Р.Б. Васильев

Московский Государственный Университет им.М.В.Ломоносова, Москва, 119991, Ленинские горы 1
тел.: +7 (495) 939-5471, эл. почта: romvas@inorg.chem.msu.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-24

Двумерные (2D) полупроводники обладают уникальными электронными свойствами, возникающими из-за атомно-тонкой толщины и двумерной электронной структуры. В последнее время большой интерес привлекают коллоидные квазидвумерные наночастицы A^2B^6 , выращенные химическими растворными методами. Эти системы характеризуются рекордно узкими полосами люминесценции и поглощения, коротким временем жизни носителей заряда и большим сечением поглощения, что делает их идеальными материалами для создания светоизлучающих элементов, фотодетекторов и лазеров.

В настоящем докладе обсуждается коллоидные атомно-тонкие нанолиты полупроводников на основе халькогенидов кадмия, включая подходы к растворному росту, особенности кристаллической структуры и оптических свойств. Данные наночастицы иначе называются коллоидными квантовыми ямами (quantum wells).

Изображения ПЭМ плоского (а) и свернутого (б) нанолита CdTe.

Для роста данных атомно-тонких нанолитов был разработан метод синтеза в коллоидных растворах в температурном диапазоне 110-250°C [1]. Подбор условий позволил вырастить предельно тонкие нанолиты с толщиной 1-2 нм (4 – 7 монослоев) и латеральными размерами до 1 мкм. Подробное исследование с использованием методов HRTEM, HAADF-STEM, SAED, XRD показало совершенную кристаллическую структуру. На рис.1а показаны плоские листы CdTe с размерами порядка 200 нм со структурой цинковой обманки с направлением [001], нормальным к плоскости листа. Было показано, что нанолиты CdTe спонтанно сворачиваются при замене олеиновой кислоты тиолами (рис 1б), формируя многостенные свертки [2]. Сворачивание происходит вдоль направления [110], при этом сохраняется монокристалльный характер листов. Это индуцирует красный сдвиг экситонных полос с одновременным их уширением с сохранением двумерные оптические свойства. Механизм сворачивания связан с кооперативным эффектом лигандов на поверхности.

В оптических спектрах наблюдаются узкие экситонные полосы с шириной 5-8 нм [3], спектральное положение которых определяется толщиной нанолитов. Возможность контроля толщины с точностью до 1 монослоя позволяет прецизионно задавать спектральное положение полос поглощения и люминесценции. Двумерный характер электронных свойств приводит к появлению полос в УФ спектральной области в дополнение к экситонным полосам в видимой области. Основной вклад в высокоэнергетические оптические переходы дают X и M точки 2D зоны Бриллюэна, происходящие из L и X точек 3D зоны Бриллюэна.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 16-29-11694 и 19-03-00481.

Литература

- [1] N. N.Shlenskaya et.al. // Chem. Mater. 2017, 29 (2), pp 579–586.
- [2] R.B.Vasiliev et.al. // Phys. Rev. B, 2017, 95, 165414.
- [3] R.B.Vasiliev et.al. // Chem. Mater. 2018, 30 (5), pp 1710–1717.