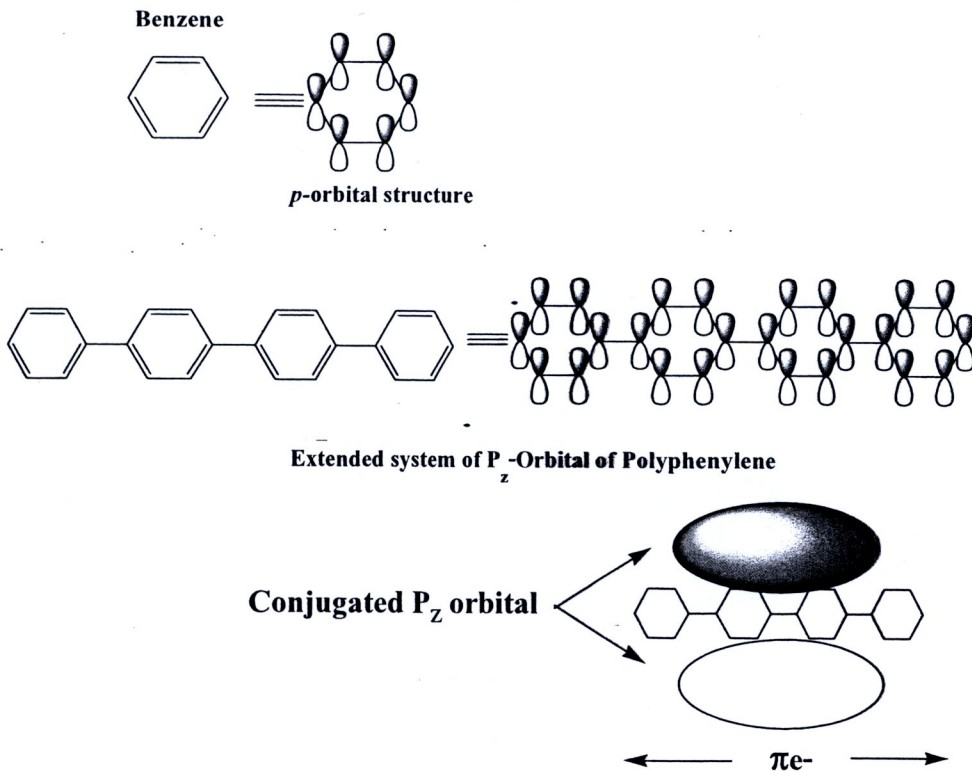


บทที่ 1

บทนำ

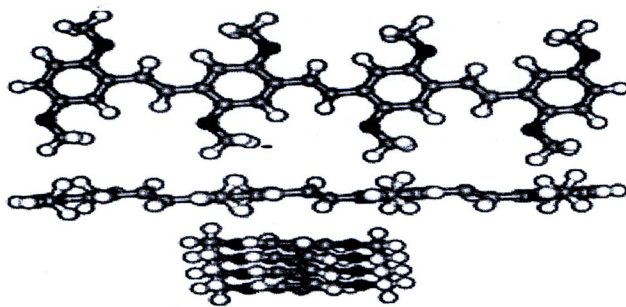
1.1 คอนจูเกตพอลิเมอร์ (conjugate polymer)

คอนจูเกตพอลิเมอร์ (conjugate polymer) เป็นสารที่มีสมบัติที่น่าสนใจหลายประการ เช่น เป็นสารกึ่งตัวนำที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้ (electroluminescence) หรือ สามารถเรืองแสงได้เป็นอย่างดีเมื่อมีการกระตุ้นด้วยแสงและกระแสไฟฟ้า การที่คอนจูเกต พอลิเมอร์มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำและเรืองแสงได้นั้นเนื่องมาจากโครงสร้างภายในสายโซ่หลักมีลักษณะเป็นวงแหวนเบนซีนที่ต่อกันหลายวงหรือมีลักษณะการจัดเรียงพันธะเป็นแบบพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวต่อเนื่องกันไป โครงสร้างของ โมเลกุลในลักษณะนี้จะทำให้เกิดการจัดเรียงของไพออร์บิทัลอยู่ในระนาบเดียวกัน ส่งผลให้ไพออิเล็กตรอนสามารถกระโดดจากตำแหน่งหนึ่งไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่งภายในโมเลกุลได้ ซึ่งก็คือการเกิดคอนจูเกชัน (conjugation) แสดงดังรูปที่ 1.1 และระยะทางที่ไพออิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระเรียกว่า conjugation length



รูปที่ 1.1 การเกิดคอนจูเกชันของ π -orbitals ในสายโซ่พอลิเมอร์

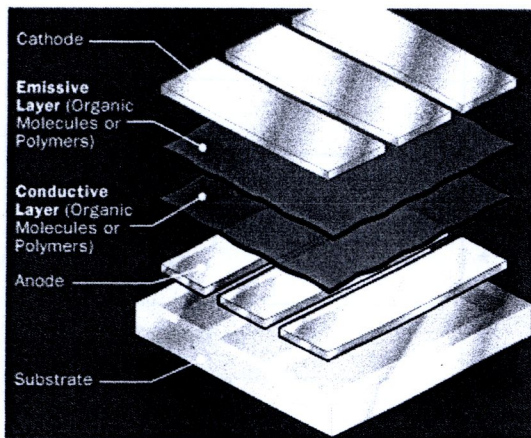
การที่คอนจูเกตพอลิเมอร์มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำจึงทำให้ได้รับความสนใจในการพัฒนาเพื่อใช้ในเทคโนโลยีต่างๆ เช่น organic light emitting diode (OLED) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรืองแสงของสารคอนจูเกตพอลิเมอร์ในสนามไฟฟ้า อย่างไรก็ตามสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของสารเหล่านี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายประการ ดังนั้นการที่จะพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์เปล่งแสง OLED โดยการใช้สารคอนจูเกตพอลิเมอร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างโมเลกุลของ คอนจูเกตพอลิเมอร์ซึ่งประกอบด้วยพันธะไพ (π-bond) เป็นจำนวนมากทำให้เกิดแรงดึงดูดอ่อนๆระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ขึ้นที่เรียกว่า π-π interaction มีผลทำให้คอนจูเกตพอลิเมอร์ชอบที่จะเข้ามาจับกันเกิดเป็นโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดการซ้อนทับกันระหว่าง π-orbitals ของหลายๆ โมเลกุลที่ทำให้โฟอิเล็กตรอนเกิดการ delocalization ระหว่างโมเลกุลได้ดังรูปที่ 1.2 จึงทำให้เกิดอิเล็กโทรนิคส์พีซิสใหม่เกิดขึ้นที่มีสมบัติการเรืองแสงแตกต่างจากสมบัติของสายโซ่พอลิเมอร์โมเลกุลเดี่ยว นั่นคือเกิดการเปล่งแสงที่ระดับพลังงานต่ำ (red shift) นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพของการเปล่งแสง (quantum yield) ยังลดลงอีกด้วย ซึ่งการเข้าจับกันของพอลิเมอร์ในลักษณะนี้เรียกว่า aggregation การซ้อนทับกันของสายโซ่พอลิเมอร์นี้ถือเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยี OLED เพราะจัดว่าเป็นสาเหตุหลักทำให้ประสิทธิภาพการเปล่งแสงของ OLED ลดลง ดังนั้นจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ค้นหาวิธีการลดการเกิด aggregation ในฟิล์มบางของสารคอนจูเกตพอลิเมอร์ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การดัดแปลงโครงสร้างทางโมเลกุลโดยการต่อหมู่ที่มีขนาดใหญ่เข้าไปเพื่อเพิ่มความเกะกะของโมเลกุล ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการซ้อนทับระหว่างสายโซ่หลักได้ยากขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีนี้ถือว่ามีความยุ่งยากมากเพราะต้องใช้ปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนเข้าช่วย นอกจากนี้การดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลแบบนี้ยังมีผลทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและช่องว่างพลังงานเปลี่ยนแปลงไป



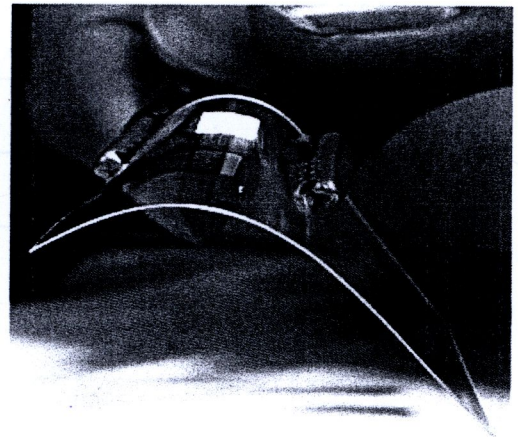
รูปที่ 1.2 ลักษณะการซ้อนทับกันของ π-orbitals ระหว่างสายโซ่หลัก

1.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์เปล่งแสงอินทรีย์ (organic light emitting diode : OLED)

อุปกรณ์เปล่งแสงอินทรีย์ หรือ OLED (organic light emitting diode) มีสมบัติพิเศษทางเทคโนโลยี คือ สามารถเรืองแสงได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ไฟส่องด้านหลัง ซึ่งมีการค้นพบสารกึ่งตัวนำบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้ เรียกสารเหล่านี้ว่า อิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (electroluminescence) ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ที่ให้สีต่าง ๆ กัน เมื่อนำมาประกบกันและให้พลังงานไฟฟ้าจะเปล่งแสงประกบกันเป็นภาพและสีตามต้องการ ดังรูปที่ 1.3 (a) เมื่อนำพอลิเมอร์เหล่านี้ไปเคลือบบนผิวต่างๆ เช่น โลหะหรือแก้ว จะทำให้พื้นผิวนั้นสามารถแสดงภาพออกมาได้ จึงได้จอภาพที่บาง เบา ให้สีคมชัด และยืดหยุ่นได้ ดังรูปที่ 1.3 (b)



(a)



(b)

รูปที่ 1.3 (a) โครงสร้างของ OLED ¹¹ (b) ตัวอย่างจอแสดงผลแบบ OLED

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี OLED มาใช้ในจอแสดงผลของคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก คือ จอทีเอฟที (thin film transistor : TFT) โดยที่ทีเอฟที คือชุดของ OLED ที่มีทรานซิสเตอร์ตัวเล็กๆควบคุมในแต่ละจุดโดยจะบอกว่าสีไหนส่องสว่างเท่าไร โดยที่ทีเอฟทีจะรับคำสั่งมาและส่งต่อตลอดเวลาทำให้ได้ภาพเคลื่อนไหวที่ชัดเจน ซึ่งส่วนประกอบของ OLED เริ่มจากฐานชั้นล่างเป็นแก้ว ชั้นต่อไปเรียกว่า ไอินดีอ็อกไซด์ (indium thin oxide) เป็นชั้นนำไฟฟ้าที่ยอมให้แสงผ่านได้ ชั้นถัดไปเป็นชั้นที่ช่วยให้โฮล (hole) หรือประจุลบวิ่งได้ดีขึ้น เรียกว่า ชั้นขนส่งโฮล ตามด้วยชั้นสำหรับเปล่งแสงและชั้นที่ช่วยให้อิเล็กตรอนวิ่งได้ดีเชื่อมต่อด้านบนโดยมีขั้วโลหะวางข้างบนอีกชั้น ดังรูปที่ 1.3 (a) ความโดดเด่นของ OLED คือ สามารถทำบนแผ่นวัสดุที่โค้งงอได้ เช่น พลาสติกและที่สำคัญคือ OLED ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ไม่มีความเป็นพิษและสามารถย่อยสลายได้ง่าย

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีจอแสดงผลแบบ OLED กับแบบ LCD ในแบบต่างๆ ดังในตารางที่ 1.1 ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบดิจิทัล (digital) โดยภาพที่ปรากฏขึ้นเกิดจากแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอดไฟด้านหลังของจอภาพ (black light) ผ่านชั้นกรองแสง (polarized filter) แล้ววิ่งไปยังคริสตัลเหลวที่เรียงตัวด้วยกัน 3 เซลล์ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน กลายเป็นพิกเซล (pixel) ที่สว่างสดใสเกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี OLED มีประสิทธิภาพดีกว่ามากแต่สำหรับอายุการใช้งานนั้น ขณะนี้ OLED ยังถือว่ามีประสิทธิภาพที่เป็นรองกว่าแบบ LCD

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างจอแสดงผลแบบ OLED, TFT-LCDและ CSTN-LCD

Display performance	OLED	TFT	CSTN
Brightness	*	*	0
Contrast ratio	*	0	/
Viewing angle	*	0	/
Response time	*	0	/
Color Performance	*	0	/
High temperature	*	0	0
Low temperature	*	/	/
High temperature/humidity	*	0	*
Life time	0	*	*
Thin and Weight	*	0	/
Power consumption (LCD with backlight)	0~*	/	0
* for excellent , 0 for fair, / for bad			

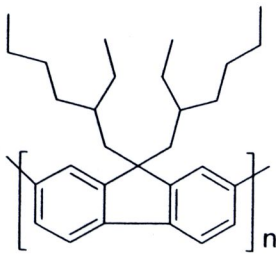
1.3 ความสำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันสารกลุ่มคอนจูเกตพอลิเมอร์ (conjugated polymers) กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากสารเหล่านี้มีสมบัติที่น่าสนใจหลายอย่างเช่น สามารถเรืองแสงได้เป็นอย่างดีเมื่อมีการกระตุ้นด้วยแสงและกระแสไฟฟ้า (photo and electroluminescence) สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อนำไปต่อกับขั้วอิเล็กโทรดที่เหมาะสม จากคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้สารคอนจูเกตพอลิเมอร์มีศักยภาพอย่างมากในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในเทคโนโลยีต่างๆ สำหรับอนาคต เช่น ใช้เป็นสารเรืองแสงในเทคโนโลยีจอแสดงผล organic light emitting diode (OLED) เป็นเส้นลวดโมเลกุล (molecule wires) สำหรับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ระดับโมเลกุล (molecular electronics) เป็นสารสำหรับการประดิษฐ์ plastic solar cell รวมไปถึงการพัฒนาไปเป็น chemical sensors โดยอาศัยสมบัติการเรืองแสงของพอลิเมอร์เหล่านี้ที่แตกต่างกันในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน

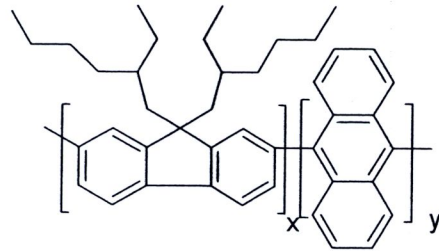
อย่างไรก็ตามในการจะนำคอนจูเกตพอลิเมอร์ไปประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีต่างๆดังที่กล่าวมา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อสมบัติของสารเหล่านี้ให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อที่จะสามารถควบคุมสมบัติระดับโมเลกุลของสารได้ ตัวอย่างเช่น ในการพัฒนาเทคโนโลยี OLED จะต้องสามารถควบคุมให้สารเปล่งแสงในช่วงของสีที่เราต้องการได้ สารนั้นต้องนำไฟฟ้าได้ดี มีความเสถียรสูง และมีประสิทธิภาพในการเปล่งแสงที่ดีซึ่งการ optimize สมบัติของสารเหล่านี้เป็นหัวข้อที่กำลังได้รับความสนใจศึกษากันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปแล้วแนวทางในการปรับเปลี่ยน (tune) สมบัติเหล่านี้ของสารคอนจูเกตพอลิเมอร์สามารถแบ่งออกได้เป็นสองแนวทางหลักๆ คือ วิธีการแรกจะทำการสังเคราะห์สารชนิดใหม่ๆขึ้นมา โดยทำการดัดแปลงโครงสร้างภายในและคาดว่าจะทำให้สารมีสมบัติตามที่ต้องการ ส่วนแนวทางที่สองคือ จะอาศัยวิธีการควบคุมการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ ซึ่งจากการศึกษาของนักวิจัยหลายกลุ่มพบว่าสามารถควบคุมให้สารคอนจูเกตพอลิเมอร์เปล่งแสงในช่วงสีที่เราต้องการได้ด้วยการควบคุมรูปร่าง (conformation) ของสายโซ่พอลิเมอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าพฤติกรรมการเข้าจับตัวกันของสายโซ่หลักในฟิล์มบางมีผลต่อประสิทธิภาพการเปล่งแสงและการนำไฟฟ้าของคอนจูเกตพอลิเมอร์ โดยการเข้าจับตัวกันที่ทำให้เกิดการซ้อนทับกันของไพออร์บิทัล (π -orbitals) ระหว่างสายโซ่หลักมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเปล่งแสงลดลงและเกิดฟิคของการเปล่งแสงใหม่ในช่วงของพลังงานต่ำลง (red-shift peak) ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในเทคโนโลยี OLED ดังนั้นจึงพยายามอย่างมากเพื่อค้นหาวิธีการลดการเกิดการซ้อนทับกันลักษณะนี้ภายในระบบ

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการศึกษาปัจจัยพื้นฐานต่างๆที่มีผลต่อสมบัติทางแสงของคอนจูเกตพอลิเมอร์ นอกจากจะมีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆแล้ว ยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย สารคอนจูเกตพอลิเมอร์กลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจและใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือกลุ่มของพอลิฟลูออรีน (poly(9,9-bis(2-ethylhexyl)fluorene-2,7-diyl), (PF2/6) และ โคพอ

ลิเมอร์กับแอนทราซีน (poly(fluorene-co-anthracene), (PF-co-Ant) ซึ่งแสดงโครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 1.4 คุณสมบัติของสารพอลิฟลูออรีนสามารถเปล่งแสงสีน้ำเงินและมีค่า quantum yield ค่อนข้างสูง มีความสามารถในการขนส่งประจุที่ดี และนอกจากนี้สามารถทำการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติทางโฟโตฟิสิกส์ได้ จึงมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยี OLED แต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจที่จะนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์เพราะมีอายุการใช้งานสั้นเพียง 5,000 ชั่วโมง จัดว่าน้อยกว่าจอภาพชนิดอื่นๆที่มีอายุการใช้งานขั้นต่ำ 60,000 ชั่วโมง และความไม่คงที่ของสเปกตรารายแสง



(a)



(b)

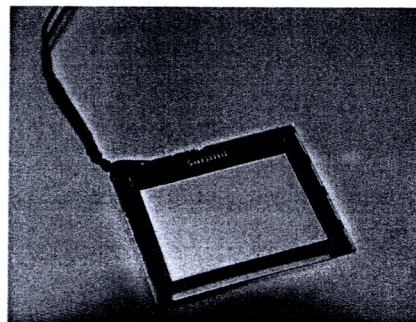
รูปที่ 1.4 ลักษณะ โครงสร้างทางเคมีของ (a) (poly(9,9-bis(2-ethylhexyl)fluorene-2,7-diyl), (PF2/6)

(b) poly(fluorene-co-anthracene), (PF-co-Ant)

โดยปกติพอลิฟลูออรีนถูกใช้ในเทคโนโลยี OLED เพื่อการเปล่งแสงสีฟ้าเข้มแต่บ่อยครั้งที่พบว่าจอภาพแสดงผลจากพอลิฟลูออรีนเกิดการเปลี่ยนแปลงเฉดสีของแสงที่เปล่งออกมาในช่วงที่มีความยาวคลื่นมากขึ้นในช่วงแสงสีเขียวดังแสดงในรูปที่ 1.5



(a)

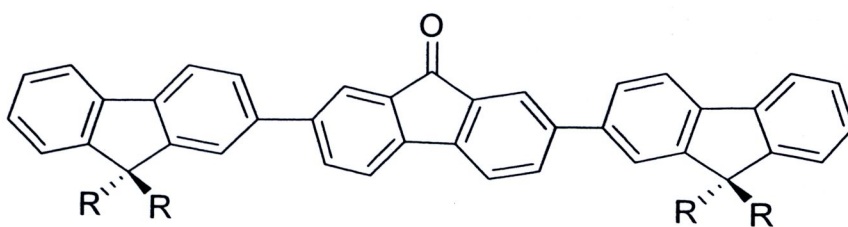


(b)

รูปที่ 1.5 การเปล่งแสงของพอลิฟลูออรีน (a) ในสภาวะปกติเปล่งแสงสีน้ำเงิน

(b) เกิดการเปลี่ยนสีเปล่งแสงสีเขียว

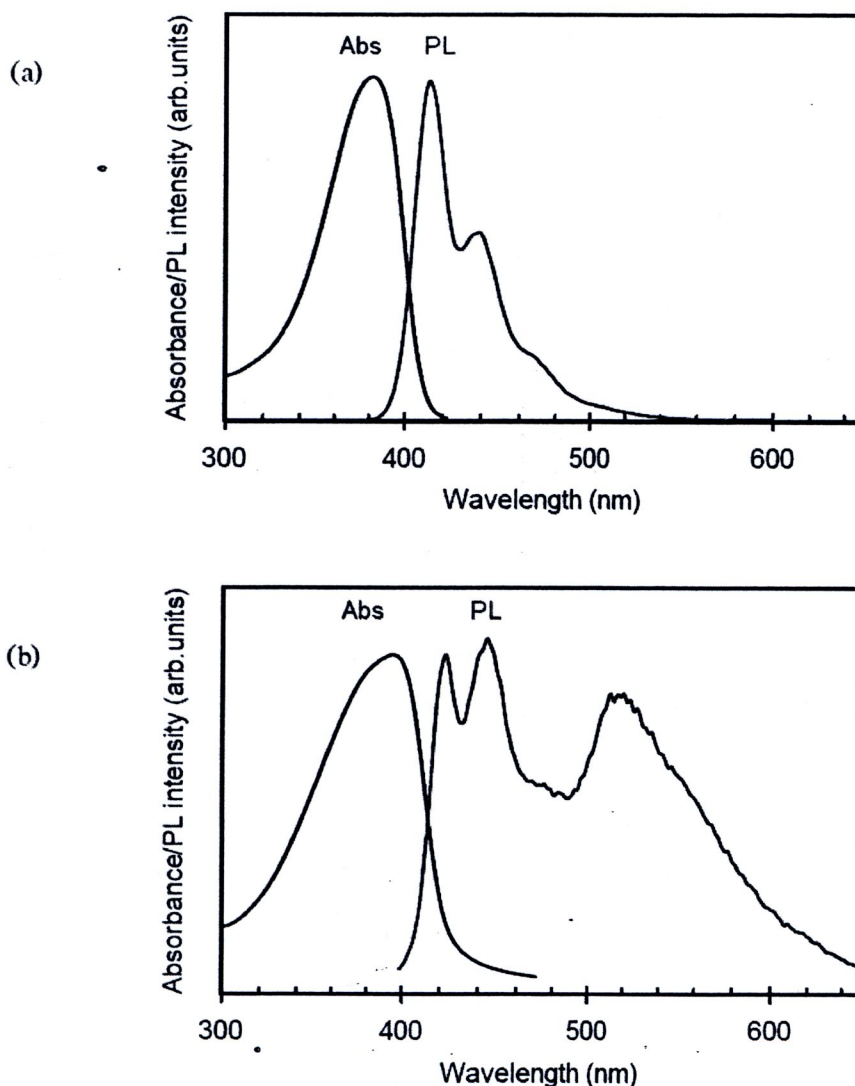
เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์ได้มีการตั้งสมมติฐานต่าง ๆ มากมายสำหรับพฤติกรรมการเปล่งแสงของพอลิฟลูออรีน นอกจากการเข้าซ้อนทับกันของสายโซ่พอลิเมอร์ดังที่กล่าวข้างต้นแล้วยังคาดว่าจะมีผลมาจากพอลิฟลูออรีนมีหมู่ side chain ที่สามารถถูกออกซิไดซ์เป็นหมู่คาร์บอนิลได้ทำให้มีหมู่ฟลูออรีโนนอยู่ภายในสายโซ่ของพอลิฟลูออรีนแสดงดังรูปที่ 1.6 ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครโมฟอร์ (chromophore) ที่ดึงอิเล็กตรอนและเปล่งแสงในช่วงที่ความยาวคลื่นแตกต่างจากพอลิฟลูออรีน นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าหมู่ฟลูออรีโนนมีผลทำให้ประสิทธิภาพการคายแสงลดลง



รูปที่ 1.6 การเกิดหมู่ฟลูออรีโนนภายในสายโซ่พอลิฟลูออรีน

จากรายงานการวิจัยพบว่าหมู่ฟลูออรีโนนที่เกิดขึ้นในสายโซ่หลักทำให้เกิดฟิสิกการคายแสงในช่วงความยาวคลื่นมากขึ้นและยังมีข้อเสนอที่น่าสนใจว่าความเข้มแสงสีเขียวที่เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มแรงกระทำระหว่างโมเลกุล (intermolecular interaction) เป็นผลเนื่องมาจากพลังงานที่ถูกถ่ายเทจากฟลูออรีนไปยังฟลูออรีโนน แต่ก็ยังมีข้อเสนอแนะที่ว่า การเกิดหมู่ฟลูออรีโนนเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการคายแสงสีเขียวได้ ต้องเกิดขึ้นควบคู่ไปกับการเกิด excimer ด้วย ดังนั้นจึงมีข้อคิดเห็นใหม่ถูกเสนอขึ้นว่าอาจจะเป็นผลมาจากสัณฐานวิทยาของฟิล์มจนกระทั่งปัจจุบันนี้ก็ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าการคายแสงที่มีความยาวคลื่นยาวมากขึ้นในช่วงแสงสีเขียวเกิดจากสาเหตุใด จึงมีความสำคัญที่จะต้องทำการศึกษาให้เข้าใจในเรื่องนี้อย่างลึกซึ้ง

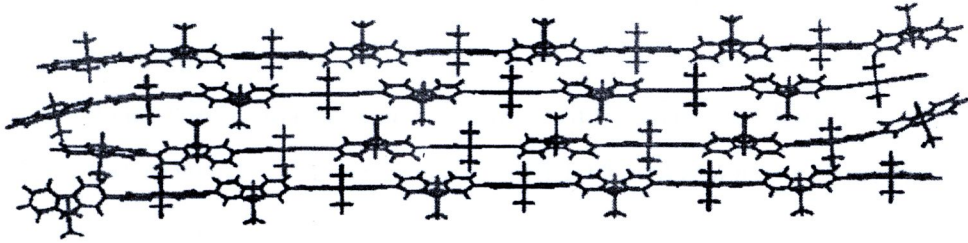
นอกจากนี้การเหนี่ยวนำทำให้เกิด aggregation ของคอนจูเกตพอลิเมอร์ในสารละลาย ก็มีผลทำให้เกิดฟิสิกการคายแสงในช่วงความยาวคลื่นมากได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถทำได้โดยการเติมตัวทำละลายที่ไม่ดีลงไปในสารละลายของพอลิเมอร์ในตัวทำละลายที่ดี ซึ่งความสามารถในการละลายและแรงดึงดูดแบบ π - π interaction ระหว่างคอนจูเกตพอลิเมอร์จะทำหน้าที่เป็นแรงกระทำในการเข้าจับตัวกันของโมเลกุล ในการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ภายใน aggregates ใกล้ชิดกันมาก (คล้ายกับการจัดเรียงตัวในฟิล์มบาง) จึงทำให้เกิด delocalization ของโฟอิเล็กตรอนระหว่างโมเลกุล ซึ่งจะมีผลทำให้เกิด red shift peak ขึ้นในสเปกตรากการดูดกลืนแสงและการคายแสง ดังแสดงในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 แสดงสเปกตรากการดูดกลืนแสงและการคายแสงของพอลิฟลูออรีนในสภาวะ (a) สารละลาย และ (b) ฟิล์มบาง ซึ่งจะสังเกตพบการเกิด green emission ที่ความยาวคลื่นประมาณ 530 nm

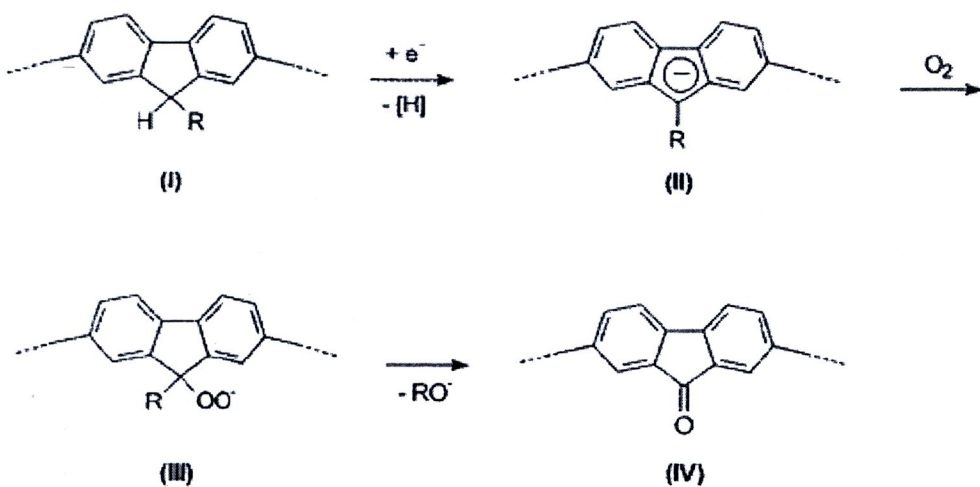
จากการศึกษาของนักวิจัยหลายกลุ่มรวมทั้งกลุ่มผู้วิจัยเองพบว่า[1-10] สารในกลุ่มของพอลิฟลูออรีนมีข้อเสียที่สำคัญคือ สารพอลิฟลูออรีนมักจะเกิดการเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินไปเป็นสีเขียวเมื่อทำการขึ้นรูปพอลิเมอร์ให้อยู่ในลักษณะฟิล์มบางดังแสดงในรูปที่ 1.7 ซึ่งสีเขียวนี้นี้จะมีความเข้มมากขึ้นไปอีกเมื่อทำการอบฟิล์มที่อุณหภูมิสูง ซึ่งจากงานวิจัยในช่วงแรกนั้นมีการตั้งสมมุติฐานว่าเกิดจากการที่สายโซ่พอลิเมอร์เกิดการเข้าซ้อนทับกัน ในสภาวะของแข็ง[1-10] ดังแสดงในรูปที่ 1.8 มีผลทำให้เกิดการซ้อนทับกันของไพออร์บิตอระหว่างโมเลกุล ซึ่งการซ้อนทับกันนี้จะมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนิกส์สปีชีส์ใหม่เรียกว่า aggregates นอกจากนี้การเข้าซ้อนทับกันในลักษณะนี้ยังช่วยส่งผล

ต่อการ excimer ได้ง่ายขึ้นอีกด้วย ซึ่งอิเล็กทรอนิกส์สปีชีส์ใหม่เหล่านี้เองที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของ พอลิฟลูออรีน จากสีน้ำเงินไปเป็นสีเขียว



รูปที่ 1.8 molecular models ของการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใน aggregates ของสารในกลุ่ม PF [11]

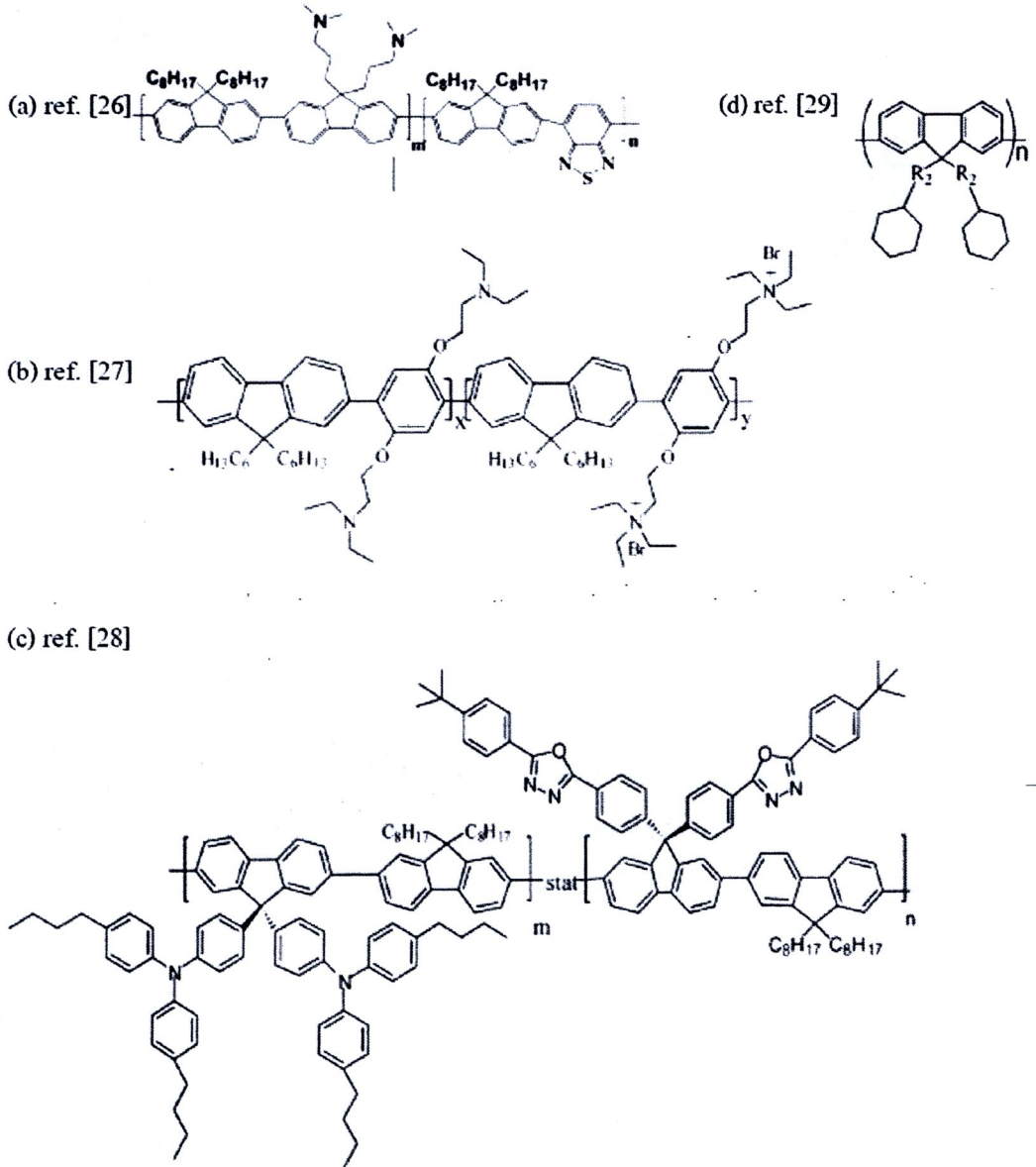
อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยต่อเนื่องมายังพบอีกว่ามีปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลทำให้เกิด การเปล่งแสงสีเขียวของสารพอลิฟลูออรีนได้มากขึ้น นั่นคือการเกิด oxidation ในสายโซ่หลัก ซึ่งส่งผล ทำให้เกิดหมู่ fluorenone ขึ้น[12-25] ซึ่งหมู่นี้สามารถเปล่งแสงสีเขียวได้ ดังนั้นเมื่อมีหมู่นี้เกิดขึ้นใน สายโซ่โมเลกุลจึงมีผลทำให้หมู่ฟลูออรีนสามารถส่งถ่ายพลังงานส่วนใหญ่ไปสู่หมู่ฟลูออรีโนน แล้ว การคายแสงส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นตรงตำแหน่งนี้ นั่นคือการมีหมู่ฟลูออรีโนนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยก็มีผล ทำให้สารสามารถเกิดการเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินกลายเป็นสีเขียวได้ ปริมาณของหมู่ฟลูออรีโนนจะมี มากขึ้นเมื่อทำการอบฟิล์มที่อุณหภูมิสูงและมีออกซิเจนอยู่ในบรรยากาศ รูปที่ 1.9 แสดงกลไกของเกิด หมู่ฟลูออรีโนนขึ้นในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีน



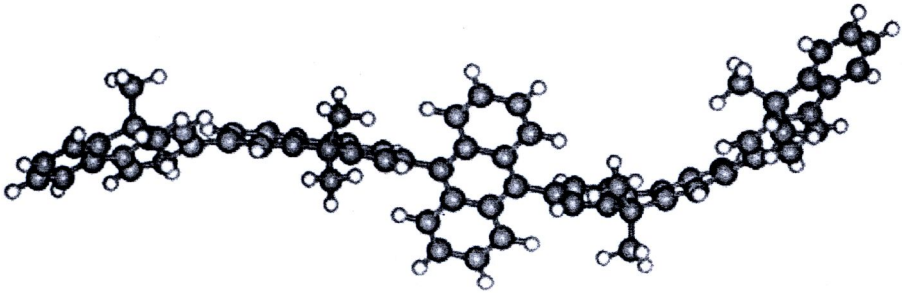
รูปที่ 1.9 กลไกของการเกิดหมู่ฟลูออรีโนนจากปฏิกิริยา oxidation [12,13]



การเกิด green emission บนจอโพลีฟลูออรีนนี้ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยี OLED เพราะจะทำให้อุปกรณ์ที่ได้มีความเสถียรของสีน้อย และประสิทธิภาพการเปล่งแสงลดลง ดังนั้นจึงมีการศึกษากันอย่างแพร่หลายเพื่อหาวิธีในการลดการเกิด green emission วิธีหนึ่งที่นิยมนำมาใช้คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสายโซ่หลักหรือของ side chain ด้วยการเติมหมู่เกาะที่มีขนาดใหญ่เพื่อหวังจะให้หมู่นี้เข้ามาทำหน้าที่ block ไม่ให้เกิดการซ้อนทับกันของสายโซ่หลักได้ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาของนักวิจัยหลายกลุ่มก็พบว่าแนวทางนี้ใช้ได้ผลค่อนข้างดีพอสมควรในการลดปริมาณของการเกิด green emission รูปที่ 1.10 แสดงตัวอย่างของโครงสร้างของ PF ที่มีการดัดแปลงโครงสร้างแบบต่างๆ เพื่อลดการเกิด green emission



สำหรับการศึกษาที่ผ่านมาของผู้กลุ่มวิจัยเองพบว่าการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีนในสัดส่วน 5 และ 20 mol% มีผลช่วยลดการเกิด green emission ได้เป็นอย่างดี ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่หมู่แอนทราซีนที่อยู่ในสายโซ่หลักเกิดการบิดงอออกจากระนาบของโมเลกุล ดังแสดงในรูปที่ 1.11 ซึ่งจะมีผลทำให้การเข้าซ้อนทับกันของสายโซ่พอลิเมอร์ได้ยากขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาอย่างละเอียดถึงความเสถียรของสีของพอลิเมอร์เหล่านี้ต่อสภาวะต่างๆ ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความเสถียรของสีของพอลิเมอร์เหล่านี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนอกจากนี้ยังจะทำการติดตามกลไกการเกิดปฏิกิริยา oxidation ในสภาวะต่างๆ รวมทั้งศึกษาถึงผลของการมีหมู่ฟลูออรีนต่อสมบัติของโมเลกุลเดี่ยวในสารละลายด้วย ซึ่งจะให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสารคอนจูเกตพอลิเมอร์ต่อไป



รูปที่ 1.11 ลักษณะการบิดออกนอกระนาบโมเลกุลของหมู่แอนทราซีนในโคพอลิเมอร์

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมมติฐานที่น่าจะทำให้เกิดการเปล่งแสงสีเขียวของพอลิฟลูออรีนที่สำคัญคือ การเกิดหมู่ฟลูออรีนภายในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีนจากกระบวนการออกซิเดชันด้วยความร้อน โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะในการเกิดออกซิเดชันจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งการเพิ่มปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิคาดว่าจะมีผลต่อการเกิดหมู่ฟลูออรีนที่ส่งผลต่อสมบัติการเปล่งแสงของสายโซ่โมเลกุลเดี่ยวพอลิฟลูออรีน นอกจากนี้ยังได้ทำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีนด้วยวิธีการ โคพอลิเมอร์เซชันกับโมโนเมอร์ของแอนทราซีน ซึ่งการเพิ่มหน่วยแอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่หลักคาดว่าจะมีผลต่อการเกิดหมู่ฟลูออรีนที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับสายโซ่พอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลพอลิฟลูออรีนเพียงชนิดเดียวในสภาวะการเกิดออกซิเดชันเดียวกัน

ในการศึกษาประสิทธิภาพการเปล่งแสงของ PF2/6 และ copolymer ที่เป็นสายโซ่โมเลกุลเดี่ยวในสารละลายเจือจางจะเลือกโทลูอีนเป็นตัวทำละลายเนื่องจากเป็นตัวทำละลายที่ดี โดยนำเอาโทลูอีนมาล้างฟิล์มบางของคอนจูเกตพอลิเมอร์ที่ผ่านการเกิดออกซิเดชันที่ได้ทำการศึกษาในลักษณะของฟิล์ม

บางมาเรียบร้อยแล้วแล้วมาเตรียมเป็นสารละลายตัวอย่าง และนำมาศึกษาพฤติกรรมในรูปแบบสารละลายต่อไป

จากนั้นทำการศึกษาการเกิดการเข้ามาจับกันของสายโซ่พอลิเมอร์ (aggregation) โดยการเหนี่ยวนำให้สายโซ่พอลิเมอร์เกิดการเข้ามาจับกันโดยการเติมตัวทำละลายที่ไม่ดี ได้แก่ เมทานอล เข้าไปในระบบ ของ PF2/6 และ copolymer จากลักษณะโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่แตกต่างกันน่าจะส่งผลต่อการเกิด aggregation ของสายโซ่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการศึกษาผลของตัวทำละลายต่อพฤติกรรมการเข้าจับตัวกัน โดยการเตรียมสารละลายที่ละลายจากฟิล์มบางของ PF2/6 และ copolymer ด้วยโทลูอีนและเติมเมทานอลในอัตราส่วนต่างๆ