

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Саранина Данилы Сергеевича на тему
«Технология жидкофазного получения и легирования тонкопленочных перовскитов
для повышения эксплуатационных характеристик солнечных батарей на их
основе», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства
материалов и приборов электронной техники»

Диссертация Саранина Д.С. посвящена решению научной проблемы создания промышленно-ориентированной (масштабируемой) жидкофазной технологии тонкоплёночных перовскитов, позволяющей сохранить высокие и стабильные во времени характеристики солнечных элементов в широком диапазоне условий эксплуатации. Данная работа тесно связана с современными вызовами фотовольтаики нового поколения и лежит в русле исследований по специальности 2.2.3 «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники».

Современные тенденции развития полупроводниковых материалов в области фотовольтаики обуславливают высокий интерес к созданию новых перспективных тонкоплёночных технологий. Выбранная тематика исследований является важной и актуальной, поскольку связывает фундаментальные вопросы контроля дефектных структур и стабильности фазового состава с промышленно-применимыми методами модификации, пассивации и легирования. Высокие значения КПД, достигнутые в лабораторных образцах перовскитных фотопреобразователей (ФЭП) уже за несколько лет приблизились к достижениям кремниевых технологий, однако ключевым препятствием остаётся недостаточная стабильность СЭ и трудность масштабирования процессов жидкофазного нанесения.

В диссертации Саранина Д.С. впервые получен ряд научно-практических результатов, к которым можно отнести следующее:

- разработан комплекс способов легирования и пассивации тонкоплёночных перовскитов с использованием Ti_3C_2 , CsCl, органических прослоек и др. для подавления коррозии и безизлучательной рекомбинации;
- показана возможность стабильной работы перовскитных ФЭП свыше 3000 часов, что является в настоящее время рекордом для подобных технологий;

- определены механизмы изменения дефектных центров под воздействием внешних факторов;

- разработаны технологические подходы к масштабированию (slot-die печать, лазерное скрайбирование, ламинация при температуре не более 120°C) для создания модулей и батарей формата 100–500 мм.

Практическая значимость подтверждена реальными внедрениями в виде разрабатываемых солнечных батарей (модули 100×100 мм; панели 500×500 мм) на предприятиях АО «ИСТОК», ООО «НТЦ тонкоплёночных технологий в энергетике» и маломощных источников тока (в т.ч. работающих в условиях низкой освещённости).

Достоверность полученных результатов подтверждается большим объемом экспериментов, проведенных с использованием передовых методов исследований, применением в исследованиях современного технологического и контрольно-измерительного оборудования, глубоким анализом полученных результатов и сопоставлением их с современными достижениями в области технологии создания и исследования тонкопленочных полупроводниковых структур. Результаты диссертации представлялись и обсуждались на 22 российских и международных конференциях. Полученные автором в ходе исследований результаты опубликованы в 21 работе в ведущих изданиях, индексируемых в базах данных SCOPUS и Web of Science (первой и второй квартилей), защищены восемью высокоуровневыми патентами РФ и тремя международными патентами.

Вместе с этим по представленной диссертационной работе можно сделать несколько замечаний:

1. Автор подробно описывает пассивацию, но менее детально останавливается на механизмах «самовосстановления» перовскитов, о которых сообщается в ряде последних зарубежных публикаций (эффект «light soaking» и т.д.).

2. В автореферате встречаются упоминания о профилировании элементного состава, однако не достаёт более развернутого описания методик, точности измерений и погрешностей.

Указанные замечания не снижают общего высокого уровня работы и могут рассматриваться как направления для дальнейшего развития исследований.

Считаю, что диссертация Саранина Д.С., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а её автор, Саранин Данила Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники».

Отзыв составил:

Начальник научно-исследовательского отделения –
начальник научно-исследовательского отдела ФГУП «Всероссийский научно-исследовательского института автоматики им. Н.Л. Духова», доктор технических наук, старший научный сотрудник Бутин Валентин Иванович

Телефон: +7-916-852-86-39

Email: butinvi@yandex.ru

Адрес: Московская область, г. Лыткарино, ул. Первомайская, д.3/5, кв. 23.

В.И. Бутин 20.02.2025

Подпись начальника научно-исследовательского отделения – начальника научно-исследовательского отдела ФГУП «ВНИИА им. Л.Н.Духова», доктора технических наук, старшего научного сотрудника Бутина Валентина Ивановича заверяю

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 74.1.002.01, к.т.н.

Л.В. Феокистова 20.02.25
ФГУП «ВНИИА»
Феокистова Л.В.
МОСКВА