

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Бабушкина Артема Сергеевича над диссертацией «Влияние ионно-плазменной обработки на остаточные механические напряжения в тонких поликристаллических пленках металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. - Физика конденсированного состояния.

Бабушкин Артем Сергеевич в 2014 году окончил физический факультет ЯрГУ им. П.Г. Демидова по специальности «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» с присвоением квалификации «Физик-микроэлектронщик». В том же году поступил в очную аспирантуру ЯрГУ им. П.Г. Демидова по специальности 03.06.01 «Физика и астрономия». С 2013 года работал в лаборатории Технологии микро- и наносистемной техники ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН в должности электроника, стажера исследователя, младшего научного сотрудника и с 2020 года – научного сотрудника. В 2022 году работал в ЯрГУ им. П.Г. Демидова в должности старшего преподавателя. С 2022 года работает в молодежной лаборатории технологий электронной и оптической литографии ФТИАН им. К.А. Валиева РАН в должности научного сотрудника.

Диссертационная работа Бабушкина Артема Сергеевича посвящена исследованию влияния низкоэнергетической ионной бомбардировки поверхности на внутренние напряжения тонких поликристаллических пленок металлов. Проблема внутренних напряжений в тонких пленках металлов возникает при формировании функциональных покрытий и особенно при изготовлении различных элементов микроэлектромеханических (МЭМС) структур (микропереключателей, микро-нанорезонаторов). Плазменная пост обработка нанесенных металлических пленок позволит управлять внутренними напряжениями в них. В диссертационной работе проведены экспериментальные и теоретические исследования влияния ионной бомбардировки поверхности с энергией меньше порога распыления металла на развитие среднего и градиентного напряжения в поликристаллической пленке хрома. С использованием усовершенствованной методики определения напряжений была определена глубина модифицированного слоя в пленке металла мостовых и вывешенных балочных структур. На основе этих исследований был предложен способ формирования 3D металлических микроструктур на основе самосборки в результате внесения локальных напряжений. Их создание является перспективным направлением в области изготовления объемных микроструктур. В этом заключается большая практическая значимость проведенных исследований. А.С. Бабушкиным впервые методом молекулярной динамики были проведены исследования влияния ионной бомбардировки на внутренние напряжения в поликристаллических пленках хрома и меди. Результаты этих исследований позволили представить механизм влияния ионной бомбардировки на развитие

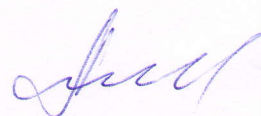
внутренних напряжений в поликристаллических пленках и их релаксацию на атомарном уровне. Они представляют несомненный фундаментальный интерес.

Эти научные результаты были получены А.С. Бабушкиным самостоятельно. При разработке методики определения глубины ионной модификации он показал хорошее владение математическим аппаратом. В ходе работы он освоил современные методы моделирования формирования микро- и наноструктур (программный пакет Comsol Multiphysics, LAMMPS). Диссертанта отличает компетентность по тематике исследований, эрудиция, заключающаяся в привлечении разных модельных представлений при анализе экспериментальных результатов. Он показал себя инициативным, готовым к самостоятельной работе научным сотрудником.

Научные результаты диссертационной работы А.С. Бабушкина опубликованы в 6 статьях в отечественных и зарубежных научных изданиях. Они докладывались на 15 Российских и международных конференциях и занимали призовые места в конкурсах на лучший доклад.

Полагаю, что диссертация Бабушкина Артема Сергеевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, имеющую фундаментальную и прикладную значимость. Она отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения «ВАК РФ» «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013. Считаю, что А.С. Бабушкин является сформировавшимся научным работником и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. - Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель
доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией
технологии микро- и наносистемной техники
ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН.

 И.И. Амиров

Подпись И.И. Амирова удостоверяю:

