

การเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตผ่านการเกิดพอลิเมอร์แบบ  
ดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน



นางสาว ศรีสุธา ศรีดาว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



PREPARATION OF SILICA/POLY(METHYL METHACRYLATE) COMPOSITE NANOPARTICLES VIA  
DIFFERENTIAL MICROEMULSION POLYMERIZATION

Miss Srisuda Sridao

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Material Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

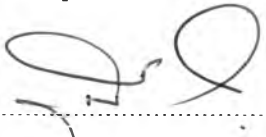
Copyright of Chulalongkorn University

502170

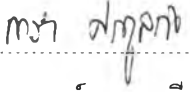
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลต  
คอมพอสิตผ่านการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน  
โดย                              นางสาวศรีสุดา ศรีดาว  
สาขาวิชา                      วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตรต์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม        รองศาสตราจารย์ อรุษา สรวารี

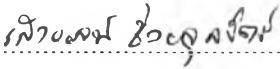
---

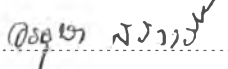
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

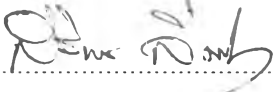
  
..... คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. กาวี ศรีกุลกิจ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตรต์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(รองศาสตราจารย์ อรุษา สรวารี)

  
..... กรรมการ  
(ดร. สรินทร ลิมป์นาท)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร. พรทิพย์ แซ่เป้)

นางสาวศรีสุดา ศรีดาว : การเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตผ่านการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน. (PREPARATION OF SILICA/POLY(METHYL METHACRYLATE) COMPOSITE NANOPARTICLES VIA DIFFERENTIAL MICROEMULSION POLYMERIZATION) COMPOSITE NANOPARTICLES VIA DIFFERENTIAL MICROEMULSION POLYMERIZATION).

อ.ที่ปรึกษา : รศ. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. อรุญา สรวารี, จำนวนหน้า 77 หน้า.

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตผ่านการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน โดยใช้ไซเตียมโตเดซิลซัลเฟต และ 2,2' เอโซบิสไอโซบิวทีโรไนไตรล์เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก และสารเริ่มปฏิกิริยาแบบละลายในน้ำมัน ตามลำดับ ด้วยการป้อนเมทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์ที่ละลายเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์โดยใช้ช่วงระหว่างการหยุดสั้นมาก อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารลดแรงตึงผิว/เมทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์มีค่าต่ำถึง 1/70 ซึ่งอนุภาคของนาโนซิลิกาได้ถูกเตรียมผิวก่อนด้วยสารควบประเภท 3-เมทาคริลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีซิเลนเพื่อปรับปรุงการยึดเกาะระหว่างผิวของอนุภาคซิลิกาและพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยอนุภาคของนาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้ถูกนำไปตรวจสอบหาขนาดอนุภาค เปอร์เซ็นต์ผลได้ และสัณฐานวิทยา ผลการทดลอง พบว่า อนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 40 นาโนเมตร โดยมีพอลิเมทิลเมทาคริเลตเคลือบบนผิวของซิลิกามากถึง 49-66 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณนาโนซิลิกาที่ผ่านการเตรียมผิวที่ใส่เข้าไปในระบบของดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน

ภาควิชาวัสดุศาสตร์  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์ฯ  
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต... ศรีสุดา ศรีดาว.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา... เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม... อรุญา สรวารี

# # 4972495823: MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY  
 KEY WORD: DIFFERENTIAL MICROEMULSION POLYMERIZATION/ PMMA/ SILICA/  
 NANOCOMPOSITE


SRISUDA SRIDAO: PREPARATION OF SILICA/POLY(METHYL METHACRYLATE)  
 COMPOSITE NANOPARTICLES VIA DIFFERENTIAL MICROEMULSION  
 POLYMERIZATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SAOWAROJ  
 CHUAYJULJIT, THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. ONUSA SARAVARI,  
 77 pp.

This research aimed to prepare silica ( $\text{SiO}_2$ )/poly(methyl methacrylate) (PMMA) composite nanoparticles via *in situ* differential microemulsion polymerization process. Sodium dodecyl sulfate (SDS) and 2,2' azobis(isobutyronitrile) (AIBN) were used as an anionic surfactant and oil soluble initiator, respectively. The methyl methacrylate monomer feed into the reactor was provided in very small drops and the time interval between drops was very short. The weight ratio of the surfactant/methyl methacrylate monomer was as low as 1/70. Nano- $\text{SiO}_2$  particles were first treated with 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPTMS) coupling agent to improve the particle-PMMA interfacial adhesion. The obtained composite nanoparticles were investigated for their particle size, %yield and morphology. The results showed that the nanocomposite particles had an average particle size about 40 nm. As much as 49-66% by weight of the PMMA was coated on the silica surface depend on the amount of the pretreated nano- $\text{SiO}_2$  in the differential microemulsion system.

Department of Materials Science

Field of study Applied Polymer Science and Textile Technology

Academic year 2007

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างสมบูรณ์เป็นเพราะได้รับคำแนะนำทางวิชาการ ความเชื่อใจในด้านเครื่องมือ วัสดุดิบและสถานที่ทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังได้รับความช่วยเหลือและแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่างๆ เป็นอย่างนี้ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบคุณบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกันดังรายนาม ต่อไปนี้

1. รศ. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. อรุษา สรวารี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาและแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการกำจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
2. รศ.ดร. กาวี ศรีกุลกิจ ดร. สรินทร์ ลิ้มปนาท อาจารย์ ดร. พรทิพย์ แซ่เบ๊ ดร. ชัยวัฒน์ นรگانต์กร ที่ให้คำแนะนำและแนวคิดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
3. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย
4. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
5. ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี อีกทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้น.....	3
2.2 สันฐานวิทยาของอนุภาคเชิงประกอบระดับนาโน.....	4
2.3 กระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบอิมัลชัน.....	5
2.4 กระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบไมโครอิมัลชัน (Microemulsion polymerization).....	11
2.5 กระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน (Differential microemulsion polymerization).....	14
2.6 การเพิ่มการยึดติดระหว่างอนุภาคอินทรีย์/พอลิเมอร์.....	17
2.7 การศึกษาขนาดและสันฐานวิทยาของคอมพอสิตด้วยเทคนิค Transmission Electron Microscope (TEM).....	18
2.8 สารคู่ควบซิเลน (silanes coupling agent).....	20
2.8.1 เหตุผลในการใช้สารคู่ควบซิเลน.....	21
2.8.2 หลักการเชื่อมต่อด้วย Organofunctional Silanes.....	22
2.8.3 การเชื่อมต่อซิเลนกับสารอินทรีย์.....	23
2.8.4 การเชื่อมต่อซิเลนกับพอลิเมอร์.....	25
3. วิธีการทดลอง.....	26
3.1 สารเคมีที่ใช้.....	26
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	27

บทที่	หน้า
3.3 วิธีการทดลอง .....	27
3.3.1 การสังเคราะห์ PMMA ที่มีขนาดอนุภาคระดับนาโน .....	27
3.3.2 การวิเคราะห์ PMMA .....	31
3.3.2.1 วิเคราะห์ขนาดอนุภาคและการกระจาย ขนาดอนุภาคของ PMMA .....	32
3.3.2.2 วิเคราะห์ร้อยละผลได้ .....	33
3.3.2.3 วิเคราะห์การจัดเรียงตัวของ PMMA .....	33
3.3.2.4 วิเคราะห์หาอุณหภูมิกลาสแทรนซิชัน ( $T_g$ ) ของ PMMA .....	35
3.3.3 การสังเคราะห์อนุภาคระดับนาโนของ ซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลต คอมพอสิต ผ่านกระบวนการเกิด พอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน .....	35
3.3.3.1 การปรับปรุงผิวของอนุภาคนาโนซิลิกา ด้วยสารคู่ควบซีเลน .....	35
3.3.3.2 การสังเคราะห์อนุภาคระดับนาโนของ ซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลต คอมพอสิต .....	36
3.3.4 การวิเคราะห์หาอนุภาคระดับนาโนของ ซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลต คอมพอสิต .....	38
3.3.4.1 วิเคราะห์ขนาดและการกระจายขนาดอนุภาค เชิงประกอบระดับนาโนของซิลิกา/PMMA .....	40
3.3.4.2 วิเคราะห์ร้อยละผลได้ (% yield) .....	40
3.3.4.3 วิเคราะห์สัณฐานวิทยาของอนุภาค ระดับนาโนของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต .....	40
3.3.4.4 วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันบนผิวหน้าของอนุภาคนาโน ซิลิกา .....	41
3.3.4.5 วิเคราะห์หาอุณหภูมิแกสแทรนซิชันของอนุภาค ระดับนาโนของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต .....	42
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง .....	43
4.1 PMMA พอลิเมอร์ .....	43



บทที่	หน้า
4.1.1 PMMA ลาเท็กซ์.....	43
4.1.2 ขนาดอนุภาคของ PMMA พอลิเมอร์.....	44
4.1.3 การกระจายตัวของขนาดอนุภาค.....	45
4.1.4 ร้อยละผลได้ของ PMMA พอลิเมอร์ (%yield).....	46
4.1.5 ร้อยละการจัดเรียงตัว (%Tacticity).....	47
4.2 ซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	48
4.2.1 ซิลิกา/PMMA คอมพอสิต ลาเท็กซ์.....	48
4.2.2 ขนาดอนุภาคของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	49
4.2.3 อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	49
4.2.4 ร้อยละผลได้ของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต (% yield).....	50
4.2.5 สันฐานวิทยาของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	51
4.2.6 การเกิดพันธะระหว่างอนุภาคซิลิกากับ PMMA ผ่านซิลีน MPTMS ในวัสดุเชิงประกอบซิลิกา/PMMA.....	51
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	56
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	56
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	57
รายการอ้างอิง.....	58
ภาคผนวก.....	61
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	77

## สารบัญตาราง

ญ

หน้า

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียม PMMA ด้วยวิธีการเกิดพอลิเมอร์ แบบดิฟเฟอเรนเชียล ไมโครอิมัลชัน.....	30
ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมที่ใช้สังเคราะห์อนุภาคเชิงประกอบระดับนาโนของซิลิกา/PMMA.....	37
ตารางที่ 4.1 ค่าร้อยละการจัดเรียงตัวของ PMMA (% Tacticity).....	47
ตารางที่ 4.2 ขนาดอนุภาคและค่าการกระจายขนาดอนุภาคของ PMMA พอลิเมอร์ และซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	49
ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันของ PMMA และ ซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	49
ตารางที่ 4.4 เลขคลื่นของหมู่ฟังก์ชันของพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซิลิกา และMPTM.....	55

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 สัณฐานวิทยาของอนุภาคเชิงประกอบระดับนาโน.....	4
รูปที่ 2.2 การเกิดไมเซลล์ในกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบอิมัลชัน.....	6
รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบอิมัลชัน.....	7
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารลดแรงตึงผิวและความหนาของ PMMA.....	10
รูปที่ 2.5 สัณฐานวิทยาของอนุภาคเชิงประกอบ.....	10
รูปที่ 2.6 สัณฐานวิทยาของอนุภาคเชิงประกอบระดับนาโนของซิลิกา/PMMA.....	11
รูปที่ 2.7 แผนภาพเฟสของ isotropic microemulsion.....	12
รูปที่ 2.8 Candaul-Leong-Fitch model.....	13
รูปที่ 2.9 กลไกการเกิดพอลิเมทิลเมทาคริเลตแบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน.....	15
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารลดแรงตึงผิวกับขนาดอนุภาคของพอลิเมอร์.....	16
รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารลดแรงตึงผิวกับขนาดอนุภาคของพอลิเมทิลเมทาคริเลต เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชันและแบบไมโครอิมัลชัน.....	17
รูปที่ 2.12 ภาพ TEM ของอนุภาคเชิงประกอบของซิลิกา/พอลิสไตรีน.....	19
รูปที่ 2.13 ภาพ TEM ของอนุภาคซิลิกาปฐมภูมิและอนุภาคเชิงประกอบของซิลิกา/PS/PMMA.....	19
รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างเคมีพื้นฐานของซิลเลน.....	20
รูปที่ 2.15 ภาพ SEM ของอีพอกซี เรซินที่เติมซิลิกา.....	22
รูปที่ 2.16 กลไกการทำงานของสารคู่ควบซิลเลน.....	23
รูปที่ 2.17 แสดงปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของ alkoxy silanes.....	24
รูปที่ 2.18 แสดงการเกิดพันธะของซิลเลนบนผิวของสารอินทรีย์.....	24
รูปที่ 2.19 แสดงกลไกการเกิด inter-penetrating network.....	25
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียม PMMA ด้วยวิธีการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน.....	27
รูปที่ 3.2 Glass reactor ที่ใช้สังเคราะห์ PMMA.....	29
รูปที่ 3.3 การติดตั้ง glass reactor, condenser บน hot plate.....	29
รูปที่ 3.4 การติดตั้ง dropping funnel เพื่อหยด MMA มอนอเมอร์.....	30
รูปที่ 3.5 การล้างและกรองอนุภาคของ PMMA ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ.....	31
รูปที่ 3.6 PMMA ที่ได้จากการตกตะกอนและกรอง.....	31

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์หอนุภาคของ PMMA ที่เตรียมได้.....	32
รูปที่ 3.8 เครื่อง Dynamic Light Scattering (DLS) Analyzer.....	32
รูปที่ 3.9 เครื่อง Nuclear Magnetic Resonance.....	33
รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่าง <sup>1</sup> H-NMR สเปกตรัมของ PMMA ลาเท็กซ์.....	34
รูปที่ 3.11 เครื่อง Differential Scanning Calorimeter.....	35
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการเตรียมอนุภาคระดับนาโน	
ของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาครีเลต คอมพอสิต.....	36
รูปที่ 3.13 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้สังเคราะห์อนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/PMMA.....	38
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการวิเคราะห์หอนุภาคเชิงประกอบระดับนาโนของซิลิกา/PMMA.....	39
รูปที่ 3.15 เครื่อง Transmission Electron Microscope.....	40
รูปที่ 3.16 เครื่อง Scanning Electron Microscope.....	41
รูปที่ 3.17 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer.....	41
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างของ PMMA ลาเท็กซ์ที่เตรียมได้จากเทคนิค	
การเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียล ไมโครอิมัลชัน.....	42
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคกับปริมาณของสารเริ่มปฏิกิริยา.....	44
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของขนาดอนุภาคกับปริมาณ	
ของสารเริ่มปฏิกิริยา.....	45
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละผลได้กับปริมาณของสารเริ่มปฏิกิริยา.....	46
รูปที่ 4.5 ลักษณะลาเท็กซ์ของ PMMA พอลิเมอร์และซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	48
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละผลได้ (% yield) กับปริมาณซิลิกา.....	50
รูปที่ 4.7 แสดงภาพ SEM ของซิลิกา/PMMA คอมพอสิต.....	51
รูปที่ 4.8 โครงสร้างทางเคมีของ $\gamma$ -Methacryloxypropyltrimethoxysilane (MPTM).....	52
รูปที่ 4.9 ปฏิกิริยาระหว่างซิลิกา MPTMS และ PMMA.....	52
รูปที่ 4.10 สเปกตรัมของซิลิกาก่อนและหลังการปรับปรุงผิว.....	53
รูปที่ 4.11 สเปกตรัมแสดงหมู่ฟังก์ชันจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR สเปกโตรสโกปี.....	54