

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN THỊ NGỌC MAI

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT TỪ VÀ QUANG
HỌC CỦA VẬT LIỆU BaTiO_3 PHA TẠP Fe TẠI
VÙNG BIÊN PHA CẤU TRÚC

LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC

THÁI NGUYÊN, 5/2018

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI KHOA HỌC

NGUYỄN THỊ NGỌC MAI

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT TỪ VÀ QUANG
HỌC CỦA VẬT LIỆU BaTiO_3 PHA TẠP Fe TẠI
VÙNG BIÊN PHA CẤU TRÚC**

Chuyên ngành: Quang học

Mã số: 844. 01.10

LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. NGUYỄN VĂN ĐĂNG

THÁI NGUYÊN, 5/2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các kết quả nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2018

Học viên

Nguyễn Thị Ngọc Mai

Xác nhận
của trưởng khoa chuyên môn

Xác nhận
của giảng viên hướng dẫn khoa học

PGS.TS. Nguyễn Văn Đăng

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới Thầy giáo - **PGS.TS Nguyễn Văn Đăng** - người đã nhiệt tình, tận tâm hướng dẫn tôi hoàn thành luận văn thạc sĩ. Đồng cảm ơn các thầy giáo, cô giáo trong khoa Vật lý và Công nghệ trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên đã giảng dạy và tạo điều kiện giúp đỡ.

Tôi cũng xin được gửi lời cảm ơn trân thành tới **NCS.ThS. Nguyễn Thị Dung** và **NCS.ThS. Lê Thị Tuyết Ngân** đã hỗ trợ tôi trong quá trình thực hiện luận văn.

Xin chân thành cảm ơn những người thân, bạn bè, đồng nghiệp đã khích lệ, giúp đỡ, động viên tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2018.

Học viên

Nguyễn Thị Ngọc Mai

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	vii
MỞ ĐẦU	1
Phương pháp nghiên cứu:	2
Chương 1. TỔNG QUAN	3
1.1. Cấu trúc tinh thể của vật liệu BaTiO_3	3
1.2. Một số tính chất điển hình của vật liệu BaTiO_3	4
1.2.1. Tính chất điện môi của vật liệu BaTiO_3	4
1.2.2. Tính chất sắt điện và sắt từ của vật liệu BaTiO_3	5
1.2.3. Một số đặc trưng quang học của vật liệu BaTiO_3	8
1.3. Một số kết quả nghiên cứu vật liệu BaTiO_3 pha tạp Fe	9
1.3.1. Sự chuyển pha cấu trúc từ tứ giác sang lục giác của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$	9
1.3.2. Tính chất sắt điện, sắt từ của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$	11
Chương 2. CÁC KỸ THUẬT THỰC NGHIỆM	15
2.1. Chế tạo vật liệu bằng phương pháp phản ứng pha rắn.....	15
2.2. Các phương pháp phân tích thành phần, cấu trúc và khảo sát tính chất của vật liệu.....	16
2.2.1. Phân tích thành phần hóa học bằng phổ tán sắc năng lượng	16
2.2.2. Phương pháp nhiễu xạ tia X.....	17
2.2.3. Phương pháp đo phổ hấp thụ	18
2.2.4. Phương pháp đo phổ huỳnh quang	19
2.2.5. Phép đo phổ cộng hưởng spin điện tử.....	19

2.2.6. Phương pháp đo tính chất từ của vật liệu.....	20
Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	21
3.1. Kết quả phân tích thành phần bằng phổ tán sắc năng lượng (EDS)	21
3.2. Kết quả phân tích cấu trúc bằng phương pháp nhiễu xạ tia X.	22
3.3. Kết quả khảo sát tính chất hấp thụ ánh sáng trong vùng khả kiến và hồng ngoại (UV-Vis) của vật liệu	24
3.4. Kết quả nghiên cứu phổ huỳnh quang của vật liệu	26
3.5. Kết quả đo phổ cộng hưởng spin điện tử của vật liệu.....	28
3.6. Kết quả khảo sát tính chất từ của vật liệu	29
KẾT LUẬN	33
I. Các kết quả chính đạt được.....	33
II. Hướng nghiên cứu tiếp theo	34
III. Bài báo đã công bố.....	34
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	35

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT VÀ CÁC KÝ HIỆU

1. Các chữ viết tắt

BTFO	: hệ vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$
BTO	: BaTiO_3
EDS	: phổ tán sắc năng lượng
ESR	: phổ cộng hưởng spin điện tử
FeRAMs	: bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên trên cơ sở vật liệu sắt điện
FM	: sắt từ
MRAMs	: bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên từ tính
h-BTO	: cấu trúc hexagonal của BaTiO_3
PM	: thuận từ
PPMS	: Physical Property Measurement System
t-BTO	: cấu trúc tetagonal của BaTiO_3
XRD	: nhiễu xạ tia X

2. Các ký hiệu

$\alpha(\nu)$: hệ số hấp thụ vùng khả kiến
θ	: góc nhiễu xạ
λ	: bước sóng
$3d$: kim loại chuyển tiếp
A	: vị trí của ion đất hiếm trong cấu trúc perovskite ABO_3
B	: vị trí của ion kim loại chuyển tiếp trong cấu trúc perovskite ABO_3
Ba(1) và Ba(2)	: barium ở vị trí 1 và vị trí 2 trong ô mạng
d_{hkl}	: khoảng cách giữa các mặt phẳng mạng

d	: độ dày của mẫu.
$I_0(\nu)$: cường độ ánh sáng truyền tới mẫu
$I(\nu)$: cường độ ánh sáng truyền qua mẫu
E	: điện trường
E_g	: độ rộng vùng cấm
E_c	: lực kháng điện
H	: từ trường
H_C	: lực kháng từ
M	: từ độ
O(1) và O(2)	: ôxy ở vị trí 1 và vị trí 2 trong ô mạng
P	: độ phân cực
T	: nhiệt độ
t	: thời gian
T_C	: nhiệt độ chuyển pha sắt điện - thuận điện
Ti(1) và Ti(2)	: titanate ở vị trí 1 và vị trí 2 trong ô mạng

3. Một số thuật ngữ được dịch từ tiếng Anh sử dụng trong luận án

multiferroics	: vật liệu đa pha điện từ
orbital	: quỹ đạo

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Trang

Bảng 1.1. Tỷ lệ hai pha cấu trúc t-BTO và h-BTO trong vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$	11
---	----

DANH MỤC CÁC HÌNH

Trang

Hình 1.1: Cấu trúc ô mạng perovskite lý tưởng.....	3
Hình 1.2: Quá trình chuyển pha cấu trúc và nhiệt độ chuyển pha của vật liệu BaTiO ₃	3
Hình 1.3. Phần thực của hằng số điện môi và tổn hao điện môi phụ thuộc nhiệt độ và tần số của BaTiO ₃	4
Hình 1.4. Sự phụ thuộc của hằng số điện môi vào nhiệt độ của BaTiO ₃ . (a) Vật liệu khối với các kích thước hạt khác nhau; (b) Màng mỏng với các kích thước hạt khác nhau	5
Hình 1.5. Sự biến thiên của độ phân cực tự phát theo nhiệt độ của BTO	6
Hình 1.6. Sự thay đổi của đường trễ sắt điện của BTO theo nhiệt độ	6
Hình 1.7. Đường trễ sắt điện của màng mỏng BTO với điện cực trên và dưới là SRO phủ trên đế DSO và GSO. Hình nhỏ bên trái là đường trễ sắt điện của đơn tinh thể BTO để so sánh	7
Hình 1.8. Đường cong từ trễ và điện trễ của hạt BaTiO ₃ với kích thước 40 nm và 300 nm ở nhiệt độ phòng	7
Hình 1.9. (a) Phổ hấp thụ của mẫu BTO, BTO +1.0 wt.% Fe ₂ O ₃ và của Fe ₂ O ₃ . (b) Mô hình cấu trúc vùng năng lượng của BTO	8
Hình 1.10. Tính sắt từ của vật liệu nano BTO tăng mạnh, sau khi chiếu bức xạ UV	9
Hình 1.11. Giảm dần nhiễu xạ tia X của hệ mẫu BaTi _{1-x} Fe _x O ₃ (0 ≤ x ≤ 0,10). 10	
Hình 1.12. Tỷ lệ hai pha cấu trúc của vật liệu BaTi _{1-x} Fe _x O ₃ thay đổi theo nồng độ thay thế Fe (x).	11
Hình 1.13. (a) Đường trễ sắt điện; (b) Từ độ phụ thuộc nhiệt độ của mẫu gồm BaTi _{0.95} Fe _{0.05} O ₃ , hình nhỏ phía trên là đường từ trễ đo ở nhiệt độ phòng	12
Hình 1.14. (a) Đường trễ sắt điện, (b) đường trễ sắt từ của vật liệu Ba(Ti _{1-x} Fe _x)O ₃ ở nhiệt độ phòng.....	13

Hình 1.15. Đường trễ sắt điện và sắt từ của vật liệu nano $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}_3$ ($x = 0; 0.1; 1.5$ và 2%) ở nhiệt độ phòng	14
Hình 2.1. Quy trình chế tạo bằng phương pháp phản ứng pha rắn.	15
Hình 2.2. Giản đồ nung sơ bộ (a) và thiêu kết (b) được sử dụng để chế tạo mẫu nghiên cứu.	16
Hình 2.3. Nguyên lý của phương pháp phân tích phổ EDS.....	17
Hình 3.1. Phổ tán sắc năng lượng của một số mẫu đại diện cho hệ mẫu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ (với $x = 0,0, 0,08$ và $0,18$).....	21
Hình 3.2. Giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($0,0 \leq x \leq 0,18$) (o) : đỉnh đặc trưng của pha từ góc; (▪): đỉnh đặc trưng của pha lục giác)	23
Hình 3.3. Tỷ lệ hai pha cấu trúc của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ thay đổi theo nồng độ thay thế Fe (x).	24
Hình 3.4. Phổ hấp thụ của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($0,0 \leq x \leq 0,18$).....	25
Hình 3.5. Phổ huỳnh quang của một số mẫu đại diện cho hệ $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($0,0 \leq x \leq 0,18$).....	27
Hình 3.6. Phổ ESR của một số mẫu đại diện cho hệ $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($0,0 \leq x \leq 0,18$).....	28
Hình 3.7. Đường cong từ trễ của vật liệu $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($0,0 \leq x \leq 0,18$).....	31