

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.051.01 НА БАЗЕ  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института неорганической химии имени А.В. Николаева  
Сибирского отделения Российской академии наук, ФАНО  
ПО ДИССЕРТАЦИИ **Плеханова Александра Георгиевича**  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 15 ноября 2017 года №10

О присуждении *Плеханову Александру Георгиевичу*, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация *«Плазмохимический синтез пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния из кремнийорганических соединений в смесях с азотом и кислородом»* в виде рукописи по специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки) принята к защите *30 августа 2017 г.*, – протокол №6 диссертационного совета Д 003.051.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии имени А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН), ФАНО (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 № 105/нк).

Соискатель *Плеханов Александр Георгиевич*, 1985 года рождения, работает в лаборатории эпитаксиальных слоёв в должности младшего научного сотрудника. С 2012 по 2016 – обучение в очной аспирантуре ИНХ СО РАН. В 2012 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», квалификация – инженер.

Диссертация выполнена в лаборатории эпитаксиальных слоев в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте неорганической химии имени А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

*Научный руководитель* – кандидат химических наук *Файнер Надежда Ильинична* работает в лаборатории эпитаксиальных слоев ИНХ СО РАН в должности старшего научного сотрудника.

*Официальные оппоненты:*

– *Паукишис Евгений Александрович*, гражданин России, доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории спектральных методов ФГБУН Института катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск;

– *Дворецкий Сергей Алексеевич*, гражданин России, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего отделом №006 «Инфракрасные оптоэлектронные устройства на основе КРТ» ФГБУН



Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; дали **положительные** отзывы на диссертацию.

*Ведущая организация* ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, в своем **положительном заключении**, утвержденном директором ФГБУН Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук, д.х.н., академиком РАН, Ляховым Николаем Захаровичем, подписанном д.х.н., и.о. заведующей лабораторией химического материаловедения ИХТТМ СО РАН Баклановой Натальей Ивановной указала, что: «диссертационная работа Плеханова А.Г. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на достаточно высоком уровне, в которой решена задача создания методов направленного синтеза пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния с заданными свойствами. Полученные результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы. Работа базируется на достаточном числе экспериментальных данных, систематизирована и хорошо оформлена. Автореферат и публикации правильно и полностью отражают основное содержание диссертации. Результаты работы апробированы на трех с международным участием и девяти российских и международных конференциях. Результаты работы опубликованы в шести рецензируемых российских и международных научных журналах. В опубликованных работах с достаточной полнотой отражены все результаты, приведенные в обсуждаемой диссертации, а её автор Александр Георгиевич Плеханов заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия».

Отзыв о диссертационной работе Плеханова А.Г. заслушан и одобрен на семинаре ИХТТМ СО РАН, состоявшемся 05.10.2017г. (протокол № 17-05 от 05.10.2017г.).

Соискатель имеет 6 опубликованных статей по теме диссертации в рецензируемых научных журналах, из них 5 – в российских рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 1 – в зарубежном рецензируемом журнале; все публикации входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. Общий объем опубликованных работ составляет 51 стр. (3.18 усл. печ. л.), 12 работ опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов; публикаций в электронных научных изданиях нет.

*Наиболее значимые работы по теме диссертации:*

**1. Fainer N.I., Plekhanov A.G., Golubenko A.N., Rumyantsev Yu.M., Rakhlin V.I., Maximovski E.A., Shayapov V.R. PECVD synthesis of silicon carbonitride layers using methyltris(diethylamino)silane as the new single-source precursor // ECS Journal of Solid State Science and Technology. 2015. V. 4. P. N3153-N3163.**



2. Плеханов А.Г., Файнер Н.И., Румянцев Ю.М., Юшина И.В., Рахманова М.И. Фазовый состав и физико-химические свойства прозрачных нанокompозитных пленок оксикарбонитрида кремния. // Журн. структур. химии. 2016. Т. 57, № 6. С. 1249-1256.

3. Файнер Н.И., Плеханов А.Г., Голубенко А.Н., Румянцев Ю.М., Максимовский Е.А., Шаяпов В.Р. Структура и элементный состав прозрачных нанокompозитных пленок оксикарбонитрида кремния // Журн. структур. химии. 2017. Т. 58, № 1. С. 125-132.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные, 4 – с замечаниями, 2 – без замечаний. Отзывы поступили от: *д.ф.-м.н., чл.-к. РАН Неизвестного Игоря Георгиевича*, советника РАН ФГБУН Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск); *д.х.н. Полякова Евгения Валентиновича*, заведующего лабораторией физико-химических методов анализа ФГБУН Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург); *лауреата государственной премии СССР, д.х.н. Зломанова Владимира Павловича*, профессора химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Москва); *к.ф.-м.н. Кириенко Виктора Владимировича*, старшего научного сотрудника лаборатории неравновесных полупроводниковых систем ФГБУН Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск); *заслуженного деятеля науки РФ и РБ, д.х.н., профессора Базаровой Жибземы Гармаевны*, главного научного сотрудника лаборатории оксидных систем ФГБУН Байкальского института природопользования СО РАН и *д.ф.-м.н., доцента Базарова Баира Гармаевича*, ведущего научного сотрудника лаборатории оксидных систем ФГБУН Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ); *д.х.н. Завражнова Александра Юрьевича*, профессора кафедры общей и неорганической химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования, «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж).

Большинство замечаний к автореферату относятся к используемой терминологии и носят уточняющий и пожелательный характер; выражена заинтересованность в результатах дальнейших исследований. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Плеханова А.Г. по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости **полностью соответствует** требованиям п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор А.Г. Плеханов заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

*Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается* компетентностью оппонентов в области получения тонкопленочных покрытий и их исследования. Важен и значим вклад ведущей организации в области материаловедения. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**



– *впервые разработаны* процессы получения методом PECVD тонких пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния из паров кремнийорганических веществ-предшественников: 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазана –  $[(\text{CH}_3)_3\text{Si}]_2\text{NH}$ , 1,1,3,3-тетраметилдисилазана –  $[\text{HSi}(\text{CH}_3)_2]_2\text{NH}$  и метилтрис(диэтиламино)силана –  $(\text{CH}_3)\text{Si}(\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_3$  в смесях с кислородом и азотом;

– *предложена схема* химических реакций в плазме ВЧ-разряда, описывающая образование пленок определенных составов  $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z:\text{H}$  из кремнийорганических веществ-предшественников в смесях с азотом и кислородом;

– *современными физико-химическими методами исследования* изучены: составы, строение и свойства синтезированных тонких пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– *впервые осуществлен* комплекс физико-химических исследований, позволивший изучить изменения элементного состава и молекулярного строения осаждаемых слоев  $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z:\text{H}$  в зависимости от строения молекулы кремнийорганического вещества-предшественника, пропорций компонентов исходной газовой смеси и температуры осаждения;

– *проведенные исследования показали*, что в плазмохимическом процессе с газовой фазой, состоящей из кремнийорганического предшественника в смеси с азотом и кислородом, при варьировании соотношения потоков  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  и температуры синтеза происходит изменение содержания углерода в пленках в широких пределах, что ранее не наблюдалось в подобных процессах. На основании этих исследований предложен способ регулирования содержания углерода в получаемых пленках оксикарбонитрида кремния.

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

– *установлены закономерности изменения* функциональных свойств: оптических, механических и электрофизических для пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния при изменении их химического и фазового составов.

– *синтезированные пленки*  $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z:\text{H}$  перспективны для применения в оптоэлектронике и в качестве защитных антиотражающих покрытий

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

*методология исследования*, включающая в себя методику экспериментальной работы по синтезу тонких пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния, способы характеристики полученных образцов, что обеспечило воспроизводимость результатов;

*для характеристики* образцов использовался набор современных методов исследования (ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием, КР-спектроскопия, энергодисперсионный анализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгенофазовый анализ с использованием синхротронного излучения, эллипсометрия, сканирующая электронная микроскопия), данные которых не противоречат и дополняют друг друга;



проведена апробация работы на 12 научных конференциях различного уровня, включая специализированные международные, результаты работы успешно прошли рецензирование в тематических научных журналах высокого уровня.

**Личный вклад соискателя.** Поиск, анализ и обобщение литературы были проведены автором самостоятельно. Основу диссертации составляют экспериментальные исследования, почти все из которых выполнены автором **лично** или при его непосредственном участии. Лично автором были синтезированы методом плазмостимулированного осаждения из газовой фазы все изученные в работе образцы пленок  $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z\text{:H}$ . Обработка экспериментальных результатов, анализ и интерпретация полученных данных были проведены соискателем самостоятельно, либо совместно с соавторами. Автор принимал участие в постановке задач, планировании экспериментальной работы, анализе и обсуждении результатов и формулировании выводов. Подготовка материалов к публикации проводилась совместно с научным руководителем и соавторами, диссертант лично представлял работу на научных конференциях.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на заседании 15 ноября 2017 г., протокол №10, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена задача разработка методик плазмохимического синтеза новых пленок гидрогенизированного оксикарбонитрида кремния из кремнийорганических соединений в смесях с азотом и кислородом, что позволило существенно продвинуться в области синтеза пленочных материалов для применения в оптоэлектронике и для защитных антиотражающих покрытий; принято решение присудить Плеханову Александру Георгиевичу ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.04. – физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 27 (двадцати семи) человек, из них 13 (тринадцать) докторов наук по специальности 02.00.04. – физическая химия, участвовавших в заседании и голосовании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 21 (двадцать один), против присуждения ученой степени – 4 (четыре), недействительных бюллетеней – 2 (два).

Председатель диссертационного совета  
чл.-к. РАН

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.ф.-м.н.



  
Федин Владимир Петрович

  
Надолинный Владимир Акимович

15.11.2017 г.