

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК SnS_x , ПОЛУЧЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В современных условиях сохранение высокого уровня энергопотребления сопряжено с неотвратимым выбором между ископаемыми и возобновляемыми или альтернативными источниками энергии. В этой связи среди множества новых энергетических технологий солнечная энергетика активно развивается с использованием как традиционного кремния, халькогенидных полупроводников и других материалов [1].

В последние годы сенсibilизированные красителем солнечные элементы, как представитель солнечных элементов третьего поколения, достигли в лабораторных условиях эффективности фотоэлектрического преобразования более 13 % и быстро развивались благодаря пониженной стоимости и технологичности. Однако в этих элементах для эффективного поглощения света фоточувствительный слой должен иметь толщину более 10 мкм, а обесцвечивание органических красителей приводит к деградации элементов.

В 2009 году японские ученые установили, что органический металлогалогенный перовскит похож на красители и может поглощать солнечный свет. В 2012 году впервые были представлены полностью твердотельные перовскитовые солнечные элементы с эффективностью преобразования 9,7 %. Уже в 2016 году эффективность преобразования составила 22,1 %.

Перовскитовые материалы, используемые в солнечных элементах, представляют собой своего рода органо-неорганическое галогенидное металлсодержащее соединение со структурой перовскита и общей формулой ABX_3 , в котором группа А (метиламмоний CH_3NH_3^+ (MA^+) или формамидиний $\text{HC}(\text{NH}_2)_2^+$ (FA^+)) расположена в вершине гранцентрированной кубической решетки, а катион металла В (Pb^{2+} , Sn^{2+} и др.) и анион галогена X (Cl^- , Br^- или I^-) занимают центр и вершину октаэдров соответственно.

В последние годы были разработаны различные функциональные структуры перовскитовых солнечных элементов на основе мезопористых или плоских гетероструктур. Основное отличие плоской структуры от мезоскопической заключается в том, что плоская структура не содержит пористый каркас из оксида металла, например, TiO_2 , ZnO , в

светопоглощающей части структуры. В качестве электродных слоев используются ИТО, а также благородные металлы, в качестве электро-транспортных слоев используют оксиды, чаще n-типа, и органические полупроводники, чаще p-типа.

Основной целью исследований методов получения компактных перовскитовых пленок является улучшение электрического контакта между различными слоями функциональной структуры, снижение плотности дефектов и потерь для достижения высокой эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую.

Авторы [2] приводят данные о влиянии метода синтеза на выходные параметры фотовольтаических гетероструктур на основе перовскитного светопоглощающего слоя. Показано, что наиболее перспективные показатели солнечных элементов, включая эффективность фотопреобразования на уровне 16,5 % получены при использовании метода осаждения перовскитных слоев из газовой фазы (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели кремниевых и перовскитных солнечных элементов

| Материалы и технологии | | Напря- жение холо- стого хода, В | Плотность тока короткого замыкания, мА/см ² | Фактор заполне- ния свето- вой ВАХ, % | КПД, % |
|------------------------|---------------------------------|--|--|---|-----------|
| Кремниевые | | 0,578 | 31 | 82 | 14,9 |
| Перов- скит- ные | Метод растворения | 0,905 | 22 | – | 15,7 |
| | Метод осаждения из газовой фазы | 1,10 | 19,25 | 63–78 | 16,5 |
| | Метод осаждения-растворения | – | 21,3 | – | 12,1 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications / McEvoy A. [et al.]. – Elsevier, 2003. – 585 p.
2. Perovskite-based Solar cells: Materials, Methods and Future perspectives / Zhou D. [et al.] // J. Nanomaterials. – 2018. – Ar.ID 8148072. – 15 p.