

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 เฟอริโรอิเล็กทริก	3
2.2 เฟอริโรอิเล็กทริกโดเมน	3
2.3 สารแบเรียมติตาเนต	4
2.4 ทวิน	6
2.5 การเลี้ยวเบน (diffraction)	11
2.5.1 การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-Ray diffraction)	11
2.5.2 การเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน (Electron Diffraction)	12
2.6 การหาค่าคงที่ของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope, TEM)	20
2.7 การหาค่าขนาดเฉลี่ยของอนุภาคโดยรูปแบบการเลี้ยวเบน ของรังสีเอ็กซ์	28
2.8 การวิเคราะห์โครงสร้างผลึกจากรูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน	30
บทที่ 3 การทดลอง	
3.1 สารเคมี	32
3.2 เครื่องมือ และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	32
3.3 วิธีการทดลอง	33

	หน้า
3.4 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหิน	34
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	37
4.2 ผลการหาขนาดเฉลี่ยของอนุภาคโดยรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	46
4.3 ผลการศึกษาโครงสร้างทวิน ด้วยกล้อง TEM	47
บทที่ 5 วิจัย และ สรุปผลการทดลอง ,	55
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	61
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 โครงสร้างผลึกของแบเรียมิตาเนตในช่วงอุณหภูมิต่างๆ	4
2.2 แสดงโครงสร้างผลึกของสารแบเรียมิตาเนตที่แคลไซต์อุณหภูมิต่างๆ	4
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า kV และ λ	21
2.4 ค่าคงที่ของกล้องที่คำนวณได้ ณ ความต่างศักย์ที่ 100 kV และ ที่ค่า camera length ต่างๆ	21
4.1 ผลการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคแบเรียมิตาเนตที่ เตรียมโดยวิธีออกซาเลต	47
4.2 ผลการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของสารตัวอย่าง แบเรียมิตาเนตที่เตรียมโดยวิธีแคตติคอลเลต	47

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 โครงสร้างเฟอร์โรอิเล็กทริกโดเมนจากกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	3
2.2 โครงสร้างของแบเรียมทิตาเนต	4
2.3 การเกิดการผิดรูป	6
2.4 การเคลื่อนที่ของอะตอมที่ทำให้เกิดทวิน	7
2.5 โครงสร้างทางเรขาคณิตสัมพันธ์ของทวิน	7
2.6 การเคลื่อนที่ของระนาบ (111) และทิศทางการเลื่อน[112]ใน โครงสร้างผลึกแบบ bcc	8
2.7 การเคลื่อนที่ของอะตอมในระนาบ (112) และทิศทางการเลื่อนที่ [111] ในโครงสร้างผลึกแบบ bcc	9
2.8 ทวินแบบแผ่นขนาน	10
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของผลึกและขนาดของโดเมน	10
2.10 ปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนในผลึกของรังสีเอ็กซ์ที่สอดคล้อง กับสมการของแบรกก์	11
2.11 การเกิดรูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน	13
2.12 อันตรกิริยาที่เกิดจากอิเล็กตรอนกระทบตัวอย่าง	13
2.13 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของส่วนผลิตอิเล็กตรอน	14
2.14 การปรับสภาพลดโลหะ	15
2.15 ภาพเหมือนของเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า	16
2.16 ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเมื่อวิ่งผ่านเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า	17
2.17 chromatic aberration ที่เกิดขึ้นกับเลนส์	18
2.18 spherical aberration ที่เกิดขึ้นในเลนส์	18
2.19 distortion และ astigmatism ที่เกิดจากระบบเลนส์ที่ไม่สมมาตร	19

รูป	หน้า
2.20 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 10 และ 100 kV	22
2.21 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 15 และ 100 kV	22
2.22 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 20 และ 100 kV	23
2.23 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 30 และ 100 kV	23
2.24 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 50 และ 100 kV	24
2.25 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 60 และ 100 kV	24
2.26 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 80 และ 100 kV	25
2.27 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 100 และ 100 kV	25
2.28 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 120 และ 100 kV	26
2.29 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 150 และ 100 kV	26
2.30 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 200 และ 100 kV	27
2.31 รูปแบบการเลี้ยวเบนของทอง ที่ความยาวคลื่น 250 และ 100 kV	27
2.32 ผลของขนาดของอนุภาคหรือเกรนต่อการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์	28
2.33 การกระเจิงของรังสีเอ็กซ์ที่กระทบตัวอย่างที่มีความหนา	28
2.34 ผลของขนาดของอนุภาคหรือเกรนต่อการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์	29
4.1 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียม โดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C	37
4.2 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียม โดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C แล้วบด 16 ชั่วโมง	38
4.3 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียม โดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว	39
4.4 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียม โดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ที่ 1200 °C	40
4.5 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียมโดย วิธีแคตติคอลเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C	41

รูป	หน้า
4.6 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียม โดยวิธีแคตติคอลเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C แล้วบด 16 ชั่วโมง	42
4.7 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียมโดยวิธี แคตติคอลเลต เผาแคลไซต์ที่ 700 °C แล้ว ลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว	44
4.8 รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างที่เตรียมโดย วิธีแคตติคอลเลต เผาแคลไซต์ที่ 1200 °C	45
4.9 รูปโครงสร้างทวินของสารตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมโดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ 700 °C	49
4.10 รูปโครงสร้างทวินของสารตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมโดยวิธีออกซาเลต เผาแคลไซต์ 700 °C แล้วบด 16 ชั่วโมง	49
4.11 รูปโครงสร้างทวินของตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมโดยวิธีออกซาเลต และแคลไซต์ 700 °C แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว	50
4.12 รูปโครงสร้างทวิน และ รูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนของตัวอย่าง สารแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมวิธีออกซาเลต และแคลไซต์ที่ 1200°C	51
4.13 รูปโครงสร้างทวินของตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมวิธีแคตติคอลเลต และ แคลไซต์ที่ 700 °C	52
4.14 รูปโครงสร้างทวินของตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมวิธีแคตติคอลเลต และ แคลไซต์ที่ 700 °C แล้วบด 16 ชั่วโมง	52
4.15 รูปโครงสร้างทวินรูปของตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมวิธีแคตติคอลเลต และ แคลไซต์ที่ 700 °C แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว	53
4.16 รูปโครงสร้างทวินของตัวอย่างแบบเรียมิตาเนตที่เตรียมวิธีแคตติคอลเลต และ แคลไซต์ที่ 1200 °C	54

อักษรย่อและสัญลักษณ์

K	ค่าไดอิเล็กทริก
XRD	เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์
SEM	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด
TEM	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
λ	ความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์
η	ทิศทางของระนาบของอะตอมที่เกิดทวิน
κ	ระนาบของอะตอมที่เกิดทวิน
θ	มุมของแบรกก์
$(h\ k\ l)$	ระนาบ
$[uvw]$	ทิศทางของระนาบ
r	ระยะห่างจากจุดกึ่งกลางถึงตำแหน่งสว่าง ในรูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน
B	ระยะความกว้างที่ครึ่งหนึ่งของความสูงของพีค
L λ	ค่าคงที่ของกล้อง TEM
SADP	Selected Area Diffraction Pattern การเลือกรูปแบบการเลี้ยวเบนของตัวอย่าง บางบริเวณในกล้องTEM
kV	ค่าความต่างศักย์