

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА РОСТ КРИСТАЛЛОВ CSPbI₃ В ФТОРОФОСФАТНОМ СТЕКЛЕКапустин Г.А.¹Научный руководитель – профессор, доктор химических наук Колобкова Е.В.¹¹Университет ИТМО

Grigory414@yandex.ru

Введение

Перовскиты CsPbI₃ – перспективный материал во многих областях из-за ряда уникальных оптоэлектронных свойств. Неорганические галоидные перовскиты обладают сильным анизотропным поглощением, настраиваемой шириной запрещенной зоны во всей видимой области спектра, высоким квантовым выходом фотолюминесценции, большой длиной диффузии носителя и множеством других полезных оптоэлектронных свойств [1]. Благодаря ним перовскиты CsPbI₃ находят применения в светодиодах, лазерах и солнечных элементах [2]. Однако, в процессе эксплуатации в условиях окружающей среды перовскиты CsPbI₃ демонстрируют фазовую нестабильность, переходя из перовскитной кубической черной α -фазы (фаза с наиболее подходящими свойствами для оптоэлектронных приборов) в неперовскитную желтую δ -фазу [3]. Такой переход значительно ухудшает свойства материала и делает невозможным его применение в различных устройствах. Одним из способов стабилизации является синтез нанокристаллов CsPbI₃ в стекле и последующая термообработка образцов.

Основная часть

В работе будут рассмотрены две серии фторофосфатных стекол с одинаковым составом, но изначально разной плотностью центров кристаллизации. То есть в первой серии образцы были слабо окрашены в коричнево-красный цвет, а во второй образцы были прозрачны в видимой области спектра. В первой серии изменяется температура термообработки, а во второй суммарное время обработки.

Исследование спектральных свойств обеих серий йодных перовскитов показало корреляцию между параметрами термообработки и ростом нанокристаллов. Рост квантовых точек наблюдался как при увеличении температуры, так и при увеличении времени обработки. Наблюдался рост концентрации и среднего размера нанокристаллов. Данные о размерах были получены благодаря соотношению пика люминесценции и размера квантовых точек на основе исследования Han Y. et al. [3]. Образцы из первой серии достигли размера квантовых точек порядка 18 нм.

Квантовый выход образцов был измерен, на основании визуального свечения под ультрафиолетовым излучением. Серия 1 показала наибольший результат значения квантового выхода в 16.8%, образцы из серии 2 максимум достигли величины в 7.4%.

Выводы

В ходе исследования было установлено, что рост кристаллов CsPbI₃ происходит как при увеличении температуры термообработки, так и при увеличении ее времени. Данный вывод подтверждается спектрами поглощения, люминесценции, а также измерениями квантового выхода. Важную роль в определении оптических свойств образцов сыграла изначально плотность концентрации центров кристаллизации. Удалось достичь результата квантового выхода 16.8% для перовскита CsPbI₃ во фторофосфатном стекле.

Литература

1. Fu Y. et al. Metal halide perovskite nanostructures for optoelectronic applications and the study of physical properties // Nature Reviews Materials. 2019. Vol. 4. no. 3. P. 169-188.

2. Wang N., Wu Y. First-Principles Investigation into the Interaction of H₂O with α -CsPbI₃ and the Intrinsic Defects within It // Materials. 2024. Vol. 17. no. 5. P. 1091.
3. Han Y. et al. Lattice distortion inducing exciton splitting and coherent quantum beating in CsPbI₃ perovskite quantum dots // Nature Materials. 2022. Vol. 21. no. 11. P. 1282-1289.