

ПОВЕРХНОСТНАЯ СТРУКТУРА И СВЕТОПРОПУСКАНИЕ ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИХ ПЕРОВСКИТОВ, ЛЕГИРОВАННЫХ RNH_3^+ КАТИОНАМИ

В. С. Будник, И. А. Врублевский

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск*

Демонстрируются результаты исследований структуры и светопропускания хлор-замещенного металлоорганического перовскита состава $CH_3NH_3PbI_2Cl$ в ходе легирования аммониевыми катионами состава RNH_3^+ .

Ключевые слова: металлоорганические перовскиты, аммониевые катионы, светопропускание.

SURFACE STRUCTURE AND LIGHT TRANSMISSION OF CHLORINE-SUBSTITUTED ORGANOMETALLIC PEROVSKITES DOPED WITH RNH_3^+ CATIONS

V. S. Budnik, I. A. Vrublevsky

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

This paper presents the results of a study of the structure and light transmission of a chlorine-substituted organometallic perovskite of the composition $CH_3NH_3PbI_2Cl$ upon doping with ammonium cations of the composition RNH_3^+ .

Keywords: organometallic perovskites, ammonium cations, light transmittance.

Солнечные элементы на основе металлоорганических перовскитов широко исследуются благодаря их высокой эффективности и относительно недорогому процессу изготовления. Для получения высококачественных тонких пленок 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 пленке перовскита [1].

Цель работы – изучение влияния введения RNH_3^+ катионов на морфологию и светопропускание пленок хлорзамещенного металлоорганического перовскита состава $CH_3NH_3PbI_2Cl$.

Методика эксперимента. Пленки толщиной 0,8–1,0 мкм были получены центрифугированием (500 об/мин) с последующим отжигом при $T = 100$ °C в течение 5 минут. Раствор перовскита получали смешиванием CH_3NH_3Cl с PbI_2 (молярное соотношение 1:1) в диметилформамиде, катионы фениламмония (в соли анилина) и этилендиаммония (концентрации соответствующих иодидаммониевых солей 30 г/л) добавляли при перемешивании. Спектры светопропускания снимались на спектрофотометре МС-122 в области длин волн (λ) 380–1000 нм. Морфология поверхности модифицированных пленок перовскита была исследована с помощью оптического микроскопа МКИ-2М.

Пленки исходного перовскита (60 г/л) и с добавкой йодида аммония имели черный цвет. Образец без легирования 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 (рис. 1, а). Темно-

серые пленки с катионом фениламмония имеют крупные кристаллиты листовидной формы размерами до 200 мкм (рис. 1, б). Катион этилендиаммония приводит к образованию красновато-черной зернистой практически сплошной (с мелкими единичными пустотами) пленки с размером частиц 0,92–1,37 мкм, объединенных в чешуевидные агломераты (рис. 1, в).

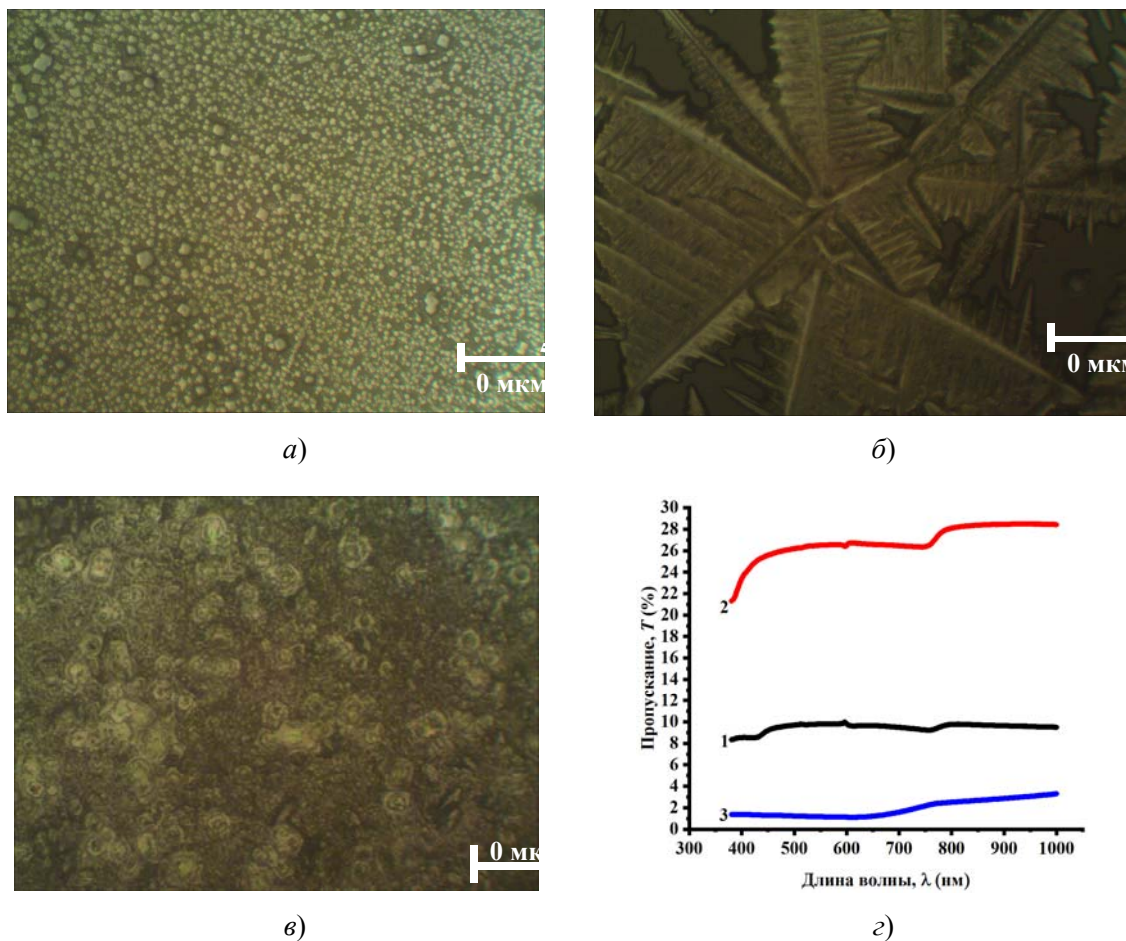


Рис. 1. Структура исходного перовскита (а), модифицированного катионами фениламмония (б) и этилендиаммония (в), спектры пропускания перовскитов (г)

Исследование оптических свойств исходного образца выявляет повышение значений светопропускания до $T = 10\%$ при длине волны $\lambda = 596$ нм, сменяющееся неравномерным изменением (рис. 1, г, кривая 1). Пленка перовскита с катионом фениламмония отличается крайне высоким значением светопропускания во всем исследуемом диапазоне длин волн, что связано с крупными размерами и количеством межкристаллитных промежутков, не задействованных в преобразовании света (рис. 1, г, кривая 2). До достижения желтой области при 608 нм происходит рост светопропускания, сопровождаемый двумя небольшими пиками с дальнейшими перегибами при 512 и 598 нм ($T = 26,24$ и $26,41\%$ соответственно), затем небольшое уменьшение до перегиба на длине волны 746 нм с дальнейшим ростом и достижением плато при 910 нм во всей инфракрасной области спектра со значением пропускания $28,48\%$. Введение в перовскит катиона этилендиаммония приводит к значительному снижению светопропускания, значения которого не превышают $3,30\%$, чему способствует практически полное отсутствие пустот в пленке (рис. 1 г, кривая 3).

Модификация металлоорганического хлорзамещенного перовскита при помощи катиона этилендиаммония приводит к повышению качества покрытий за счет создания практически сплошной зернистой структуры. Светопропускание модифицированных перовскитных пленок понижается во всей области видимого спектра. Такие изменения структуры и катионного состава перовскитов благоприятно воздействуют на оптические свойства и эффективность перовскитных солнечных элементов.

Л и т е р а т у р а

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.