

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Федотиковой Марии Владимировны

«Теоретические и прикладные аспекты повышения выработки энергии фотоэлектрическими преобразователями модификацией их поверхности нанокластерами серебра», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертации

В настоящее время возобновляемые источники энергии в целом, и солнечная энергетика в частности, всё чаще используются для получения электрической энергии. Преобразование солнечного излучения в электричество осуществляется посредством фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). В настоящее время серийно производимыми и массово применяемыми являются ФЭП на основе кремния (монокристаллические, поликристаллические и аморфные). Основным недостатком, препятствующим распространению солнечной энергетике, является относительно низкая эффективность ФЭП (15-20 % от падающего солнечного излучения).

В связи с этим, решение вопроса повышения выработки энергии является одной из приоритетных задач разработчиков и производителей фотоэлектрических преобразователей.

Для решения данной задачи в настоящее время используются различные методы и способы, такие как применение концентраторов, поиск новых материалов для замены кремния, использование функциональных покрытий и др. Наиболее перспективным подходом является использование функциональных покрытий, так как их применение не увеличивает площадь ФЭП и требует минимального изменения процесса их изготовления. Наибольшее увеличение выработки энергии было получено при использовании покрытий из наночастиц благородных металлов.

В связи с вышеуказанным работа Федотиковой М.В., посвящённая повышению выработки энергии ФЭП модификацией их поверхности нанокластерами серебра, осаждёнными на приёмную поверхность ФЭП при помощи установки электрофоретического осаждения, несомненно является актуальной.

Общая характеристика работы

Автором рассмотрены серийно выпускаемые ФЭП, способы повышения выработки энергии ФЭП. Описан принцип действия поверхностного плазмонного резонанса, зависимость вероятности его возникновения от размера и материала наночастиц. Рассмотрены способы нанесения наночастиц на подложку.

Автором представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, в том числе натуральных испытаний. Показана возможность нанесения наночастиц электрофоретическим методом. Сделано предположение о зависимости возможности использования электрофоретического метода нанесения от типа уже существующего функционального покрытия на приёмной поверхности ФЭП. Разработана концептуальная модель электрофоретического способа нанесения наночастиц на приёмную поверхность ФЭП. Выполнена проверка адгезионной прочности покрытия, показавшая удовлетворительную прочность сцепления покрытия и приёмной поверхности ФЭП. Представлены результаты, доказывающие эффективность нанесённого электрофоретическим методом нанокластерного покрытия, которое обеспечивает повышение выработки энергии ФЭП в среднем на 20%.

Автором представлена феноменологическая модель условий возникновения поверхностного плазмонного резонанса (ППР). Установлено влияние неметаллических примесей на возникновение ППР. Результаты подтверждены экспериментально.

Автором даны технологические рекомендации в виде регламентов в алгоритмической форме, рационального режима нанесения покрытия.

Научная новизна работы

Научная новизна диссертационной работы Федотиковой М.В. не вызывает сомнения и заключается в следующем:

- показано, что при нанесении нанокластерного покрытия методом электрофоретического осаждения присутствует эффект локального поверхностного резонанса;
- разработана феноменологическая модель, описывающая возникновение ППР;
- показано, что на вероятность возникновения ППР значительное влияние оказывает наличие неметаллических примесей;
- разработана оригинальная методика тестирования ФЭП, заключающаяся в измерении коэффициента обратного рассеяния лазерного излучения.

Практическая значимость

Результаты работы могут быть применены для дальнейших теоретических и прикладных аспектов повышения выработки энергии ФЭП.

Представленный метод нанесения покрытия может быть использован при производстве ФЭП.

Результаты работы совместно с ООО «Энергоспецстрой» внедрены для энергообеспечения медицинского оборудования в санаторно-курортном комплексе Крыма.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современного поверенного оборудования с лицензионным программным обеспечением, проведением испытаний в соответствии с ГОСТ.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию и оформлению диссертации можно сделать следующие **замечания**:

1. Согласно представленной в главе 1 информации, наиболее подходящими для возникновения ППР являются наночастицы, размер которых меньше 10 нм, однако в главе 3 показано, что при осаждении электрофоретическим методом наночастиц на поверхности ФЭП формируются кластеры, размер которых превышает обозначенные в главе 1 100 нм. При этом наличие ППР подтверждено Актом, полученным по результатам тестирования модифицированных ФЭП в лабораториях «Нанотехнологии» и «Прикладная плазмоника» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Данный вопрос недостаточно освещён.

2. Некоторые рисунки имеют подписи и обозначения на английском языке. Кроме того, в работе отмечен ряд стилистических и орфографических ошибок.

3. На рисунке 77 диссертации отсутствуют указатели на индий и кремний.

4. Наименование главы 4 в автореферате не соответствует наименованию главы с тем же номером в диссертационной работе.

5. В диссертационной работе не проведена оценка количества осаждаемого на единицу площади ФЭП наносеребра, что является важным технологическим показателем при формулировании технологических рекомендаций для формирования покрытия.

6. Представляется неубедительным использование теории дифракции на системе параллельных проволок для описания метода обратного рассеяния.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по нанесению

покрытия из наночастиц серебра электрофоретическим методом для повышения выработки энергии ФЭП.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 11 научно-технических конференциях, опубликованы в 22 научных работах, в том числе в 6 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, из которых 3 статьи опубликованы в журналах, включенных в международные системы цитирования.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённом Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Федотикова Мария Владимировна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией нанотехнологии композиционных материалов и тонкопленочных структур ИТПЭ РАН

Рыжиков Илья Анатольевич

20.11.2023 г.

Подпись Рыжикова Ильи Анатольевича удостоверяю

Зам. директора ИТПЭ РАН



Кисель Владимир Николаевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН)

Тел.: 8(495) 485 - 93 - 44

E-mail: nanocom@yandex.ru

Адрес организации: 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 6