

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

**VŨ THỊ TUYẾT**

**CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT ĐIỆN TỬ  
CỦA HẠT NANO  $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC VẬT CHẤT**

**THÁI NGUYÊN - 2017**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

VŨ THỊ TUYẾT

CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT ĐIỆN TỬ  
CỦA HẠT NANO  $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$

Chuyên ngành: Vật lý chất rắn

Mã số: 60.44.01.04

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC VẬT CHẤT

Cán bộ hướng dẫn khoa học: TS. PHẠM MAI AN

THÁI NGUYÊN - 2017

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan luận văn này là công trình nghiên cứu của tôi và nhóm nghiên cứu. Các kết quả trong luận văn là do chúng tôi cùng thực hiện. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm trước Nhà trường về lời cam đoan này.

*Ngày.... tháng.... năm ...*

**Tác giả luận văn**

**VŨ THỊ TUYẾT**

**Xác nhận**  
**của Trưởng khoa chuyên môn**

**Xác nhận**  
**của Người hướng dẫn khoa học**

**TS. VŨ THỊ HỒNG HẠNH**

**TS. PHẠM MAI AN**

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất đến TS. Phạm Mai An, Khoa Vật lý - Trường Đại học sư phạm Thái Nguyên, người đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn, đóng góp những ý kiến quý báu để tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy cô Khoa Vật lý, trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên đã tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình trong quá trình học tập và làm việc tại Khoa.

Tôi xin cảm ơn chân thành tới các thầy cô làm việc tại Phòng thí nghiệm Siêu cấu trúc – Viện Vệ sinh Dịch tễ Trung ương, ThS. Phạm Anh Sơn làm việc tại Phòng thí nghiệm Hóa học – trường Đại học Khoa học Tự Nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội, ThS. Lê Hồng Phúc Viện Vật lý Thành phố Hồ Chí Minh đã giúp đỡ tôi thực hiện các phép đo tại đơn vị.

Cuối cùng, xin gửi tất cả tình cảm cũng như lòng biết ơn sâu sắc tới gia đình, người thân, bạn bè, những người luôn động viên, khích lệ và tạo mọi điều kiện tốt nhất giúp tôi hoàn thành luận văn này.

*Thái Nguyên, tháng 4 năm 2017*

**Tác giả luận văn**

**VŨ THỊ TUYẾT**

# MỤC LỤC

*Trang*

TRANG BÌA PHỤ	
LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC .....	iii
DANH MỤC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT .....	iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	v
DANH MỤC HÌNH VẼ .....	vi
MỞ ĐẦU .....	1
1. Lý do chọn đề tài. ....	1
2. Mục tiêu, nhiệm vụ của đề tài. ....	3
3. Phương pháp nghiên cứu. ....	3
4. Cấu trúc luận văn.....	4
Chương 1 TỔNG QUAN VỀ VẬT LIỆU MULTIFERROIC VÀ BISMUTH FERRITE.....	5
1.1. Multiferroics. ....	5
1.1.1. Vật liệu multiferroic đơn pha. ....	5
1.1.2. Vật liệu multiferroic tổ hợp. ....	7
1.2. Tính chất sắt điện của vật liệu. ....	7
1.2.1. Khái niệm về sắt điện. ....	7
1.2.2. Nhiệt độ chuyển pha sắt điện.....	8
1.2.3. Cấu trúc đômen sắt điện. ....	8
1.2.4. Đường cong điện trễ. ....	9
1.3. Tính chất sắt từ, phản sắt từ của vật liệu. ....	9
1.3.1. Tính sắt từ. ....	9
1.3.2. Tính phản sắt từ. ....	11
1.4. Cấu trúc tinh thể và các tính chất cơ bản của vật liệu BFO. ....	12

1.4.1. Cấu trúc tinh thể. ....	12
1.4.2. Tính chất điện từ của vật liệu. ....	12
1.5. Ảnh hưởng của kích thước đối với tính chất của hệ mẫu BFO.....	13
1.6. Tổng quan về tình hình nghiên cứu hệ vật liệu $\text{BiFe}_{1-x}\text{R}_x\text{O}_3$ (R= Mn, Cr, Co,...) trên thế giới.....	16
1.7. Ứng dụng của vật liệu BFO.....	22
<b>Chương 2 CÁC PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT TÍNH CHẤT CỦA CÁC HẠT NANO BFO.....</b>	<b>26</b>
2.1. Các phương pháp chế tạo hạt nano BFO.....	26
2.1.1. Phương pháp phản ứng pha rắn. ....	26
2.1.2. Phương pháp thủy nhiệt.....	27
2.1.3. Phương pháp nuôi đơn tinh thể. ....	27
2.1.4. Phương pháp sol-gel. ....	28
2.2. Các phương pháp thực nghiệm nghiên cứu tính chất của mẫu. ....	30
2.2.1. Phép đo nhiễu xạ tia X (XRD). ....	30
2.2.2. Chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM).....	32
2.2.3. Khảo sát tính chất từ bằng từ kế mẫu rung VSM.....	34
<b>Chương 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Chế tạo và nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt đến sự hình thành pha, tính chất từ và hình thái hạt của vật liệu BFO. ....	37
3.1.1. Ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt đến sự hình thành pha của vật liệu BFO....	37
3.1.2. Đường cong từ trễ của hệ mẫu BFO.....	41
3.1.3. Ảnh SEM của hệ mẫu BFO. ....	43
3.2. Khảo sát cấu trúc và tính chất từ của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ . ....	44
3.2.1. Ảnh hưởng của sự thay thế Mn cho Fe lên cấu trúc tinh thể của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ . ....	44
3.2.2. Ảnh SEM của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ . ....	49

3.2.3. Ảnh hưởng của sự thay thế một phần Fe bởi tạp Mn lên tính chất từ của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ .....	51
KẾT LUẬN .....	55
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	56
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ .....	60

## DANH MỤC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

<b>Chữ viết tắt</b>	<b>Tiếng Việt</b>
AFM	Lớp phản sắt từ
BFO	Bismuth ferrite – BiFeO <sub>3</sub>
EDX/ EDS	Phổ tán sắc năng lượng tia X
FE	Lớp sắt điện
FM	Lớp sắt từ
ME Effect	Hiệu ứng từ - điện
SEM	Kính hiển vi điện tử quét
TMR	Hiệu ứng từ điện trở xuyên ngầm
VSM	Từ kế mẫu rung
XRD	Nhiễu xạ tia X



## DANH MỤC BẢNG BIỂU

*Trang*

Bảng 3.1. Giá trị từ dư $M_r$ , từ độ $M_s$ và lực kháng từ $H_c$ của các mẫu $\text{BiFeO}_3$ khảo sát ở nhiệt độ phòng.....	42
Bảng 3.2. Các thông số cấu trúc của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ .....	49
Bảng 3.3. Giá trị từ độ dư $M_r$ , từ độ $M_s$ và lực kháng từ $H_c$ của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ khảo sát ở nhiệt độ phòng . .....	53

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Trang

Hình 1.1. (a) Cấu trúc perovskite lý tưởng. (b) Sự sắp xếp của các bát diện trong cấu trúc perovskite lý tưởng. ....	6
Hình 1.2. Đômen của vật liệu sắt điện.....	9
Hình 1.3. Đường cong điện trở.....	9
Hình 1.4. Đường cong từ trở của vật liệu sắt từ . ....	10
Hình 1.5. a) Sự sắp xếp các mômen từ của nguyên tử vật liệu phản sắt từ b) Sự phụ thuộc nhiệt độ của $1/\chi$ ở chất phản sắt từ .....	11
Hình 1.6. Cấu trúc ô cơ sở của tinh thể BFO ở dạng lục giác và giả lập phương xây dựng trên nhóm không gian $R3c$ .....	12
Hình 1.7. Cấu trúc tinh thể của perovskit $\text{BiFeO}_3$ . ....	12
Hình 1.8. Sự lệch khỏi trung tâm khối bát diện $\text{FeO}_6$ của cation bismuth theo hướng $[111]_c$ trong nhóm không gian $R3c$ .....	13
Hình 1.9. Sự phụ thuộc của tính chất từ vào kích thước của các hạt nano BFO: a) đường cong từ trở; b) nhiệt độ chuyển pha $T_N$ .....	15
Hình 1.10. Ảnh hưởng của chiều dày của màng lên cấu trúc tinh thể (hình a và b) và tính chất từ (hình c) của mẫu màng BFO. ....	16
Hình 1.11. Đường cong điện trở của hạt nano $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ ở nhiệt độ phòng .....	18
Hình 1.12. Phổ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{O}_3$ (a. $x = 0,00$ ; b. $x = 0,05$ ; c. $x = 0,10$ ) .....	19
Hình 1.13. Sự chuyển cấu trúc tinh thể của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ (BM-5; BM-10; BM-15) .....	19
Hình 1.14. Phổ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ (BM-5; BM-10; BM-15) .....	20
Hình 1.15. Phổ nhiễu xạ tia x của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ ( $x = 0,10$ ; $x = 0,15$ ; $x = 0,20$ ) . ....	20
Hình 1.16. Đường cong từ trở của hệ mẫu $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ (BM-5; BM-10; BM-15) .....	21