



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2014»
атты ІХ Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ІХ Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS
of the IX International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2014»**

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың ІХ Халықаралық ғылыми конференциясы = ІХ Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2014

КОНЦЕНТРАТОРЫ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА БАЗЕ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК PbS

*Тлеугабылов Олжас Бекмырзаевич, **Жанабекова Айгул Жанабекқызы
tleugabylov_ob@bk.ru

*Магистрант 1 курса обучения, **студентка 4 курса обучения кафедры технической
физики Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан
Научный руководитель – к. ф.-м.н., доцент А. Ж.Қайнарбай

Введение

Квантовые точки (КТ) привлекают внимание исследователей из-за их особых свойств, отличных от свойств объемных материалов, а также широкого диапазона их применения. Квантовой точкой (КТ) может считаться любой кусочек полупроводника, ограниченный по всем трем пространственным координатам, размеры которого достаточно маленькие для того, чтобы проявления квантовых эффектов были существенными. КТ можно получить множеством способов. В настоящее время наиболее популярными являются методы, основанные на использовании явления самоорганизации. К этому методу относят коллоидную химию и молекулярно-лучевую эпитаксию. Коллоидным методом можно синтезировать нанокристаллы, имеющие несколько нанометров в диаметре. Эти синтезированные нанокристаллы (КТ) характеризуются интенсивностью люминесценции и шириной запрещенной зоны, меняющимися с их размерами. Коллоидным методом можно создать коллоидные растворы почти сферических наночастиц полупроводников с контролируемыми размерами [1-3]. В данной работе мы занимались синтезом ИК активных материалов на основе PbS.

1. Объекты исследования, методика получения квантовых точек халькогенидов металлов

В настоящей работе квантовые точки PbS, PbS-CdS получены растворным методом с использованием различных методик. Более подробно методики синтеза описаны в работах [4,5]. Важной задачей работы является совершенствование имеющихся технологии (методик) получения квантовых точек с высоким квантовым выходом люминесценции в заданной области спектра. В данной главе представлены результаты по изучению различных методик золь-гель технологии, синтеза квантовых точек при различных температурах.

Вариант №1. Синтез квантовых точек PbS по методу, описанному в работе [4], типичная схема аппарата синтеза приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. – Блок-схема установки для проведения синтеза квантовых точек

В общем виде наночастицы сульфида свинца синтезируются в три-н-октилфосфин олеиновом кислотном растворе, как в работе [4] с некоторыми изменениями. В кварцевую трехгорловую колбу, снабженной обратным холодильником, термоконтролером и азотным

натекателем, насыпаем 0,95 мл олеиновой кислоты, 1 ммоль ацетата свинца трёхводного, 5,5 мл дифенилового эфира и размещаем ее над магнитной мешалкой, см. рисунок 1. После тщательного размешивания, скорость размешивания 300 об/мин, нагреваем при температуре 90⁰С под вакуумом в течение одного часа, затем добавили 6 мл триоктилфосфина (ТОР). После размешивания раствор нагреваем также в течение одного часа. Инжектировали 1 ммоль готового серного прекурсора, растворённый в 1 мл ТОР при температуре 180 градусов.

Вариант №1.2. Синтез PbS(высокотемпературный синтез). Синтез квантовых точек сульфида свинца проводился при разных высоких температурах в целью получения люминесцирующих квантовых точек в красной и ближней инфракрасной области оптического спектра. Нами экспериментально обнаружено, при увеличении температуры синтеза получаемые квантовые точки имеют больший размер. Стандартно синтез проводился следующим образом. 0,4 ммоль ацетата свинца трехводного, 0,8 ммоль олеиновой кислоты и 10 мл диоктилового эфира, тщательно перемешанного и помещенного в кварцевую трехгорловую колбу, нагреваем под вакуумом при температуре 100 градусов в течение 30 минут при постоянном перемешивании магнитной мешалкой. По истечении установленного времени смесь нагревать до температуры 270⁰С. Затем инжектировать 0,4 мл 1мм раствора TOPS в ТОР. Греть несколько минут, затем резко охладить.

Вариант №2. Синтез PbS по методу описанному в работе [5]. Нами апробирована новая методика синтеза сульфида свинца, характеризующаяся простотой и доступностью, позволяющая получать квантовые точки с нужной областью свечения, оптического спектра поглощения, нужной дисперсности, т.е. узкое распределение по размерам, исходя методика описана в работе [5].

Синтез частиц. В общем виде частицы сульфида свинца синтезируются в растворе три-н-октилфосфине олеиновой кислоты с небольшими вариациями. Также полупроводниковые наночастицы синтезируются в трехгорловой кварцевой колбе, снабженной обратным холодильником, термопарой и азотным или аргоновым натекателем, для эффективного перемешивания растворимых химических элементов колбы устанавливается на магнитную мешалку. Типично, смесь из 0,76 ацетат свинца трехводного, 3,5 мл олеиновой кислоты, 5 мл триоктилфосфина, 10 мл дифенилового эфира загружаем в колбу, перемешиваем магнитной мешалкой. В колбе нужно установить инертную атмосферу(аргон) и нагреваем при температуре 150⁰С в течение 1 часа. После истечения этого времени снижаем температуру синтеза до 90⁰С. Нагреваем при этой температуре в течение одного часа в токе инертного газа. Готовый серный прекурсор инжектируем при температуре 150⁰С равными долями через строго определенное время. После последней инъекции выжижаем время необходимое для «созревания» квантовых точек.

2. Измерение спектров излучения квантовых точек PbS

В качестве люминесцентных преобразователей можно использовать различные квантовые точки в растворе, внедренные полимерные матрицы или пористые оксиды металлов. В основном квантовые точки PbS излучают в красной или инфракрасной области спектра. Нами измерены спектры люминесценции квантовых точек PbS, синтезированных по методу описанному в работе[4] возбужденных ультрафиолетовыми фотонами с длиной волны 320 нм при комнатной температуре. Из рисунка 2 видно, что появляется полоса излучения с максимумом при 876 нм.

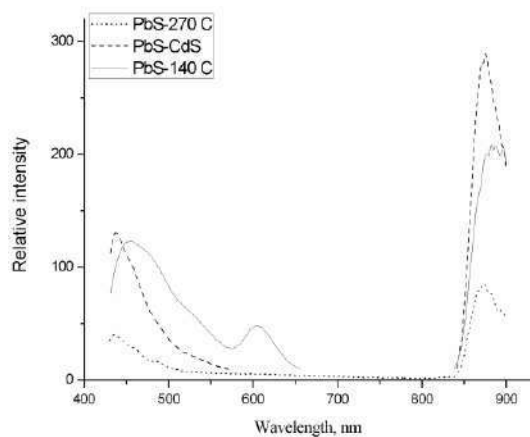


Рисунок 2. - Спектр люминесценции нанокристаллов PbS синтезированных по методу [4] возбуждаемых фотонами с длиной волны 320 нм

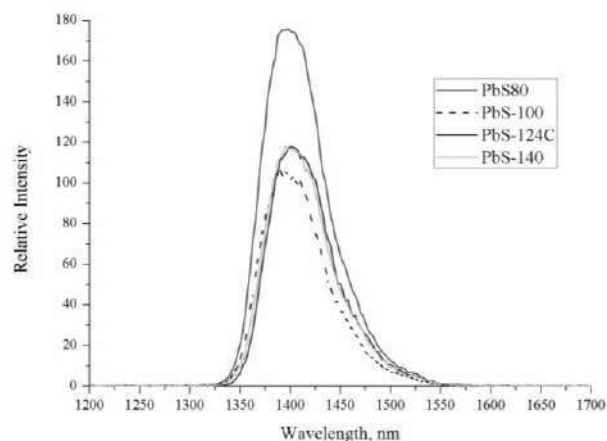


Рисунок 3. - Спектр люминесценции нанокристаллов PbS, возбужденный фильтром ЖС12 синтезированный методом [5]

Также нами измерены спектры люминесценции PbS, синтезированные при разных температурах по методу [5] при возбуждении короткодуговой ксеноновой лампой и использованием светофильтра ЖС12.

3. Экспериментальные результаты по оценке ширины запрещенной зоны полупроводников

На рисунке 4 представлены спектры поглощения квантовых точек PbS, синтезированных по методу [5]. Фундаментальные полосы поглощения начинаются от 0,7 эВ до ультрафиолетовой области спектра.

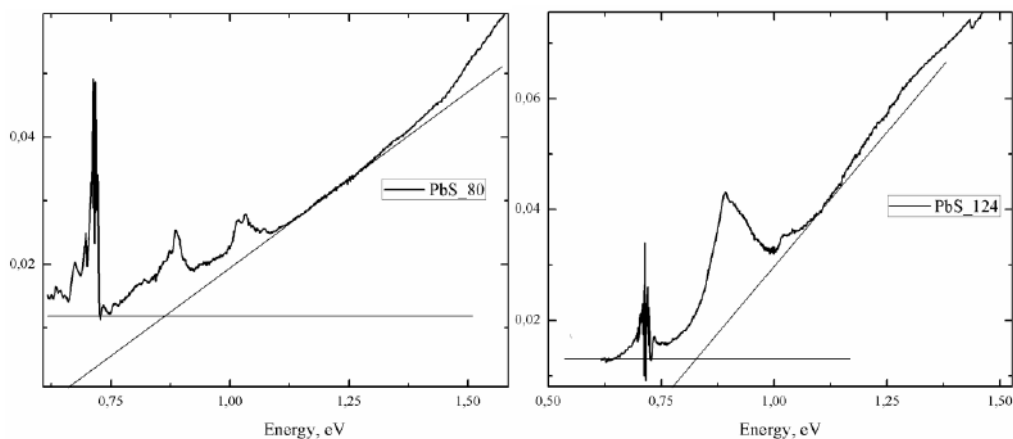


Рисунок 4. - Спектр оптического поглощения с осью E, показывающая величину запрещенной зоны каждого нанокристалла PbS

По спектру поглощения можно оценить ширину запрещенной зоны E_g нанокристаллов, такие оценки проведены на основе анализа зависимости квадрата оптической плотности от энергии поглощаемых квантов $D^2(E)$ [6]. Пересечение линии прямолинейных участков спектра оптического поглощения с осью E показывает величину запрещенной зоны каждого нанокристалла, рисунок 4. По спектрам оптического поглощения нами для нанокристаллов PbS синтезированных при различных температурах рассчитана ширина запрещенной зоны.

Как мы можем заметить, для PbS квантовых точек ширина запрещенной зоны определена как 0,66 эВ для нанокристаллов синтезированных при 80 °С, 0,77 эВ для нанокристаллов синтезированных при 124 °С. Для нанокристаллов синтезированных по методу [4] получены следующие результаты по измерению спектров оптического поглощения, рисунок 5.

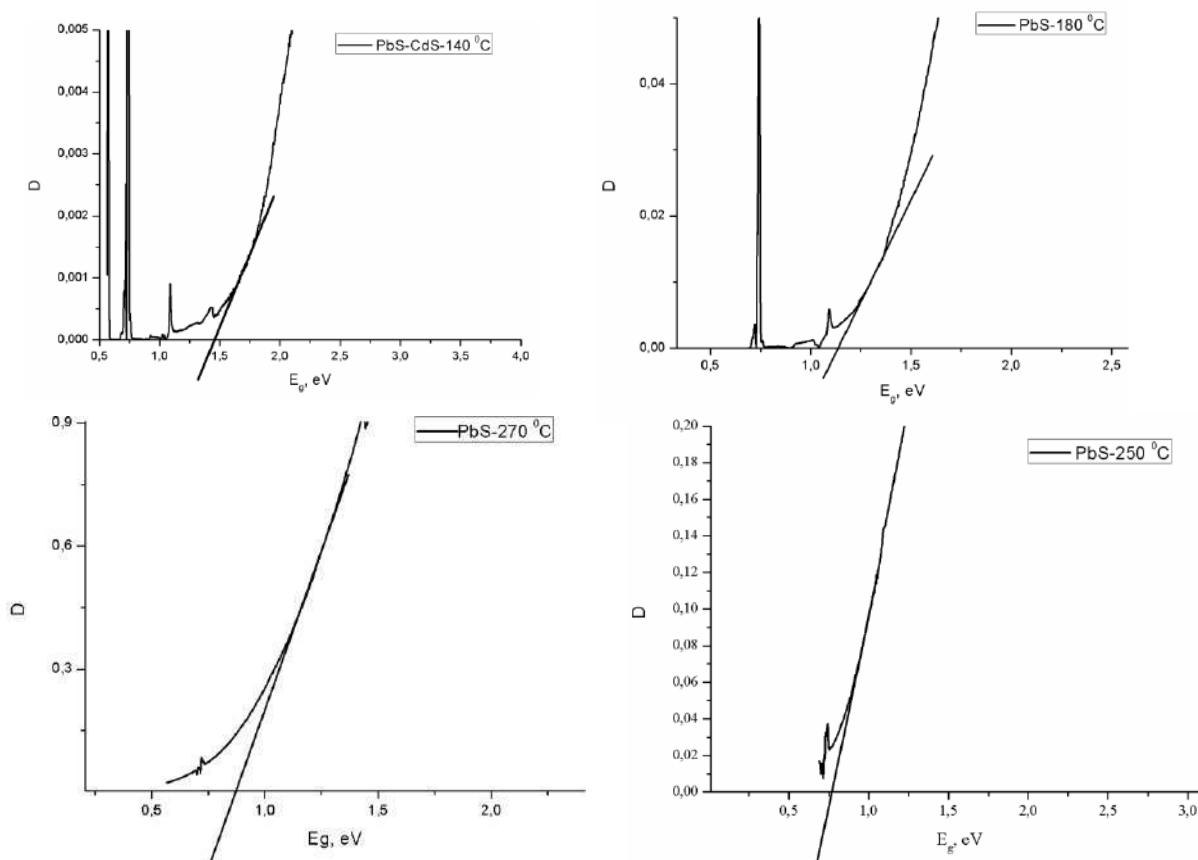


Рисунок 5. - Спектр оптического поглощения с осью E_g , показывающая величину запрещенной зоны нанокристаллов PbS

По спектрам оптического поглощения нами для кристаллов PbS, PbS-CdS синтезированных при различных температурах рассчитана ширина запрещенной зоны. Как мы можем заметить, для квантовых точек ширина запрещенной зоны определена, для PbS(синтезированная при температуре 140) равна 1,45 эВ, для PbS(синтезированная при температуре 180 °С) равна 1,13 эВ, для PbS(синтезированная при температуре 250 °С) равна 0,77 эВ, для PbS(синтезированная при температуре 270 °С) равна 0,87 эВ Экспериментально было замечено, что с увеличением температуры синтеза увеличивается размер квантовой точки (по нашему предположению этот эффект связан с тем, что при увеличении температуры зародыши эффективно вступают в реакцию), таблица 1. Для квантовых точек PbS, CdSe, PbS-CdS приведен график зависимости ширины запрещенной зоны от температуры синтеза, рисунок 6.

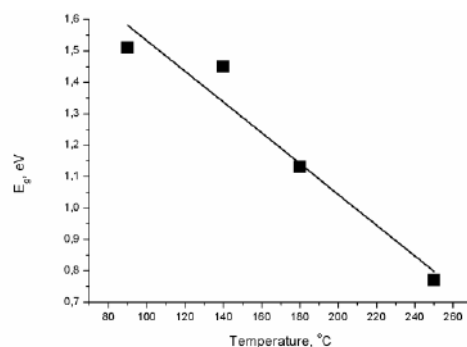


Рисунок 6. - График зависимости ширины запрещенной зоны от температуры синтеза

Таблица 1- Ширина запрещенной зоны для квантовых точек

Нанокристалл, температура синтеза	E_g
PbS синтезирован при 90	1,51
PbS синтезирован при 180 ⁰ C	1,13
PbS синтезирован при 250 ⁰ C	0,77
PbS синтезирован при 270 ⁰ C	0,87
PbS-CdS синтезирован при 140 ⁰ C	1,45

4. Электронно-микроскопические измерения синтезируемых квантовых точек

Для квантовых точек PbS синтезируемых при температуре 100 °C , 150 °C с помощью электронного просвечивающего микроскопа JEOLJEM-2000 FXII (Центр коллективного пользования, ФНМ МГУ) получены изображения. Полученные квантовые точки (синтезированы по методу [4]) характеризуются широким распределением по размерам (от 5 до 25 нм), рисунок 7.

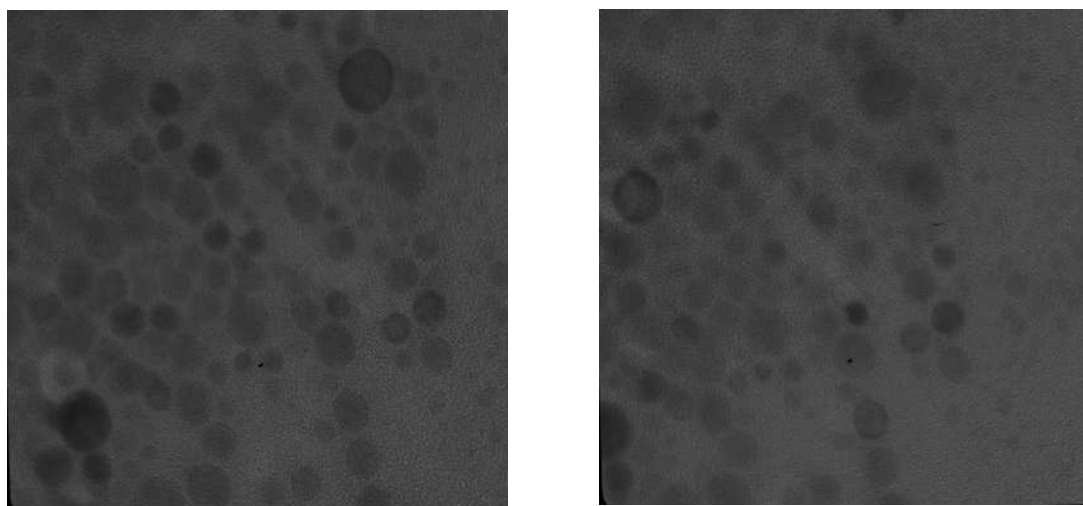


Рисунок 7. - ПЭМ изображения квантовых точек PbS

Заключение

Нами апробированы различные методики синтеза квантовых точки PbS. Полученные квантовые точки характеризуются ярким ИК свечением, возбуждаются в видимой области спектра. Для полученных нанокристаллов PbS выявлен кванторазмерный эффект. Выбор того или иного метода синтеза будет определяться конкретной задачей.

Список использованных источников

1. Alivisatos A.P. // Chem. Phys. 1996. V.13. P.226 .

2. Artermeyev M.V., Bibik A.I., Gurinovich L.I., Gaponenko S.V., Woggon U.B. // Phys.Rev. 1999. P. 1504.
3. Vasiliev R.B., Dorofeev S.G, Dirin D.N., Belov DA., Kuznetsova T.A. // Mendeleev Commun. 2004. V.14. P.169.
4. Witt E., Witt F., Trautwein N., Fenske D., Neumann J., Borchert H., Parisi J. and Kolny-Olesiak // J. Phys.Chem. 2012. V.14.P.11706–11714.
5. Nagel M., Hickey Stephen G., Frömsdorf A., Kornowski A., Horst Weller // Z. Phys. Chem. 2007. P.427-437.
6. Киреев П.С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1969, 290 с.
7. Фам Т.Х.М., Ключев В.Г, Нгуен Т.К.Ч. // Конденсированные среды и межфазные границы, Т.13, № 4, 2011, С.515-510.