สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของพาราฟินแว็กซ์ (Octacosane, C28) 4

2.2 FischenTropsch แว็กซ์ A28 5

2.3 หลักการเคลื่อนที่ของอนุภาคเพื่อทำให้เกิดการบดในเครื่องบดแบบ Jet milling
(ก) Opposed Principle
(ข) Impact Principle
(ค) Spiral Principle 5

2.4 การลดขนาดอนุภาคด้วยวิธีการแช่แข็งแบบพ่นละออง 6

2.5 กระบวนการเกิดอนุภาคพอลิเมอร์ด้วยเทคนิค RESS และผังเส้นทาง
การดำเนินการของกระบวนการแยกวัฏภาคระหว่างพอลิเมอร์และของไหลเหนือวิกฤต 7

2.6 ขั้นตอนการเกิดอนุภาคของสารผสม 9

2.7 เปรียบเทียบการเกิดอนุภาคของสารผสม 10

2.8 แผนภูมิวัฏภาคของคาร์บอนไดออกไซด์
(ก) แสดงจุดอุณหภูมิวิกฤตและความดันวิกฤตที่จุดสิ้นสุดของเส้นสมดุลวัฏภาคไอ-ของเหลว
(ข) แสดงความหนาแน่นกับความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิต่างๆ 12

2.9 โครงสร้างของซอบิทอล 13

2.10 โครงสร้างไมเซลล์ของสารลดแรงตึงผิว 14

2.11 โครงสร้างของเอทิลีนไกลคอล 14

2.12 อนุภาค Artemisinin
(ก) ก่อนผ่านกระบวนการลดขนาด
(ข) หลังผ่านกระบวนการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS 15

2.13 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงอนุภาคทรงกลมขนาดเล็กของพาราฟินแว็กซ์ (C105) 15

2.14 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของ PLA ที่ผ่านการผลิตด้วยเทคนิค RESS
ที่ความดัน 200 bar อุณหภูมิ 40 ^{o}C หัวฉีดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 mm
(ก) การฉีดพ่นไปยังน้ำ
(ข) การฉีดพ่นไปยังสภาวะบรรยากาศ 16

2.15 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของพื้นผิวสารผสมระหว่าง BNC และ AKD ที่สัดส่วน
(ก) 100 wt% AKD
(ข) 5 wt% BNC/AKD 18

3.1 ภาชนะทนความดันสูง ปริมาตร 15 cm^3 (Taiatsu Techno) 20

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.2 แผนภาพจำลองกระบวนการผลิตอนุภาคแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS 20

3.3 การเปิดวาล์วที่แผงควบคุมความดันเพื่ออัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังปั๊มอัดแรงดันสูง 21

3.4 ปั๊มอัดแรงดันสูง (Syringe Pump Isco Model 260D)..... 21

3.5 การเปิดวาล์วที่แผงควบคุมความดันเพื่ออัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังภาชนะ
ทนความดันสูง 22

3.6 ชุดอุปกรณ์สำหรับกระบวนการ RESS 22

3.7 โถดูดความชื้นชนิดแก้ว..... 23

3.8 ชุดอุปกรณ์สำหรับการดักเก็บอนุภาค..... 24

4.1 ภาพถ่ายพาราฟินแว็กซ์
(ก) ก่อนการลดขนาด
(ข) หลังการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นผ่านอากาศ
(ค) หลังการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไปยังน้ำ..... 25

4.2 ภาพถ่ายกำลังขยายสูง SEM ของพาราฟินแว็กซ์หลังการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS
(ก) ฉีดพ่นไปยังอากาศที่กำลังขยาย 10,000 เท่า
(ข) ฉีดพ่นไปยังน้ำที่กำลังขยาย 10,000 เท่า
(ค) ฉีดพ่นผ่านน้ำที่กำลังขยาย 30,000 เท่า..... 26

4.3 ขนาดอนุภาคพาราฟินแว็กซ์หลังกระบวนการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS
โดยการฉีดพ่นไปยังอากาศและน้ำ 27

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวกลางของการฉีดพ่นและ Droplet Jet Break Up..... 28

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง We กับขนาดอนุภาคเฉลี่ยของพาราฟินแว็กซ์ 30

4.6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพาราฟินแว็กซ์หลังผ่านเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไปยัง
ตัวกลางน้ำที่ความดันก่อนการขยายตัวคงที่ 160 bar อุณหภูมิก่อนการขยายตัว (ก) 70
(ข) 80 และ (ค) 90 ^{o}C..... 31

4.7 ผลของอุณหภูมิก่อนการขยายตัวต่อขนาดอนุภาคของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS
โดยการฉีดพ่นไปยังตัวกลางน้ำ ที่ความดันก่อนการขยายตัว 160 bar 32

4.8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพาราฟินแว็กซ์หลังผ่านเทคนิค RESS
โดยการฉีดพ่นไปยังตัวกลางน้ำที่อุณหภูมิก่อนการขยายตัวคงที่ 80 ^{o}C
ความดันก่อนการขยายตัว (ก) 120 (ข) 140 และ (ค) 160 bar 33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 ผลของความดันก่อนการขยายตัวต่อขนาดอนุภาคของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไปยังตัวกลางน้ำ ที่อุณหภูมิก่อนการขยายตัว 80 ^{o}C 34

4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิก่อนการขยายตัว กับอัตราส่วนการละลายยิ่งยวด 35

4.11 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพาราฟินแว็กซ์หลังผ่านเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นผ่านน้ำ ที่อุณหภูมิและความดันก่อนการขยายตัว 80 ^{o}C และ 120 bar ตามลำดับ
(ก) ไม่เติมสารก่อผลึก
(ข) เติมซอบิทอลเป็นสารก่อผลึก 0.3 wt% 36

4.12 ผลของสารก่อผลึกต่อขนาดอนุภาคของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไป ยังตัวกลางน้ำที่อุณหภูมิและความดันก่อนการขยายตัว 80 ^{o}C และ 120 bar ตามลำดับ 36

4.13 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของพาราฟินแว็กซ์หลังกระบวนการ ลดขนาดด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไปยัง
(ก) น้ำ
(ข) สารละลายผสมระหว่างน้ำและ EG สัดส่วน 10 V/V% 38

4.14 ผลของความเข้มข้นของ EG ในสารละลายผสมระหว่างน้ำและ EG ที่ใช้เป็นตัวกลางฉีดพ่นในกระบวนการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS ที่ EG ต่อน้ำสัดส่วน
(ก) 5 V/V%
(ข) 10 V/V%
(ค) 15 V/V% 39

4.15 ผลของความเข้มข้นของ EG ต่อขนาดอนุภาคพาราฟินแว็กซ์ หลังกระบวนการลดขนาดด้วยเทคนิค RESAS 40

ก.1 แบบจำลองกระบวนการเคลือบผิวโดยเทคนิค RESS 51

ข.1 เครื่องเคลือบทองเพื่อเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ SEM (CRESSINGTON Sputter Coater 108 auto) 57

ข.2 เครื่อง SEM CAI ZEIs รุ่น EVOIMA 10 58

ข.3 ภาพถ่ายกำลังขยายสูง SEM ของพาราฟินแว็กซ์หลังการลดขนาดด้วยเทคนิค RESS โดยการฉีดพ่นไปยังน้ำที่กำลังขยาย 10,000 เท่า และ 30,000 เท่า 58

ค.1 การเปิดภาพด้วยโปรแกรม Image-J 59

ค.2 การลากเส้นตรงเพื่อตั้งค่าความยาวมาตรฐาน 60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.3 การเลือกแถบเครื่องมือเพื่อตั้งค่าความยาวมาตรฐาน 60
ค.4 การตั้งค่าความยาวมาตรฐาน 61
ค.5 การลากเส้นหาความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค 62
ค.6 การบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ทำการวัดได้ 62