

УДК 535.37

ЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ МИКРОСКОПИЯ ОДИНОЧНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

Степанова М.С. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Захаров В.В.

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Использование конфокальной сканирующей микроскопии позволяет получить изображение люминесценции одиночных квантовых точек при комнатной температуре, которые демонстрируют эффект мерцания и обладают спектрами люминесценции, зависящими от размера квантовой точки.

Введение. Полупроводниковые квантовые точки (КТ), обладают такими люминесцентными свойствами, как высокий квантовый выход, фотостабильность, а также узкий спектр, положение которого можно менять на стадии химического синтеза, благодаря квантово-размерному эффекту. В отличие от молекулярных люминофоров одного вида, отдельные КТ различаются в ансамбле из-за дисперсии по размерам. Но при измерении характеристик, усредненных по ансамблю, важные особенности отдельных КТ теряются. Характерные черты одиночных КТ - мерцание излучения и более узкие спектры люминесценции, относительно ансамбля.

Основная часть.

Квантовые точки CdSe / ZnS с максимумом фотолюминесценции (ФЛ) на длине волны 560 нм были выбраны в качестве объекта исследования благодаря наличию у них высокого квантового выхода люминесценции и свечению в желто-зеленой области спектра, что облегчает их детектирование. КТ были получены методом коллоидного синтеза. Тонкая пленка была получена методом литья на вращающуюся подложку из раствора с низкой концентрацией КТ в гексане. Диаметр полупроводниковых КТ в ансамбле (12-15 нм) был определен при помощи сканирующей электронной микроскопии.

Образец был исследован на атомно-силовом микроскопе, что позволило получить изображение поверхности и построить пространственный профиль образца. Полученные данные, свидетельствуют о том, что в образце присутствуют как отдельные КТ, имеющие аксиальный размер порядка 12 нм, так и конгломераты большего размера. Были зарегистрированы спектры ФЛ ансамбля и нескольких отдельных КТ с использованием лазерного сканирующего конфокального микроскопа. Полуширина спектра ФЛ ансамбля составляет 50 нм, а отдельной КТ равна 10-15 нм. Небольшая полуширина и различные положения полосы ФЛ в зависимости от выбранной КТ свидетельствуют в пользу наблюдения одиночных КТ, усредненный по ансамблю спектр которых является огибающей. Также в результате временной серии были зарегистрированы периодические изменения интенсивности ФЛ отдельных КТ, что можно интерпретировать как их мерцание, при котором происходит переход частицы из темного в светлое состояние. Данные результаты представлены в виде зависимости интенсивности отдельных КТ от времени.

Конфокальная флуоресцентная микроскопия с временным разрешением позволила получить время разрешенное изображение ФЛ и построить кривые затухания ФЛ от отдельных КТ и ансамбля. В результате измерений с временным разрешением меняется интенсивность ФЛ отдельных КТ: черные полосы на фоне излучения ФЛ демонстрируют переход частицы из светлого состояния в темное во время лазерного сканирования. Такое поведение КТ также можно интерпретировать как мерцание. Кроме того, было получено

среднее время жизни от КТ, находящихся в ансамбле (порядка 4 нс), и отдельных КТ (порядка 8 нс).

Выводы. Квантовые точки являются перспективными кандидатами для фотоэлектрических, биомедицинских и других применений. Большое количество исследовательских проектов и научных публикаций выявляют новые свойства люминесцентных нанокристаллов. В этой работе предлагается один из оптических методов наблюдения люминесценции одиночных КТ и изучения их свойств при комнатной температуре с использованием конфокального сканирующего микроскопа.

Степанова М.С. (автор)

Подпись

Захаров В.В. (научный руководитель)

Подпись