

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

KHIẾU THANH HẰNG

**NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ ĐẶC TRƯNG TỪ TRỄ
CỦA HỆ MẪU BỘT $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ CHẾ TẠO
BẰNG PHƯƠNG PHÁP SOL - GEL**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2020

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

KHIẾU THANH HẰNG

**NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ ĐẶC TRƯNG TỪ TRỄ
CỦA HỆ MẪU BỘT $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ CHẾ TẠO
BẰNG PHƯƠNG PHÁP SOL - GEL**

Ngành: Vật lý chất rắn

Mã số: 8440104

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Cán bộ hướng dẫn khoa học: 1. TS. PHẠM MAI AN

2. PGS.TS. PHẠM HỮU KIÊN

THÁI NGUYÊN - 2020

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.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020

Tác giả luận văn

Khiếu Thanh Hằng

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất đến TS. Phạm Mai An, PGS.TS. Phạm Hữu Kiên, 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, PGS.TS. Đỗ Thị Hương Giang làm việc tại phòng thí nghiệm Micro - Nano, trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội, 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.

Xin trân trọng cảm ơn đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở “Chế tạo, nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ Sr lên cấu trúc và đặc trưng từ trễ của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ ”, Mã số: CS.2020.04 do tiến sĩ Phạm Mai An làm chủ nhiệm đã hỗ trợ thực hiện luận văn này.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020

Tác giả luận văn

KHIẾU THANH HẰNG

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	3
3. Đối tượng nghiên cứu	3
4. Phạm vi nghiên cứu	4
5. Phương pháp nghiên cứu	4
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ VẬT LIỆU BSFO	5
1.1. Vật liệu multiferroic nhóm ABO_3	5
1.1.1. Cấu trúc tinh thể	5
1.1.2. Hiệu ứng từ - điện.....	6
1.2. Vật liệu $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$	8
1.2.1. Cấu trúc và tính chất từ của $BiFeO_3$	8
1.2.2. Sự ảnh hưởng của tỷ lệ thay thế ion Bi^{3+} bởi ion Sr^{2+} lên cấu trúc, tính chất vật liệu BSFO	11
1.3. Tổng quan về tình hình nghiên cứu vật liệu BFO pha tạp tại Phòng thí nghiệm Vật lý chất rắn, Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên	17
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM	22
2.1. Thực nghiệm chế tạo mẫu bột $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$ bằng phương pháp sol -gel ...	22
2.2. Các phương pháp thực nghiệm nghiên cứu cấu trúc và tính chất từ của mẫu..	24
2.2.1. Phép đo nhiễu xạ tia X.....	24

2.2.2. Chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM).....	26
2.2.3. Khảo sát tính chất từ bằng từ kế mẫu rung (VSM)	27
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	30
3.1. Cấu trúc tinh thể của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	30
3.2. Hình thái bề mặt của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	37
3.3. Đặc trưng từ trễ của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	39
KẾT LUẬN	45
TÀI LIỆU THAM KHẢO	46

DANH MỤC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tiếng Việt
BFO	Bismuth ferrite - BiFeO_3
BSFO	$\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$
SEM	Kính hiển vi điện tử quét
VSM	Từ kế mẫu rung
XRD	Nhiễu xạ tia X

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Các thông số về thể tích, không gian mạng của hệ vật liệu BSFO.....	12
Bảng 1.2. Các tham số mạng của hệ BSFO.....	13
Bảng 1.3. Đặc trưng cấu trúc của hệ $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	15
Bảng 1.4. Các thông số mạng đặc trưng của tinh thể $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	16
Bảng 3.1. Các thông số cấu trúc của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	34
Bảng 3.2. Kết quả tính gần đúng cường độ tỷ đối của một số đỉnh nhiễu xạ so với đỉnh ứng với mặt phẳng mạng (104) hoặc (110)	36
Bảng 3.3. Giá trị từ độ dư M_r , từ độ bão hòa M_s và lực kháng từ H_c của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ khảo sát ở nhiệt độ phòng.....	44

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. a) Cấu trúc tinh thể perovskite ABO_3 trong trường hợp lý tưởng; b) Sự sắp xếp của các bát diện trong cấu trúc perovskite lý tưởng.....	5
Hình 1.2. Tương quan giữa các tính chất của vật liệu multiferroic.....	7
Hình 1.3. Đảo từ bằng điện trường ngoài.....	8
Hình 1.4. Cấu trúc ô cơ sở của tinh thể BFO ở dạng lục giác và giả lập phương xây dựng trên nhóm không gian $R3c$	9
Hình 1.5. Cấu trúc mặt thoi của vật liệu $BiFeO_3$	9
Hình 1.6. Trật tự phản sắt từ kiểu G.....	10
Hình 1.7. Chu trình từ trễ của vật liệu BFO ở nhiệt độ phòng.....	10
Hình 1.8. Giảm độ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$ ($x = 0; 0,15;$ $0,175; 0,25$).....	11
Hình 1.9. Mô tả sự chuyển đổi từ cấu trúc hình thoi ($R3c$) ở mẫu BFO sang cấu trúc giả tứ giác ($P4/mmm$) ở hệ mẫu BSFO.....	12
Hình 1.10. Giảm độ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$ ($x = 0,00; 0,05;$ $0,10; 0,20; 0,30$).....	13
Hình 1.11. Đường cong từ trễ của hệ mẫu $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$	14
Hình 1.12. Giảm độ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu BSFO	14
Hình 1.13. Đường cong từ trễ của hệ $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$ ($x = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$).....	17
Hình 1.14. Giảm độ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $BiFe_{1-x}Mn_xO_3$ (a. $x=0,00$; b. $x=0,02$; c. $x= 0,04$; d. $x = 0,06$; e. $x= 0,08$; f. $x= 0,10$).....	19
Hình 1.15. Giảm độ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $BiFe_{1-x}Mn_xO_3$ ($x = 0,00$; $0,05; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07$)	20
Hình 1.16. Sự phụ thuộc của từ độ M vào từ trường ngoài H của hệ mẫu $BiFe_{1-x}Mn_xO_3$ ($x = 0,00; 0,05; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07$) khảo sát ở nhiệt độ phòng	21
Hình 2.1. Sơ đồ quy trình chế tạo hệ mẫu $Bi_{1-x}Sr_xFeO_3$	23

Hình 2.2. Sự tán xạ của tia X trên các mặt phẳng tinh thể.....	25
Hình 2.3. Thiết bị đo X-ray D8 Advance Brucker	26
Hình 2.4. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của kính hiển vi điện tử quét.....	27
Hình 2.5. Sơ đồ khối của hệ đo từ kế mẫu rung	28
Hình 3.1. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu BiFeO_3	30
Hình 3.2. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{FeO}_3$	31
Hình 3.3. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{FeO}_3$	31
Hình 3.4. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{FeO}_3$	32
Hình 3.5. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{FeO}_3$	32
Hình 3.6. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{FeO}_3$	33
Hình 3.7. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của mẫu $\text{Bi}_{0,4}\text{Sr}_{0,6}\text{FeO}_3$	33
Hình 3.8. Giảm đồ nhiễu xạ tia X của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$	35
Hình 3.9. Ảnh hiển vi điện tử quét SEM của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0,0;$ 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6)	39
Hình 3.10. Đường cong từ trễ của mẫu BiFeO_3	41
Hình 3.11. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{FeO}_3$	41
Hình 3.12. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{FeO}_3$	41
Hình 3.13. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{FeO}_3$	41
Hình 3.14. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{FeO}_3$	42
Hình 3.15. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{FeO}_3$	42
Hình 3.16. Đường cong từ trễ của mẫu $\text{Bi}_{0,4}\text{Sr}_{0,6}\text{FeO}_3$	42
Hình 3.17. Sự phụ thuộc của từ độ M vào từ trường ngoài H của hệ mẫu $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$)	42
Hình 3.18. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc từ độ bão hòa M_s vào tỉ lệ Sr ($x = 0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$)	43