

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 สมบัติทางกายภาพ	3
2.1.2 โครงสร้างผลึก	5
2.1.3 คุณสมบัติของแมกนีเซียม	9
2.1.4 คุณสมบัติของแมงกานีส	10
2.1.5 คุณสมบัติของเหล็ก	10
2.1.6 สารเฟอร์ไรต์	11
2.1.7 ชนิดของเฟอร์ไรต์	11
2.1.8 คุณสมบัติของเฟอร์ไรต์	13
2.1.9 วิธีการเตรียม	13
2.1.10 การวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาค	17
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย	23
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	23
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
ตอนที่ 1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเซรามิก	24
ตอนที่ 2 ศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของเซรามิก	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย	30
4.1 ผลการหาค่าความหนาแน่นและร้อยละการหดตัวของเซรามิก	30
4.2 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	33
4.3 ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	39
4.4 การศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาค	43
4.5 การศึกษาสมบัติทางแม่เหล็ก	45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผลการทดลอง	48
5.2 อภิปรายผล	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบงานวิจัย	54
ภาคผนวก ข ตัวอย่างรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	59
ภาคผนวก ค ตัวอย่างวิธีการหาเกรนเฉลี่ย	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	โครงสร้างผลึก 7 ระบบ	5
2.2	คุณสมบัติของแมกนีเซียม	9
2.3	คุณสมบัติของแมงกานีส	10
2.4	คุณสมบัติของเหล็ก	10

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบผลึก 7 ระบบที่สามารถแบ่งแยกเป็นโครงร่างสามมิติ	6
2.2 ตัวอย่างการระบุนาบบของสี่เหลี่ยมลูกบาศก์	7
2.3 ระยะห่างระหว่างระนาบ (110)	8
2.4 แผนผังโครงสร้างของสปิเนล	12
2.5 รูปโครงสร้างผลึกของเฟอร์ไรต์คาร์เน็ต	12
2.6 โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล	13
2.7 กระบวนการที่เกิดขึ้นในการตกตะกอน	14
2.8 ช่วงเวลาในการเผาแคลไซน์	15
2.9 ขั้นตอนการเชื่อมตัวของอนุภาคในกระบวนการเผาซินเตอร์	16
2.10 ขั้นตอนการเผาซินเตอร์แบบสองขั้นตอน	17
2.11 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	18
2.12 เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	13
2.13 การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์จากระนาบในอนุภาคผลึก	19
2.14 รูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของอนุภาคเหล็กออกไซด์	20
3.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	24
3.2 สารละลาย $Mg(NO_3)_2$ $Mn(NO_3)_2$ และ $Fe(NO_3)_3$	24
3.3 การให้ความร้อนแก่สารละลาย และคนสารละลายอย่างสม่ำเสมอ	25
3.4 ขั้นตอนการกรองเอาตะกอน และล้างตะกอน	25
3.5 เผาแคลไซน์	26
3.6 การบดผงตัวอย่างกับโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	26
3.7 เครื่องอัดขึ้นรูป	26
3.8 เม็ด MMF ที่ได้หลังจากการขึ้นรูป	27
3.9 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง	28
4.1 ความหนาแน่นและร้อยละการหดตัวของเซรามิก $Mg_{0.5}Mn_{0.5}Fe_2O_4$ ที่อุณหภูมิ การเผาซินเตอร์ 1250 - 1450 องศาเซลเซียส	30
4.2 ความหนาแน่นและร้อยละการหดตัวของเซรามิก $Mg_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$ ที่อุณหภูมิ การเผาซินเตอร์ 1250 - 1450 องศาเซลเซียส	31
4.3 ความหนาแน่นและร้อยละการหดตัวของเซรามิก $Mg_{0.3}Mn_{0.7}Fe_2O_4$ ที่อุณหภูมิ การเผาซินเตอร์ 1250 - 1450 องศาเซลเซียส	32
4.4 ขนาดเกรนเฉลี่ยที่อัตราส่วน $x = 0.5-0.7$	33
4.5 โครงสร้างระดับจุลภาคของเซรามิก $Mg_{0.5}Mn_{0.5}Fe_2O_4$	34
4.6 โครงสร้างระดับจุลภาคของเซรามิก $Mg_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	36
4.7 โครงสร้างระดับจุลภาคของเซรามิก $Mg_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 รูปแบบการเลี้ยวเบนของเซรามิก $Mg_{0.5}Mn_{0.5}Fe_2O_4$	40
4.9 รูปแบบการเลี้ยวเบนของเซรามิก $Mg_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	41
4.10 รูปแบบการเลี้ยวเบนของเซรามิก $Mg_{0.3}Mn_{0.7}Fe_2O_4$	42
4.11 ระยะห่างระหว่างระนาบของเซรามิก $Mg_{(1-x)}Mn_xFe_2O_4$	43
4.12 แลตทิซพารามิเตอร์ของเซรามิก $Mg_{(1-x)}Mn_xFe_2O_4$	44
4.13 ขนาดผลึกของเซรามิก $Mg_{(1-x)}Mn_xFe_2O_4$	44
4.14 วงปิดฮิสเทอริซิสของเซรามิก $Mg_{0.5}Mn_{0.5}Fe_2O_4$	45
4.15 วงปิดฮิสเทอริซิสของเซรามิก $Mg_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	46
4.16 วงปิดฮิสเทอริซิสของเซรามิก $Mg_{0.3}Mn_{0.7}Fe_2O_4$	47