

## СТРУКТУРНОЕ И ОПТИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СМЕШАННОГО I/CL ПЕРОВСКИТА ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ МАЛОГО КОЛИЧЕСТВА КАТИОНА ЭТИЛЕНДИАММОНИЯ

В.С. Будник<sup>1</sup>, А.А. Степанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск  
E-mail: valeria.budnik@mail.ru

Солнечные элементы на основе металлорганических перовскитов широко исследуются благодаря их высокой эффективности и относительно недорогому процессу изготовления. Для получения высококачественных тонких плёнок перовскита важным процессом является контролируемая кристаллизация, которая позволяет уменьшить количество структурных дефектов. Амины могут сильно координироваться с ионами свинца и поэтому имеют большие перспективы для управления ростом кристаллитов в плёнке перовскита [1]. В настоящей работе представлены результаты изучения введения этилендиаммониевого катиона в смешанный I/Cl металлорганический перовскит и его влияние на структуру и светопропускание. Плёнки толщиной 0,8-1,0 мкм были получены центрифугированием (500 об/мин) с последующим отжигом при T=100 °C в течение 5 минут. Растворы прекурсора перовскита получали смешиванием хлорида метиламмония CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>Cl с PbI<sub>2</sub> (молярное соотношение 1:1) в диметилформамиде (концентрация данного перовскита в растворителе составляет 60 г/л), диодид этилендиаммония (H<sub>3</sub>NC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>NH<sub>3</sub>I) в концентрации 10 г/л добавляли в раствор при перемешивании. Оптические спектры снимались на спектрофотометре МС-122 в области длин волн (λ) 380–1000 нм. Морфология поверхности плёнок перовскита была исследована с помощью оптического микроскопа МКИ-2М.

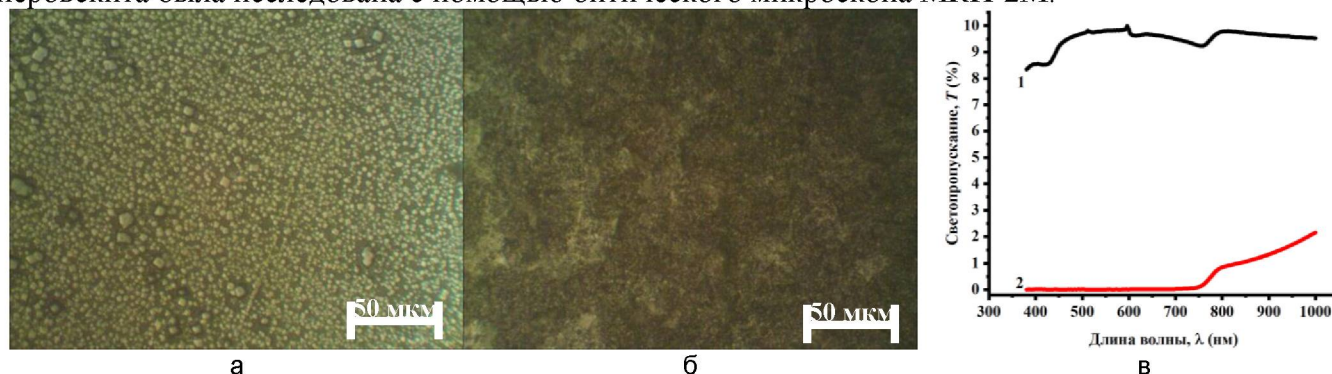


Рис. 1. Структура исходного (а) и модифицированного (б) перовскитного покрытия; спектры пропускания (в) перовскитов без добавок (1) и с введением катиона этилендиаммония (2).

Плёнки исходного смешанного перовскита CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>2</sub>Cl имеют чёрный цвет. Образец без добавок состоял из мелких квадратных кристаллитов 3,40 – 6,30 мкм с редкими промежутками между ними. Отдельные микрокристаллы собирались в частицы округлой формы диаметром до 9,0 мкм (рисунок 1а). В модифицированном перовските покрытие становится красновато-чёрным и приобретает зернистую сплошную структуру с размером частиц 0,92–1,37 мкм (рисунок 1б).

Для исходного перовскита понижение светопропускания происходит после пика (λ=596 нм, T=10 % – наивысшее значение), перегибы обнаруживаются в диапазонах 390–430 нм (фиолетовая область спектра) и 596–802 нм (инфракрасная область) (рисунок 1в, кривая 1). Дальнейшее падение происходит более плавно. Для допированного перовскита показатель светопропускания T равен 0% при λ=380–600 нм. В последующем диапазоне обнаруживается стремительное повышение пропускания (λ=1000 нм, T=2,16 % – наивысшее значение) (рисунок 1в, кривая 2).

Полученные результаты показали, что введение катиона этилендиаммония в металлоорганический перовскит приводит к повышению качества покрытий за счёт создания сплошной зернистой структуры. Светопропускание модифицированных перовскитных плёнок снижается во всей области видимого спектра. Такие изменения структуры и катионного состава перовскитов благоприятно воздействуют на оптические свойства и эффективность перовскитных солнечных элементов.