ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ วัสดุผสมพอลิเมอร์เปล่งแสงท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังชั้นเดียว เพื่อใช้เป็นไดโอดเปล่งแสงสีขาว

ผู้เขียน นางสาวพิไลวรรณ เอี่ยมเสน

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สุคนธ์ พานิชพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

รศ. ดร. อุดม ศรีโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผศ. ดร. ธีระพล วงศ์ชนะพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ได้ทำการสังเคราะห์พอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์แบบเปล่งแสงได้ ในการศึกษาครั้งนี้พอลิเมอร์หนึ่งสายประกอบด้วยพอลิฟลูออรีนเปล่งแสงสีฟ้าเป็นหลัก หน่วยของ 2, 1, 3 เบนโซไทอะไดอะโซลเปล่งแสงสีเขียว และหน่วยอนุพันธ์ของฟีนิลลีนให้แสงสีแดง การหาลักษณะเฉพาะของโครงสร้าง และสมบัติเชิงแสงของพอลิเมอร์ที่ได้ทั้งหมดด้วยเทคนิคเจลเพอร์มีเอชันโครมาโทกราฟี นิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนส์สเปกโทรสโกปี อัลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโทรเมทรี ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรเมทรี และโฟโตลูมิเนสเซนซ์สเปกโทรเมทรี น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยจำนวนของ พอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน -

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีนคือ 20,000, 2,200, 1,600 และ 1,100 ตามลำดับ และมีค่าการกระจายน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์เท่ากับ 2.0, 1.5, 1.2 และ 1.4 ตามลำดับ โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้นี้มีค่าความเสถียรทางความร้อนต่ำกว่าพอลิฟลูออรีน จากสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของโคพอลิเมอร์พบว่ามีย้ายการดูดกลืนแสงไปทางสีน้ำเงินจากอิทธิพลของหมู่ไพริดีน ไทโอฟีน และควิโนลีน และมีการย้ายการดูดกลืนแสงไปทางสีแดงจากอิทธิพลของการประจุเคลื่อนที่จากฟลูออรีนไปยังเบนโซไทอะไดอะโซลที่ขาดอิเล็กตรอน แถบพลังงานของ พอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีน คือ 2.95, 2.55, 2.53 และ 2.55 อิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ โฟโตลูมิเนสเซนซ์สเปกตรัมของพอลิฟลูออรีนปรากฏพีคที่ 436 นาโนเมตร และไหล่พีคที่ 466 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากอิเล็กตรอนของฟลูออรีนและไวนิลลีนมาเข้าคู่กัน ส่วนโคพอลิเมอร์มีการย้ายการเปล่งแสงไปทางแสงสีแดง เมื่อเทียบกับพอลิฟลูออรีน โมเลกุลาร์ออบิทัล ที่มีพลังงานสูงที่สุดที่มีอิเลคตรอนบรรจุอยู่ของพอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีนมีค่าเท่ากับ 5.64, 5.66, 5.62 และ 5.70 อิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ สามารถหาได้จากไซคลิกโวลแทมโมแกรม และโมเลกุลาร์ออบิทัล ที่มีพลังงานต่ำที่สุดที่ไม่มีอิเลคตรอนบรรจุอยู่ ของพอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีนมีค่าเท่ากับ 2.69, 3.11, 3.09 และ 3.20 อิเล็กตรอนโวลต์ ตามลำดับ สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างแถบพลังงานกับโมเลกุลาร์ออบิทัลที่มีพลังงานสูงที่สุดที่มีอิเลคตรอนบรรจุอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มาขึ้นรูปไดโอดเปล่งแสงเป็นผลสำเร็จ ซึ่งพบว่า อิเล็กโทรลูมิเนสเซนซ์สเปกตรัมของโคพอลิเมอร์มีการย้ายการเปล่งแสงไปทางแสงสีแดงเมื่อเทียบกับพอลิฟลูออรีน วัดแสงที่เปล่งได้พบว่าค่าซีไออี โคออดิเนทของ พอลิฟลูออรีน พอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน พอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไทโอฟีน และพอลิฟลูออรีน -เบนโซไทอะไดอะโซล-ควิโนลีนไดโอดมีค่าเท่ากับ (0.17, 0.11), (0.25, 0.45), (0.29, 0.43), (0.28, 0.44) ตามลำดับ เมื่อนำไดโอดที่ได้มาหาค่าการใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดเพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้า พบว่าไดโอดของพอลิฟลูออรีน-เบนโซไทอะไดอะโซล-ไพริดีน ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำที่สุด

ทำการเตรียมท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังชั้นเดียวที่สามารถละลายน้ำได้ แล้วนำ ท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังชั้นเดียวมาทำเป็นวัสดุผสมกับพอลิเมอร์ในการทำไดโอดเปล่งแสง พบว่าเมื่อมีท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังชั้นเดียวในไดโอด ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าไม่มีและ วัสดุผสมพอลิเมอร์เปล่งแสงที่มีท่อนาโนคาร์บอนชนิดผนังชั้นเดียวไม่สามารถสร้างแสงได้รวมถึงไม่ได้เพิ่มคุณสมบัติของไดโอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Light-emitting Polymer Single-walled Carbon Nanotube Composites for Use as White Light-emitting Diodes

Author Miss Philaiwan Aiamsen

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 light emitting polymers, polyfluorene, poly(fluorene-benzothiadiazole-pyridine) [PF-BT-PD], Poly(fluorene-benzothiadiazole-thiophene) [PF-BT-TP] and Poly(fluorene-benzothiadiazole-quinoline) [PF-BT-QL] have been successfully synthesized. In this study, the single-polymer electroluminescent systems containing three individual emission species, polyfluorenes as a blue host, 2, 1, 3-benzothiadiazole unit as a green dopant and phenylene derivative units as a red dopant, on the main chain were synthesized and characterized. The structure and optical properties of all synthetic polymers were characterized by gel permeation chromatography (GPC), NMR spectroscopy, UV-vis spectrometry, fluorescence

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

spectrometry, and photoluminescence spectrometry. The number average molecular weight ($\overline{M}_n$) of PF, PF-BT-PD, PF-BT-TP, and PF-BT-QL were 20,000, 2,200, 1,600 and 1,100, respectively, and polydispersity were 2.0, 1.5, 1.2 and 1.4, respectively. The copolymers were found to have lower thermal stability than that of homopolymer.

The absorption spectrum of PF-BT-PD, PF-BT-TP, and PF-BT-QL solutions exhibited blue-shifted absorption from pyridine, thiophene and quinoline ring with meta-linkage in phenylene and red-shifted absorption due to the effect of charge transfer from fluorene to the electron-deficient benzothiadiazole moiety. The optical band gaps of polymers were 2.95, 2.55, 2.53 and 2.50 eV corresponding to PF, PF-BT-PD, PF-BT-TP and PF-BT-QL respectively which were calculated from the onset of UV-vis spectra.

The photoluminescence spectra of PF appeared peak at 436 nm with shoulder peak at 466 nm. The shoulder likely arose from electronic coupling between the fluorene and vinylene moieties. Copolymers showed red-shifted emission in comparison to the homopolymer.

The HOMO energy level of polymers were 5.64, 5.66, 5.62 and 5.70 eV corresponding to PF, PF-BT-PD, PF-BT-TP and PF-BT-QL respectively which were calculated from the onset of cyclic voltammograms. The LUMO energy level of polymers were 2.69, 3.11, 3.09 and 3.20 eV, corresponding to PF, PF-BT-PD, PF-BT-TP and PF-BT-QL, respectively, which were calculated from the equation of relation between optical band gaps, HOMO and LUMO energy levels.

Light-emitting diodes (LEDs) with ITO/PEDOT:PSS/polymer/LiF/Al configuration were fabricated and investigated. The electroluminescence spectra of

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

copolymers exhibited at 517 nm showing red-shifted emission in comparison to the homopolymer. The Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) coordinates of devices are (0.17, 0.11), (0.25, 0.45), (0.29, 0.43), (0.28, 0.44) corresponding to PF device, PF-BT-PD device, PF-BT-TP device and PF-BT-QL device, respectively. The threshold voltage in the current-voltage-luminance characteristics of the PLEDs of PF-BT-PD device was lower than that of PF-BT-QL, PF-BT-TP and PF devices.

The preparation, characterization and fabrication of light-emitting polymer/single walled carbon nanotubes composites light-emitting device were investigated. The water-soluble SWNTs were successfully prepared. The configuration of device was ITO/PEDOT:PSS + SWNTs/polymer/LiF/Al. It can be concluded that the turn on voltage decreased when adding SWNTs. The SWNTs/PLED composites were unable to produce light because of quenching and scattering due to the presence of nanotubes, therefore the incorporation of SWNTs into polymers light-emitting diode did not enhance the properties of the device.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved