การพัฒนาอนุพันธ์โบรอน-ไดพิร์โรมีทีนที่มีส่วนขยายสำหรับการประยุกต์

ทางอิเล็กทรอนิกส์เชิงแสง

นางสาวจิตติกานต์ ส่งข่าว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

DEVELOPMENT OF EXTENDED BORON-DIPYRROMETHENE DERIVATIVES FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS

Miss Jittikarn Songkhao

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Petrochemistry and Polymer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Thesis Title	DEVELOPMENT OF EXTENDED BORON-DIPYRROMETHENE DERIVATIVES FOR *OPTOELECTRONIC APPLICATIONS*
By	Miss Jittikarn Songkhao
Field of Study	Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor	Assistant Professor Patchanita Thamyongkit, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Rojrit Rojanathanes, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.....Dean of the Faculty of Science

(Professor Supot Hannongbua, Dr.rer.nat.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman

(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

.....Thesis Advisor

(Assistant Professor Patchanita Thamyongkit, Ph.D.)

.....Thesis Co-Advisor

(Assistant Professor Rojrit Rojanathanes, Ph.D.)

.....Examiner

(Associate Professor Wimonrat Trakarnpruk, Ph.D.)

.....External Examiner

(Assistant Professor Supakorn Boonyuen, Ph.D.)

จิตติกานต์ ส่งข่าว : การพัฒนาอนุพันธ์โบรอน-ไดพิร์โรมีทีนที่มีส่วนขยายสำหรับการประยุกต์ทางอิเล็กทรอนิกส์เชิงแสง. (DEVELOPMENT OF EXTENDED BORON-DIPYRROMETHENE DERIVATIVES FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.พัชณิตา ธรรมยงค์กิจ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ, 110 หน้า.

งานวิจัยนี้อธิบายการสังเคราะห์สารประกอบเบนโซบอดีพีที่มีการแทนที่ของหมู่ไทโอฟีนจำนวน 1 และ 2 วงบนตำแหน่งมีโซ และศึกษาสมบัติทางกายภาพเชิงแสงกับสารประกอบบอดีพีอื่น ที่มีการแทนที่ของเฟนิลบนตำแหน่งมีโซ ไทโอฟีนจำนวน 1 และ 2 วงถูกเพิ่มเข้าไปในบอดิพีที่มีการขยายระบบไพเพื่อขยายระบบคอนจูเกต ให้มีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นและปรับปรุงสมบัติกายภาพเชิงแสงให้ดีขึ้น สารประกอบที่สังเคราะห์ได้ทั้งหมดสามารถยืนยันได้ด้วยเอ็นเอ็มอาร์สเปกโตรสโกปี แมสสเปกโตรเมทรี การดูดกลืนแสงและการคายแสง ข้อมูลทางสเปกโตรสโคปีแสดงให้เห็นค่าการดูดกลืนแสงและการคายแสงสูงสุดของบอดิพีเป้าหมายเคลื่อนที่ไปทางช่วงแสงสีแดงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับบอดีพีมาตรฐานชนิดอื่นๆ เมื่อมีจำนวนวงไทอีนิลและขยายระบบไพของบอดิพีเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นแนวทางการพัฒนาสารประกอบโมเลกุลขนาดเล็กเชิงแสงสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เชิงไฟฟ้า

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5471930023 : MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEYWORDS: BODIPY / OPTOELECTRONIC

JITTIKARN SONGKHAO: DEVELOPMENT OF EXTENDED BORON-DIPYRROMETHENE DERIVATIVES FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS. ADVISOR: ASST. PROF. PATCHANITA THAMYONGKIT, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF. ROJRIT ROJANATHANES, Ph.D., 110 pp.

This research describes the synthesis of benzo-BODIPYs compounds bearing mono- and bithienyl unit on their meso position and investigation of their photophysical properties in comparison with those of meso phenyl substituted ones. Mono- and bithienyl were introduced into pi-extended BODIPYs in order to extend the conjugated system, enhance the solubility and improve photophysical properties. All synthesized compounds were confirmed by NMR spectroscopy, mass spectrometry, and absorption and emission spectroscopy. The spectroscopic data revealed that the absorption and emission maxima of the target BODIPYs exhibited significant red shifts compared to those of the benchmark BODIPYs when the number of the thienyl rings and pi-extension of BODIPY unit were increased. This observation is a useful guideline for the development of other small-molecule photoactive compounds for optoelectronic applications.

Field of Study: Petrochemistry and Polymer Science

Academic Year: 2013

Student's Signature Jittikarn Songkhao

Advisor's Signature Patchanita T.

Co-Advisor's Signature

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to begin by thanking Assistant Professor Dr. Patchanita Thamyongkit and Assistant Professor Dr. Rojrit Rojanathanes for being the best advisors anyone could ever ask for. There are no words that can express the depth of gratitude that I have toward them. They have supported me in everything that I set out to improve the synthetic skills, believe in me even at the moment of my life when I was down and help me to get back on my feet.

I am also grateful to Assistant Professor Dr. Warinthorn Chavasiri, for serving as the chairman, Associate Professor Dr. Wimonrat Trakarnpruk and Assistant Professor Dr. Supakorn Boonyuen for serving as the members of my thesis committee, respectively, for their valuable suggestion and comments.

I would like to thank the 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund) and Graduate School of Chulalongkorn university for partial financial support of this research.

Finally, I am grateful to my family and my friends for their love, understanding and great encouragement throughout the entire course of my study.

CONTENTS

Page

Page

LIST OF CHARTS

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES

LIST OF SCHEMES

LIST OF ABBREVITIONS

λ_{abs}	:	absorption wavelength
λ_{ex}	:	excitation wavelength
λ_{em}	:	emission wavelength
δ	:	chemical shift
J	:	coupling constant
°C	:	degree Celsius
ε	:	molar absorptivity
$BF_3 \cdot Et_2O$	:	Boron triflouride diethyletherate
calcd	:	calculated
cm^{-1}	:	unit of wavenumber (IR)
^{13}C-NMR	:	carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopy
d	:	doublet (NMR)
DBU	:	1,8-diazabicyclo (5,4,0) undec-7-ene
DDQ	:	2,3-dichloro-5,6-dicyano benzoquinone
g	:	gram (s)
h	:	hour (s)
^{1}H-NMR	:	proton nuclear magnetic resonance spectroscopy
Hz	:	hertz (s)
m	:	multiplet (NMR)
MALDI-MS	:	matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry
$MgSO_4$	:	Anhydrous magnesium sulfate
min	:	minute
mL	:	milliliter (s)
mmol	:	millimole (s)
MS	:	mass spectrometry

$NaHCO_3$	:	Sodium bicarbonate
NEt_3	:	Triethylamine
NIR	:	Near infrared spectroscopy
nm	:	nanometer
NMR	:	nuclear magnetic resonance spectroscopy
Na_2SO_4	:	Anhydrous sodium sulfate
Obsd	:	observed
PCBM	:	Phenyl-C_{61}-butyric acid methyl ester
PEDOT:PSS	:	Polyethylenedioxythiophene:polystyrenesulfonate
P3HT	:	poly(3-hexyl thiophene)
ppm	:	parts per million
t	:	triplet (NMR)
TFA	:	Trifluoroacetic acid
UV-Vis	:	ultraviolet and visible spectroscopy