

УДК 620.3, 53.086

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРОВСКИТНЫХ ПЛЕНОК MAPbI_3 , СФОРМИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВОК

Маргарян И.В. (Университет ИТМО), Ведерникова А.А. (Университет ИТМО),

Бабаев А.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Литвин А.П.

(Университет ИТМО)

Была изучена возможность модификации перовскитного слоя и улучшения ее оптических характеристик с использованием углеродных точек и органических соединений в качестве добавок. Внесение добавок осуществлялось как их непосредственным включением в раствор прекурсора перовскита, так и добавлением в антирастворитель. Оба метода положительно повлияли на свойства пленки, о чем свидетельствуют АСМ изображения и фотолюминесцентный анализ полученных слоев.

Введение. Уникальные свойства перовскита, такие как высокий коэффициент поглощения, высокая подвижность носителей заряда, большая длина диффузии и малая энергия связи экситона, делают его одним из наиболее перспективных материалов для изготовления эффективных оптоэлектронных приборов, в частности, для создания солнечных элементов (СЭ). Преимуществами СЭ на основе перовскита являются простое, экономичное производство и высокая эффективность преобразования солнечной энергии. Тем не менее, перовскитные солнечные элементы (ПСЭ) далеки от промышленного производства и коммерциализации. Причиной этого является деградация перовскитного слоя под воздействием кислорода, солнечного излучения и влаги, что приводит к ухудшению характеристик ПСЭ. Один из подходов к преодолению этих проблем является внесение в перовскитный слой различных вспомогательных компонентов, таких как углеродные точки (УТ) и органические соединения, используемых для пассивации иодида свинца, увеличения размеров зерен и улучшения экстракции носителей заряда к транспортным слоям.

Основная часть. УТ, используемые в качестве добавок к прекурсорам перовскита, были получены из флороглюцинола (источник углерода) и азотосодержащего растворителя - диметилформамида (DMF). Синтезированные УТ обладали карбоксильными поверхностными группами. Изображения морфологии поверхности перовскитных слоев, полученные средствами атомно-силовой микроскопии, показали увеличение размеров зерен перовскита до определенной концентрации УТ в растворе перовскита, и уменьшение размеров зерен при дальнейшем увеличении концентрации. Увеличение размеров зерен перовскита приводит к уменьшению ловушечных состояний на границах зерен, что в свою очередь способствует эффективной экстракции носителей заряда. Возможная причина данных изменений заключается в контролируемой нуклеации и кристаллизации перовскитных зерен, которым могут способствовать функциональные группы на поверхности УТ, обеспечивая сильные связи между перовскитными зернами при низких концентрациях УТ. При высоких концентрациях предполагается хаотичное образование многочисленных кристаллов с меньшими размерами.

Использование фенилендиамина в качестве добавки в прекурсор перовскита также положительно влияет на свойства перовскитного слоя. Добавление фенилендиамина до определенной концентрации значительно увеличивает время жизни фотолюминесценции (ФЛ) в результате пассивации дефектов в слое. При больших концентрациях фенилендиамина время жизни ФЛ уменьшается.

Похожая корреляция наблюдается при добавлении дипиридина с помощью антирастворителя в перовскитный слой. С увеличением концентрации дипиридина перовскитный слой становится матовым, что свидетельствует об образовании слоя дипиридина на поверхности перовскитной пленки. Интенсивность ФЛ и времена жизни растут

при с ростом концентрации дипиридина в антирастворителе, что говорит о пассивации поверхностных дефектов и ловушечных состояний.

Выводы. В работе представлены методы модификации перовскитного слоя. Было обнаружено, что УТ, включенные в слой перовскита, приводят к пассивации дефектов на границах зерен, что способствует увеличению размеров последних. Позитивно влияет на перовскитную пленку также добавление органических соединений. Добавление фенилендиамина в прекурсор перовскита увеличивает время жизни фотолюминесценции, что указывает на пассивацию дефектов в перовскитном слое. Также были приведены результаты добавления в перовскитный слой дипиридина в растворе антирастворителя. Увеличение времени жизни и интенсивности ФЛ при этом указывало на пассивацию ловушечных состояний.