be concluded as follows. The highest PCE of P3PhT polymer blended in 2:3 P3PhT:$PC_{61}BM$ BHJ solar cells dissolved in dichlorobenzene was 0.303%. The PCE

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

of PTB polymer found in PTB:$PC_{61}BM$ BHJ solar cells was 0.417%. The best result of the PC11BDTBO polymer was found in PC11BDTBO:$PC_{61}BM$:3 mol% Au–doped ZnO nanoparticles BHJ solar cells with the PCE of 2.46%. The good result of PC11BDTBT polymer was found in the mixed solvent of 2% Chloronapthalene (CN) and chlorobenzene (CB) in PC11BDTBT:$PC_{71}BM$ with the PCE of 2.03%. Another good result of PC9BDTBT polymer was found in the mixed solvent of 2% CN and CB in 1:2 PC9BDTBT:$PC_{61}BM$ BHJ solar cells with the PCE of 2.29%. The PCE of PC7BDTBT:$PC_{61}BM$ polymer couldn't be measured because PC7BDTBT was insoluble in any solvents. The best result of the PC12PDTTPD polymer was found in the mixed solvent of 1% CN and CB blended in PC12PDTTPD:$PC_{61}BM$:ZnO nanoparticles BHJ solar cells via 5.46 wt% ZnO loading with the highest PCE of 3.33%. The best results of the PC12PDTBT was found in the mixed solvent of 2% CN and CB blended with $PC_{61}BM$ or $PC_{71}BM$ BHJ solar cells with the highest PCE of 1.82%. One of the best result of the P3HT was found in P3HT:$PC_{61}BM$:3mol%Nb/ZnO BHJ solar cells with the highest PCE of 3.73%. It was the highest PCE obtained from this research work.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การสังเคราะห์และการหาลักษณะเฉพาะของพอลิเมอร์ที่ว่องไวทางไฟฟ้าที่มีโครงสร้างนาโนสำหรับใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้เขียน นางสาว ชนิตภา กันทา

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สุคนธ์ พานิชพันธ์	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ. ดร. อุดม ศรีโยธา	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ. ดร. ธีระพล วงศ์ชนะพิบูลย์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาการสังเคราะห์และการประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ 9 ชนิดที่มีช่องว่างระหว่างพลังงานน้อย ซึ่งได้แก่ P3PhT, PTB, PC11BDTBO, PC11BDTBT, PC9BDTBT, PC7BDTBT, PC12PDTTPD, PC12PDTBT, P3HT ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ โดยการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์และการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้ได้ซึ่งประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุด ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานมีหลายปัจจัย และปัจจัยที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผลของตัวทำละลาย การหลอมด้วยอุณหภูมิ การหลอมด้วยตัวทำละลาย และ ผลของการเจืออนุภาคนาโนโลหะออกไซด์ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์เป็นอย่างมาก

ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดของพอลิเมอร์ที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ดังนี้ พอลิเมอร์ P3PhT ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 61ในอัตราส่วน 2:3 ซึ่งละลายอยู่ในไดคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงาน 0.303% พอลิเมอร์ PTBในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 61 ซึ่งละลายอยู่ในไดคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงาน 0.417% พอลิเมอร์ PC11BDTBO ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 61 และ 3 โมล% ของอนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายผสมของ 2% คลอโรแนฟทาลีนและคลอโร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดเป็น 2.46% พอลิเมอร์ PC11BDTBT ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 71 ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายผสมของ 2% คลอโรแนฟทาลีนและคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดเป็น 2.03% พอลิเมอร์ PC9BDTBTในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 71 ในอัตราส่วน 1:2 ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายผสมของ 2% คลอโรแนฟทาลีนและคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดเป็น 2.29% พอลิเมอร์ PC7BDTBT ไม่สามารถวัดค่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้เนื่องจากพอลิเมอร์ชนิดนี้ไม่สามารถที่จะละลายในตัวทำละลายใด ๆ ได้ พอลิเมอร์ PC12PDTTPD ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 61 และอนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์ ในปริมาณ 5.46 โดยมวล ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายผสมของ 1% คลอโรแนฟทาลีนและคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุด 3.33% พอลิเมอร์ PC12PDTBT ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ที่ผสมกับฟลูเลอรีน 61 หรือฟลูเลอรีน 71 ซึ่งละลายอยู่ในตัวทำละลายผสมของ 2% คลอโรแนฟทาลีนและคลอโรเบนซีนให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดเป็น 1.82% พอลิเมอร์ P3HT:PC_{61}BM:3mol%Nb/ZnO ในเซลล์แสงอาทิตย์แบบรอยต่อวิวิธพันธุ์ ให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดเป็น 3.79% ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงสุดที่มากที่สุดที่ได้จากงานวิจัยนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved