

сать общей формулой $AA'_2B_2O_7$, где А — щелочноземельный металл, А' — редкоземельный металл, В — трехвалентный металл (In^{3+}).

В настоящей работе получены составы слоистых перовскитов, $BaNd_{1,9}M_{0,1}In_2O_{6,95}$ ($M = Sr, Ba$) путем катионного допирования матричного состава $BaNd_2In_2O_7$, исследована их структура, кислородно-ионная и протонная проводимости. Показано, что внедрение допанта (Sr, Ba) приводит к увеличению значений проводимости на 0,3 порядка величины. Установлено, что в условиях влажного воздуха при температурах ниже $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдается преобладание протонной проводимости.

Получение структур PbS/Si методом гидрохимического осаждения: состав, структура и свойства*

**Р. К. Абдурахимова^{1,2}, А. С. Шмыгалев^{1,2},
С. С. Туленин¹, А. В. Суздальцев^{1,2}**

¹ Уральский федеральный университет

им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

² Институт высокотемпературной электрохимии

Уральского отделения Российской академии наук

В связи с высокими темпами роста энергопотребления и роста цен на энергоносители, повышением требований к чистоте и экологической безопасности производства электроэнергии, актуальной задачей становится развитие возобновляемой энергетики [1]. Перспективными способами повышения эффективности преобразования солнечной энергии являются улучшение характеристик материалов на основе кремния и разработка альтернативных материалов и структур для применения в солнечной энергетике [2].

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина «Приоритет-2030».

Повысить эффективность солнечных батарей позволяют многослойные («тандемные») материалы и структуры [3]. Преимуществом таких структур является их способность эффективно использовать более широкий спектр солнечного излучения. Однако производство таких материалов представляется многостадийным и дорогостоящим. В связи с этим, несмотря на меньшую эффективность, определенный интерес представляют многослойные структуры на основе доступных материалов — кремния и халькогенидов.

Сульфид свинца является одним из наиболее распространенных халькогенидов с уникальными свойствами, что делает его перспективным материалом не только для создания эффективных фотоэлектрических преобразователей, но и для фоторезисторов, температурно-чувствительных датчиков, детекторов в инфракрасной области спектра [3].

В ходе работы нами проведена и разработана методика химического осаждения пленок PbS из водных сред при температуре 80 °C при варьировании исходного состояния кремниевой подложки и присутствия сенсibiliзирующей добавки NH_4Cl .

Таблица 1

Условия подготовки кремниевых подложек и осаждения PbS

Номер образца	Обработка исходной подложки	Осаждение PbS
0	Обработка в растворе NaHCO_3 , промывка в кипящей воде	Без пленки, образец сравнения
1		Осаждение PbS без NH_4Cl
2	Обработка в растворе NaHCO_3 , промывка в кипящей воде, травление в растворе KOH, промывка в кипящей воде	Без пленки, образец сравнения
3		Осаждение PbS в присутствии NH_4Cl
4	Обработка в растворе NaHCO_3 , промывка в кипящей воде	Осаждение PbS в присутствии NH_4Cl

Осаждение проводили в реакторах из молибденового стекла в термостатируемых условиях с точностью поддержания температу-

ры $\pm 0,1$ °С. Раствор для осаждения готовили последовательным смешением рассчитанных объемов водных растворов $1\text{M Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (хч), $1,6\text{M Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (чда), $13,2\text{M NH}_4\text{OH}$ (чда), $5\text{M NH}_4\text{Cl}$ (чда) и $2\text{M CSN}_2\text{H}_4$ (хч). Условия подготовки кремниевых подложек и осаждения PbS приведены в табл. 1. Микрофотография типичного осадка кремния приведена на рис. 1.

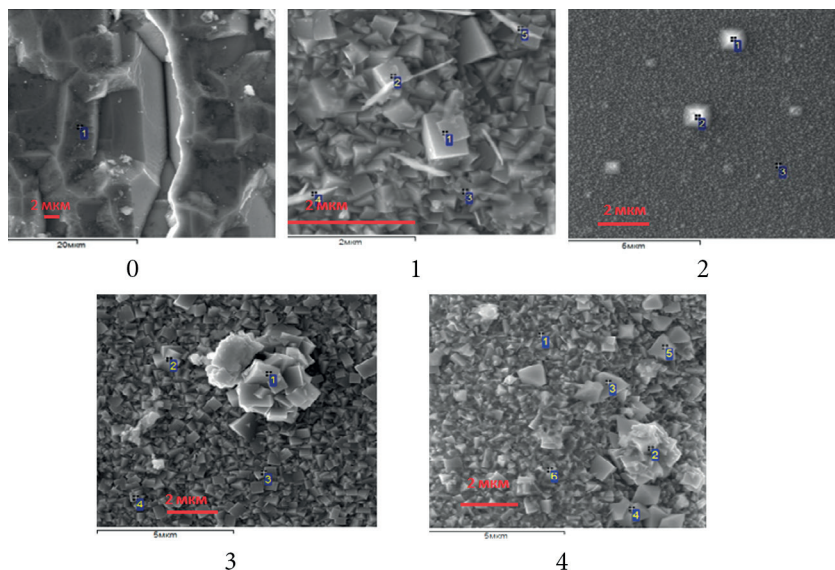


Рис. 1. SEM images образцов кремниевых подложек (0 и 2) и осажденных образцов PbS (1, 3 и 4)

В результате работы показана впервые апробированная методика получения слоистых структур гидрохимическим осаждением пленок PbS на поверхности кремниевых подложек толщиной до 645 нм.

Список источников

1. Zakirov D. G., Slautin Yu. A. Renewable and secondary power sources relevance for small-scale power generation in the Perm territory // Rus. Coal Journal. 2017. P. 60–63.

2. Sahoo M. K., Kale P. Restructured porous silicon for solar photovoltaic: A review // Microporous Mesoporous Mater. 2019. Vol. 289. P. 109619.

3. Lead sulfide films with low iron doping: correlation between iron position and optical properties evolution / E. V. Mostovshchikova, V. I. Voronin, L. N. Maskaeva et al. // J. All. & Comp. 2021. Vol. 852, P. 156932.

**Влияние индия на транспортные свойства
гексагонального перовскита $\text{Ba}_5\text{In}_2\text{Al}_2\text{ZrO}_{13}$ ***

Р. Д. Андреев^{1,2}, И. Е. Анимица^{1,2}

¹Уральский федеральный университет

им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

²Институт высокотемпературной электрохимии

Уральского отделения Российской академии наук

Водородная энергетика на данный момент испытывает к себе довольно высокий интерес. Исследовательская деятельность в рамках реализации концепции водородной энергетики направлена в том числе на создание топливных элементов, работающих на водородном топливе. В качестве протонообменной мембраны в подобных топливных элементах, работающих в области средних температур (500–700 °С), могут использоваться сложные оксиды. Данные сложнооксидные материалы должны удовлетворять ряду требований, в числе которых высокие значения протонной проводимости в интервале рабочих температур топливного элемента, а также химическая стойкость. Поиск подобных материалов составляет важную материаловедческую задачу. Основная масса работ, посвященных поиску протонпроводящих оксидных материалов, была направлена на исследование кубических перовскитов, тогда как гексагональные перовскиты практически не исследовались. Недавние исследования показали, что гексагональные перовскиты ввиду структурных особенностей этих соединений способны проявлять высокие значения

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-23-20003.