

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

NGUYỄN THỊ KHÁNH LINH

**KHẢO SÁT TÍNH CHẤT QUANG VÀ ĐIỆN CỦA
MÀNG AIN ĐƯỢC CHẾ TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP
PHÚN XẠ PHẢN ỨNG DC**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Thái Nguyên - 2019

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

NGUYỄN THỊ KHÁNH LINH

**KHẢO SÁT TÍNH CHẤT QUANG VÀ ĐIỆN CỦA
MÀNG AIN ĐƯỢC CHẾ TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP
PHÚN XẠ PHẢN ỨNG DC**

Ngành: Quang học

Mã số: 8.44.01.10

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. ĐẶNG VĂN SƠN

Thái Nguyên - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi và được sự hướng dẫn khoa học của TS. Đặng Văn Sơn. Các nội dung nghiên cứu, các kết quả trong luận văn này là trung thực và chưa công bố dưới bất kì hình thức nào trước đây. Những dữ liệu phục vụ cho việc làm luận văn được tác giả thu thập từ các nguồn khác nhau có ghi rõ trong phần tài liệu tham khảo. Nếu có phát hiện bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung luận văn của mình.

Thái Nguyên, ngày 30 tháng 7 năm 2019

Học viên

Nguyễn Thị Khánh Linh

LỜI CẢM ƠN

Tôi muốn bày tỏ lòng cảm ơn chân thành đến những người đã chỉ dẫn tận tình cho tôi để tôi hoàn thành được luận văn này, TS. Đặng Văn Sơn - người hướng dẫn trực tiếp của tôi, cùng các thầy, các bạn ở trung tâm Nano và năng lượng (NEC) ĐHKHTN - ĐHQG Hà Nội, đặc biệt là bạn Dương Thị Thanh Trà.

Tôi muốn gửi lời cảm ơn đến thầy Vũ Xuân Hòa và các thầy cô trong khoa Vật lí - Công nghệ trường ĐH Khoa học, ĐH Thái Nguyên, những người đã tạo điều kiện tốt nhất, hỗ trợ cho tôi trong quá trình làm luận văn.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH (HÌNH VẼ, ẢNH CHỤP, ĐỒ THỊ).....	vii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	4
1.1. Hiệu ứng áp điện	4
1.2. Vật liệu áp điện	6
1.3. Vật liệu áp điện không chứa chì.....	8
1.4. Aluminium Nitride – Nhôm Nitride.....	11
1.5. Ứng dụng của hiệu ứng áp điện	14
1.6. Phương pháp phún xạ.....	17
CHƯƠNG 2: QUY TRÌNH VÀ THỰC NGHIỆM	19
2.1. Tiến hành chế tạo màng mỏng AlN bằng phương pháp phún xạ phản ứng DC	19
2.1.1. Quy trình làm sạch đế	19
2.1.2. Lắng đọng màng mỏng AlN bằng phương pháp đồng phún xạ phản ứng DC	19
2.2. Các phương pháp khảo sát vật liệu	20
2.2.1. Phổ truyền qua – hấp thụ quang học UV-Vis	21
2.2.2. Phép đo nhiễu xạ tia X – XRD.....	25
2.2.3. Phép đo Raman	27
2.2.4. Kính hiển vi điện tử quét (SEM).....	28
2.2.5. Phổ tán xạ năng lượng tia X – EDX	29

2.2.6. Hiệu ứng Hall	30
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	33
3.1. Kết quả đo phổ nhiễu xạ tia X.....	33
3.1.1. Khảo sát sự ảnh hưởng của áp suất.....	33
3.1.2. Khảo sát sự ảnh hưởng của công suất.....	35
3.1.3. Khảo sát sự ảnh hưởng của nồng độ khí N ₂	37
3.2. Tính chất quang của màng mỏng AlN	38
3.2.1. Các kết quả đo phổ hấp thụ UV-Vis	38
3.2.2. Các kết quả đo phổ truyền qua.....	41
3.2.3. Kết quả đo phổ Raman.....	43
3.3. Kết quả đo SEM và EDX của màng mỏng AlN	44
3.3.1. Ảnh SEM của màng mỏng AlN	44
3.3.2. Kết quả phân tích EDX của màng mỏng AlN.....	45
3.4. Tính chất điện của màng mỏng AlN	46
KẾT LUẬN	47
TÀI LIỆU THAM KHẢO	49
PHỤ LỤC	52

DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

MEMS	Microelectromechanical systems (Hệ vi cơ điện tử)
AlN	Aluminium nitride
Ar	Argon
DC	Direct current (Dòng điện 1 chiều)
PZT	Lead Zirconate Titanate (Chì Zeconi Titan Oxit _ PbZrTiO_3)
DI	Deionized Water Ion – Nước khử ion
SEM	Scanning Electron Microscope (Kính hiển vi điện tử quét)
XRD	X-ray diffraction (Nhiều xạ tia X)
MFC	Mass flow controller (Bộ điều khiển lưu lượng)
EDS	Energy dispersive spectroscopy (Phổ tán sắc năng lượng)
FWHM	Full Width at Half Maximum (Độ bán rộng)

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Tính chất áp điện của một số vật liệu áp điện	11
Bảng 1.2. Ưu điểm và nhược điểm của một số phương pháp lắng đọng màng mỏng	17
Bảng 3.1. Dữ liệu chuẩn JCPDS (số 08-0262) của AlN	35

DANH MỤC CÁC HÌNH (HÌNH VẼ, ẢNH CHỤP, ĐỒ THỊ)

Hình 1. 1. Sơ đồ mô tả Hiệu ứng áp điện	5
Hình 1.2. Hiệu ứng áp điện trong tinh thể thạch anh.....	6
Hình 1.3. Ô mạng của gốm áp điện không chứa chì có cấu trúc perovskite	8
Hình 1.4. Ô mạng cơ sở kiểu lập phương của PZT ở trên nhiệt độ Curie (1). Ô mạng cơ sở kiểu tứ phương bị biến dạng ở dưới nhiệt độ Curie (2).....	9
Hình 1.5. Cơ chế áp điện của ZnO. A) Mô hình nguyên tử của ZnO có cấu trúc Wurtzite. B) Điện thế Piezo khác nhau trong các trường hợp lực tác dụng là kéo dãn hay nén. C) Tính toán số lượng phân bố điện thế áp điện trong dây nano ZnO dưới dạng biến dạng trục c. D) Cấu trúc vùng năng lượng. ...	10
Hình 1.6. (a) Cấu trúc tinh thể; (b) Liên kết B ₁ và B ₂ ; (c) Cấu trúc tinh thể với liên kết B ₁ và B ₂ ; và (d) Các mặt phẳng khác nhau của AlN.....	12
Hình 1.7. Cấu trúc vùng năng lượng của AlN	13
Hình 1.8. Năng lượng có thể thu được từ cơ thể người khi hoạt động, những con số ước lượng trung bình.....	14
Hình 1.9. Cấu trúc thiết bị chuyển đổi điện năng dùng lớp áp điện dạng cantilever trong đó a) sử dụng 2 lớp áp điện và b) sử dụng một lớp áp điện [26].....	16
Hình 1.8. Cấu trúc thu năng lượng cỡ mm gồm 2 lớp PZT được bẻ cong và cấy vào gót giày.	16
Hình 1.9. Nguyên lý của quá trình phún xạ.....	18
Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lý phún xạ phản ứng DC.....	20
Hình 2.2 a) Máy quang phổ hấp thụ một chùm tia, b) Máy quang phổ hấp thụ hai chùm tia.....	22
Hình 2.3. Sơ đồ đo phổ hấp thụ	22
Hình 2.4. Phương pháp Tauc Plot xác định độ rộng vùng cấm	24
của vật liệu bán dẫn	24
Hình 2.5. Máy đo quang phổ hấp thụ UV-Vis UV 2450 tại Trung tâm Khoa học Vật liệu – Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội	25
Hình 2.6. Minh họa định luật Vulf-Bragg	26
Hình 2.7. Hệ XRD D8 Advance–Bruker tại Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội.....	26
Hình 2.8. Kính hiển vi điện tử quét (SEM), viện tiên tiến Khoa học và Công nghệ - trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.....	29

Hình 2.9. Sơ đồ phép đo hiệu ứng Hall	31
Hình 3.1. Phổ nhiễu xạ tia X của màng mỏng AlN với áp suất từ 6.10^{-3} đến $1,5.10^{-3}$ Torr.....	33
Hình 3.2. (a) FWHM của đỉnh AlN (002) và (b) kích thước tinh thể AlN của các màng mỏng AlN được lắng đọng với các áp suất phún xạ khác nhau.....	34
Hình 3.3. Phổ XRD của màng mỏng AlN với điều kiện công suất thay đổi	36
Hình 3.4. (a) FWHM của đỉnh AlN (002) và (b) kích thước tinh thể AlN của các màng mỏng AlN được lắng đọng với các công suất phún xạ khác nhau.....	37
Hình 3.5. Phổ XRD của màng mỏng AlN với điều kiện nồng độ khí N ₂ 23% và 33%	38
Hình 3.6. Phổ hấp thụ của màng mỏng AlN với công suất thay đổi từ 60W đến 120W	38
Hình 3.7. Phổ hấp thụ của màng mỏng AlN với điều kiện áp suất thay đổi.....	40
Hình 3.8. Phổ hấp thụ của màng mỏng AlN với nồng độ N ₂ thay đổi	40
Hình 3.8 . Phổ truyền qua của màng mỏng AlN với công suất nguồn DC thay đổi từ 60W đến 120W	41
Hình 3.9. Phổ truyền qua của màng mỏng AlN có áp suất thay đổi từ 6 đến $7,510^{-3}$ Torr.....	42
Hình 3.10. Phổ truyền qua của màng mỏng AlN có nồng độ khí N ₂ thay đổi từ 23% và 33%	42
Hình 3.11. Phổ Raman của màng mỏng AlN lắng đọng trên đế silicon.....	43
Hình 3.12. Ảnh SEM bề mặt của màng mỏng AlN	44
Hình 3.13. Độ dày của màng mỏng AlN phún xạ ở công suất khác nhau. (a) 60W, (b) 80W, (c) 100W và (d) 120W	44
Hình 3.14. Sự phụ thuộc của độ dày màng mỏng AlN với công suất phún xạ.....	45
Hình 3.15. Phổ EDS của màng mỏng AlN ở điều kiện phún với công suất 100W, thời gian phún xạ 60 phút và áp suất phún xạ 6.10^{-3} Torr.....	46