

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

TRẦN THỊ HỒNG GĂM

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG SUẤT
KÍCH THÍCH VÀ NHIỆT ĐỘ ĐẾN TÍNH CHẤT QUANG
CỦA CÁC NANO TINH THỂ LỖI/VỎ CdTe/CdSe**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2019

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

TRẦN THỊ HỒNG GĂM

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG SUẤT
KÍCH THÍCH VÀ NHIỆT ĐỘ ĐẾN TÍNH CHẤT QUANG
CỦA CÁC NANO TINH THỂ LỖI/VỎ CdTe/CdSe**

Chuyên ngành: Quang học

Mã số: 8440110

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Người hướng dẫn khoa học: TS Nguyễn Xuân Ca

THÁI NGUYÊN - 2019

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, cho phép em được gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc tới thầy hướng dẫn: TS. Nguyễn Xuân Ca là người đã trực tiếp hướng dẫn khoa học, chỉ bảo tận tình và tạo điều kiện tốt nhất giúp em trong suốt quá trình nghiên cứu và thực hiện luận văn.

Em xin được gửi lời cảm ơn đến các thầy cô trong BGH và các thầy cô phòng Đào tạo, đặc biệt là các Thầy cô khoa Vật lý - Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên đã dạy dỗ và trang bị cho em những tri thức khoa học và tạo điều kiện học tập thuận lợi cho em trong suốt thời học tập.

Cuối cùng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc và tình yêu thương tới gia đình, bạn bè, đồng nghiệp là nguồn động viên quan trọng nhất về mặt tinh thần cũng như vật chất giúp tôi có điều kiện học tập và nghiên cứu khoa học như ngày hôm nay.

Xin trân trọng cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày 20 tháng 05 năm 2019

Học viên

Trần Thị Hồng Gấm

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	iv
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	v
DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vii
MỞ ĐẦU	1
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CÁC ĐẶC TRƯNG QUANG CỦA CÁC NANO TINH THỂ CẤU TRÚC LỖI/VỎ LOẠI II.....	4
1.1. Sự giam giữ lượng tử đối với hạt tải trong các nano tinh thể	4
1.2. Phân loại các hệ nano có cấu trúc lõi/vỏ	6
1.3. Giới thiệu về nano tinh thể bán dẫn loại II	8
1.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đo mẫu	10
1.5. Ảnh hưởng của công suất kích thích.....	15
Chương 2: THỰC NGHIỆM.....	19
2.1.Chế tạo các NC CdTe và CdTe/CdSe cấu trúc lõi/vỏ bằng phương pháp hóa ướt.....	19
2.1.1.Hóa chất dùng trong thí nghiệm bao gồm.....	19
2.1.2. Tiến hành thí nghiệm	19
2.2. Khảo sát các đặc trưng của mẫu.....	20
2.2.1. Hình dạng, kích thước và phân bố kích thước	20
2.2.2. Cấu trúc tinh thể.....	21
2.2.3. Phổ quang huỳnh quang.....	22
2.2.4. Hấp thụ quang học	24
Chương 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....	25
3.1. Chế tạo và tính chất quang của các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe	25

3.2. Ảnh hưởng của công suất kích thích lên phổ quang huỳnh quang của các NC lõi CdTe và lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe	30
3.2.1. Sự dịch đỉnh phổ huỳnh quang	30
3.2.2. Cường độ huỳnh quang.....	35
3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đo đến phổ quang huỳnh quang của các NC lõi CdTe và lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe	36
3.3.1. Sự thay đổi năng lượng phát xạ theo nhiệt độ	38
3.3.2. Sự thay đổi cường độ phát xạ theo nhiệt độ.....	41
KẾT LUẬN	44
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	45

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1. Vị trí đỉnh huỳnh quang, độ rộng bán phổ và hiệu suất lượng tử của các NC CdTe và CdTe/CdSe1-5ML.....	28
Bảng 3.2. Các thông số làm khớp hàm theo biểu thức Varshni.....	39

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1: Sự tăng các mức năng lượng do sự lượng tử hóa và sự mở rộng năng lượng vùng cấm của NC so với tinh thể khối.....	5
Hình 1.2: Phổ hấp thụ và phổ PL của các NC CdTe có kích thước khác nhau	5
Hình 1.3: Năng lượng vùng cấm và các vị trí đáy vùng dẫn và đỉnh vùng hóa trị của một số vật liệu khối A_2B_6	6
Hình 1.4: Sơ đồ sự sắp xếp các mức năng lượng trong các hệ nano lõi vỏ khác nhau	7
Hình 1.5: Cấu trúc của các NC CdTe và CdTe/CdSe, cơ chế phát xạ và Sơ đồ vùng năng lượng của cấu trúc bán dẫn dị chất loại I, giả loại II và loại II	9
Hình 1.6: (a) Phổ PL của NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe trong khoảng nhiệt độ từ 220 - 260 K. (b)Phổ PL của các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe trong khoảng nhiệt độ từ 293 - 383 K	12
Hình 1.7: Sự phụ thuộc của năng lượng phát xạ và PL FWHM theo nhiệt độ của các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe (a); (b); (c).....	13
Hình 1.8: Sự thay đổi phổ PL của các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe tại 15 K khi thay đổi công suất kích thích quang. Hình nhỏ bên trong chỉ ra ảnh hưởng của hiệu ứng uốn cong vùng đến cấu trúc vùng năng lượng loại II	16
Hình 1.9: Sự thay đổi năng lượng phát xạ theo công suất kích thích quang của các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe. Đồ thị bên trong trình bày sự phụ thuộc năng lượng phát xạ vào công suất kích thích quang theo quy luật mũ 1/3	18
Hình 2.1: Sơ đồ chế tạo các NC CdTe/CdSe cấu trúc lõi/vỏ.....	20
Hình 2.2: Sơ đồ nguyên lý của kính hiển vi điện tử truyền qua.	21
Hình 2.3: Sơ đồ phép đo nhiễu xạ	22
Hình 2.4: Sơ đồ nguyên lý của một máy đo phổ huỳnh quang.....	23

Hình 2.5: Sơ đồ nguyên lý của một máy đo phổ hấp thụ UV - vis.....	24
Hình 3.1: Ảnh TEM của các NC CdTe, CdTe/CdSe 3ML và CdTe/CdSe 5ML.....	25
Hình 3.2: Giảm đồ nhiễu xạ tia X của các NC CdTe, CdSe, CdTe/CdSe 3ML và CdTe/CdSe 5ML	26
Hình 3.3: (a) Phổ Abs và PL của các NC lõi CdTe và C/S loại-II CdTe/CdSe1-5ML, (b) Sơ đồ vùng năng lượng của các NC C/S loại-II CdTe/CdSe.....	27
Hình 3.4: Phổ PL của các NC (a) CdTe, (b) CdTe/CdSe 2ML, (c) CdTe/CdSe 4ML khi công suất kích thích thay đổi từ 10^{-4} mW đến 5 mW. (d) và (e) là phổ huỳnh quang đã chuẩn hóa của các NC CdTe/CdSe 2ML, CdTe/CdSe 4ML tương ứng tại hai công suất kích thích cao nhất và thấp nhất.	31
Hình 3.5: Sự phụ thuộc của năng lượng phát xạ theo công suất kích thích mũ 1/3.....	33
Hình 3.6: Sơ đồ mô tả các NC lõi/vỏ loại II CdTe/CdSe và cấu trúc vùng năng lượng bị uốn cong tại công suất kích thích cao.....	34
Hình 3.7: Sự phụ thuộc của cường độ phát xạ tích phân theo công suất kích thích.....	36
Hình 3.8: Sự phụ thuộc phổ PL của các mẫu CdTe, CdTe/CdSe 2ML và CdTe/CdSe 4ML khi nhiệt độ thay đổi từ 15-300 K.....	38
Hình 3.9: Sự thay đổi năng lượng phát xạ của các mẫu CdTe, CdTe/CdSe 2ML và CdTe/CdSe 4ML trong khoảng nhiệt độ từ 15-300K. Đường liền nét trong hình là đường làm khớp với biểu thức Varshni	40
Hình 3.10: Sự thay đổi của cường độ phát xạ tích phân của các mẫu CdTe, CdTe/CdSe 2ML và CdTe/CdSe 4ML trong khoảng nhiệt độ từ 15-300 K. Đường liền nét trong hình là đường làm khớp với biểu thức.....	42

DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Abs	Hấp thụ
E_g	Năng lượng vùng cấm
NC	Nano tinh thể
nm	Nano met
OA	Acid Oleic
ODE	Octadecene
TOP	Tri-n-octylphophine
PL	Huỳnh quang
PLQY	Hiệu suất lượng tử
PLE	Phổ kích thích huỳnh quang
FWHM	Độ rộng bán phổ
LTAQ	Dập tắt huỳnh quang
N_2	Khí nito
T	Nhiệt độ
TEM	Hiển vi điện tử truyền qua
XRD	Nhiều xạ tia X
θ	Góc therta
LO	Đỉnh phonon quang dọc
CC	Hiệu ứng tích điện
BB	Hiệu ứng uốn cong vùng cấm
SF	Hiệu ứng làm đầy trạng thái

MỞ ĐẦU

Hiện nay, các nano tinh thể (NC) loại II thường được chế tạo dựa trên tổ hợp các vật liệu bán dẫn khác nhau như ZnTe/ZnSe, CdTe/ZnSe, CdTe/CdSe, ZnTe/CdSe, CdS/ZnSe; ZnSe/CdS [1-9]... Trong các tổ hợp trên, cấu trúc NC loại II CdTe/CdSe được chế tạo và nghiên cứu nhiều hơn cả do dễ dàng tách hoàn toàn điện tử và lỗ trống vào các miền không gian giữa lõi và vỏ của nó, tương ứng với chế độ định xứ loại II. Các NC CdTe/CdSe có bước sóng phát xạ nằm trong vùng nhìn thấy và có thể thay đổi trong một khoảng rất rộng (500-750 nm) khi thay đổi kích thước lõi và chiều dày lớp vỏ. Các tính chất trên rất phù hợp để ứng dụng cấu trúc này trong các lĩnh vực quang điện, laser và đánh dấu sinh học [1,5,7].

Theo lý thuyết thì độ rộng vùng cấm của các NC bán dẫn thay đổi theo nhiệt độ cũng diễn ra giống như đối với bán dẫn khối. Tính chất quang phụ thuộc nhiệt độ của các NC loại II bị chi phối không chỉ bởi sự thay đổi độ rộng vùng cấm khác nhau của các vật liệu bán dẫn thành phần mà còn bởi chất lượng của cấu trúc và ứng suất do các hệ số giãn nở nhiệt khác nhau của vật liệu lõi và vỏ [2]. Trong thực tế, việc chế tạo các NC lõi/vỏ loại II hoàn hảo và lớp vỏ không có sai hỏng là điều không dễ dàng. Chất lượng không cao của các NC lõi/vỏ loại II được khảo sát có thể dẫn tới sự dập tắt huỳnh quang nhanh hơn so với lõi do sự kích hoạt nhiệt các tâm tái hợp không phát xạ [7,8]. Bên cạnh đó, các hệ số giãn nở nhiệt khác nhau của vật liệu lõi và vỏ gây ra ứng suất khác nhau trong các NC loại II trong sự phụ thuộc vào nhiệt độ, và do đó gây nên sự phụ thuộc vào nhiệt độ phức tạp của độ rộng vùng cấm của các NC loại II [6, 9]. Độ lớn của ứng suất sẽ phụ thuộc cả vào độ dày của lớp vỏ và lớp đệm giữa lõi và vỏ. Rất có thể các kết quả khác nhau về sự phụ thuộc tính chất quang theo nhiệt độ của các NC loại II như đã nói ở trên có liên quan đến các vấn đề này [27].