

«Утверждаю»

Член Правления — Проректор по
науке и корпоративному развитию

КазННТУ им. К.И. Сатпаева

Кульдеев Е.И.



ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 2

Расширенного заседания кафедры

«Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика»
Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

г. Алматы

«15» сентября 2023 г.

Председатель: Кудайбергенов К.К., доктор Ph.D, зав. кафедрой МНННФ.

Секретарь: Нұғыманова К.Н., инженер кафедры МНННФ.

Присутствовали (в соответствии с Положением о Диссертационном совете, не менее 2/3 членов кафедры): Всего 9 членов кафедры, из них присутствовали 8 членов кафедры.

Кудайбергенов К.К., – зав.кафедрой, доктор Ph.D, Смагулов Д.У.– д.т.н., профессор;
Какимов У.К. – к.т.н., ассоц. профессор, Байтимбетова Б.А. –к.ф.-м.н., ассоц. профессор, Нажипкызы М. – к.х.н., ассоц. профессор; Бейсебаева А.С. – к.ф.-м.н., старший преподаватель, Ыбырайымқұл Д. – преподаватель, Етиш Т. – ассистент.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Обсуждение диссертационной работы Ph.D докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика» Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

Научные консультанты:

- Мурзалинов Данатбек Онгарбекович, доктор Ph.D, заведующий лабораторией ЭПР-спектроскопии им. Ю.В.Горелкинського ТОО «Физико-технический институт» (Алматы, Казахстан);

- Спивак Юлия Михайловна, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) (Санкт-Петербург, РФ);

Рецензенты:

- Смагулов Д.У. – д.т.н., профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика»;
- Мұқашев Б.Н. – д.ф.- м.н., академик НАН РК, с.н.с., ТОО «Физико-технический институт».

СЛУШАЛИ:

Председатель Кудайбергенов К.К.: Кемелбекова Айнагуль Ержановна обучалась в докторантуре КазННТУ им. К.И. Сатпаева по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в НАО КазННТУ им. К.И.Сатпаева в 2018-2021гг.

В настоящее время она завершила диссертационную работу на тему: «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике», которая была утверждена на Ученом совете КазННТУ имени К.И.Сатпаева от 07 марта 2023 г. (приказ № 409-д). Для проведения экспертизы по диссертации Кемелбековой Айнагуль были назначены рецензенты, компетентные в соответствующей отрасли, Смагулов Д.У. – д.т.н, профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика», Мұқашев Б.Н. – д.ф.- м.н., академик НАН РК, с.н.с., ТОО «Физико-технический институт», которые подготовили рецензии по диссертации.

К защите представлена диссертационная работа докторанта специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему: «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике».

Научные стажировки: Кемелбекова А. в 2021 прошла научную стажировку в Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) (Санкт-Петербург, РФ).

Если нет вопросов по повестке дня, слово предоставляется докторанту Кемелбековой Айнагуль для доклада. Регламент 20 минут на презентацию доклада.

Кемелбекова А.Е.: Уважаемый председатель и уважаемые присутствующие! Разрешите представить вашему вниманию основные результаты диссертационной работы на тему: «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике». В докладе отражены актуальность, цель, задачи работы, содержание, основные положения, выносимые на защиту, научные результаты и выводы диссертации.

Слушали: Слушали Кемелбекову А.Е. которая в своем докладе изложила суть диссертационной работы. Доклад был представлен в форме презентации. В ходе доклада были освещены следующие вопросы:

1. Актуальность исследуемой проблемы.
2. Цель и задачи диссертационного исследования.
3. Научная новизна.
4. Основные положения, выносимые на защиту.
5. Практическая значимость диссертации.
6. Методы исследования.

7. Результаты исследования.

8. Заключение и выводы.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Слово предоставляется отечественному научному консультанту PhD Мурзалинов Данатбек Онгарбековичу, (положительный отзыв прилагается).

PhD, Мурзалинов Данатбек Онгарбекович:

Во время выполнения диссертационной работы Кемелбекова А. проявила себя как самостоятельный, целеустремленный исследователь. Она повысила свой теоретический и практический уровень, осваивая современную методологию исследований и выполняя эксперименты по диссертационной работе. Очень аккуратно выполняла все задания. Полученные результаты воспроизводятся. Сама работа актуальна. Получены хорошие результаты в ходе исследований.

В целом диссертационная работа Кемелбековой А. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком современном научном и теоретическом уровне, имеет практическое значение, отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторской диссертации PhD.

Диссертационная работа Кемелбековой Айнагуль по актуальности, научному уровню, новизне, значимости результатов и общему объему исследований соответствует всем критериям, предъявляемым к PhD диссертациям, и может быть рекомендована к защите в диссертационном совете по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и наноматериалы».

Положительный отзыв зарубежного консультанта Спивак Юлии Михайловны прилагается.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Давайте теперь заслушаем рецензентов. Слово предоставляется рецензенту д.т.н, профессору Смагулову Д.У.

Смагулову Д.У., д.т.н, профессор кафедры МНИИФ: Здравствуйте, уважаемые члены кафедры! Ознакомившись с диссертацией Кемелбековой Айнагуль Ержановны, пришел к следующему заключению:

В диссертационной работе разработаны методы синтеза и проведены исследования структуры, фотолюминесцентных свойств и процесс образования нанокристаллов методом насыщения сигнала ЭПР в структурах por-Si/ZnO , для применения в оптоэлектронике.

Отмечая положительные стороны диссертационной работы, необходимо указать следующие недочеты по содержанию и оформлению диссертации:

Отмечая положительные стороны диссертационной работы, необходимо указать следующие недочеты по содержанию и оформлению диссертации:

1. Результаты работы необходимо дополнить данными из статей последних лет в данной области исследований.

2. Отличие сигналов фотолюминесценции и ЭПР спектроскопии от шума различной природы необходимо обосновать.

3. Имеют место орфографические ошибки, не влияющие на смысл текста.

Результаты работы применимы для направления физики конденсированного состояния и технологии материалов. Указанные выше замечания носят

непринципиальный характер, не искажают сути и не снижают научно-практической ценности работы.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Хорошо! Хотел бы спросить, Айнагуль, Вы согласны с замечаниями?

Ответ: Благодарю за полезное замечание, я согласна.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Далее слово предоставляется второму рецензенту Мұқашеву Б. Н., д.ф.- м.н., академик НАН РК.

Мұқашев Б. Н., д.ф.- м.н., академик НАН РК: Здравствуйте, уважаемые члены кафедры! Результаты, полученные автором диссертации, качественно превосходят данные публикаций в данной области исследований. Применение различных методов исследования позволило обосновать положения выносимые на защиту. Результаты работ были доложены на конференциях ближнего и дальнего зарубежья. Наличие публикаций в высокорейтинговых профильных научных журналах указывает на высокую степень достоверности и обоснованности работы.

1. Необходимо расширить формулировку каждого пункта основных положений, выносимых на защиту.

2. Демонстрация применения полученных покрытий повысило бы практическую ценность проведенных исследований.

3. В тексте диссертации встречаются стилистические и орфографические ошибки.

Работа очень объемная, задействовано много экспериментальных методов. Указанные выше замечания носят принципиальный характер, не искажают сути и не снижают научно-практической ценности работы.

Хочу сказать, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам PhD по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» и может быть представлена для защиты в диссертационном совете. Спасибо большое.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Благодарю за рецензию! Вы согласны с замечаниями?

Ответ: Да согласна.

ОБСУЖДЕНИЕ

Председатель Кудайбергенов К.К.: Уважаемые коллеги, теперь переходим к другой стадии, это обсуждение диссертации. Пожалуйста, уважаемые коллеги у кого есть какие вопросы по данной работе?

Байтимбетова Б.А., к.ф.-м.н, асс. профессор кафедры «МНИИФ»: Добрый день! Мы прослушали доклад Кемелбековой А.Е., у меня такой вопрос. На первом слайде Вы показали толщину пленок. Обычно толщину определяют методом эллипсометрии и на сканирующем растровом микроскопе. Вы определяли толщину полученных образцов?

Сонскатель: Благодарю Вас за вопрос. Морфология поверхности кремниевого образца изменяется различным образом в процессе электрохимического анодного травления и после нанесения пленки. Измерение площади удельной поверхности, методом физической адсорбции газов позволяет определить эти преобразования.

Для исходного образца (por-Si) площадь удельной поверхности составляет порядка $0,87 \text{ м}^2/\text{г}$, а для образца с 20 слоями покрытия $0,54 \text{ м}^2/\text{г}$. Данный параметр незначительно различается для образцов с 20 и 25 слоями покрытия ZnO.

В результате исследований сорбтометрии выявлено, что при нанесении пленки площадь удельной поверхности уменьшается, что связано с тем, что раствор оседает на границах пор.

По данным эллипсометрии толщина пленки на поверхности образца увеличивается с повышением количества наносимых слоев.

Байтимбетова Б.А., к.ф.-м.н, ассоц. профессор кафедры «МНИИФ»: Чем обусловлен выбор подложки с 20-25 слоями?

Соискатель: Мы наносили 20-25 слоев, нанесение 20-25 слоев обусловлено тем что при нанесении 1 слоя методом спрей пиролиза, формируется очень тонкое покрытие. При нанесении 20-25 слоев формируется объемно-сформированные в тоже время наноразмерная структура.

Какимов У.К., к.т.н., ассоц. профессор кафедры «МНИИФ»: Для чего было проведено ЭПР исследование?

Соискатель: Границы структур имеет свойство перехода от одного образования к другим. Чем более развитая поверхность образца, тем больше на ней химически активных частиц с оборванными связями - парамагнитных центров. Их идентификация методом ЭПР дает полное описание характеристик.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Объясните проявление анизотропии?

Соискатель: Анизотропия связано с тем что ПМЦ неоднородно распределены в объеме образца. (площадь под кривой). Для изучения проявления анизотропии изменяя мощность СВЧ от 0,4 мВ рассмотрение происходило на нескольких спектрах ЭПР. (до этого сигналы насыщения ЭПР делали только на одном спектре. Это дает возможность проследить слабый сигнал или изменение слабого сигнала.)

Председатель Кудайбергенов К.К.: Фотолюминесцентные свойства покрытий были повышены?

Соискатель: Дефекты могут быть активными, отдавая свою энергию, могут излучать из себя квант света. Чтобы оптически охарактеризовать композит, были изучены люминесцентные свойства структур ZnO/PS. Излучение ФЛ в ультрафиолетовой области около 380 нм можно объяснить экситонными рекомбинациями на границе ближней полосы в пленке ZnO. Спектральное положение пика при 380 нм (3,27 эВ) объясняется экситонными рекомбинациями на границе ближней полосы в пленках ZnO, в то время как сине-зеленая полоса излучения, достигающая максимума при 520 нм (2,38 эВ), считается наиболее распространенной полосой для ZnO, обычно приписываемой нестехометрическому составу ZnO (дефекты в основном из-за вакансий кислорода).

Бейсебаева А.С., к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры МНИИФ: Почему Вы считаете что на поверхности пористого кремния хорошая воспроизводимость результатов?

Соискатель: Выбор подложки значительно влияет на формирование структур оксида цинка и его излучательные характеристики. Исследования показали, что при нанесении 25 слоев оксида цинка на различные типы подложек (пористый кремния, плоский кремний, стекло) фиксируются типичные для оксида

цинка в наноразмерном состоянии пики (380 нм и 600 нм). Пик на 600 нм связан с ростом концентрации нанокристаллов образца, через захват зарядов на вакансию кислорода, что является сверхтонкой структурой.

При этом наиболее высокая интенсивность для структур ZnO/Por-Si что обуславливает применение в оптоэлектронике. При этом выбор более развитой поверхности подложки определяет формирование более мелких по размеру структур, обладающих эффективной фотолюминесценцией.

Ыбырайымқұл Д.Т., преподаватель кафедры МНИИФ: С чем связано снижения сигнала ЭПР для 25 слоев?

Соискатель: Снижения сигнала ЭПР для 25 слоев связано с формированием более упорядоченной структуры.

Видим что в каждом из спектров отхождения от первой производной, это связано с наличием сверхтонкой структуры то есть захватом заряда на ПМЦ. Далее мы исслед каждый образец по отдельности с нанесением слоев оксида цинка. 20 слоев также видим график первой производной по середине которого есть отхождение от графика первой производной что связано с наличием сверхтонкой структуры.

Байтимбетова Б.А., ассоц. профессор: Как вы получали пористую структуру?

Соискатель: Слои пористого кремния формировались методом электрохимического анодного травления монокристаллического кремния в двухкамерной лабораторно модифицированной электрохимической ячейке типа Унно-Имаи. В качестве исходного материала для получения пористого кремния был использован кремний марки КЭФ-5 (111). Иерархия пор была достигнута путем изменения плотностью тока анодирования. Предварительную подготовку пластин, а также обработку после электрохимического травления проводили для всех образцов по стандартной процедуре.

Смагулову Д.У., д.т.н, профессор кафедры МНИИФ: Чем обусловлен выбор иерархической структуры?

Соискатель: Для повышения интенсивности формирования наноструктуры на поверхности подложки, морфология поверхности подложки должна быть развитой. Если морфология поверхности имеет несколько уровней пористости, то формируется различные по структуре и свойствам наночастицы.

Председатель Кудайбергенов К.К.: У кого-нибудь еще есть вопросы? Вопросов нет. Работа объёмная, а выявленные замечания легко исправимы. Все участники расширенного научного семинара, выступившие в дискуссии, единогласно рекомендовали диссертационную работу Кемелбековой А.Е. к защите в диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и наноматериалы».

На этом обсуждение диссертационного исследования PhD-докторанта Кемелбековой А.Е. можно считать завершённым.

Предлагаю принять следующее заключение по обсуждению диссертационной работы Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширенного заседания научного семинара кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» КазННТУ им. Сатпаева от 15 сентября 2023 года по диссертации докторанта (PhD) Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

Актуальность темы исследования

Композиты на основе наноматериалов, встроенных в матрицы различной природы, являются перспективными для функциональных устройств нового поколения. Они могут состоять из широкого спектра соединений, включающих неорганические, органические и гибридные структуры [1].

Большой интерес представляют эффекты самоорганизации низкоразмерных систем на поверхности твердого тел посредством образования периодически упорядоченных структур. Это связано с тем, что процесс определяется квантовыми явлениями, которые предполагают новые подходы к пониманию природы образования материи.

Пористый кремний (por-Si) является привлекательным материалом благодаря тому, что его внутренний объем может быть использован в качестве нанореактора для синтеза различных частиц. Пространственное разделение пор уменьшает эффект агрегации наночастиц. Контролируя форму и размер каналов, можно исследовать различные материалы с заданными геометрическими размерами и формами. Изменяя морфологию поверхности: размеры, равномерность расположения выходов пор и шероховатость поверхности, можно управлять процессом образования зародышей во время синтеза вещества на ее поверхности. В этом случае значительную роль играет состав поверхностных адсорбционных центров, их энергетические характеристики и свойства смачиваемости. Более того, por-Si является перспективным материалом благодаря его очевидной совместимости с кремниевой микроэлектроникой [2, 3].

Структуры на основе частиц оксида цинка, интегрированных в кремниевые подложки, перспективны в качестве компонентов различных полупроводниковых приборов. Образование нанокластеров ZnO на поверхности и в порах образца является важным процессом, который может быть использован в газовых датчиках, поскольку их чувствительность повышается с увеличением площади поверхности [4-13].

Формирование структур с многоступенчатой иерархией на поверхности связано с эффектами на квантовом уровне. При этом нано и микроструктуры содержат активные частицы с различными свойствами. Влияние постепенно изменяющегося магнитного поля на процесс их колебания между возбужденным и основным энергетическими состояниями позволил идентифицировать свойства частиц. Исследование методами атомно-силовой микроскопии и спектроскопии электронного парамагнитного резонанса в совокупности позволило выявить образования различного масштаба и определить их энергетические свойства.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (пп. 2, 5, 6 «Правил присуждения степеней» и паспортов соответствующих специальностей научных работников)

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода.

В работе последовательно решаются поставленные соискателем задачи. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников. В главах сделаны научно значимые, логично аргументированные выводы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

Показано, что методом электрохимического анодного травления на поверхности кремния образована иерархическая структура пор. Нанесение слоев оксида цинка формирует нанокристаллы на поверхности. Распределение данных образований по поверхности образца и их размер одинаковы.

Определен механизм формирования структур, где важную роль играет то, что нанесение пленок происходит на горячую подложку при 4000С.

С увеличением количества наносимых слоев сигнал ЭПР усиливается, идентифицировано несколько его причин и основной вклад вносят вакансии кислорода. Исследование насыщения сигнала ЭПР показало, что образец с 25 слоями содержит одинаковые по характеристикам ПМЦ, равномерно распределенные в объеме образца. Локализация ПМЦ с ростом числа слоев становится более упорядоченной.

С увеличением количества наносимых слоев ZnO ФЛ растет. Экситонное свечение максимально при формировании 25 слоев ZnO, что связано с увеличением толщины пленки. Более того сигнал ФЛ от вакансий кислорода с захваченным на них зарядом так же усиливается.

Таким образом, нанесение 25 слоев покрытия ZnO на поверхность пористого кремния усиливает светоизлучающие свойства и формирует энергетически устойчивые наноструктуры.

Поставленные в диссертационной работе задачи решены в полном объеме, исследованы структурные, фотолюминесцентные и ЭПР свойства синтезированных структур. Определены технологические параметры синтеза.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов в логичной последовательности и подтверждаются публикациями основных научных результатов в международных и отечественных научных журналах и докладами на международных конференциях и форумах.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода. Научная новизна заключается в том:

– Впервые при получении иерархического пористого кремния и формирования на нем частиц оксида цинка были синтезированы фрактальные структуры с тремя уровнями иерархии.

– Впервые процесс кристаллизации структур был выявлен методом насыщения сигнала ЭПР, основанным на зависимости от времени релаксации парамагнитного центра.

– Впервые для выявления слабоинтенсивного растущего сигнала ЭПР был применен циклический метод насыщения сигнала.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационное исследование представляет собой логически завершенный научный труд, обладающий внутренним единством. Четко сформулированные цель и задачи исследования нашли последовательное теоретическое и методологическое решение в каждом разделе диссертации, сформированы в виде основных положений, выносимых на защиту. Все результаты, выводы и заключение внутренне взаимосвязаны, каждый следующий вывод связан с предыдущим, с соблюдением принципа от общего к частному.

6. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи

Результаты проведенных исследований расширяют знания по поиску и синтезу новых материалов для применения в оптоэлектронике и, в частности, тонкопленочной фотоэнергетики будущего. Исследованные в работе тонкие слои оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния имеют высокий потенциал применения, благодаря повышенным люминесцентным свойствам. Кроме того, относительная неизученность данных материалов открывает возможность для получения новых экспериментальных результатов и проведения перспективных разработок. В ходе исследований соискатель освоила широкий спектр научных методик, включая синтез тонких покрытий и анализ полученных экспериментальных структур.

7. Подтверждение полноты опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 16 печатных работ, из них 3 статьи в международных рецензируемых научных журналах, входящие в БД Scopus/Web of Science:

1. Abdullin, K. A., **Kemel'bekova, A. E.**, Lisitsyn, V. M., Mukhamedshina, D. M., Nemkaeva, R. R., & Tulegenova, A. T. Aerosol Synthesis of Highly Dispersed γ - Al_2O_3 : Ce^{3+} Phosphor with Intense Photoluminescence //Physics of the Solid State. – 2019. – Т. 61. – С. 1840-1845. Percentile 27, Cites score 1.6

2. Murzalinov, D., Dmitriyeva, E., Lebedev, I., Bondar, E. A., Fedosimova, A. I., & **Kemelbekova, A.** The Effect of pH Solution in the Sol-Gel Process on the Structure and Properties of Thin SnO_2 Films //Processes. – 2022. – Т. 10. – №. 6. – С. 1116. (Processes - Scopus процентиль в категории Chemical Engineering 55%, WoS квартиль Q2, IF=3.352) (SCOPUS) <https://doi.org/10.3390/pr10061116>

3. Murzalinov, D., **Kemelbekova, A.**, Seredavina, T., Spivak, Y., Serikkanov, A., Shongalova, A., Zhantuarov S., Moshnikov V., Mukhamedshina, D. Self-Organization Effects of Thin ZnO Layers on the Surface of Porous Silicon by Formation of Energetically Stable Nanostructures //Materials. – 2023. – Т. 16. – №. 2. – С. 838. Q2, Percentile 63, IF=3.7, <https://doi.org/10.3390/ma16020838>

4 статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МНУВО РК:

1. **Кемелбекова А.Е.**, Мухамедшина Д.М. Синтез высокодисперсных форм оксида цинка легированных редкоземельными элементами (обзор), Комплексное Использование Минерального Сырья. №4.2019, Алматы, стр. 12-18, ISSN 2224-5243

2. **Кемелбекова А.Е.**, Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Мошников В.А.// Обзор современных методов получения тонких пленок ZnO:Eu // Вестник КазНУТУ №6.2019, Алматы, стр. 824-829, ISSN 1680-9211 (химико-металлургические науки)

3. **А. Kemelbekova**, E. A. Dmitrieva, I. A. Lebedev, E. A. Grushevskaya, D. O. Murzalinov, A. I. Fedosimova, Zh., A. T. Temiraliyev The effect of deposition technique on formation of transparent conductive coatings of SnO₂ // Physical Sciences and Technology (KazNU). – 2022. – Vol. 9. No (КОКСНВО) <https://doi.org/10.26577/phst.2022.v9.i1.05>

4. **А.Е.Кемелбекова**, А.Қ.Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Карибаев, Ж.Сайлау, А.С. Серикканов // Проведение скрининговых расчетов кристаллической структуры ZnO и изучение применения в перовскитных солнечных элементах, «Вестник НАН РК», № 2, 2022 г. Стр. 122-133

9 трудов международных научно-практических конференций:

1. Мухамедшина Д.М., **Кемелбекова А.Е.** Получение пленок оксида цинка легированных оксидом европия методом золь-геля, РДРЗ-19, V- всероссийская конференция с международным участием, «V-российский день редких земель», 2019 г, стр.78.

2. **Кемелбекова А.Е.** ZnO:Eu құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу, Ғылымының өзекті мәселелері-Халықаралық практикалық конференция материалдары, 22 қараша, 2018ж, <https://doi.org/10.31643/2018.061>

3. **Кемелбекова А.Е.**, Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Мошников В. А., Синтез и исследование антиотражающих пленок ZnO:Eu для увеличения КПД солнечных фотоэлементов. Печатное II международный научный форум «Ядерная наука и технологии», 24-27 июня 2019 г. Алматы: РГПИЯФ. стр. 126

4. **Кемелбекова А.Е.**, Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Синтез, строение и люминисцентные свойства комплекса оксида цинка легированные РЗМ, «Нанопластика и Наноматериалы», Сборник научных трудов международного симпозиума, 27-28 ноября, 2019. Санкт-Петербург. стр. 116-121.

5. **Кемелбекова А.Е.**, Обзор синтеза наностержней ZnO, выращенных химическим путем на пористой кремниевой подложке, IX Научно – практическая конференция с международным участием «Наука настоящего и будущего», (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.

В.И. Ульянова). ННБ IX, Санкт-Петербург, 13 – 15 мая 2021, стр.80-83

6. • **А.Е.Кемелбекова**, Д.М.Мухамедшина, Д.О.Мурзалинов, Н.В. Идрисов
Эффекты самоорганизации тонких слоев ZnO на поверхности пористого кремния
//X международная научно- практическая конференция «Наука настоящего и
будущего» (Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова). – 2022
https://nnb.etu.ru/assets/files/rezultaty/mag/2022/nnb-x_2022_tom-1.pdf

7. Murzalinov D, **Kemelbekova A** Formation of light-emitting particles with
different parameters by coating ZnO on a silicon surface with several porosity levels /
The 4th International Conference on Materials: Advanced and Emerging Materials
(Barcelona,Spain).–P.33
https://icm2022.sciforum.net/events_files/642/customs/fba04cb7bfb982480fdb838031250a49.pdf

8. М.А. Бегунов, Е.А. Дмитриева, **А.Е. Кемелбекова**, Д.О. Мурзалинов
Дефектообразование светоизлучающих частиц при формировании иерархической
пористой поверхности ZnO/SiO₂/Si структур / XI международная научно-
практическая конференция «Наука настоящего и будущего» (Санкт-Петербургский
государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова). –
2023

9. Т.А. Середавина, Д.О. Мурзалинов, Р.М. Жапаков, **А.Е. Кемелбекова**, Е.А.
Дмитриева, С.Р. Жантуаров Формирование сверхтонких светоизлучающих
структур ZnO путем захвата вещества на границах пор иерархического кремния /
XIII Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические
полупроводники», 3-5 июля, Москва. – 2023.

Суммарное личное участие автора составило 90%.

9. Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертация

Диссертационная работа докторанта Кемелбековой Айнагуль Ержановны на
тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на
поверхности иерархического пористого кремния для применения в
оптоэлектронике», выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям,
предъявляемым к докторским диссертациям на соискание степени доктора
философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология
новых материалов».

**10. Соответствие диссертации предъявляемым требованиям «Правил
присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере Науки и Высшего
образования РК** Диссертационная работа докторанта Кемелбековой Айнагуль
Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев
оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в
оптоэлектронике», является самостоятельным, законченным исследованием в
области материаловедения, направленным на разработку методов синтеза
пористого кремния и тонких покрытий. Принимая во внимание актуальность и
новизну исследования, обоснованность выводов, имеющих теоретическую и
практическую значимость, можно считать, что диссертационная работа отвечает
ФКазНИТУ719-02.Выписка из протокола заседания кафедры

всем требованиям «Правил присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере Науки и Высшего образования РК.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Кемелбековой Айнагуль Ержановны рекомендуется к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и наноматериалы».

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа докторанта Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике», выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

2. Рекомендовать диссертационную работу Кемелбековой Айнагуль Ержановны на тему «Исследование эффектов самоорганизации тонких слоев оксида цинка на поверхности иерархического пористого кремния для применения в оптоэлектронике» к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и наноматериалы».

Результаты голосования: «за» - единогласно, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

**Председатель, доктор PhD,
заведующий кафедрой
МНИИФ**



(подпись)

Кудайбергенов К.К.

Секретарь:



(подпись)

Нұғыманова К.Н.