

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(12)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(14)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์	5
2 ทฤษฎี	6
2.1 การเตรียมซิลิกาจากแกลบ	6
2.2 การเตรียมซิลิกอนบริสุทธิ์	11
2.3 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นของรังสีเอกซ์	14
2.4 ประเภทของรังสีเอกซ์	17
2.5 ผลที่ได้จากการเรืองรังสีเอกซ์	18
2.6 วิธีต่าง ๆ ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ	21
3 วัสดุและวิธีการวิจัย	24
3.1 วัสดุ	24
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	25
3.3 วิธีดำเนินการ	26
4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	35
4.1 การศึกษาปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์	35
4.2 การศึกษาเฟสของซิลิกาในแกลบ	36
4.3 การศึกษาพื้นผิวของแกลบบดละเอียดก่อนการเผา	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้เผาเคลือบในอากาศ	37
4.5 ศึกษาอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเผาปริมาณซิลิกาในซีเมนต์เคลือบ	38
4.6 ศึกษาเฟสของซิลิกาในซีเมนต์เคลือบ	39
4.7 การศึกษาการกระจายของพื้นผิวซิลิกาที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ	40
4.8 การวัดขนาดอนุภาคของซีเมนต์เคลือบ	41
4.9 การศึกษาความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการกำจัด สารประกอบออกไซด์บางอย่าง	41
4.10 ศึกษาการลดลงของไฮโดรคาร์บอนกับอุณหภูมิเผา	45
4.11 ศึกษาปริมาณสารประกอบออกไซด์ของซิลิกาหลังจากทำ ปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้น	46
4.12 การศึกษาเชิงคุณภาพของซิลิกาบริสุทธิ์ (สารตัวอย่างมาตรฐาน) และซิลิกาที่เตรียมได้	47
4.13 การศึกษาพื้นผิวของซิลิกาที่เตรียมจากซีเมนต์เคลือบ โดยผ่านการบด ละเอียด นาน 24 ชั่วโมง	47
4.14 การเตรียมซิลิกอนบริสุทธิ์จากซิลิกาในซีเมนต์เคลือบ	48
4.15 การศึกษาพื้นผิวของซิลิกอนบริสุทธิ์ที่เตรียมจากเคลือบ โดยผ่านการ บดละเอียด 24 ชั่วโมง	48
วิเคราะห์ผลการทดลอง	51
วิจารณ์ผลการทดลอง	54
5 บทสรุป	55
5.1 สรุปผลการทดลอง	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
5.3 งานวิจัยต่อเนื่องในอนาคต	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก) ตัวอย่างการคำนวณ	58
ภาคผนวก (ข) ทฤษฎีรังสีเอกซ์เพิ่มเติม	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก (ค) ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องวิจัย	85
ภาคผนวก (ง) ตัวอย่างข้อมูลผลการทดลอง	120
ประวัติผู้เขียน	147

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงขนาดอนุภาคของซิลิกาที่ได้จากแกลบ	6
2.2 แสดงสารเจือปนของสินแร่ควอตซ์	7
4.1 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ของแกลบก่อนการเผา	35
4.2 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ของซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ ด้วยอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที ในอากาศ ด้วยเครื่องเร่งรังสีเอกซ์แบบกระจายความยาวคลื่น	37
4.3 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่างๆ ภายใต้บรรยากาศออกซิเจน โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที นาน 3 ชั่วโมง	38
4.4 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่างๆ ภายใต้บรรยากาศออกซิเจน โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที นาน 3 ชั่วโมง	38
4.5 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่างๆภายใต้บรรยากาศของออกซิเจน โดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 15 องศาเซลเซียสต่อนาที นาน 3 ชั่วโมง	39
4.6 แสดงปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 N ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	42
4.7 แสดงปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่างๆ โดยแกลบการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3N ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	43
4.8 แสดงปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5N ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	43
4.9 แสดงปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ โดยแกลบผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 7N ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	44
4.10 แสดงปริมาณซิลิกาและสารประกอบออกไซด์ในซีเมนต์แกลบที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 9N ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	44

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.11 แสดงปริมาณของธาตุไนจี๊เจ้าแกลบหลังทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้น	46
4.12 แสดงปริมาณสารประกอบออกไซด์ของซิลิกาหลังทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้น	46
4.13 แสดงปริมาณของธาตุต่างๆและซิลิกอนที่เตรียมจี๊เจ้าแกลบ โดยใช้อัตราส่วนซิลิกาต่อแมกนีเซียม 2:1 โดยน้ำหนัก	49
4.14 แสดงปริมาณของแมกนีเซียมและซิลิกอนของสารตัวอย่างที่เตรียมจากซิลิกาและแมกนีเซียมด้วยอัตราส่วน 10:3 โดยน้ำหนัก	50

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แสดงผลึกของสินแร่ควอตซ์	7
2.2 แสดงโครงสร้างของซิลิกาที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะต่าง ๆ	10
2.3 แสดงเฟสต่างของซิลิกาที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะต่าง ๆ	10
2.4 แสดงแผนภาพการเตรียมซิลิกอนจากถ่านโค้ก	12
2.5 แสดงการเตรียมซิลิกอนบริสุทธิ์ในเตา fluidized bed	13
2.6 การเกิดรังสีเอกซ์โดยการกระตุ้นด้วยอนุภาค	15
2.7 การเกิดรังสีเอกซ์โดยกระตุ้นด้วยโฟตอน	15
2.8 การเกิดรังสีเอกซ์โดยการสลายตัวแบบการเปลี่ยนแปลงภายใน	16
2.9 แสดงกราฟที่สร้างสำหรับวิธีเทียบมาตรฐาน	21
2.10 แสดงตัวอย่างกราฟจากวิธีการเติมสารมาตรฐาน	22
3.1 แสดงอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิกับช่วงเวลาในการเผาชี้ถ่านโค้ก	26
3.2 แสดงลักษณะเตาเผาที่ใช้ในการทำวิจัย	27
3.3 เป้าอัดขึ้นรูปชี้ถ่านโค้ก	27
3.4 แสดงการทำปฏิกิริยาของกรดไฮโดรคลอริกกับถ่านโค้กก่อนการเผา	28
3.5 แสดงการกรองตะกอนซิลิกอนที่เตรียมจากชี้ถ่านโค้ก	30
4.1 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของถ่านโค้ก	36
4.2 แสดงการกระจายของพื้นผิวถ่านโค้กดิบก่อนเผา a) กำลังขยาย 800 เท่า b) กำลังขยาย 1,500 เท่า c) กำลังขยาย 3,000 เท่า	36
4.3 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของชี้ถ่านโค้กที่อุณหภูมิเผาต่าง ๆ ในอากาศ	39
4.4 ภาพแสดงการกระจายของพื้นผิวที่อุณหภูมิต่าง ๆ a-c) เเผาที่อุณหภูมิ 700 °C d-f) เเผาที่อุณหภูมิ 800 °C g-i) เเผาที่อุณหภูมิ 900 °C	40
4.5 แสดงการกระจายของอนุภาคของชี้ถ่านโค้กที่ผ่านการบดละเอียด 24 ชั่วโมง	41

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.6 แสดงให้เห็นถึงสีของแถบที่ผ่านการทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และซี้เจ้าแถบ ซึ่งผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง	42
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรคลอริกกับปริมาณซิลิกา	45
4.8 แสดงปริมาณการลดลงของไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการเผาที่ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3N ในช่วงอุณหภูมิ 100 ถึง 1,200 องศาเซลเซียส	45
4.9 แสดงความสูงยอดกราฟของ a) ซิลิกามาตรฐาน 99.99% b) ซิลิกาที่เตรียมจากแถบ	47
4.10 แสดงภาพถ่ายพื้นผิวของซิลิกาในซี้เจ้าแถบกำลังขยาย a) 200 เท่า b) 7,000 เท่า c) 30,000 เท่า	47
4.11 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของสารที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างซิลิกากับแมกนีเซียมที่เผาในอากาศ	48
4.12 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกและกรดไฮโดรฟลูออริกเข้มข้น	48
4.13 แสดงการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของซิลิกอนที่เตรียมจากซี้เจ้าแถบโดยใช้อัตราส่วนซิลิกาต่อแมกนีเซียม เท่ากับ 10:3 โดยน้ำหนัก	49
4.14 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของธาตุต่าง ๆ และซิลิกอนโดยใช้อัตราส่วนซิลิกาต่อแมกนีเซียมเท่ากับ 2:1	49
4.15 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของธาตุต่าง ๆ และซิลิกอน ของสารตัวอย่างที่เตรียมจากซิลิกาและแมกนีเซียมด้วยอัตราส่วน 10:3 โดยน้ำหนัก	50
4.16 ซิลิกอนบริสุทธิ์ที่เตรียมจากซี้เจ้าแถบ	50
4.17 แสดงภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของพื้นผิวของซิลิกอนบริสุทธิ์กำลังขยาย a) 200 เท่า b) 7,000 เท่า c) 30,000 เท่า	51

ตัวย่อและสัญลักษณ์

ตัวย่อ	ความหมาย
XRD	เครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์
XRF	เครื่องเรืองรังสีเอกซ์
SEM	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
WDX	เครื่องเรืองรังสีเอกซ์แบบกระจายความยาวคลื่น
EDX	เครื่องเรืองรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน
CHNS-O	เครื่องวัดปริมาณ C, H, N และ O
TGA	เครื่องวิเคราะห์เชิงความร้อน
ICP	เครื่องวิเคราะห์ธาตุในระดับต่ำมาก
%wt	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
N	normality
ppm	past per million
สัญลักษณ์	ความหมาย
θ	มุมที่รังสีเอกซ์ทำกับแนวระดับ
λ	ความยาวคลื่น(เมตร)