

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

MEEPHONEVANH VAXAYNENG

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT PHÁT XẠ CỦA CHẤT
PHÁT QUANG TRÊN MÀNG NANO BẠC ĐỂ XÁC ĐỊNH
CÁC PLASMONIC HOẠT ĐỘNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2020

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

MEEPHONEVANH VAXAYNENG

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT PHÁT XẠ CỦA CHẤT
PHÁT QUANG TRÊN MÀNG NANO BẠC ĐỂ XÁC ĐỊNH
CÁC PLASMONIC HOẠT ĐỘNG**

Ngành: Vật lý chất rắn

Mã số: 8440104

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. CHU VIỆT HÀ

THÁI NGUYÊN - 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn thạc sĩ “*Nghiên cứu tính chất phát xạ của chất phát quang trên màng nano bạc để xác định các plasmonic hoạt động*” là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của PSG. TS. Chu Việt Hà. Các số liệu và tài liệu trong luận văn là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào. Tất cả những tham khảo và kế thừa đều được trích dẫn và tham chiếu đầy đủ.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020

Tác giả

Meephonevanh VAXAYNENG

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin được tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới **PGS.TS. Chu Việt Hà**, người đã tận tình động viên, giảng dạy, chỉ bảo, hướng dẫn và định hướng cho tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Xin chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm khoa Vật lý Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất cho tôi trong suốt quá trình thí nghiệm.

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới học viên cao học **Lục Thị Tuyên** là người bạn cùng nhóm nghiên cứu đã luôn nhiệt tình hỗ trợ, hướng dẫn, hợp tác và cho tôi những lời khuyên quý báu để tôi vững bước trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn của mình.

Xin cảm ơn các bạn học viên cao học Vật lý khóa 26B (2018 - 2020) đã hỗ trợ tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Cuối cùng, tôi cảm ơn gia đình, bạn bè, các đồng nghiệp đã động viên giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn này.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020

Tác giả

Meephonevanh VAXAYNENG

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT TRONG LUẬN VĂN	v
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	vi
MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	3
3. Phạm vi nghiên cứu	3
4. Phương pháp nghiên cứu	3
5. Đối tượng nghiên cứu	4
6. Nội dung nghiên cứu.....	4
7. Cấu trúc của luận văn.....	4
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HIỆU ỨNG PLASMON VÀ VẬT LIỆU PLASMONIC	5
1.1. Hiệu ứng plasmon trong các cấu trúc nano kim loại	5
1.1.1. Sự tạo thành các plasmon bề mặt.....	6
1.1.2. Tần số plasmon và độ dài lan truyền của sóng plasmon	7
1.1.3. Sự kích thích các plasmon bề mặt	11
1.2. Nguyên tắc tạo thành và điều khiển các plasmonic hoạt động	13
1.2.1. Sự điều khiển ánh sáng tới.....	13
1.2.2. Sự thay đổi hàm điện môi của môi trường xung quanh.....	15
1.2.3. Thay đổi mật độ điện tích và hàm điện môi của vật liệu plasmonic	18
1.2.4. Điều khiển khoảng cách giữa các hạt	20
1.2.5. Điều khiển tính đối xứng của cấu trúc nano plasmonic.....	22
1.2.6. Đánh giá hiệu suất của điều khiển Plasmonic hoạt động	22
1.3. Một số cấu trúc plasmonic hoạt động	24
1.3.1. Cảm biến plasmonic	24
1.3.2. Tán xạ Raman tăng cường bề mặt có thể điều chỉnh.....	27

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1	31
Chương 2: THỰC NGHIỆM	32
2.1. Các phương pháp chế tạo vật liệu.....	32
2.1.1. Kỹ thuật deposit chế tạo các màng nano bạc bằng phương pháp bốc bay chùm điện tử	32
2.1.2. Chế tạo đế SERS là cấu trúc nano bạc dị hướng trên giấy lọc bằng phương pháp hóa khử	33
2.1.3. Nghiên cứu tăng cường tán xạ Raman bởi các đế SERS là cấu trúc nano bạc trên giấy lọc	36
2.2. Các phép đo thực nghiệm.....	36
2.2.1. Phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) nghiên cứu vi hình thái.....	36
2.2.2. Phép đo phổ hấp thụ.....	38
2.2.3. Kính hiển vi huỳnh quang.....	40
2.2.4. Quang phổ tán xạ Raman.....	41
KẾT LUẬN CHƯƠNG 2	44
Chương 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	45
3.1. Nghiên cứu tính chất plasmonic trên các màng nano bạc	45
3.1.1. Kết quả chế tạo các màng nano bạc trên đế thủy tinh	45
3.1.2. Tính chất plasmonic của các màng nano bạc.....	46
3.2. Tính chất plasmonic của các đế SERS là cấu trúc nano bạc dị hướng trên giấy lọc	51
3.2.1. Kết quả chế tạo đế SERS là cấu trúc nano bạc dị hướng trên giấy lọc	51
3.2.2. Nghiên cứu các plasmonic hoạt động trên việc khảo sát tăng cường tán xạ Raman của Melamine trên các đế SERS đã chế tạo.....	54
3.2.3. Các giới hạn phát hiện đối với Melamine.....	56
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3	58
KẾT LUẬN	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO	61
PHỤ LỤC	

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT TRONG LUẬN VĂN

LSPR	: Localized Surface plasmon resonance (Cộng hưởng plasmon bề mặt cục bộ)
PDMS	: Polydimethylsiloxane
SEM	: Scanning Electron Microscope (Kính hiển vi điện tử quét)
SERS	: Surface enhanced Raman spectroscopy (Quang phổ Raman tăng cường bề mặt)
SP	: Surface plasmon (Plasmon bề mặt)
SPP	: Surface Plasmon polariton (Sự kết hợp của plasmon bề mặt với photon ánh sáng tới)
SPR	: Surface plasmon resonance (Cộng hưởng plasmon bề mặt)
TE	: Transverse electric (Phân cực điện ngang)
TM	: Transverse magnetic (Phân cực từ ngang)
UV	: Ultra violet (Tử ngoại)

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1.	Các mức năng lượng của điện tử trong kim loại.....	5
Hình 1.2.	Sự tạo thành plasmon bề mặt trên các hạt nano kim loại.	7
Hình 1.3.	a) Minh họa sóng plasmon bề mặt tại mặt phân cách giữa một kim loại và vật liệu điện môi có các điện tích kết hợp và b) Độ xuyên sâu của trường plasmon vào kim loại và điện môi.	8
Hình 1.4.	Các hình chiếu vectơ sóng của một sóng tại mặt phân cách giữa hai môi trường.....	9
Hình 1.5.	Đường cong tán sắc của các plasmon bề mặt. Ở giá trị k thấp, đường cong tán sắc của các plasmon trùng với đường tán sắc của photon	9
Hình 1.6.	Sự kích thích Plasmon bề mặt: a. Cấu hình Kretschmann, b. Cấu hình Otto.	11
Hình 1.7.	Kết hợp pha ánh sáng với SPP bằng cách sử dụng cách tử để tạo ra các plasmonic hoạt động.	15
Hình 1.8.	Minh họa các điện tích phân cực xung quanh một thanh nano kim loại gây ra bởi hai môi trường xung quanh với các hằng số điện môi khác nhau. Sự gia tăng lượng điện tích phân cực cảm ứng là do hằng số điện môi lớn hơn của môi trường	18
Hình 1.9.	a) Cảm biến với các cấu trúc plasmonic hoạt động và bước sóng cực đại LSPR được vẽ theo thời gian là peacedulin trải qua những thay đổi về hình dạng, được gây ra bởi việc bổ sung các ion Ca^{2+} tự do và tác nhân tạo chelat, EGTA, cho các ion Ca^{2+} (a, b); và (c) Phở dập tắt của lớp hạt nano Au dày đặc không làm biến dạng (trái) và biến dạng 12,8% (phải) được ghi dưới các phân cực kích thích khác nhau	25
Hình 1.10.	Điều chế thiết bị hoạt động tán xạ Raman tăng cường bề mặt: a) Sơ đồ hiển thị thiết bị hoạt động tán xạ Raman tăng cường bề mặt bao gồm một màng nanoplasmonic biến dạng dưới điều khiển khí nén; b) Sự thay đổi của mức tăng tán xạ Raman tăng cường bề mặt điều chỉnh cộng hưởng plasmon.....	29

Hình 2.1.	Sơ đồ nguyên tắc lắng đọng vật liệu bằng phương pháp bốc bay chùm điện tử.....	32
Hình 2.2.	Cấu tạo một màng nano kim loại bạc được chế tạo bằng phương pháp bốc bay chùm điện tử.	33
Hình 2.3.	Minh họa các bước chế tạo để SERS là cấu trúc nano bạc dị hướng trên giấy lọc.	35
Hình 2.4.	Sơ đồ quy trình chế tạo để SERS là cấu trúc nano bạc dị hướng trên giấy lọc.....	35
Hình 2.5.	Sơ đồ khối của kính hiển vi điện tử quét: (1) Súng điện tử, (2) Thấu kính điện tử, (3) Mẫu đo, (4) Bộ phát quét, (5) Đầu thu, (6) Bộ khuếch đại, (7) Đèn hình.....	37
Hình 2.6.	Sơ đồ hệ đo hấp thụ quang UV-Vis.	39
Hình 2.7.	a) Sơ đồ nguyên lý của kính hiển vi huỳnh quang cấu hình cơ bản và, b) cấu hình epi.	40
Hình 2.8.	Giản đồ các mức năng lượng dao động.	43
Hình 3.1.	Ảnh chụp các màng nano bạc được làm trên đế thủy tinh với độ dày khác nhau.	45
Hình 3.2.	Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của bề mặt màng nano bạc.	45
Hình 3.3.	Đặc trưng phổ huỳnh quang của các hạt nano OB.	47
Hình 3.4.	Phổ bất đẳng hướng huỳnh quang của các hạt nano OB dưới bước sóng kích thích 532 nm ở nhiệt độ phòng.....	47
Hình 3.5.	Minh họa thí nghiệm quan sát huỳnh quang của hạt nano OB trên màng nano bạc.	47
Hình 3.6.	Mô tả sóng plasmon được kích thích bởi một lưỡng cực dao động là chất phát quang, trong trường hợp này là hạt nano OB.....	48
Hình 3.7.	Ảnh huỳnh quang một hạt nano OB trên các màng bạc độ dày khác nhau.	49
Hình 3.8.	Cường độ phát xạ tại vị trí hạt theo các độ dày màng nano bạc khác nhau.	49
Hình 3.9.	Sự phụ thuộc của cường độ phát xạ của các hạt nano OB trên các màng bạc theo độ dày của màng.....	50

Hình 3.10.	Độ dài truyền plasmon trên các màng nano bạc độ dày khác nhau với bước sóng tới 560 nm.	50
Hình 3.11.	Độ dài lan truyền sóng plasmon bề mặt trên biên phân cách giữa điện môi không khí và màng bạc với độ dày 30 nm (hình trái) và 100 nm (hình phải) theo các bước sóng khác nhau.	51
Hình 3.12.	Ảnh chụp đế SERS giấy bạc sau khi chế tạo được với tốc độ lắng là 2000 vòng/phút và thời gian lắng là 1 phút.....	51
Hình 3.14.	Giản đồ nhiễu xạ tia X của đế SERS giấy bạc sau khi chế tạo được với tốc độ lắng là 2000 vòng/phút và thời gian lắng là 1 phút.....	53
Hình 3.15.	Phổ hấp thụ plasmon của đế SERS (giấy lọc - Ag).	54
Hình 3.16.	Phổ Raman đo được cho melamine ($10^{-4}M$) với các nồng độ $AgNO_3$ khác nhau.	55
Hình 3.17.	Sự phụ thuộc của cường độ tín hiệu SERS vào nồng độ của $AgNO_3$. ..	56
Hình 3.18.	(a) Phổ tán xạ Raman của Melamine trên đế (SERS) với các nồng độ melamine khác nhau và (b) phổ Raman của bột melamine được đo trên đế thủy tinh.	57