

ผลของสารเติมแต่งคอสัมบัติของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์

นายมนตรี บุญสิทธิ์



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

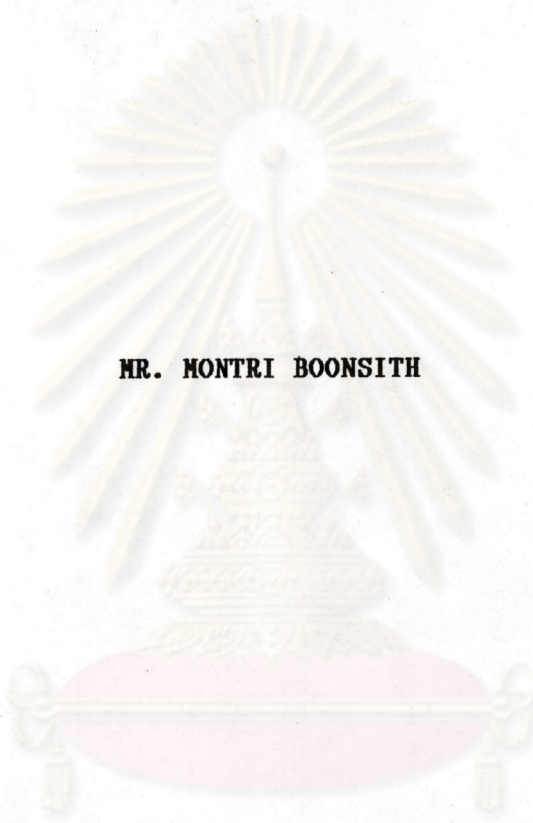
ISBN 974-632-846-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17016861

EFFECTS OF ADDITIVES ON MANGANESE-ZINC

FERRITE PROPERTIES



MR. MONTRI BOONSITH

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Materials Science

Graduate school

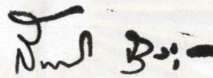
Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-846-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของสารเติมแต่งต่อสมบัติของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์
โดย นายมนตรี บุญสิทธิ์
ภาควิชา วัสดุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประสูตร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้เป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาดำเนินการหลักสูตรปริญญาโท

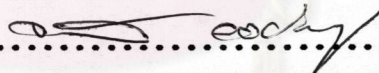


.....คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ กงสุวรรณ)

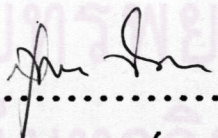
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดช)



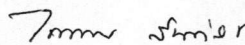
.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประสูตร)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา จินนาวัฒน์)



.....กรรมการ
(Dr. Rienhard Conradt)



.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

มนตรี บุญสิทธิ์ : ผลของสารเติมแต่งต่อสมบัติของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์
(EFFECTS OF ADDITIVES ON MANGANESE-ZINC FERRITE PROPERTIES)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.จรัสศรี ลอประยุทธ, 69 หน้า ISBN 974-632-846-8

แมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ (Manganese-Zinc Ferrite) เป็นแม่เหล็กเซรามิกส์จัดเป็นสารละลายของแข็ง (Solid Solution) ของออกไซด์ผสมซึ่งมี เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) แมงกานีสออกไซด์ (Mn_2O_4) เป็นองค์ประกอบหลัก มีการนำไปใช้งานทางด้านโทรคมนาคม อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สำหรับแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ที่ใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์และเครื่องรับวิทยุ นั้น สมบัติทางแม่เหล็กที่สำคัญคือ ค่าความซึมซาบทางแม่เหล็ก (Initial Permeability) ซึ่งสมบัติทางแม่เหล็กของสารเซรามิกส์นี้ สามารถตัดแปลงและปรับปรุงใหม่ได้โดยการเติมสารเติมแต่ง (Additive)

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แคลเซียมซิลิเกต ($CaSiO_3$) และติตาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เติมลงในแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ ผ่านกระบวนการทางเซรามิกส์ขึ้นรูปเป็นลักษณะทอรัส และซินเตอร์ที่ 1300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 1/2 ชั่วโมง ภายใต้การควบคุมบรรยากาศจากการตรวจลักษณะเฉพาะและสมบัติทางแม่เหล็กของชิ้นงานที่ผ่านการซินเตอร์ พบว่า การเติมแคลเซียมซิลิเกตปริมาณที่เหมาะสมช่วยทำให้ค่าความซึมซาบทางแม่เหล็ก (μ_{inc}) เพิ่มขึ้น และสามารถลดค่าการสูญเสียพลังงาน (Tan δ LOSS) ได้ 20-43 % แต่การเติมติตาเนียมไดออกไซด์ไม่ให้ผลดีต่อค่าดังกล่าว ชิ้นงานแม่เหล็กที่มีสารเติมแต่งทั้งหมดมีโครงสร้างสไปเนลของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวัสดุศาสตร์.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก.....
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C326953 : MAJOR CERAMIC TECHNOLOGY

KEY WORD: : ADDITIVE / MANGANESE-ZINC FERRITE

MONTRI BOONSITH : EFFECTS OF ADDITIVES ON MANGANESE-ZINC FERRITE PROPERTIES.

Manganese-Zinc Ferrite which is magnetic ceramic, is a solid solution of mixed oxides, which comprises mainly ferric oxide (Fe_2O_3) and manganese oxide (Mn_3O_4). It is widely used for telecommunication, electromechanical industries and computer. Manganese-Zinc Ferrite used with television and radio receivers must have high permeability and low power loss. The magnetic properties of this ferrite can be modified by adding some special additives.

In this study, calcium silicate ($CaSiO_3$) and titanium dioxide (TiO_2) were chosen. Toroid shape specimens were formed by using a conventional ceramic process and sintered at $1300^\circ C$ for 2 1/2 hours under a controlled atmosphere. The sintered products were characterized and had their property measurement in terms of μ , $\tan \delta$ loss and dissipation factor. It was found that additional $CaSiO_3$ at the appropriate amount increased μ and decreased $\tan \delta$ loss by 20 - 43 % in the frequency range up to 100 kHz. The addition of TiO_2 in this study did not give a good effect. All magnetic ceramic contained the additives exhibited spinel structure of Manganese-Zinc Ferrite.

ภาควิชา วัสดุศาสตร์

สาขาวิชา เทคโนโลยีเซรามิก

ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประสูตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และขอขอบคุณท่านที่ร่วมให้ความอนุเคราะห์ในด้านอื่น ๆ คือ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ อุกสุวรรณ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา หัวหน้าภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุพัชรา จินาวัฒน์ อาจารย์ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. Dr. Reinhard Conradt อาจารย์ภาควิชา วัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรม สันติสุข อาจารย์ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. เจ้าหน้าที่ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. เจ้าหน้าที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. เจ้าหน้าที่ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10. เจ้าหน้าที่สถาบันโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11. เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายมนตรี บุญสิทธิ์

10 กันยายน 2538

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	ช

บทที่

1	บทนำ.....	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย.....	2
	1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
2	ความรู้เบื้องต้นทางวิชาการ.....	4
	2.1 เฟอโรไรท์.....	4
	2.2 แกนแม่เหล็กเฟอโรไรท์.....	7
	2.3 แม่เหล็กและการสูญเสียพลังงาน.....	8
3	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	10
	3.1 สารเคมี.....	10
	3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	11
4	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	20
	4.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	20
	4.2 วิธีการทดลอง.....	21
	4.3 การตรวจลักษณะเฉพาะ.....	26
	4.4 การตรวจสอบบัติทางแม่เหล็ก.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล.....	30
5.1 การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัดฤคิบบ.....	30
5.2 การเตรียมสารตั้งต้นรวม.....	33
5.3 การเตรียมผงเฟอร์ไรท์ให้เป็นแกรนูล.....	36
5.4 การตรวจลักษณะเฉพาะภายหลังการขึ้นรูป.....	38
5.5 การตรวจลักษณะเฉพาะ เฟส และโครงสร้างจุลภาค ภายหลังการขึ้นเตอร์..	40
5.6 การตรวจสอบมิติทางแม่เหล็ก.....	48
6 สรุปผลการศึกษาวิจัย.....	56
เอกสารอ้างอิง.....	57
ภาคผนวก.....	59
ประวัติผู้เขียน.....	69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สมบัติทางแม่เหล็กของวัสดุแม่เหล็กต่าง ๆ	6
2 ส่วนผสมสารตั้งต้นของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ เป็นอัตราส่วนโดยมวลและน้ำหนัก.....	21
3 ส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ สูตรต่าง ๆ ..	23
4 เฟสและโครงสร้างของวัสดุคิบ.....	30
5 ผลเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของผงเฟอร์ไรต์ที่ผ่านการแคลไซน์.....	35
6 อัตราการไหลของแกรนูล สูตรต่าง ๆ	36
7 ความหนาแน่นบรรจุ ความหนาแน่นภายหลังการเขย่าและอัตราส่วนความหนาแน่น ภายหลังการเขย่าต่อความหนาแน่นบรรจุของแกรนูลสูตรต่าง ๆ	37
8 เปอร์เซนต์ความชื้นของแกรนูลสูตรต่าง ๆ	37
9 ลักษณะเฉพาะของขึ้นทศสอบที่ผ่านการอัดขึ้น.....	38
10 ลักษณะเฉพาะของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ ภายหลังการซินเตอร์.....	40
11 ผลการเอ็กซ์เรย์ ดิฟแฟรคชัน ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ ภายหลังการซินเตอร์.....	41
12 สมบัติทางแม่เหล็ก-ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ ที่ความถี่ต่าง ๆ	51
13 ความต้านทานทางไฟฟ้าของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรต์ ภายหลังการซินเตอร์.....	55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็ก เมื่อความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น.....	4
2 สมบัติทางแม่เหล็กและฮีสเตอร์ซิส์ ลูปที่เกิดจากปฏิกิริยาโดเมน.....	5
3 โครงสร้างผลึกแบบสไปเนล.....	7
4 เครื่องชี้ตำแหน่งไฟฟ้า.....	13
5 เต้าอบไฟฟ้า.....	13
6 เครื่องบดละเอียดแบบแทกทวิชั่น.....	14
7 เต้าไฟฟ้า.....	14
8 เครื่องอัดไฮดรอลิค.....	15
9 เต้าเผาอุณหภูมิสูงแบบทรงกระบอก.....	15
10 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล.....	16
11 เครื่องวัดความหนาแน่นบรรจุ.....	16
12 2406 อินชูลิน เทสเตอร์.....	17
13 เครื่องสแกนนิ่ง อิเล็กตรอน ไมโครสโคป.....	17
14 เครื่องไฟฟ้า ชนิดความเร็วต่ำ.....	18
15 เครื่องออกซิลโลสโคป.....	18
16 เครื่องวัดความชื้นข้างทางแม่เหล็ก และค่าความสูญเสียพลังงาน.....	19
17 กระบวนการควบคุมการขึ้นเตอร์แมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์.....	25
18 แพทเทิร์นของเอ็กซ์เรย์คิฟแฟรคชันของวัตคูบ.....	31
19 แพทเทิร์นของเอ็กซ์เรย์คิฟแฟรคชันของวัตคูบ.....	31
20 โครงสร้างจุลภาคของเหล็กออกไซด์.....	32
21 โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีสออกไซด์.....	32
22 โครงสร้างจุลภาคของซิงค์ ออกไซด์.....	33
23 การกระจายขนาดอนุภาคสารภายหลังการบดผสม.....	34
24 การกระจายขนาดอนุภาคสารภายหลังการแคลไซน์.....	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25	แพทเทิร์นจากเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของผงเฟอร์ไรท์ ภายหลังจากแคลไซน์..... 35
26	แพทเทิร์นเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-1..... 42
27	แพทเทิร์นเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-2..... 42
28	แพทเทิร์นเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-3..... 43
29	แพทเทิร์นเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-1..... 43
30	แพทเทิร์นเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชันของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-2..... 44
31	โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-1..... 45
32	โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-2..... 45
33	โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-3..... 46
34	โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-1..... 46
35	โครงสร้างจุลภาคของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-2..... 47
36	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-0..... 48
37	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-1..... 48
38	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-2..... 49
39	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร J-3..... 49
40	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-1..... 50
41	อีส์เตอร์ซีส์ ลูป ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตร K-2..... 50
42	ค่า tan d loss ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตรต่าง ๆ 52
43	ค่าความซึมซาบทางแม่เหล็กของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตรต่าง ๆ 53
44	ค่าคิสมิทเพ็ชัณ แฟคเตอร์ของแมงกานีส-ซิงค์ เฟอร์ไรท์ สูตรต่าง ๆ 54