**Термо-фотостабильность и функциональные свойства плёнок смешаннокатионных иодоплюмбатов метиламмония, формамидиния и цезия с добавками PbI2 для перовскитных солнечных элементов**

***Мисютин В.А., Белич Н.А.***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: misyutinva@my.msu.ru*

Для улучшения полупроводниковых характеристик плёнок гибридных перовскитов часто используется введение добавок иодида свинца в материал, что достигается при введении избытка PbI2 в раствор прекурсоров. Эта добавка, в частности, существенно влияет на процесс кристаллизации материала, и, с одной стороны, может пассивировать дефекты на границах кристаллитов перовскита, улучшая его стабильность и повышая КПД фотоэлемента, но с другой стороны подвержена фотолизу и может также ухудшать фотостабильность материала. Целью исследования является установление влияния добавок PbI2 в раствор прекурсоров перовскита на морфологию, функциональные свойства и фото-термостабильность светопоглощающих плёнок.

В ходе работы в текущем семестре были сделаны серии тонких плёнок смешаннокатионного гибридного перовскита FA0.85MA0.1Cs0.05PbI3, отожжённых при 100°C и 120°C в течение 10/20/30/60 минут, в качестве хлоридного прекурсора был использован MACl с массовой долей 15%, а также добавка PbI2 от 0% до 5%. По результатам данных рентгенофазового анализа было выявлено увеличение количества примеси PbI2 в плёнках при увеличении добавки PbI2 в смеси прекурсоров, а также при увеличении температуры отжига и длительности отжига.

Согласно данным фотолюминесцентной спектроскопии максимальная интенсивность фотолюминесценции, соответствующая меньшей плотности дефектов, достигается при температуре 100°C и длительности отжига 10 минут, однако фото-термостабильность плёнок с отжигом при 120°C выше. Оптимальное количество добавки PbI2, при котором наблюдается наибольшая интенсивность фотолюминесценции - 2% PbI2. При анализе динамики изменения спектров фотолюминесценции образцов при облучении (белый свет, 100 мВт/см2) и одновременном нагреве до 85°C в инертной атмосфере было обнаружено, что наибольшая фото-термостабильность наблюдается у образца без добавок PbI2 и с отжигом 120°C в течение 60 минут, при котором перовскит, однако, частично разлагается с образованием PbI2.

Изготовлены прототипы солнечных элементов на основе плёнок " FA0.85MA0.1Cs0.05PbI3 +15%MACl" c архитектурой "ITO / PTAA / вспомогательный слой/ перовскит / C60 / BCP / Cu / SiOx" с КПД до 18%. По данным вольтамперометрии было выявлено уменьшение Voc при увеличении температуры и длительности отжига, что свидетельствует об увеличении доли безызлучательной рекомбинации в слое перовскита (согласуется с данными фотолюминесцентной спектроскопии). Установлено, что высокотемпературный длительный отжиг (120˚C 60 мин) приводит к увеличению КПД на ~7% по сравнению с низкотемпературным кратковременным отжигом (100 ˚C 30 мин).

*Исследование выполнено за счёт гранта РНФ (проект № 25-73-20095).*