**Маджма, Худа Халид Хамид.**

**Исследование катодолюминесцентных характеристик квантовых точек : диссертация ... кандидата технических наук : 01.04.04 / Маджма Худа Халид Хамид; [Место защиты: ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»]. - Долгопрудный, 2020. - 111 с. : ил.**

**Оглавление диссертациикандидат наук Маджма Худа Халид Хамид**

**Оглавление**

**ВВЕДЕНИЕ**

**Глава**

**Квантовые точки (обзор литературы)**

**1.1. Квантовые точки как наноструктурные материалы**

**1.2. Квантово - Размерные Свойства**

**1.3. Коллоидные квантовые точки и методы их получения**

**1.3.1. Мицеллярный синтез ККТ**

**1.3.2. Высокотемпературный коллоидный синтез**

**1.3.3. Метод высокотемпературного коллоидного синтеза квантовых точек полупроводников типа А111 Бу**

**1.3.4. Гидрофильные полупроводниковые квантовые точки**

**1.3.5. Рефлюксинг**

**1.3.6. Гидротермальный метод**

**1.3.7. Микроволновой метод**

**1.3.8. Замена гидрофобных лигандов на гидрофильные**

**1.3.9. Создание вторичной водорастворимой оболочки**

**1.3.10. Микрореакторный синтез**

**1.4. Люминесценция квантовых точек**

**1.4.1. Применение квантовых точек в катодолюминесценции**

**1.5. Применение квантовых точек**

**1.5.1. Материалы для лазеров**

**1.5.2. Материалы для светодиодов**

**1.5.3. Материалы для солнечных батарей**

**1.5.4. Материалы для полевых транзисторов**

**1.5.5. Использование в качестве биометок**

**Глава**

**Методика и техника эксперимента**

**2.1. Экспериментальная вакуумная установка**

**2.2. Способ нанесения люминофоров**

**2.3. Суть метода состоит в следующем**

**2.3.1. Исследование характеристик люминофоров при помощи РЭМ**

**2.3.2. Исследование характеристик люминофоров в вакуумной камере.**

**Глава**

**Результаты экспериментов**

**3.1. Структура коллоидных квантовых точек**

**3.2. Элементный анализ квантовых точек**

**3.3. Катодолюминисценция квантовых точек**

**3.3.1. Влияние кремнийорганического модификатора квантовой точки CdZnS/ZnS ^^ c длиной волны 390нм на катодолюм-инесцентный режим**

**3.3.2. Катодолюминесцентные (СЬ) свойства квантовых точек CdS**

**Глава**

**Разработка катодолюминесцентных ламп с люминофорами на основе квантовых точек**

**4.1. Конструкция катодолюминесцентный пальчиковой лампы**

**4.2. Технология сборки катодно-модуляторного узла**

**4.3. Эмиссионные характеристики катодолюминесцентных ламп**

**4.4. Схема управления катодолюминесцентными лампами**

**Заключение**

**Список литературы**

**Основное содержание диссертации отражено в следующих работах**

**список рисунков**

**Рис. 1.1. Сдвиг края полосы поглощения и максимума спектра люминесценц-ии квантовых точек CdSe при изменении их среднего размера коллоидных квантовых точек, нанометров: 1-5,5; 2-4,8; 3-4,0; 4-3,5; 4-3,0. [14]**

**Рис.1.2. Электронная структура массивного полупроводника (слева) и схема электронных переходов в квантовой точке (справа) между соответствующими электронно-дырочными состояниями [14]**

**Рис.1.3. Схематичное строение и зонная диаграмма для квантовых точек ядро-оболочка с гетеропереходом типа1 и типа**

**Рис.1.4. Влияние квантового ограничения на спектр, соответствующий электронной плотности различных типов квантовых структур. Электронная плотность состояний для (а) трехмерного полупроводника, (Ь) двумерного квантовая яма, (с) одномерная нанопроволока или нанотрубка и (ф) 00 квант точка [17]**

**Рис.1.5. Схематический процесс синтеза квантовых точек показан ниже**

**[18]**

**30**

**Рис.1.6. Структура частицы Сй$>ерадиусом 7 А до (а) и после оптимизации**

**атомной геометрии (б)[19]**

**31**

**Рис.1.7. Схема излучения КТ в простой (а) и сложной (Ь) структуре**

**Рис. 1.8. Пленка из многооболочечных КТ.**

**Рис. 1.9. Спектр поглощения и переизлучения пленки КТ.**

**Рис. 1.10. Схематическое изображение стабилизации пленки**

**Рис. 1.11. Можно увидеть, что стабилизация пленки приводит к заполнению пространства между КТ и создания небольшого защитного слоя толщиной около 10нм на ее поверхности**

**Рис.1.12 Спектры поглощения и переизлучения пленки**

**Рис. 1.13. (а) Схема катодолюминесценции KT (b) 1 мкА/смА2 (c) 2 мкА/смА12 [125]**

**Рис. 1.14. Использование квантовых точек в лазерах [128]**

**Рис.1.15. Использование квантовых точек в светодиодах [137]**

**Рис.1.16. Использование квантовых точек в солнечных батареях**

**Рис.1.17. Использование квантовых точек в полевых транзисторах**

**Рис.1.18. Пример использования K T в полях в качестве динамических тегов**

**Рис.2.1. Схема экспериментальной установки**

**Рис. 2.2. Agilent TV 301 NAV и его управляющий блок**

**Рис. 2.3. Agilent Valcon Plus 500 StarCell и его управляющий блок**

**Рис. 2.4. Ионизационный вакуумметр Varian IMG 100 и его управляющий блок**

**Рис. 2.5. Источники высокого напряжения, применявшиеся в данной работе Сами использованные источники высокого напряжения оборудованы системой стабилизации тока и напряжения и при необходимости могут управляться с лабораторного ПК**

**Рис. 2.6. Электронный многофункциональный осциллограф Tektronix TDS 2014С**

**Рис. 2.7. Общий вид вакуумной установки**

**Рис.2.8. Осаждение образцов люминофора**

**7**

**Рис.2.9. Общее расположение оптических коллекторов с использованием параболоидалъного зеркала в камере РЭМ**

**Рис. 2.10. Схема экспериментальной установки на диодной конструкции для энергетических и спектральных характеристик УФ катодолюминофора**

**Рис. 2.11. Внешний вид спектрометра Ocean Optics USB4000**

**Рис.2.12. Принципиальная схема спектрофотометра**

**Рис.3.1. Внешний вид осажденной пленки с квантовыми точками (30кВ, 10^m)**

**Рис.3.2. Фрагмент пленки с квантовыми точками (30кВ, 100^m)**

**Рис 3.3. Отдельные фрагменты пленки содержащие квантовые точки (30кВ, 10pm)**

**Рис 3.4. Рентгеновская диффакция от ансамблей коллоидных КТ CdS при размерах (Ъ0.5 нм).[139]**

**Рис.3.5. Атомно-силовая микроскопия квантовых точек на кремниевой подложке. а)-рельеф б)-распределение жесткости**

**Рис.3.6. Атомно-силовая микроскопия квантовых точек на кремниевой подложке. (а) 3Д рельеф поверхности нанесенных квантовых точек (б). Рельеф**

**Рис.3.7. Сечение рельефа вдоль голубой линии (поперек граней террас)**

**Рис.3.8. Элементный состав квантовой точки CdS . а) таблица элементов. б) Диаграмма состава в зависимости от энергии падающего пучка электронов**

**Рис.3.9. Элементный состав квантовой точки InSb. А) таблица элементов. Б) Диаграмма состава в зависимости от энергии пучка электронов**

**Рис.З.10. РЭМ-изображение образцов нанесённых квантовых точек CdZnS/ZnS (ГТ) [123,141]**

**Рис.З.11. Левая картинка: готовый образец с квантовыми точками. Правая картинка: образец перед установкой в вакуум (контакты еще не обрезаны для наглядности .[123]**

**Рис. З.12. Микроснимки SEM квантовых точек CdS [123]**

**Рис. 3.13. Типичный CL-спектр, полученный от квантовых точек CdS. А-рас-тровый электронный микроскоп. Б- автоэлектронный микроскоп**

**Рис.4.1. Схема катодолюминесцентной лампы с автоэмиссионным катодом из полиакрилонитрильного углеродного волокна**

**Рис.4.2. Увеличенное изображение углеродного волокна в отверстии модулятора (диаметр отверстия 1мм)**

**Рис. 4.3. Травление пучка углеродных волокон коронным разрядом на воздухе, а - до травления. б - после травления**

**Рис.4.4. Внешний вид прототипа катодолюминесцентных ламп с люминофором на основе квантовых точек с автокатодом из пучка полиакрилонитрильных углеродных волокон**

**Рис.4.5. Структура катодно-модуляторногоузла**

**Рис.4.6. Техника изготовления катода**

**Рис.4.7. Нанесение аквадага на торец**

**Рис.4.8. Зависимости анодного тока от напряжения на катоде после 10 мин работы. I-UA=10кВ; 2-Ш=7кВ; 3-Ш=5кВ**

**Рис.4.9. Зависимости анодного тока от напряжения на катоде после. А) - 3 часов работы. Б) - 10 часов работы. I-UА=10кВ; 2-ПА=7кВ; 3-UА=5кВ**

**Рис.4.10. Зависимость тока анода.(а) и модулятора.(б) от времени**

**Рис.4.11. Схема управлсния автоэмиссионным током катода катодолюмипес-центной пальчиковой лампы**