

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ДИОДИДА ЭТИЛЕНДИАММОНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ И СВЕТОПОГЛОЩЕНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ ПЕРОВСКИТОВ

**В.С. Будник¹, А.К. Тучковский¹, В.В. Филиппов¹, В.А. Лабунюв¹*

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6, e-mail valeria.budnik@mail.ru

THE EFFECT OF ETHYLENEDIAMMONIUM DIODIDE ADDITIVE ON THE MORPHOLOGY AND LIGHT ABSORPTION OF ORGANOMETALLIC PEROVSKITES

**V.S. Budnik¹, A.K. Tuchkovsky¹, V.V. Filippov¹, V.A. Labunov¹*

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus, 220013 Minsk
P. Browka 6, e-mail: valeria.budnik@mail.ru

We studied iodine perovskites before and after modification with the addition of ethylenediamine, which was introduced into the structure in the form of a diiodideammonium salt. The size, shape of crystallites and optical absorbance were analyzed. Data were obtained on the influence of the carbon skeleton with two amino groups on the above properties of perovskites. The influence of the substitution reaction between the initial perovskite and the added addition of diiodideammonium salt on the structure and light absorption of the resulting films has been demonstrated.

Солнечные элементы на основе металлорганических перовскитов широко исследуются благодаря их высокой эффективности и простоте изготовления. Контролируемая кристаллизация имеет практическое значение для получения высококачественных тонких плёнок перовскита с уменьшенным количеством структурных дефектов. Амины могут сильно координироваться с ионами свинца и широко используются для управления ростом кристаллитов перовскита [1].

В настоящей работе изучалось внедрение добавки этилендиамина в виде четвертичной диаммониевой соли. Исследовались морфологические и оптические свойства в зависимости от концентрации соединения. Плёнки толщиной 0,8–1,0 мкм были получены blade-coating методом, затем отжигались при $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 минут. Растворы прекурсора перовскита получали смешиванием $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ с PbI_2 в соотношении 1:1, диодидаммониевую соль добавляли в сам прекурсор при перемешивании.

В перовските без добавок, который имеет чёрный цвет, обнаруживаются крупные кристаллиты шестиугольной формы, вогнутые в центре, размерами от 4,0 до 8,0 мкм (средний размер 6,2 мкм) (рис. 1а). При добавлении

соли этилендиамина в концентрации 20 г/л образуются мелкие треугольные кристаллиты размерами 2,0–2,5 мкм, пустоты практически исчезают, а сама плёнка становится красно-оранжевой (рис. 1б).



Рис. 1. Внешний вид кристаллитов перовскитов без добавок (а) и с этилендиаммониевой солью (б); спектры поглощения перовскитов без добавок (1) и с включением соли (2)

При изучении светопоглощения вышеуказанных перовскитных образцов наблюдается увеличение поглощения света при добавлении этилендиамина и значительное смещение максимума на кривой поглощения, в сторону меньших длин волн при добавлении диаммониевой соли (от 758 нм (красная область спектра) для плёнок без добавок до 544 нм (зелёная область) при наличии этилендиаммониевой добавки содержанием 20 г/л (рис. 1а). Для перовскита без добавок снижение поглощения в области за перегибом происходит в районе около 800 нм (инфракрасная область). Применение добавки значительно меняет характер изменения поглощения, приводя к его резкому уменьшению при длинах волн выше 544 нм. Это связано с частичным замещением однозарядного катиона метиламмония на двухзарядный катион этилендиаммония большего размера, что приводит к сужению кристаллической решётки перовскита и смещению максимума поглощения в сторону зелёной области спектра (см. рис. 1в (2)).

Таким образом, были выявлены нюансы морфологии и поглощения света перовскитных плёнок без добавок и с этилендиаммониевой солью. Установлено, что этилендиаммония диодид благоприятно влияет на оптические свойства плёнок путём значительного уменьшения размера пустот и упорядочения кристаллитов. Закрепление слоя двух аминогрупп пассивирует дефекты на поверхности перовскита.

Литература

1. Xie, J. Modulating MAPbI₃ perovskite solar cells by amide molecules: Crystallographic regulation and surface passivation // J. Xie // Journal of Energy Chemistry. – 2020. – Vol 56. – № 7. – P. 20–26.