

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

LÊ ĐẮC DUẤN

**CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT QUANG
CỦA CÁC NANO CdSe/CdTe DẠNG TETRAPOD**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2019

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

LÊ ĐẮC DUẤN

**CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT QUANG
CỦA CÁC NANO CdSe/CdTe DẠNG TETRAPOD**

Chuyên ngành: Quang học

Mã số: 8440110

LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: **TS. NGUYỄN XUÂN CA**

THÁI NGUYÊN - 2019

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập và nghiên cứu hoàn thành luận văn tốt nghiệp, tôi đã nhận được sự động viên, giúp đỡ quý báu của nhiều đơn vị và cá nhân. Đầu tiên, tôi xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn đến quý Thầy Cô tham gia giảng dạy lớp Cao học Quang học khóa 11, quý Thầy Cô công tác tại Phòng Sau Đại học Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường THPT Yên Dũng Số 3 - Tỉnh Bắc Giang.

Đặc biệt, tác giả xin bày tỏ lòng tri ân sâu sắc đến TS. Nguyễn Xuân Ca, người đã hết lòng giúp đỡ và hướng dẫn tận tình chỉ bảo tôi trong suốt quá trình chuẩn bị, nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Dù đã có nhiều cố gắng trong quá trình thực hiện, song chắc chắn rằng luận văn này sẽ không thể tránh khỏi thiếu sót. Tôi rất mong nhận được sự góp ý của quý Thầy Cô và các bạn đồng nghiệp để luận văn được bổ sung hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2019

Tác giả

Lê Đắc Dẫn

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	iv
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	vii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1	3
CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO VÀ TÍNH CHẤT QUANG CỦA CÁC NANO TINH THỂ BÁN DẪN	3
1.1. Các kết quả nghiên cứu chế tạo các nano tinh thể bán dẫn.....	3
<i>1.1.1. Vai trò của các ligand</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2. Tỷ lệ các chất tham gia phản ứng và nồng độ monomer</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3. Nhiệt độ phản ứng</i>	<i>10</i>
1.2. Chế tạo và tính chất quang của các nano tinh thể dạng tetrapod (TP).	12
1.3. Tính chất quang	18
<i>1.3.1. Hàm sóng điện từ và lỗ trống trong các NC loại II.....</i>	<i>18</i>
<i>1.3.2. Kích thước lõi, vỏ và chế độ phân bố hạt tải</i>	<i>19</i>
<i>1.3.3. Tính chất hấp thụ và quang huỳnh quang</i>	<i>20</i>
CHƯƠNG 2	23
THỰC NGHIỆM	23
2.1. Chế tạo các NC tetrapod loại II CdSe/CdTe bằng phương pháp hóa học.....	23
2.2. Các phép đo thực nghiệm.....	24
<i>2.2.1. Nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction - XRD)</i>	<i>24</i>
<i>2.2.2. Kính hiển vi điện tử truyền qua (Transmission Electron Microscopy - TEM).....</i>	<i>25</i>
<i>2.2.3. Phổ hấp thụ quang học.....</i>	<i>25</i>
<i>2.2.4. Phổ huỳnh quang.....</i>	<i>26</i>
CHƯƠNG 3: CHẾ TẠO VÀ TÍNH CHẤT QUANG CỦA CÁC NANO TINH THỂ CdSe VÀ CdSe/CdTe DẠNG TETRAPOD	28
3.1. Chế tạo các nano tinh thể lõi tetrapod CdSe	28
<i>3.1.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ chế tạo đến sự phát triển của các nano tinh thể tetrapod CdSe</i>	<i>28</i>
<i>3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian chế tạo đến sự phát triển của các nano tinh thể tetrapod CdSe</i>	<i>31</i>
3.2. Chế tạo và tính chất quang các nano tinh thể lõi/vỏ tetrapod CdSe/CdTe	33

3.2.1. Hình dạng và kích thước của các nano tinh thể CdSe và CdSe/CdTe	33
3.2.2. Cấu trúc tinh thể	34
3.2.3. Tính chất hấp thụ và quang huỳnh quang	35
3.3. Nâng cao hiệu suất lượng tử của các NC lõi/vỏ tetrapod CdSe/CdTe	38
3.3.1. Tạo ra lớp tiếp giáp lõi/vỏ 3 thành phần	38
3.3.2. Bọc thêm cho các tetrapod CdSe/CdSe các lớp vỏ CdS	41
KẾT LUẬN	44
TÀI LIỆU THAM KHẢO	45

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1. Vị trí đỉnh PL, độ rộng bán phổ và QY của các NC tetrapod CdSe/CdTe và CdSe/CdTe/CdS 1-5ML	43
--	----

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
PL	Huỳnh quang
SA	Acid Stearic
T	Nhiệt độ
TEM	Hiển vi điện tử truyền qua
XRD	Nhiễu xạ tia X
θ	Góc theta
FWHM	Độ rộng bán phổ
TOP	Tri-n-octylphosphine
PL FWHM	Độ rộng bán phổ
PLQY	Hiệu suất lượng tử
QD	Chấm lượng tử
TP	Tetrapod
mM	Mili mol
NR	Thanh lượng tử
đvty	Đơn vị tùy ý
ML	Mono layer
ZB	Zinblende

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Phổ hấp thụ và phổ huỳnh quang của nano tinh thể CdSe theo thời gian phản ứng của cadmium oleate và TOPSe trong ODE.	5
Hình 1.2. Sự thay đổi kích thước hạt và độ rộng bán phổ theo thời gian phản ứng đối với các nồng độ OA khác nhau: 120 mM (Δ), 160 mM (\bullet), 200 mM (\square)	5
Hình 1.3. Sự thay đổi nồng độ của mầm tinh thể CdSe trong ODE đối với các nồng độ OA khác nhau.	5
Hình 1.4. Sự thay đổi phổ hấp thụ của nano tinh thể CdS tổng hợp trong ODE khi thay đổi nồng độ OA (A = Độ hấp thụ).....	6
Hình 1.5. Hình dạng của các NC CdTe bởi sự thay đổi các ligand của Cd và Se	7
Hình 1.6. Sự thay đổi phổ huỳnh quang và phổ hấp thụ của nano tinh thể CdSe theo thời gian phản ứng đối với các tỉ lệ chất tham gia phản ứng khác nhau	8
Hình 1.7. Sự phụ thuộc hình dạng nano tinh thể CdSe vào nồng độ monomer.....	9
Hình 1.8. Sự phụ thuộc hiệu suất quang lượng tử của cấu trúc nano CdSe/ZnS vào nhiệt độ chế tạo (A) và độ dày lớp ZnS (B)	10
Hình 1.9. Sự thay đổi của vị trí đỉnh hấp thụ thứ nhất (a) và PL FWHM theo thời gian phản ứng của QD CdTe với các nhiệt độ phản ứng khác nhau	11
Hình 1.10. Ảnh TEM của các mẫu C và D	12
Hình 1.11. Ảnh HRTEM của TP CdSe với một lõi và bốn cánh tay: (a) nhìn theo trục [111]; (b) nhìn theo trục [110] của lõi; (c) sơ đồ TP CdSe nhìn theo trục [110] của lõi. Các mũi tên chỉ một vài vị trí mặt phân cách giữa các cánh tay và lõi.....	13

Hình 1.12. Phổ hấp thụ (đường đứt nét) và phổ PL (đường liền nét) tại nhiệt độ phòng của mẫu QD (mẫu A) và các mẫu TP (mẫu B1, C và D).....	14
Hình 1.13. Phổ hấp thụ và phổ PL của các mẫu TP (a)-(c) và QD (d). (Mẫu T1: $d = 7$ nm và $l = 60$ nm; mẫu T2: $d = 5,7$ nm và $l = 30$ nm; mẫu T3: $d = 4,7$ nm và $l = 25$ nm)	15
Hình 1.14. Phổ hấp thụ và phổ PL của các mẫu TP được lấy ra trong quá trình chế tạo. Các mẫu (i-vi) được lấy tại các khoảng thời gian: 1 phút, 10 phút, 25 phút, 50 phút, 80 phút và 120 phút	15
Hình 1.15. Mô hình mô tả sự phát triển của các NC tetrapod	16
Hình 1.16. Phổ hấp thụ và huỳnh quang của lõi CdSe (đường màu vàng) và 4 mẫu tetrapod CdSe/CdTe với chiều dài các cánh tay khác nhau	16
Hình 1.17. Sự phát triển và sơ đồ vùng năng lượng của các NC tetrapod CdSe/CdTe	17
Hình 1.18. Ảnh TEM của các tetrapod CdTe (a) và cấu trúc nano dị chất tetrapod CdTe/CdS (b).	17
Hình 1.19. Phổ huỳnh quang của các tetrapod CdTe/CdSe khi thay đổi chiều dày lớp vỏ CdSe, tương ứng với các đồ thị” 1 – 0.4 A, 2 – 0.8 A, 3 – 1.6 A, 4 – 2.7 A, 5 – 5.0 A, 6 – 6.8 A, 7 – 8.5 A, 8 – 10.0 A. ...	18
Hình 1.20. Mô hình mô tả hàm sóng của điện tử và lỗ trống trong không gian 3 chiều ứng với ba trạng thái năng lượng đầu tiên trong các tetrapod CdSe/CdTe.	19
Hình 1.21. Mô hình biểu diễn sự phát triển của các tetrapod CdSe/CdTe và sơ đồ năng lượng dọc theo một hướng cánh tay (đường đứt nét) và chuyển mức năng lượng liên quan đến ba trạng thái giới hạn đầu tiên của electron và lỗ trống.	20

Hình 1.22. 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	21
Hình 1.23. Phổ hấp thụ và phổ PL của các cấu trúc nano lõi/vỏ CdTe/CdSe khi thay đổi chiều dày lớp vỏ từ 1-5 ML.	22
Hình 2.1. Sơ đồ chế tạo NCs CdTe và CdTe/CdSe cấu trúc lõi/vỏ	24
Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý của kính hiển vi điện tử truyền qua	25
Hình 2.3. Sơ đồ nguyên lý của một máy đo phổ hấp thụ UV - vis26	
Hình 2.4. Sơ đồ khối của hệ đo phổ huỳnh quang.	27
Hình 3.1. (a) Phổ hấp thụ và PL của các NC CdSe được chế tạo ở các nhiệt độ khác nhau trong thời gian 15 phút, (b) Sự thay đổi vị trí đỉnh PL và PL FWHM theo nhiệt độ phản ứng.	29
Hình 3.2. Ảnh TEM của các NC tetrapod CdSe được chế tạo ở các thời gian: (a) 1 phút, (b) 60 phút	31
Hình 3.3. (a)Phổ hấp thụ và PL của các NC tetrapod CdSe theo thời gian phản ứng. (b)Vị trí đỉnh PL và PL FWHM của các NC tetrapod CdSe theo thời gian phản ứng	32
Hình 3.4. Ảnh TEM của các NC tetrapod: (a) CdSe, (b) CdSe/CdTe 1ML, (c) CdSe/CdTe 3ML.....	33
Hình 3.5. Giản đồ nhiễu xạ tia X của các NC tetrapod: CdSe, CdSe/CdTe1ML, CdSe/CdTe3ML và CdSe/CdTe5ML.....	34
Hình 3.6. (a) Phổ hấp thụ và quang huỳnh quang của các NC CdSe và CdSe/CdTe 1ML- 5ML, (b) Vị trí đỉnh PL và PL FWHM của chúng	36
Hình 3.7. Sơ đồ cấu trúc nano lõi/vỏ, lõi/đệm/vỏ và cấu trúc vùng năng lượng của các NC CdSe/CdTe và CdSe/CdTeSe/CdTe.....	39
Hình 3.8. Phổ PL của các NC CdSe/CdTe và CdSe/CdTeSe/CdTe với cùng độ hấp thụ	40