

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGÔ THỊ PHƯỢNG

**CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT  
QUANG – TỬ CỦA VẬT LIỆU SPINEL  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$   
CẤU TRÚC NANO**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC**

**THÁI NGUYÊN - 2018**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

**NGÔ THỊ PHƯỢNG**

**CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT  
QUANG – TỬ CỦA VẬT LIỆU SPINEL  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$   
CẤU TRÚC NANO**

**Chuyên ngành: Quang học**

**Mã số: 8.44.01.10**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC**

**Người hướng dẫn khoa học:**

**PGS.TS. ĐỖ HÙNG MẠNH**

**THÁI NGUYÊN - 2018**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi và nhóm nghiên cứu, tất cả các kết quả nghiên cứu là trung thực.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2018

Học viên

Ngô Thị Phượng

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS.TS. Đỗ Hùng Mạnh - người Thầy đã tận tình hướng dẫn, động viên và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 103.02-2015.74.

Tôi xin cảm ơn nghiên cứu sinh Phạm Hồng Nam đã tận tình chỉ dẫn, góp ý cụ thể cho tôi trong nghiên cứu khoa học.

Tôi cũng xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi các cán bộ thuộc Phòng Vật lý vật liệu từ và siêu dẫn, Viện Khoa học vật liệu–Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam trong quá trình tôi thực hiện và hoàn thành luận văn.

Cuối cùng, sự hỗ trợ, động viên từ gia đình và bè bạn chính là động lực to lớn giúp tôi có thể hoàn thành bản luận văn này.

Tác giả luận văn

Ngô Thị Phụng

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU .....	v
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT .....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ .....	x
DANH MỤC CÁC BẢNG .....	xiii
MỞ ĐẦU.....	1
Chương 1: TỔNG QUAN.....	4
1.1. Các phương pháp tổng hợp vật liệu kích thước nano mét.....	4
1.1.1. Phương pháp đồng kết tủa .....	4
1.1.2. Phương pháp thủy nhiệt.....	5
1.1.3. Phương pháp phân hủy nhiệt .....	7
1.2. Ứng dụng của vật liệu nano .....	8
1.3. Cấu trúc tinh thể của vật liệu ferit spinel .....	11
1.4. Tính chất từ .....	13
1.4.1. Trật tự từ và tương tác .....	13
1.4.2. Dị hướng từ.....	15
1.4.3. Trạng thái đơn đômen và siêu thuận từ .....	17
1.5. Mô hình lõi - vỏ .....	20
1.6. Cơ chế vật lý của hiệu ứng đốt nóng cảm ứng từ .....	20
1.6.1. Tổn hao từ trễ.....	20
1.6.2. Tổn hao hồi phục Neel và Brown.....	21
Chương 2. KỸ THUẬT THỰC NGHIỆM .....	24
2.1. Tổng hợp hệ hạt nano $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ và chất lỏng từ.....	24
2.2. Các phép phân tích cấu trúc, nhiệt, quang .....	28
2.2.1. Nhiễu xạ tia X.....	28
2.2.2. Hiển vi điện tử truyền qua .....	29
2.2.3. Phân tích nhiệt (TGA).....	30

2.2.4. Phổ hồng ngoại .....	31
2.2.5. Phổ tán xạ laser động.....	32
2.3. Các phép đo từ .....	32
2.3.1. Từ kế mẫu rung.....	32
2.3.2. Đường từ trễ xoay chiều .....	33
2.3.3. Đốt nóng cảm ứng từ .....	34
Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN .....	36
3.1. Các kết quả phân tích cấu trúc, kích thước hạt.....	36
3.1.1. Các kết quả phân tích cấu trúc và kích thước hạt.....	36
3.1.2. Phép phân tích nhiệt.....	39
3.2. Các kết quả liên quan tính chất quang học .....	40
3.2.1. Phổ tán xạ laser động và độ ổn định của chất lỏng từ.....	40
3.2.2. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR).....	42
3.3. Các kết quả về tính chất từ.....	42
3.3.1. Tính chất từ trong từ trường một chiều .....	42
3.3. Tính chất từ trong từ trường xoay chiều cho mẫu chất lỏng từ CF <sub>3</sub> .....	46
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ.....	51
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	52

**DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU**

a	: Hằng số mạng
A	: Phân mạng tứ diện
A <sub>1</sub>	: Độ lớn của tương tác trao đổi
A <sub>2</sub>	: Nội năng của hệ hạt nano
A <sub>3</sub>	: Năng lượng trong một chu trình từ hóa
B	: Phân mạng bát diện
C	: Nhiệt dung riêng
c	: Nồng độ hạt từ
E	: Năng lượng dị hướng
d <sub>x</sub>	: Mật độ khối lượng
D	: Kích thước hạt
D <sub>c</sub>	: Kích thước tới hạn đơn đômen
D <sub>TEM</sub>	: Kích thước từ ảnh TEM
d <sub>SP</sub>	: Kích thước siêu thuận từ
D <sub>XRD</sub>	: Kích thước từ giản đồ XRD
f	: Tần số
f <sub>0</sub>	: Tần số tiêu chuẩn
H	: Cường độ từ trường
H <sub>A</sub>	: Trường dị hướng
H <sub>c</sub>	: Lực kháng từ

$H_{\max}$	: Từ trường lớn nhất
$H_{\min}$	: Từ trường nhỏ nhất
$K$	: Hằng số dị hướng từ tinh thể
$K_{\text{eff}}$	: Hằng số dị hướng hiệu dụng
$K_V$	: Hằng số dị hướng từ khối
$K_S$	: Hằng số dị hướng bề mặt
$k_B$	: Hằng số Boltzmann
$L$	: Hàm Langevin
$m$	: Khối lượng
$M$	: Từ độ
$M(0)$	: Từ độ ở 0K
$M_e^{2+}$	: Các kim loại hóa trị $2^+$
$M_r$	: Từ độ dư
$M_s$	: Từ độ bão hòa
$M_s(\infty)$	: Từ độ của vật liệu khối
$n$	: Số hạt trên một đơn vị thể tích
$P$	: Công suất
$P_{\text{hys}}$	: Công suất tổn hao từ trễ
$Q$	: Nhiệt lượng thu vào
$r_c$	: bán kính đơn đômen tới hạn của hạt đơn đômen hình cầu
$T$	: Nhiệt độ

$T_B$	: Nhiệt độ khóa
$T_b$	: Nhiệt độ bão hòa
$T_C$	: Nhiệt độ Curie
$T_o$	: Nhiệt độ hiệu dụng
$\Delta T$	: Độ biến thiên nhiệt độ
$t$	: Thời gian
$V$	: Thể tích hạt
$V_{opt}$	: Thể tích tối ưu của hạt
$W$	: Năng lượng từ hóa
$zV$	: Độ dài tương quan
$\eta$	: Độ nhớt của chất lỏng từ
$\zeta$	: Độ lớn của tương tác trao đổi
$\rho$	: Khối lượng riêng
$\mu_0$	: Độ từ thẩm trong chân không
$\chi'$	: Phần thực của độ cảm từ xoay chiều
$\chi''$	: Phần ảo của độ cảm từ xoay chiều
$\tau_{eff}$	: Thời gian hồi phục hiệu dụng
$\tau_B$	: Thời gian hồi phục Brown
$\tau_N$	: Thời gian hồi phục Néel
$\tau_o$	: Thời gian hồi phục đặc trưng
$\omega_0$	: Tần số Larmor

**DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT**

EDX	: Phổ tán xạ năng lượng tia X
EHT	: Đốt nóng ngoài
FC	: Làm lạnh có từ trường
FT-IR	: Phổ hồng ngoại phân giải Fourier
ILP	: Công suất tổn hao nội tại
ISPM	: Siêu thuận từ tương tác
LRT	: Lý thuyết đáp ứng tuyến tính
NA	: Định luật Neél Arrhenius
OA	: Oleic acid
OLA	: Oleylamine
PMAO	: Poly(maleic anhydride-alt-1-octadecene)
PPMS	: Hệ đo tính chất vật lý
SPM	: Siêu thuận từ
SLP	: Công suất tổn hao riêng
SLP <sub>HC</sub>	: Công suất tổn hao sau hiệu chỉnh
SLP <sub>LRT</sub>	: Công suất tổn hao theo lý thuyết đáp ứng tuyến tính
SLP <sub>max</sub>	: Công suất tổn hao cực đại
SLP <sub>TN</sub>	: Công suất tổn hao thực nghiệm
SW	: Stoner-Wohlfarth
TEM	: Hiển vi điện tử truyền qua