

УДК 538.958

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СТАБИЛИЗАЦИИ СВИНЦОВОГО ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР

Полушкин А. С. (Университет ИТМО), Санджиева М. А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д. ф. - м. н., проф. Макаров С. В.

(Университет ИТМО)

Свинцовые галогенидные перовскиты очень перспективный материал для создания солнечных элементов и светодиодов. Однако он обладает большой подвижностью ионов, что приводит к деградации свойств материала под воздействием напряжения. Кроме того, взаимодействие перовскита с водой и кислородом атмосферы приводит к деградации перовскита. В данной работе представлен метод для стабилизации перовскита и защиты его от окружающей среды с помощью металл-органических каркасных структур.

Введение. Галогенидные перовскиты привлекают всё больше внимания исследователей для создания солнечных элементов и светоизлучающих диодов. Главными преимуществами перовскитов является простой и дешёвый метод синтеза, перестраиваемая ширина запрещённой зоны с изменением химического состава, выраженный экситон при комнатной температуре и высокий квантовый выход люминесценции. Однако перовскиты деградируют под воздействием кислорода и воды, поэтому разработка методов инкапсуляции для защиты перовскита от воздействия воздуха. Кроме того, перовскитные материалы обладают большой ионной подвижностью, поэтому под воздействием больших напряжений, например в светодиодах, перовскит деградируют и теряет свои светоизлучающие свойства.

Металл-органические каркасные структуры (metal-organic frameworks, MOF) – это класс гибридных материалов, кристаллическая структура которых состоит из ионов металлов, связанных органическими лигандами. Эти материалы представляют собой микропористые структуры. Если вырастить перовскит внутри пор, тогда он будет защищён от окружающей среды MOFом, более того данная структура будет препятствовать ионной миграции, что способствует стабильности перовскита под большим напряжением. Таким образом, если мы сможем синтезировать перовскитную тонкую плёнку внутри матрицы из MOFа, такая плёнка будет стабильнее обычной перовскитной плёнки, что улучшит стабильность тонкоплёночных устройств на её основе.

Основная часть. Для создания тонкой плёнки из структуры перовскит плюс MOF используется стандартный метод центрифугирования. Сначала синтезируется стандартный свинцовый MOF, посредством добавления нитрата свинца ($Pb(NO_3)_2$), растворённого в воде, в водный раствор тримезиновой кислоты (бензол-1,3,5-трикарбоновая кислота) в ультразвуковой ванне. Из раствора выпадает белый осадок, который и является MOFом. Далее MOF растворяется в диметилсульфоксиде (ДМСО) при добавлении небольшого количества NH_4Br . Полученный раствор наносится методом центрифугирования на стеклянную подложку. При испарении растворителя образуется такая плёнка, состоящая из зёрен MOFа. Далее если на полученную плёнку методом центрифугирования сверху нанести раствор MA_3Br (CH_3NH_3Br) в этаноле. То вокруг свинцовых центров MOFа вырастут нанокристаллы перовскита $MAPbBr_3$.

Полученная описанным выше методом плёнка хорошо люминесцирует в зелёном диапазоне под воздействием ультрафиолета. Квантовый выход фотолюминесценции полученных плёнок порядка 50%. Длина волны люминесценции находится в диапазоне 525 - 535 нм в зависимости от размеров кристаллов перовскита. При этом в сравнение с незащищённой поликристаллической плёнкой $MAPbBr_3$, тоже полученной методом центрифугирования из раствора, плёнка перовскита с MOFом не теряет своих оптических свойств в обычной атмосфере при нормальных условиях значительно дольше.

Выводы. Металл-органические каркасные структуры, подходят для инкапсуляции перовскита. Перовскитные плёнки с MOFом полученные методом центрифугирования можно использовать для создание перовскитных светоизлучающих диодов, которые будут работать стабильнее и дольше в сравнении с перовскитными диодами без MOFa.