

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ермановой Инги Олеговны

«Модификация поверхности NiO_x тонких пленок и многоступенчатая кристаллизация фотоактивных слоев для высокоэффективных р-і-п перовскитных солнечных элементов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.3 — «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»

Среди развивающихся фотовольтаических технологий особый интерес представляют перовскитные солнечные батареи (ПСБ), где в качестве фотоактивного слоя используются смешанные галогениды свинца. Эффективности ПСБ на сегодняшний день достигают 26 %, что сравнимо с эффективностью ячеек на основе кристаллического кремния. Кроме того, оптические свойства фотоактивного слоя можно настраивать с помощью изменения его состава, что позволяет создавать устройства для преобразования света от специфических источников излучения. Другим важным преимуществом ПСБ является возможность нанесения фотоактивного слоя из растворов органических соединений, что делает возможным масштабирование производства с применением печатных и рулонных технологий. Главным препятствием на пути к коммерциализации ПСБ остается их недостаточная стабильность в условиях работы.

Целью представленной работы является повышение стабильности ПСБ инвертированной р-і-п конфигурации посредством модификации поверхности дырочно-транспортного слоя NiO_x с помощью органических пассивирующих прослоек. В ходе работы были получены следующие результаты:

1. Оптимизирован двустадийный метод нанесения однокатионного и мультикатионного перовскита с применением растворных методов (спин-коатинг и дип коатинг).
2. Исследованы пассивирующие прослойки на основе полиметилметакрилата (РММА), полиэтиленоксида (РЕО) и CuI на интерфейсе NiO_x /перовскит, выявлено положительное влияние введения прослоек на характеристики и стабильность ПСБ.
3. Отработан технологический процесс масштабирования р-і-п перовскитных солнечных элементов с прослойками органических изоляторов ($0,09 \text{ см}^2$) до минимодулей площадью $10,00 \text{ см}^2$.

Диссертационная работа выполнена на высоком уровне с использованием современных методов сборки и исследования устройств. Результаты работы опубликованы в трех статьях в международных журналах, а также неоднократно представлялись на научных конференциях в сфере перовскитной фотовольтаики. В рамках работы получены устройства с высокими эффективностями до 18,6 %, что соответствует текущему уровню развития технологии. Практический задел заключается в том, что произведено масштабирование технологии до 10 см^2 с эффективностью устройств 8% и повышенной стабильностью по сравнению с референсной ячейкой, благодаря грамотному дизайну пассивирующей прослойки.

Работа не лишена недостатков, присутствуют опечатки, а некоторые моменты требуют более развернутого обсуждения, в частности:

1. Поверхность перовскита на NiO_x оценивали методом сканирующей электронной микроскопии на подложках из кремния. Однако в устройствах в качестве подложки

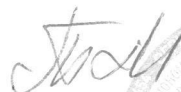
используются проводящие стекла со слоем ITO. Будет ли поверхность перовскита на NiOx в данном случае зависеть от субстрата?

2. На рис. 16 приведены только прямые ВАХ, в связи с чем нет возможности судить о наличии гистерезиса. Для устройств большой площади наблюдается s-образная форма кривой (double diode model), каковы могут быть причины и почему данное поведение не характерно для батарей меньшей площади?

3. Следует обосновать выбор пассивирующих агентов PMMA, PEO и CuI.

Однако, приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Представленная диссертация по уровню и объему выполненных исследований, научной новизне и практической ценности в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», а ее автор Ерманова Инга Олеговна заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

Младший научный сотрудник Сколковского
Института Науки и Технологии, к.х.н.



Марина Михайловна
Теплякова

Подпись М.М. Тепляковой заверяю
Руководитель отдела кадрового
администрирования Сколковского Института Науки
и Технологии



Ольга Сергеевна Гук

Дата 15.06.2023 г.

Сколковский Институт Науки и Технологии, Большой бульвар д.30, стр.1, 121205, Москва, Россия, тел. +7 (495) 280 14 81, inbox@skoltech.ru.