

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Гостищева Павла Андреевича на тему «**Сi-анионное легирование тонкопленочных галогенидных перовскитов для инвертированных p-i-n солнечных элементов и модулей с повышенной фотостабильностью**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники, состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 27.12.2022 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 13.10.2022 г., протокол № 19.

Диссертация выполнена в лаборатории Перспективной солнечной энергетики (ПСЭ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Альдо Ди Карло, заведующий Лабораторией перспективной солнечной энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Министерство науки и высшего образования РФ.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 19 от 13.10.2022 г.) в составе:

1. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;
2. Мухин Сергей Иванович – д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ «МИСиС»;
3. Таперо Константин Иванович – д.т.н., с.н.с, заместитель генерального директора по науке и инновациям АО «научно-исследовательский институт приборов», ГК «Росатом»;
4. Тамеев Алексей Раисович – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Лаборатории электронных и фотонных процессов в полимерных материалах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук;
5. Якимов Евгений Борисович – д.ф.-м.н., заведующий лабораторией локальной диагностики полупроводниковых материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Академический Университет имени Ж.И. Алфёрова российской академии наук, г. Санкт-Петербург.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

показано использование нового материала трисэтилендиамин ацетата никеля (TED-NiA) для жидкофазного получения нанокристаллических зарядо-транспортных слоев р-типа.

обосновано, что введение прекурсора CsCl в $Cs_{0,2}FA_{0,8}PbI_{3-x}Cl_x$ увеличивает средний размер зерна микрокристаллических слоев, повышает время жизни носителей зарядов и увеличивает ширину запрещенной зоны.

показано, что Cl-анионное замещение в $Cs_{0,2}FA_{0,8}PbI_3$ повышает стабильность выходной мощности (в два раза) $CsPbI_3$ и уменьшения выпадения иодида свинца при длительном воздействии света и температуры.

исследовано изменение численных параметров дефектов в приборных структурах при циклических воздействиях света и температуры и показано, что введение анионов Cl уменьшает безызлучательную рекомбинацию и увеличивает КПД устройств с 18 % до 20 % за счет изменения доминирующего механизма дефектообразования.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлено, что новый органический комплекс трисэтилендиамина ацетата никеля (TED-NiA) для слоя р-типа позволяет получать тонкопленочные гомогенные сплошные пленки NiO_x жидкостными методами нанесения, обеспечивающих КПД фотопреобразователей >15 %;
- разработана технология хлор анионного замещения в составе тонких пленок перовскита, позволяющая повышать приборные характеристики фотопреобразователей и стабильность фазового состава поглощающих слоев;
- определены изменения численных параметров глубоких рекомбинационных уровней (концентрация, энергия активации, сечение захвата) при хлор анионном замещении в химическом составе фотопоглощающих слоев;
- выявлена специфика химического взаимодействия фотопоглощающих слоев $CsFAPbI_3$ с органическими зарядо-транспортными материалами, а также влияние типа приборной гетероструктуры на динамику фазовой сегрегации при хлор-анионном замещении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность научных результатов подтверждается использованием современных методик исследования, аттестованных измерительных установок и приборов, согласованностью результатов, полученных различными методами.

Личный вклад автора в настоящую работу состоит в определении и постановке целей и задач, проведения полного цикла изготовления всех исследуемых устройств и структур, участие в проведении измерений, разработка методик и технологий нанесения, а также анализ и интерпретация полученных данных.

По теме диссертации опубликовано шесть печатных работ, четыре из которых в рецензируемых научных журналах, входящих в базы Scopus и Web of Science.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Гостищева Павла Андреевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней

на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи повышения стабильности и эффективности планарных p-i-n перовскитных солнечных элементов и модулей Si-анионным легированием тонкопленочных галогенидных перовскитов и оптимизацией конструкции солнечного элемента.

Полученные в работе результаты имеют важное научное значение и являются перспективными в решении практических задач.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Гостищеву Павлу Андреевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



В.В. Ховайло