



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการความเสถียรของสีของสารอนุพันธ์พอลิฟลูออรีน:
ผลของการอบด้วยความ ร้อนและการฉายแสงยูวี

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รักษาดิ ไตรผลและคณะ

กรกฎาคม 2555



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการความเสถียรของสีของสารอนุพันธ์พอลิฟลูออรีน:

ผลของการอบด้วยความร้อนและการฉายแสงยูวี



โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รักษาติ ไตรผลและคณะ

กรกฎาคม 2555

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการความเสถียรของสีของสารอนุพันธ์พอลิฟลูออรีน:
ผลของการอบด้วยความร้อนและการฉายแสงยูวี

คณะผู้วิจัย

- | | |
|---|----------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รักชาติ ไตรผล | คณะวิทยาศาสตร์ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรือโทหญิง ดร.นิภาภัทร เจริญไทย | คณะวิทยาศาสตร์ |

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ประจำปี 2554 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยเสริมสร้างศักยภาพทางนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย มหิดล ที่ให้การสนับสนุนการพอลิเมอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนการให้ใช้เครื่องและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัย ซึ่งมีส่วนสำคัญในการทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

รักษาดิ ไตรผล

สิงหาคม 2555

สัญญาเลขที่ : R2554D011

ชื่อโครงการ : ความเสถียรของสีของสารอนุพันธ์พอลิฟลูออรีน: ผลของการอบด้วยความร้อนและการฉายแสงยูวี

ชื่อนักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รักษาดิ ไตรผลและคณะ

E-mail Address : rakchartt@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 พฤษภาคม 2554 ถึง 30 เมษายน 2555

บทคัดย่อ

190924

พอลิฟลูออรีนเป็นสารคอนจูเกตพอลิเมอร์ที่สามารถนำไปใช้เป็นสารเรืองแสงในอุปกรณ์เปล่งแสงจากสารอินทรีย์ ได้ โดยปกติแล้วพอลิฟลูออรีนที่ถูกกระตุ้นจะเรืองแสงสีฟ้าเข้มออกมา แต่บ่อยครั้งที่สเปกตรการคายแสงมักเกิดฟีดในตำแหน่งของแสงสีเขียวทำให้การเรืองแสงของ พอลิฟลูออรีนมีความเข้มของแสงสีฟ้าลดลงซึ่งอาจเป็นผลมาจากเอ็กไซเมอร์และการเกิดหมู่ฟลูออรีโนน สำหรับงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาสาเหตุของการเรืองแสงสีเขียวในระบบของ พอลิ (9,9-บิส (2-เอทิลเฮกซิล) ฟลูออรีน-2,7-ไดอิล) หรือ (PF2/6) และโคพอลิเมอร์กับแอนทราซีน บนฟิล์มบางโดยการอบที่อุณหภูมิต่างๆในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาผลของการฉายด้วยแสงยูวี จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนและอุณหภูมิของการอบมีผลทำให้เกิดการออกซิเดชันเป็นหมู่ฟลูออรีโนนได้ดีขึ้นและ การฉายแสงยูวีก็ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า การมีหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่ของพอลิฟลูออรีนยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชันเป็นหมู่ฟลูออรีโนนได้ การศึกษาในสารละลายเจือจางพบว่า การเกิดหมู่ฟลูออรีโนนมีผลทำให้ประสิทธิภาพการคายแสงลดลงด้วย สำหรับการศึกษาในระบบตัวทำละลายผสม พบว่าการมีหมู่ฟลูออรีโนนมีผลทำให้เกิดเอ็กไซเมอร์ ได้มากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปล่งแสงสีเขียวได้มากขึ้น

คำสำคัญ : คอนจูเกตพอลิเมอร์ / อุปกรณ์เปล่งแสงจากสารอินทรีย์ / โฟโอดีฟิสิกส์

Project Code : R2554D011

Project Title : Effects of **Solvent** on Photoluminescence Properties of Conjugated Polymer in Thin Films

Investigator : Rakchatt Traiphol and coworker

E-mail Address : rakchartt@nu.ac.th

Project Period : 15 December 2009 to 14 December 2010

Abstract

190924

Polyfluorene (PF) is a well-known conjugated polymer which can be utilized as an emitting material for organic light emitting device (OLED). The excited polyfluorene normally emits blue light with high quantum efficiency. However, the emission spectrum is often accompanied by an undesired feature in the green spectral region. This is normally attributed to the formation of excimer and the existence of fluorenone group in the system. Our research explores the origins of the green emission peaks in the system of poly(9,9-bis(2-ethylhexyl)fluorene-2,7-diyl) or (PF2/6) and its random copolymer with anthracene. The polymer films were annealed at different temperatures in environments with controlled amount of oxygen. The films were also irradiated by UV light. It was found that the increase of oxygen concentration and annealing temperature accelerated the oxidation of fluorene into fluorenone group. The UV irradiation also caused the oxidation process. The incorporation of anthracene groups into polyfluorene is found to reduce the oxidation process. Study in dilute solution showed that the presence of fluorenone defects caused the decrease of quantum yield. Study in mixed solvent indicated that the presence of fluorenone defects promoted the formation of excimers, which led to strong green emission.

KEYWORDS: conjugated polymers, organic light emitting diode, photophysics

สรุปผลการดำเนินงานของโครงการโดยย่อ (Executive Summary)

ในการวิจัยนี้จะทำการศึกษาปัจจัยระดับโมเลกุล ที่มีผลต่อสมบัติการเปล่งแสงของสารคอนจูเกตโพลิเมอร์ในกลุ่มโพลิฟลูออรีน (polyfluorene) ซึ่งสารในกลุ่มนี้สามารถเปล่งแสงได้ในช่วงสีน้ำเงินและมีประสิทธิภาพของการเปล่งแสงค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามสารในกลุ่มนี้มีข้อเสียที่สำคัญคือ มักจะเกิดการเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินกลายเป็นสีเขียว (green emission) เมื่อทำการใช้ไปนานๆ หรือเมื่อทำการอบฟิล์มที่อุณหภูมิสูง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนสีนี้เกิดขึ้นจาก การเข้าซ้อนทับกันของโมเลกุลเกิดเป็น aggregates หรือ excimer รวมทั้งผลที่เกิดจากการเกิด oxidation ภายในสายโซ่โมเลกุลเกิดเป็นหมู่ fluorenone ขึ้น ซึ่งหมู่ฟังก์ชันนี้สามารถคายแสงสีเขียวได้ ดังนั้นจึงงานวิจัยค่อนข้างมากที่ทำการศึกษาเพื่อลดการเกิด green emission นี้ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งมีความสำคัญโดยตรงการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยี OLED ในการวิจัยที่ผ่านมาของกลุ่มผู้วิจัยเองพบว่า การดัดแปรโครงสร้างของพอลิฟลูออรีน โดยการโคโพลิเมอไรเซชันกับแอนทราซีนมีผลในการช่วยลดการเกิด green emission ได้เป็นอย่างดี ซึ่งคาดว่าเกิดจากความเกาะของหมู่แอนทราซีนในสายโซ่หลักที่ช่วยลดการเข้าซ้อนทับกันเกิดเป็น aggregates หรือ excimers โดยจะทำการทดสอบความเสถียรของสีเมื่อพอลิเมอร์อยู่ในสภาวะต่างๆ ซึ่งได้แก่ การอบฟิล์มที่อุณหภูมิสูงและการฉายด้วยแสงยูวี ซึ่งในการทดลองก็จะทำการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น อุณหภูมิของการอบและความเข้มข้นของออกซิเจนในบรรยากาศ

โดยเริ่มจากจะทำการเตรียมฟิล์มของ PF และ PF-co-Anth บนแผ่น quartz โดยใช้วิธี drop-cast จากสารละลายที่ใช้ตัวทำละลายโทลูอีน จากนั้นจะทำการอบฟิล์มที่ได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 °C แล้วทำการวัดสเปกตรารการดูดกลืนแสงและการคายแสง ของฟิล์มเหล่านี้ที่เวลาของการอบต่างๆ แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้เพื่อสังเกตลักษณะการเกิด green emission ของพอลิเมอร์แต่ละชนิด ซึ่งจะช่วยให้เปรียบเทียบความเสถียรของสีของพอลิเมอร์เหล่านี้ได้ โดยจะทำการศึกษาดังผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบด้วยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในการอบระหว่าง 100 °C ถึง 180 °C ที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของออกซิเจนที่อยู่ในบรรยากาศให้มีปริมาณแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลของการฉายแสงยูวีต่อสมบัติทางแสงโดยทำการฉายแสงยูวีลงไปบนฟิล์มเหล่านั้น แล้วทำการวัดสเปกตรารการดูดกลืนแสงและการคายแสงของฟิล์มที่เวลาของการฉายแสงต่างๆ แล้วทำการเปรียบเทียบผลที่ได้เพื่อที่สังเกตลักษณะการเกิด green emission ของพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะทำให้เปรียบเทียบความเสถียรของสีของพอลิเมอร์เหล่านี้ได้

จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณของออกซิเจนและอุณหภูมิของการอบมีผลทำให้เกิดการออกซิเดชันเป็นหมู่ฟลูออรีโนนได้ดีขึ้นและ การฉายแสงยูวีก็ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการมีหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่ของพอลิฟลูออรีนยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชันเป็นหมู่ฟลูออรีโนนได้ การศึกษาในสารละลายเจือจางพบว่าการเกิดหมู่ฟลูออรีโนนมีผลทำให้ประสิทธิภาพการคายแสงลดลงด้วย สำหรับการศึกษาในระบบตัวทำละลายผสม พบว่าการมีหมู่ฟลูออรีโนนมีผลทำให้เกิดเอ็กซ์ไซเมอร์ ได้มากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปล่งแสงสีเขียวได้มากขึ้น

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สรุปผลการดำเนินงานของโครงการโดยย่อ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คอนจูเกตพอลิเมอร์	1
1.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์การแปลงแสงอินทรีย์	3
1.3 ความสำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	13
บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
3.1 การศึกษาผลของปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิของการอบ	17
3.2 การศึกษาผลของการฉายแสงยูวีต่อการเกิดออกซิเดชัน	40
3.3 การศึกษาผลของหมู่ฟลูออรีโนนของพอลิฟลูออรีนในสารละลายเจือจาง	45
3.4 การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อพฤติกรรมการเข้ามาจับกัน	48
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	
4.1 ผลของปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิต่อการเกิดออกซิเดชัน	63
4.2 ผลของการฉายแสงต่อการเกิดออกซิเดชัน	63
4.3 ผลของหมู่ฟลูออรีโนนของพอลิฟลูออรีนในสารละลายเจือจาง	64
4.4 ผลของตัวทำละลายต่อพฤติกรรมการเข้ามาจับกัน	64
หนังสืออ้างอิง	65
ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย	67
ภาคผนวก	68