

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.028.01 (д 003.005.02)
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «13» декабря 2022 г. № 9

О присуждении Бронникову Кириллу Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Формирование лазерно-индуцированных периодических поверхностных структур на пленках металлов и полупроводников» по специальности 1.3.6. «Оптика» принята к защите «27» сентября 2022 г. протокол № 5 диссертационным советом 24.1.028.01 (д 003.005.02) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 255/нк от 28 марта 2020 года.

Соискатель Бронников Кирилл Алексеевич 14.07.1994 года рождения, в 2018 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), в 2022 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), работает в должности и.о. младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Лаборатории волоконной оптики (17) Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН).

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук,

Достовалов Александр Владимирович, старший научный сотрудник Лаборатории волоконной оптики (17) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

Жуков Владимир Петрович, д.ф.-м.н., старший научный сотрудник Отдела вычислительных технологий, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», г. Новосибирск.

Синёв Дмитрий Андреевич, к.т.н., научный сотрудник Физико-технического мегафакультета, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН), г. Владивосток,

в своем положительном заключении, подписанном

- **О.Б. Витрик**, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Отдела оптоэлектронных методов исследования газообразных и конденсированных сред, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН), г. Владивосток

заверенном

- **Р.В. Ромашко**, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., директор ИАПУ ДВО

указала, что диссертационная работа полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. - «Оптика».

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 16 научных работ, из которых 8 в рецензируемых научных журналах и изданиях:

1. A. V. Dostovalov, V. P. Korolkov, K. A. Okotrub, K. A. Bronnikov, and S. A. Babin, "Oxide composition and period variation of thermochemical LIPSS on chromium films with different thickness," *Optics Express* 26(6), 7712–7723 (2018).
2. A. V. Dostovalov, K. A. Okotrub, K. A. Bronnikov, V. S. Terentyev, V. P. Korolkov, and S. A. Babin, "Influence of femtosecond laser pulse repetition rate on thermochemical laser-induced periodic surface structures formation by focused astigmatic Gaussian beam," *Laser Physics Letters* 16(2), 026003 (2019).
3. A. Dostovalov, K. Bronnikov, V. Korolkov, S. Babin, E. Mitsai, A. Mironenko, M. Tutov, D. Zhang, K. Sugioka, J. Maksimovic, T. Katkus, S. Juodkazis, A. Zhizhchenko, and A. Kuchmizhak, "Hierarchical anti-reflective laser-induced periodic surface structures (LIPSSs) on amorphous Si films for sensing applications," *Nanoscale* 12(25), 13431–13441 (2020).
4. K. Bronnikov, A. Dostovalov, A. Cherepakhin, E. Mitsai, A. Nepomniaschiy, S. A. Kulinich, A. Zhizhchenko, and A. Kuchmizhak, "Large-Scale and Localized Laser Crystallization of Optically Thick Amorphous Silicon Films by Near-IR Femtosecond Pulses," *Materials* 13(22), 5296 (2020).
5. E. Mitsai, A. V. Dostovalov, K. A. Bronnikov, A. V. Nepomniaschiy, A. Y. Zhizhchenko, and A. A. Kuchmizhak, "Crystallization of Optically Thick Amorphous Silicon Films by Near-IR Femtosecond Laser Processing," *Solid State Phenomena* 312, 134–139 (2020).
6. D. A. Belousov, K. A. Bronnikov, K. A. Okotrub, S. L. Mikerin, V. P. Korolkov,

- V. S. Terentyev, and A. V. Dostovalov, "Thermochemical Laser-Induced Periodic Surface Structures Formation by Femtosecond Laser on Hf Thin Films in Air and Vacuum," *Materials* 14(21), 6714 (2021).
7. K. Bronnikov, A. Dostovalov, V. Terentyev, S. Babin, A. Kozlov, E. Pustovalov, E. L. Gurevich, A. Zhizhchenko, and A. Kuchmizhak, "Uniform subwavelength high-aspect ratio nanogratings on metal-protected bulk silicon produced by laser-induced periodic surface structuring," *Applied Physics Letters* 119(21), 211106 (2021).
8. K. Bronnikov, S. Gladkikh, K. Okotrub, A. Simanchuk, A. Zhizhchenko, A. Kuchmizhak, and A. Dostovalov, "Regulating Morphology and Composition of Laser-Induced Periodic Structures on Titanium Films with Femtosecond Laser Wavelength and Ambient Environment," *Nanomaterials* 12(3), 306 (2022).

На автореферат диссертации отзывов не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной квалификацией в области сверхкоротких лазерных импульсов, лазерной микрообработки и поверхностного структурирования материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложено использовать сфокусированное фемтосекундное лазерное излучение для создания поверхностных периодических структур на пленках металлов и полупроводников;

разработан ряд экспериментальных методов по повышению производительности формирования термохимических лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур на пленках хрома, титана, гафния и кремния, управлению их химическим составом, периодом и упорядоченностью;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что результаты исследования расширяют понимание физики лазерного структурирования поверхности и могут быть использованы в новых методах создания элементов дифракционной оптики и интегральной фотоники;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы экспериментальный метод фемтосекундного лазерного структурирования поверхности, метод конечных элементов для численной оценки периода лазерно-индуцированных структур, современные измерительные техники для анализа рельефа структурированной поверхности, химического состава;

изложены аргументы, подтверждающие обоснованность выбора экспериментальной методики и достоверность результатов проведенных экспериментов;

изучено влияние толщины пленки хрома на оксидный состав структур и их период; влияние частоты следования импульсов на динамику формирования структур;

изучена зависимость морфологии и химического состава структур от длины волны запиывающего излучения и внешней атмосферы;

изучена морфология, внутренний состав и оптические свойства структур на пленке аморфного кремния в зависимости от скорости движения пучка;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен ряд методов по повышению производительности записи и однородности термохимических лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур на пленках хрома, титана, гафния и кремния, которые могут использоваться при создании дифракционных оптических элементов, сенсорных устройств, компонентов интегральной оптики;

определены режимы и условия для формирования упорядоченных периодических структур с низкой дефектностью, различным периодом, комплексным химическим составом и высоким аспектным соотношением на пленках хрома, титана, гафния и кремния;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с помощью современного экспериментального и измерительного оборудования; показана воспроизводимость результатов исследований;

теория построена на известных методах численного моделирования оптических

эффектов и моделях, описывающих образование лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении экспериментальных исследований по формированию лазерно-индуцированных поверхностных периодических структур на пленках хрома, титана, гафния и кремния при различных параметрах лазерной обработки и в различных газовых средах, проведении численных расчетов рассеяния и интерференции импульса на поверхности с оксидным дефектом; проведении численных расчетов динамики релаксации температурного профиля на металлической пленке; непосредственном участии в характеристике полученных структур, исследовании морфологии, химического состава, обработке, анализе и интерпретации полученных экспериментальных данных, апробации результатов на конференциях, подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания, касающиеся

- специфических названий различных соединений хрома и кислорода ;
- точной адресации применяемого термина «упорядоченность».

Соискатель Бронников Кирилл Алексеевич согласился с замечанием касательно недостаточности использования единого термина «оксид хрома» во всех случаях и привел собственную аргументацию.

На заседании 13 декабря 2022 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития физики поверхностей присудить Бронникову Кириллу Алексеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук 1.3.6. «Оптика».

При проведении электронного тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человека, из них 7 докторов физико-математических наук по специальности 1.3.6. (01.04.05) «Оптика», участвовавших в заседании (очно 17, дистанционно 5), из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 1.

Председатель диссертационного совета
академик РАН



Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета

д. ф.-м. н.

A blue ink handwritten signature, likely belonging to Leonid V. Ilyich, is written in blue ink.

Ильичев Леонид Вениаминович

« 15 » декабря 2022 г.