

Переход между режимами локализации электрона в коллоидных гетероструктурах типа ядро/оболочка CdTe/CdSe

Дирин Дмитрий Николаевич

Студент V курса

Московский Государственный Университет им.М.В.Ломоносова, Факультет наук о материалах, Москва, Россия

E-mail: ddirin@gmail.com

Полупроводниковые квантовые точки (нанокристаллы) типа ядро-оболочка являются перспективным материалом для создания новых оптоэлектронных приборов. Уникальность их свойств обусловлена широкими возможностями по управлению электронно-уровневой структурой. В случае таких наноструктур появляются новые степени свободы, связанные с возможностью варьирования соотношения радиус ядра – толщина оболочки, а так же разницы в положении краев зон проводимости и валентной зоны материалов ядра и оболочки. Актуальной задачей при этом является контроль эффективной ширины запрещенной зоны, отвечающей низшему по энергии переходу электрон-дырка, и последующих электрон-дырочных переходов.

Ранее была разработана квантовомеханическая модель зонной структуры квантовых точек типа ядро/оболочка на основе CdTe/CdSe. Показано, что в данной системе возможно два различных режима локализации носителей заряда: электрон и дырка преимущественно локализованы в ядре (тип I КТ), электрон и дырка пространственно разделены (тип II КТ). При этом, при достаточной толщине оболочки энергия перехода $1S_e \rightarrow 1S_h$ для исследуемой гетероструктуры может быть меньше таковой для объемных полупроводников CdSe и CdTe, что невозможно в более простых однокомпонентных квантовых точках.

В работе было синтезировано несколько серий гетероструктур типа ядро/оболочка на основе CdTe/CdSe с одинаковыми ядрами и различными толщинами оболочек. Синтез проводился методом термолиза в неполярном органическом растворителе. Для получения ядер CdTe и наращивания оболочки CdSe использовались два различных режима. Условия для синтеза подобраны на основе классической теории зародышеобразования. Поверхность получаемых наночастиц покрыта длинноцепочечной органической молекулой для предотвращения агрегации.

Исследование оптических свойств на серии образцов полученной при непрерывном наращивании оболочки CdSe показало постепенное уменьшение интенсивности экситонного поглощения. Данное явление объясняется изменением режима локализации электрона. Уменьшение интенсивности экситонного пика хорошо согласуется с результатами квантовомеханического моделирования. После достижения некоторого критического значения толщины слоя CdSe экситонный пик уступает место бесструктурному хвосту поглощения. При этом люминесценция, отвечающая энергии рекомбинации электрон-дырочной пары, сохраняется и ее максимум переходит в ИК-диапазон, достигая области 820 нм, что больше, чем длина волны люминесценции объемного CdTe. Анализ второй производной спектров поглощения позволил извлечь положения серии электрон-дырочных переходов, информация о которых может иметь большое значение при создании оптоэлектронных приборов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №07-03-00843-а.