

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



247316



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ไดโอดเรืองแสงที่มีสารเรืองแสงเป็นสารอินทรีย์สำหรับหน้าจอแสดงภาพจอแบน

โดย

ผศ.ดร. วินิช พรหมอารักษ์ และคณะ

พฤษภาคม 2551

600251464

247316

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247316



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ไดโอดเรืองแสงที่มีสารเรืองแสงเป็นสารอินทรีย์สำหรับหน้าจอแสดงผลภาพจอแบน

Organic Light-Emitting Diode (OLED) for Flat-Panel Displays

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|---|------------------------|
| 1. ผศ.ดร. วินิช พรหมอารักษ์ (ผู้อำนวยการฯ) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี | |
| 2. ผศ.ดร. สายันต์ แสงสุวรรณ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 3. ผศ.ดร. อนุสรณ์ นิยมพันธุ์ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 4. ดร. สายสมร ล้าลอง | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 5. ผศ.ดร. พรพรรณ พิงโพธิ์ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 6. ผศ.ดร. ศิริพร จิ่งสุทธีวงษ์ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 7. ดร. ทวีศักดิ์ สุดยอดสุข | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 8. ผศ. ดร. เดิมศักดิ์ ศรีศิริรินทร์ | มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 9. อ. โสพล บุตรงาม | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานงบประมาณ

ประจำปีงบประมาณ 2549-2551

ISBN (ถ้ามี)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

(Excusive Summary)

1. ชื่อชุดโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) ไดโอดเรืองแสงที่มีสารเรืองแสงเป็นสารอินทรีย์สำหรับหน้าจอแสดงผลภาพแบน

(ภาษาอังกฤษ) Organic Light-Emitting Diode (OLED) for Flat-Panel Displays

2. คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร. วินิช พรหมอารักษ์ ผู้อำนวยการชุดโครงการ

ผศ.ดร. สายันต์ แสงสุวรรณ

ผศ.ดร. อนุสรณ์ นิยมพันธุ์

ดร. สายสมร ลำดอง

ผศ.ดร. พรพรรณ พิงโพธิ์

ผศ.ดร. ศิริพร จิ่งสุทธิวงษ์

ดร. ทวีศักดิ์ สดุดยอดสุข

ผศ. ดร. เต็มศักดิ์ ศรีจันทร์

อ. โสพล บุตรงาม

3. สถาบันต้นสังกัด/สถานที่ติดต่อ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อ. วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

โทรศัพท์ 081 5930005 โทรสาร 045 288379

4. ระยะเวลาโครงการ 3 ปี

5. บทสรุปโครงการวิจัย

เราสามารถทำการสังเคราะห์สารในกลุ่มของ oligofluorene-thiophene ที่มีหมู่ carbazole ต่อที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุล ที่มีจำนวนของวง thiophene ตั้งแต่ 0 ถึง 4 วงได้เป็นผลสำเร็จ โดยอาศัยการทำปฏิกิริยา nickel catalyzed reductive dimerization หรือปฏิกิริยา palladium catalyzed cross-coupling สาร oligomer ที่ได้ทั้งหมดถูกทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค ^1H , ^{13}C NMR, FT-IR, UV-vis, PL spectroscopy และ mass spectrometry การศึกษาพบว่าสมบัติทางแสง สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของสารที่ได้ มีการเปลี่ยนแปลงตามความยาวของระบบคอนจูเกชันในโมเลกุลของสาร หรือตามจำนวนของวง thiophene ในโครงสร้าง กล่าวคือ เมื่อจำนวนของวง

thiophene ภายในโมเลกุลเพิ่มขึ้นความยาวของโครงสร้างแทนที่เป็นคอนจูเกชันภายในโมเลกุลก็เพิ่มขึ้นตามด้วย ซึ่งเห็นได้จากการที่พีคการดูดกลืนแสงสูงสุดเกิดการเลื่อนไปทิศทางที่มีความยาวคลื่นสูงขึ้น หรือเรียกว่าเกิด red-shift การที่สีของการเรืองแสงของสารเปลี่ยนจากสีน้ำเงินไปสู่สีส้ม การที่ค่าระดับพลังงาน HOMO ของสารมีค่าเพิ่มขึ้น การลดลงอย่างต่อเนื่องของค่า oxidation potential ของสาร และจากการเพิ่มขึ้นของความเสถียรทางความร้อนของสาร นอกจากนี้พบว่าสารที่มีหมู่ carbazole ต่ออยู่ที่ปลายทั้งสองข้างทำให้สมบัติทางความร้อน ความยาวระบบคอนจูเกชัน และความสามารถในการละลายของสารเพิ่มขึ้น สารที่ได้ทุกโมเลกุลมีประสิทธิภาพการเรืองแสงที่ได้อยู่ในช่วง 0.65-0.20 โดยมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนวง thiophene เหมาะสำหรับการเป็นสารเรืองแสงในอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ สารเหล่านี้ถูกใช้เป็นชั้นสารเรืองแสงในอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็น ITO/NPB/สารเป้าหมาย/BCP/Alq3/LiF:Al อุปกรณ์ไดโอดที่ได้ทั้งหมดเปล่งแสงตั้งแต่สีน้ำเงินถึงสีเหลือง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชั้นของสารเรืองแสงหรือสารเป้าหมายที่ใช้ โดยอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ดีที่สุด ให้ค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ $4,488 \text{ cd/m}^2$ ที่ค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 9 V และมีค่า turn-on voltage ที่ต่ำเท่ากับ 4 V

6. สรุปผลลัพธ์จากงานวิจัย (Output)

ผลลัพธ์	ทางตรง (หน่วยนับ)
องค์ความรู้	- การพัฒนาโมเลกุลสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารเรืองแสงอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็น oligofluorene-thiophene ที่มีหมู่ carbazole ต่อที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุล สำหรับอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ - สมบัติทางกายภาพของโมเลกุลสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารเรืองแสงอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็น oligofluorene-thiophene ที่มีหมู่ carbazole ต่อที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุล - สมบัติของอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ของสาร oligofluorene-thiophene ที่มีหมู่ carbazole ต่อที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุล - สร้างต้นแบบของอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์
บทความทางวิชาการ ผลงานตีพิมพ์ใน วารสารระดับ นานาชาติ	1. Vinich Promarak, Auradee Punkvuang, Taweesak Sudyoadsuk, Siriporn Jungsuttiwong, Sayant Saengsuwan, Tinnagon Keawin, Karnokkorn Sirithip, Synthesis and Characterization of N-Carbazole End-Capped Oligofluorene-Thiophenes, <i>Tetrahedron</i>, 2007, 63, 8881-8890.

เอกสารประกอบการประชุม/สัมมนาในและต่างประเทศ	2. Vinich Promarak, Taweesak Sudyoadsuk, Sayant Saengsuwan, Siriporn Jungsuttiwong and Tinnagon Keawin, Colour Tunable OLED Based on N-Carbazole End-Capped Oligofluorene-Thiophenes, <i>Chemical Physic Letters</i>, 2008, manuscript in preparation. 1. Vinich Promarak, New Organic Materials for Electroluminescence Devices, <i>The 1st Thailand-Taiwan Bilateral Mini-Symposium on Recent Advances on Natural Products and Organic Synthesis</i>, Taiwan, 24-26 October 2008. 2. Vinich Promarak, Auradee Pankvuang and Somsak Ruchirawat, Synthesis and characterization of N-carbazole end-capped oligothiophene-fluorenes, <i>1st International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia</i>, Okinawa, Japan. 16-20 October 2006. 3. วินิช พรหมอารักษ์, การวิจัยแบบมุ่งเป้าสู่เชิงพาณิชย์, การประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 28-29 กรกฎาคม 2551 4. Vinich Promarak, Development of new organic materials for OLED applications, <i>8th International Symposium on Organic Light-Emitting Diodes and Their Materials</i>, Tokyo Polytechnic University, Japan, 23-26 October 2007.
การผลิตบุคลากร นักศึกษาระดับ ปริญญาตรี นักศึกษาระดับ ปริญญาโท	1. นางสาวอัจฉราพรรณ โพธิ์ทอง 2. นายอิสรา พลนงค์ 3. นายศักดิ์ระวี พันสาย 4. นางสาวทิตยา สุนนทนาม 5. นางสาวศิริพรรณ แก่นสาร 6. นายวิทยา วินาโร 1. นางสาว อมรรัตน์ พันธุ์สุผล 2. นาย นริศ ประชุมรักษ์ 3. นาย ศักดิ์ชัย วงศ์เพ็ง 4. นางสาว กนกกรณ์ ศิริทิพย์ 5. นางสาว ปาลิตา คชประดิษฐ์

เอกสารทางวิชาการ รายงานฉบับสมบูรณ์	เรื่อง ไดโอดเรืองแสงที่มีสารเรืองแสงเป็นสารอินทรีย์ สำหรับหน้าจอ แสดงภาพจอแบน
---------------------------------------	--

7. รายงานการใช้จ่ายเงินตลอดโครงการ จำนวน 3,392,000 บาท

รายการ	ปีงบประมาณ (บาท)					
	2549		2550		2551	
	ได้รับ	ใช้ไป	ได้รับ	ใช้ไป	ได้รับ	ใช้ไป
1. หมวดค่าจ้างชั่วคราว						
- ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย	192,000		192,000		162,500	
- งบประมาณโครงการ	5,000		5,000		5,000	
รวม	197,000	197,000	197,000	197,000	167,500	167,500
2. หมวดค่าใช้สอย	67,000	67,000	94,000	94,000	9,800	9,800
- ค่าการจ้างทดสอบสาร						
- ค่าจ้างเหมาพิมพ์รายงาน และทำรูปเล่มงานวิจัย						
- ค่าเดินทางเพื่อวิเคราะห์, ค่าเดินทางสืบค้นข้อมูล						
3. หมวดค่าตอบแทน	108,000	108,000	216,000	216,000	108,000	108,000
- ค่าตอบแทนนักวิจัย						
4. หมวดค่าวัสดุ, ครุภัณฑ์	531,000	531,000	1,130,000	1,130,000	301,000	301,000
- ค่าสารเคมีและเครื่องแก้ว						
- ค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์						
- ค่าอุปกรณ์, ครุภัณฑ์						
- ค่าถ่ายเอกสาร						
- ค่าวัสดุสำนักงาน						
5. หมวดค่าสาธารณูปโภค	90,300	90,300	153,000	153,000	55,300	55,300
รวมทั้งสิ้น	993,300	993,300	1,790,000	1,790,000	608,700	608,700

บทคัดย่อ

247316

สารในกลุ่มของ oligofluorene-thiophene ที่มีหมู่ carbazole ต่อที่ปลายทั้งสองข้างของโมเลกุล โดยในโมเลกุลจะมีจำนวนของวง thiophene ตั้งแต่ 0 ถึง 4 วง ถูกทำการสังเคราะห์โดยอาศัยการทำปฏิกิริยา nickel catalyzed reductive dimerization หรือปฏิกิริยา palladium catalyzed cross-coupling สาร oligomer ที่ได้ทั้งหมดถูกทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค ^1H , ^{13}C NMR, FT-IR, UV-vis, PL spectroscopy และ mass spectrometry การศึกษาพบว่าสมบัติทางแสง สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของสารที่ได้ มีการเปลี่ยนแปลงตามความยาวของระบบคอนจูเกชันในโมเลกุลของสาร หรือตามจำนวนของวง thiophene ในโครงสร้าง กล่าวคือ เมื่อจำนวนของวง thiophene ภายในโมเลกุลเพิ่มขึ้นความยาวของโครงสร้างแกนที่เป็นคอนจูเกชันภายในโมเลกุลก็เพิ่มขึ้นตามด้วย ซึ่งเห็นได้จากการที่พีคการดูดกลืนแสงสูงสุดเกิดการเลื่อนไปทิศทางที่มีความยาวคลื่นสูงขึ้น หรือเรียกว่าเกิด red-shift การที่สีของสารเรืองแสงของสารเปลี่ยนจากสีน้ำเงินไปสู่สีส้ม การที่ค่าระดับพลังงาน HOMO ของสารมีค่าเพิ่มขึ้น การลดลงอย่างต่อเนื่องของค่า oxidation potential ของสาร และจากการเพิ่มขึ้นของความเสถียรทางความร้อนของสาร นอกจากนี้พบว่าสารที่มีหมู่ carbazole ต่ออยู่ที่ปลายทั้งสองข้างทำให้สมบัติทางความร้อน ความยาวระบบคอนจูเกชัน และความสามารถในการละลายของสารเพิ่มขึ้น สารที่ได้ทุกโมเลกุลมีประสิทธิภาพการเรืองแสงที่ได้อยู่ในช่วง 0.65-0.20 โดยมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนวง thiophene เหมาะสำหรับเป็นสารเรืองแสงในอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ สารเหล่านี้ถูกใช้เป็นชั้นสารเรืองแสงในอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็น ITO/NPB/สารเป้าหมาย/BCP/Alq3/LiF:Al อุปกรณ์ไดโอดที่ได้ทั้งหมดเปล่งแสงตั้งแต่สีน้ำเงินถึงสีเหลือง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชั้นของสารเรืองแสงหรือสารเป้าหมายที่ใช้ โดยอุปกรณ์ไดโอดเรืองแสงที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ที่ดีที่สุด ให้ค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ $4,488 \text{ cd/m}^2$ ที่ค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 9 V และมีค่า turn-on voltage ที่ต่ำเท่ากับ 4 V

ABSTRACT

247316

A series of novel *N*-carbazole end-capped oligofluorene-thiophenes with 0-4 thiophene rings was synthesized using either palladium catalyzed cross-coupling reaction or nickel catalyzed reductive dimerization. All the oligomers have been characterized by ^1H , ^{13}C NMR, FT-IR, UV-vis, PL spectroscopy and mass spectrometry. It has been demonstrated that the optical, thermal and electrochemical properties of these materials can be tuned by varying the conjugation length of the oligothiophene segment. These could be seen as a red shift in the absorption spectra, emission colors of the materials changing from blue to orange, an increasing of the HOMO energy levels, a decreasing of the oxidation potentials and an increasing of the thermal stabilities when the number of the thiophene units within the molecule increase. The terminal carbazole and fluorene moieties of the resulting materials are beneficial for their morphology, conjugation length and solubility. These molecules showed a bright fluorescence with fluorescence quantum yields in a range of 0.65-0.20 and have potential applications as light-emitting layers in organic light-emitting devices. They were fabricated as emissive layers (ELs) with the device configuration of ITO/NPB/**target molecules**/CBP/Alq₃/LiF:Al. A bright emission from the target molecules was observed from all devices. The device using these oligomers as an EL has the best performance with a maximum brightness of 4488 cd/m² at 9 V and a low turn-on voltage of 4 V.