

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Бурдюха Сергея Васильевича
«**Модификация свойств оксидов ванадия методом плазменно-иммерсионной
ионной имплантации**»,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника

Диссертационная работа Бурдюха С. В. посвящена актуальной проблеме физической электроники – модификации свойств плёнок оксидов ванадия при их легировании методом плазменно-иммерсионной ионной имплантации.

Ванадий, являясь переходным металлом, образует с кислородом большое количество фаз. В ряде оксидов ванадия наблюдается фазовый переход металл-полупроводник (ФПМП). Наибольший интерес представляет диоксид ванадия, так как ФПМП у него происходит при температуре, близкой к комнатной – около 68 °С. В МОМ структурах с диоксидом ванадия наблюдается связанное с ФПМП явление электрического переключения – резкое, значительное и обратимое изменение величины проводимости системы под действием приложенного электрического поля. Легирование VO_2 различными металлами и водородом позволяет управлять параметрами фазового перехода и переключения. Исследование ФПМП в диоксиде ванадия, легированном водородом или металлами, имеет большое значение с точки зрения дальнейшего понимания механизма перехода и может найти широкое практическое применение.

Пентаоксид ванадия (V_2O_5) проявляет электрохромные свойства, т.е. под воздействием внешнего электрического поля при наличии электролита происходит значительное изменение оптических свойств, сопровождаемое изменением окраски материала. Данное свойство позволяет использовать V_2O_5 для разработки электрохромных индикаторов, дисплеев, оптоэлектронных переключателей, сенсоров и др. В гидратированном пентаоксиде ванадия $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 1,6-1,8$) наблюдается внутренний электрохромный эффект (ВЭХЭ) без контакта с электролитом. Однако скорость окрашивания $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ является относительно небольшой. Одним из способов усиления ВЭХЭ, как выяснилось в ходе работы, является дополнительное легирование пленок $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ водородом. Объяснение механизма усиления ВЭХЭ способно расширить возможности его практического применения.

Метод плазменно-иммерсионной ионной имплантации (ПИИИ), впервые примененный в настоящей работе для легирования тонких пленок оксидов ванадия, обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими существующими методами: большая скорость набора необходимой концентрации легирующей добавки, однородность легирования, процесс обработки является низкотемпературным, в зависимости от поставленной задачи энергия имплантируемых ионов может варьироваться от единиц до сотен кэВ.

При работе над диссертацией Сергей Васильевич проявил себя вдумчивым, инициативным и ответственным исследователем, способным четко определить и сформулировать цели и задачи, анализировать полученные результаты, самостоятельно определять пути преодоления возникающих трудностей. Следует отметить, что установка ПИИИ и стенд для исследования параметров ВЭХЭ были спроектированы и собраны

Сергеем Васильевичем самостоятельно. Он впервые предложил гидрировать не весь образец пленки, а только ее часть и обнаружил резкое увеличение скорости электрохромного окрашивания негидрированной части образца при определенном расположении электродов. Большая часть дальнейших исследований была посвящена объяснению данного эффекта. Также впервые он использовал испарение гексакарбонила вольфрама в установке ПИИИ для имплантации вольфрама в пленки V_2O_5 .

Для объяснения наблюдаемых эффектов Сергей Васильевич освоил и применил целый ряд современных методов исследования структуры и свойств материалов: рентгеноструктурный анализ, спектроскопия ядерно-магнитного резонанса, термогравиметрический анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния света.

При работе над диссертацией им был изучен большой объем литературных источников, посвященных исследуемым проблемам. Им было предложено применить модель диффузионного импеданса для определения причин увеличения эффективности электрохромного окрашивания в неоднородной пленке.

Исследования Бурдюха С.В. нашли отражение в 9 публикациях, в том числе 4-х статьях из БД Scopus и списка ВАК и 5 статей в материалах конференций. Он участвовал в работе 5 научных конференций с устными или стендовыми докладами. Практическая значимость работы подтверждена в серии прикладных научных исследований по грантам:

УМНИК-1-13-П №1411ГУ1/2014 «Разработка метода легирования пленок с помощью плазменно-иммерсионной ионной имплантации» 2014-2015 гг.; Государственное задание № 3.757.2014/К «Получение и исследование тонкопленочных, нитевидных и точечных наноструктур на основе оксидных и композиционных материалов для приложений электронной и сенсорной техники» 2014-2016 гг.; «Модификация свойств оксидных микро- и наноструктур для использования их в различных устройствах электронной техники» в рамках реализации Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012-2016 гг, 2016 г.; Государственное задание № 16.5857.2017/БЧ «Функциональные наноструктурированные металлооксидные материалы: физические принципы приложений для разработки устройств оксидной электроники» 2017 – 2018 гг.

Считаю, что диссертационная работа Бурдюха С.В. представляет собой целостное завершённое исследование, имеющее большие перспективы для продолжения решения актуальной проблемы, соответствует требованиям Положений ВАК и может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

19.03.2018

Научный руководитель:

доцент кафедры общей физики ПетрГУ,

кандидат физико-математических наук, доцент

(Березина О.Я.)

Подпись руки *Березина О.Я.*
Ольга Яковлевна

УДОСТОВЕРЯЮ.

Уч. секретарь ученого совета *Давыдова Наталья А.*

«19» марта 2018 г.

