

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт теоретической и экспериментальной физики
имени А.И. Алиханова

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ,

д.ф.-м.н.

В.Ю. Егорычев

“ ” 2019 г.



ВЫПИСКА

Из протокола №3 расширенного заседания секции №3 Ученого совета по направлению «Ускорительные, ядерные и нейтронные технологии, реакторное материаловедение» федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» от 29 мая 2019г.

Присутствовали:

Члены секции №3 Ученого совета

Председатель заседания – начальник Ускорительного Центра д.ф.-м.н.,
Алексеев Н.Н.,

Секретарь заседания секции №3 Ученого совета – ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н., Кац М.М.,

Голубев А.А. – д.ф.-м.н., заместитель директора по научной работе,
Рогожкин С.В. - д.ф.-м.н., начальник отдела,
Джепаров Ф.С. - д.ф.-м.н., профессор, начальник лаборатории,
Титаренко Ю.Е. - д.ф.-м.н., профессор, начальник лаборатории,
Хорошков В.С. – д.т.н., начальник отдела,

(из восьми членов секции №3 Ученого совета по направлению «Ускорительные, ядерные и нейтронные технологии, реакторное материаловедение» в заседании участвовало семеро).

А также:

Кленов Г.Н. – д.т.н. заместитель начальника отдела,
Плотников С.В. – д.т.н., ведущий научный сотрудник,
Степанов С.В. – д.ф.-м.н., начальник лаборатории,
Шумщуров А.В. - к.ф.-м.н., начальник установки,
Никитин А.А. - к.ф.-м.н., старший научный сотрудник,
Кропачев Г.Н. – к.ф.-м.н. ведущий научный сотрудник,
Столбунов В.С. – начальник установки,

Окс Е.М. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой Физики ТУСУР, научной консультант соискателя,

сотрудники НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ. Всего присутствовало – 34 человек, из них докторов наук – 9 человек.

Повестка заседания:

Обсуждение диссертационной работы Кулевого Тимур Вячеславовича на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и пенинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации» по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Кулевой Т.В. родился 8 июля 1963 года в г. Москве. В 1980 году поступил в Московский инженерно-физический институт, в котором обучался на кафедре «Электрофизических установок» по специальности

«Вакуумная техника электрофизических установок». В 1986 году завершил нормативный срок обучения с присвоением диплома инженера-физика по специальности «Вакуумная техника электрофизических установок». В 1986 году поступил на работу в Институт теоретической и экспериментальной физики на должность инженера. По результатам аттестаций последовательно переводился на должности старшего инженера (1989г.), инженера второй категории (1989г.), инженера-физика первой категории (1992г.) и ведущего инженера-физика (1997г.). В 2002г. переведен на должность научного сотрудника, как избранный по конкурсу. В 2003 защитил кандидатскую диссертацию на тему «Генерация и формирование пучков тяжелых ионов металлов для ускорителей с ПОКФ». В 2005г. переведен на должность старшего научного сотрудника, как избранный по конкурсу. В 2006 Т.В. Кулевой назначен на должность начальника лаборатории. В 2016 году он назначен заместителем директора по научной работе по ускорительному направлению.

Научная работа, представленная в диссертации, выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ).

Научный консультант: заведующей кафедрой «Физики» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, доктор технических наук, профессор, Окс Ефим Михайлович

Слушали:

С изложением основных итогов диссертационного исследования выступил соискатель Кулевой Т.В.. В ходе своего 40 минутного доклада он обозначил актуальность тем исследования, цели и задачи диссертационного исследования, теоретическую и практическую значимость работы. Основная часть доклада была посвящена доказательству 6 положений, выносимых на

защиту. В завершении доклада были сформулированы основные выводы по диссертационному исследованию.

После заслушанного доклада были заданы следующие вопросы:

Кленов Г.Н. – попросил объяснить, что имеется ввиду в названии диссертационной работы под экстремальными режимами?

Джепаров Ф.С. – спросил о том, как печатные работы по теме диссертации распределены по годам?

На все поставленные вопросы Кулевой Т.В. дал развернуты ответы.

Выступили:

1. Шумшуров А.В., которому было поручено ознакомиться с диссертацией, высказал свое мнение, что работы выполнена на высоком уровне и заслуживает присвоения ее автора степени доктора наук.

2. Степанов С.В. – высказал замечание, что очень много текста на слайдах презентации, что делает ее трудной для восприятия.

3. Хорошков В.С. – поддержал замечание Степанова и добавил, что итоги выполненной работы надо либо приводить после каждой из частей представленной работы, либо в конце, но не надо дублировать и там и там.

4. Рогожкин С.В. – высказал предложения по структуре презентации и посоветовал актуальность выполненных работ свести в единый узел и представить в начале презентации, а не по мере изложения.

5. Титоренко Ю.Е. – высказал замечание, что на рисунках не везде проставлен масштаб.

6. В конце обсуждения Кленов Г.Н. подвел итог, отметив, что все высказанные замечания относятся к форме презентации, в то время как сама работа полностью одобрена.

Постановили:

1. Рекомендовать диссертацию Кулевого Т.В. на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и

пеннинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.04 «Физическая электроника».

2. Утвердить следующее заключение:

Научная новизна:

1. Для источника ионов металлов на основе вакуумной дуги предложены и реализованы методы повышения средней зарядности пучка тяжелых ионов в результате инъекции ускоренного пучка электронов в плазму дуги, а также в результате реализации ступенчатого дугового разряда в сильном нарастающем магнитном поле.

2. Для источника ионов в скрещенных электрическом и магнитном полях ЕхВ типа Bernas на основе разряда Пеннинга с катодом косвенного накала предложен и реализован метод повышения зарядового состояния ионов, заключающийся в инъекции доли электронного пучка для накала катода в разрядный промежуток.

3. Разработаны принципы получения пучка многоатомных молекулярных ионов с высоким содержанием бора в источниках, применяемых в промышленности, что позволило получать данные пучки без существенного изменения конструкции промышленных источников с интенсивностью не хуже, чем у лучших мировых аналогов.

4. Предложен способ генерации многоатомных молекулярных ионов с высоким содержанием бора с организацией непрерывного процесса самоочистки разрядной камеры в результате использования молекулярных многоатомных борсодержащих соединений с включением атомов сильных оксидантов.

5. На основе генерируемых ионных пучков разработаны и внедрены методики облучательных экспериментов для проведения экспресс-анализа радиационной стойкости конструкционных материалов, используемых или разрабатываемых для ядерных и термоядерных реакторов.

Практическая новизна:

Увеличение среднего заряда генерируемых ионных пучков позволяет сократить энергопотребление и размеры установок, используемых для ускорения ионов в научных и прикладных целях, в частности, в ускорителях тяжелых частиц больших ускорительных комплексов, а также в установках для высокоэнергетической имплантации.

Способ обеспечения генерации многоатомных молекулярных ионов с высоким содержанием бора с организацией процесса самоочистки разрядной камеры позволил увеличить срок службы соответствующих ионных источников, полностью убрав проблему влияния на качества пучка продуктов диссоциации многоатомных борсодержащих молекул.

Создана экспериментальная база для проведения работ по исследованию фундаментальных процессов взаимодействия ионного пучка с энергией 101 кэВ/нуклон с плазменной и газовой мишенью, для которых на сегодняшний день нет точного теоретического описания.

Создана экспериментальная база для проведения экспресс-анализа радиационной стойкости конструкционных материалов, используемых или разрабатываемых для ядерных и термоядерных реакторов на основе имитационных экспериментов на пучках тяжелых ионов.

Результаты, полученные автором, значительно расширяют научные знания о механизмах генерации и формирования ионных пучков в вакуумно-дуговом и пеннинговском разряде для экстремальных режимов ионной имплантации, что используется в технологиях создания полупроводниковых изделий с технологической нормой менее 20 нм., а также ускорителях тяжелых ионов, имитационных экспериментах по экспресс-анализу конструкционных материалов для ядерных и термоядерных реакторов. Понимание механизма процесса фрагментации многоатомных борсодержащих молекулярных ионов дает уникальную возможность

создания ионных установок для имплантации в кремниевые подложки с высокой плотностью пучка, сравнимой с атомарными пучками, а также организовать режим самоочистки разрядной камеры, что решают ключевую проблему данного направления ионной имплантации. Предложенный подходы и технические решения защищены патентами РФ и США.

Личный вклад автора.

В представленных в диссертационной работе результатах автор внес определяющий вклад в постановку задач исследований, проведение экспериментов и анализ полученных результатов, а также в разработку основных конструктивных решений, используемых в экспериментальных макетах и устройствах. В обсуждении результатов работ активное участие принимали С.В. Петренко, Д.Н. Селезнев, С.В. Рогожкин, А.Д. Фертман и Е.М. Окс.

Автору работы принадлежит идея и обоснование использования плазменного катода для формирования электронного пучка в источнике e-MEVVA. Эксперименты по разработке и исследованию различных конфигураций вакуумно-дугового источника ионов металлов e-MEVVA проведены автором совместно с Р.П. Куйбидой, а обсуждение результатов данных исследований велось совместно с Е.М. Оксом, И.В. Гушенцом, С.В. Петренко, В.А. Баталиным и А.А. Коломийцем. Также автору принадлежит идея источника MEVVA-M, конструкционное решение этого источника, и им выполнен весь цикл экспериментального исследования этого источника. В экспериментальных исследованиях автору помогал Р.П. Куйбида.

Исследования по увеличению зарядности ионов плазмы разряда в источнике типа Берна выполнены совместно с С.В. Петренко, Д.Н. Селезневым и Р.П. Куйбидой. Автору принадлежит идея источника, постановка задач и последовательность его исследования, а также обработка

и интерпретация достигнутого результата. Моделирование разряда в источнике типа Берна по поставленной автором задаче выполнены И. Рудским, который также принимал участие в обсуждении полученных результатов.

Исследования по разработке источника многоатомных борсодержащих молекулярных ионов, определение и оптимизация режимов работы устройства проведены совместно с С.В. Петренко, Д.Н. Селезевым и Р.П. Куйбидой. Автору принадлежит идея источника, постановка задач и последовательность его исследования, а также обработка и интерпретация достигнутого результата.

Разработка конструкционных решений ионных источников осуществлялись при активном участии Ю.Н. Волкова, Д.А. Кашинского и В.А. Кошелева. Соавторы, принимавшие участие в отдельных направлениях исследований, указаны в списке основных публикаций по теме диссертации. Все результаты, составляющие научную новизну диссертации и выносимые на защиту, получены автором лично.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждается систематическим характером исследований, использованием независимых дублирующих экспериментальных методик, проведением измерений на различных экспериментальных установках, сопоставлением и удовлетворительным совпадением результатов экспериментов с результатами теоретического анализа и численного моделирования, а также сравнением полученных результатов с результатами других исследователей, практической реализацией научных положений и выводов при создании конкретных устройств, используемых в настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на IX-XVI Международных конференциях по ионным

источникам (Дубна, Россия, 2003; Каэн, Франция, 2005; Джеджу, Ю. Корея, 2007; Гатлинбург, США, 2009; Сицилия, Италия, 2011; Чиба, Токио, Япония, 2013; Нью-Йорк, США, 2015; Женева, Швейцария, 2017; XII Всесоюзном совещании по ускорителям заряженных частиц (ИТЭФ, октябрь 1990г); 18-й международной конференции по технологиям ионной имплантации, Киото, Япония, 2010г; Международной конференции по модификации материалов пучками частиц и плазменными потоками, Томск, 2010, 2016; Российских конференциях по ускорителям заряженных частиц; 2014, 2016, 2018; Научных сессиях НИЯУ МИФИ 2008, 2012, 2014; Конференциях по линейным ускорителям заряженных частиц LINAC, Лондон, Великобритания, 1994 и 2002; LINAC2014, Женева, Швейцария, 2014; Международных рабочих совещаниях по ускорителям заряженных частиц Алушта, (2005, 2007, 2009); Научно-исследовательском семинаре "Новые применения вакуумно-дуговых плазменных, ионных и электронных пучков" (Байкал, июнь 2002г); Совещании по ионным источникам MEVVA (Беркли, США, 1995); 11-ой международной конференции по применению ускорителей тяжелых ионов, Венеция, Италия 2009; Международных Европейских конференциях по ускорителям частиц (EPAC1994, Лондон 1994г., EPAC-2000, Вена, Австрия, 2000, Генуя, Италия, 2008); Международном тематическом совещании под эгидой МАГАТЭ по применению ядерных исследований и использованию ускорителей, Вена 4 - 8 Мая 2009г; научных семинарах отдела Линейных ускорителей ИТЭФ, Национальной Лаборатории Леньяро (LNL-INFN Италия 1993г), Ускорительного центра тяжелых ионов GSI (Германия 1995г), Института Сильноточной Электроники СО РАН (Томск 2000г)

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором и полученных патентах:

Всего по результатам исследований опубликовано 42 работы, из них 29 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и/или индексированных базами данных Scopus и WoS, сделано 9 докладов на международных конференциях, оформлен 1 патент (РФ и США), опубликовано 3 препринта ИТЭФ.

Основное содержание диссертационной работы изложено в рецензируемых работах из перечня ВАК и/или индексированных WoS:

1. Источник тяжелых малозарядных ионов с вакуумной дугой / В.А. Баталин, А.А. Васильев, Ю.Н. Волков, Т.В. Кулевой, С.В. Петренко // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-Физические Исследования (Теория и Эксперимент). – 1989. – Вып. 5 (5). – стр. 98–100.
2. Vacuum Arc Ion Source for the ITEP RFQ Accelerator / V. Batalin, Y. Volkov, T. Kulevoy, S. Petrenko // Review of Scientific Instruments. – 1994. - 65(10). - pp.3104-3108. (WoS)
3. Optimization of U(4+) Ions at Output MEVVA Ion Source / V. Batalin, R. Kuybeda, T. Kulevoy, S. Petrenko // Review of Scientific Instruments. – 1996. - 67(2). - pp.1-2 (WoS)
4. Electron-Beam Enhancement of Ion Charge State Fractions in the Metal-Vapor Vacuum-Arc Ion Source / A. Bugaev, V. Gushenets, G. Yushkov, E. Oks, T. Kulevoy, A.Hershcovitch, B.M.Jonson, // Applied Physics Letters. – 2001. – V.79, No. 7. – pp.919-921(WoS)
5. Повышение зарядности пучка ионов урана в источнике вакуумно-дугового типа (MEVVA) / Т.В. Кулевой. Р.П. Куйбида, С.В. Петренко, Д.Н. Селезнев, В.И. Першин, В.А. Баталин, А.А. Коломиец // Приборы и Техника Эксперимента. – 2002. – №3. – стр. 5-9(перечень ВАК)
6. Electron-beam enhancement of the metal vapor vacuum arc ion source / Batalin V.A. A.S. Bugaev, V.A. Gushenets, A.Hershcovitch,

- B.M.Jonson, A.A. Kolomiets, R.P. Kuibeda, T.V. Kulevoy, E.M. Oks, V.I. Pershin, S.V. Petrenko, D.N. Seleznev, G.Yu. Yushkov // *Jornal of Applied Physics*. – 2002. – V.92. – N.5. – pp. 2884-2889. (WoS)
7. Further development of the E-MEVVA ion source. / V.A. Batalin, A.S. Bugaev, V.A. Gushenets, A.Hershcovitch, B.M.Jonson, A.A. Kolomiets, R.P. Kuibeda, T.V. Kulevoy, E.M. Oks, V.I. Pershin, S.V. Petrenko, D.N. Seleznev, G.Yu. Yushkov // *Review of Scientific Instruments*. – 2002. – vol.73, no.2. – pp.702 - 705.(WoS)
 8. Two approaches to electron beam enhancement of the metal vapor vacuum arc ion source / B.M. Johnson, A.Hershcovitch, A. Bugaev, V. Gushenets, E. Oks, G. Yushkov, V. A. Batalin, A. A. Kolomiets, R. P. Kuibeda, T.V. Kulevoy, V.I. Pershin, S. V. Petrenko, D. N. Seleznev, // *Laser and Particle beams*. – 2003. – 21. – pp.103-108 (WoS)
 9. Highly stripped ion sources for MeV ion implantation / V. A. Batalin, A. S. Bugaev, V. I. Gushenets, A. Hershcovitch, B. M. Johnson, A. A. Kolomiets, R. P. Kuibeda, B. K. Kondratiev, T.V. Kulevoy, I. V. Litovko, E. M. Oks, V. I. Pershin, H. J. Poole, S. V. Petrenko, D. N. Seleznev, A. Ya. Svarovski, V. I. Turchin, and G. Yu. Yushkov // *Review of Scientific Instruments*. – 2004. – 75(5). – pp. 1900-1903.(WoS)
 10. Новый Экспериментальный Канал на ускорителе ТИПр-1 / А.Д Фертман., В.П. Дубенков, С.А. Высоцкий, В.А. Кошелев, Т.В. Мутин, Т.В. Кулевой, Р.П Куйбида., В.И. Першин, А.А. Голубев, Б.Ю Шарков // *Приборы и Техника Эксперимента*. – 2005. – №5. – стр. 5-9 (перечень ВАК)
 11. Enhancement of ion beam charge states by adding a second anode to the metal-vapor vacuum-arc ion source / T.V. Kulevoy, V.A. Batalin, A.Hershcovitch,, B.M.Jonson, A.A. Kolomiets, R.P. Kuibeda, D.A. Kashinsky, V.G. Kuzmichev, V.I. Pershin, S.V. Petrenko, D.N.

- Seleznev, E.M. Oks, // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2004. – 522. – pp.171-177.(WoS)
12. ITEP Berna IS with additional e-beam / T.V. Kulevoy, R.P. Kuibeda, S.V. Petrenko, V.A. Batalin, V.I. Pershin, G. N. Kropachev, A. Hershcovitch, B.M. Jonson, V.I. Gushenets, E.M Oks, H.J. Poole, // Review of Scientific Instruments.– 2006. – V.77(3). – 03C110 (WoS)
 13. Ion sources for the varying needs of ion implantation / A. Hershcovitch, V. A. Batalin A. S. Bugaev, V. I. Gushenets, B. M. Johnson, A. A. Kolomiets, G. N. Kropachev, R. P. Kuibeda, T.V. Kulevoy, I. V. Litovko , E. S. Masunov , E. M. Oks, V. I. Pershin, S. V. Petrenko, S. M. Polozov, H. J. Poole, I. Rudskoy, D. N. Seleznev, P. A. Storozhenko, A. Ya. Svarovski, G. Yu. Yushkov // Review of Scientific Instruments.– 2006 – V.77. - 03B510 (WoS)
 14. Transport line for beam generated by ITEP Bernas ion source / S.V. Petrenko, G.N. Kropachev, R.P. Kuibeda, T.V. Kulevoy, and V.I. Pershin // Review of Scientific Instruments.- 2006. - 77(3). – 03C112. (WoS)
 15. Decaborane beam from ITEP Berna ion source / T.V. Kulevoy, S.V. Petrenko, R.P. Kuibeda, .A. Batalin, V.A. Pershin, A.V. Kozlov, Yu. B. Stasevich, A Hershcovitch, V. B. Johnson, E.M. Oks, V.I. Gushenets, H.J. Poole P. A. Storozhenko5, E. L. Gurkova5, O.A. Alexeyenko // Review of Scientific Instruments.– 2006. – V.77(3). – 03C102 (WoS)
 16. Status of ITEP decaborane ion source program / T.V. Kulevoy, S. Petrenko, R. Kuibida, D.N. Seleznev, V. Koshelev, A. Kozlov, Y. Stasevich, A.L. Sitnikov, I.M. Shamailov, V. Pershin, A. Hershcovitch, B. Jonson, V. Gushenets, E. Oks, E.S. Masunov, S.M. Polozov, H. Poole , // Review of Scientific Instruments.– 2008. – V.79. – 02C501 (WoS)

17. Bernas ion source discharge simulation / I. Roudskoy, T.V. Kulevoy, S.V. Petrenko, R.P. Kuibeda, D.N. Seleznev, V.I. Pershin, A. Hershcovitch, B.M. Jonson, V.I. Gushenets, E.M. Oks, H.P. Poole.// Review of Scientific Instruments.– 2008. – V.79. - 02B313 (WoS)
18. Ion sources for energy extremes of ion implantation / A Hershcovitch V. A. Batalin, A. S. Bugaev, V. I. Gushenets, B. M. Johnson, A. A. Kolomiets, G.N. Kropachev, R. P. Kuibeda, T. V. Kulevoy, I. V. Litovko, E.S.Masunov, E. M. Oks, V. I. Pershin, S. V. Petrenko, S.M.Polozov, H. J. Poole, I. Rudskoy, D. N. Seleznev, P. A. Storozhenko, A. Ya. Svarovski, G. Yu. Yushkov// Review of Scientific Instruments.– 2008. – V.79. – 02C507 (WoS)
19. ITEP MEVVA ion beam for reactor material investigation / T. Kulevoy, R. Kuibeda, G. Kropachev, A. Kozlov, B. Chalyh, A. Aleev, A. Fertman; A. Nikitin, S. Rogozhkin // Review of Scientific Instruments.– 2010. – v. 81. – p. 02B906. (WoS)
20. Carborane beam from ITEP Bernas ion source for semiconductor implanters / D. Seleznev G. Kropachev, A. Kozlov, R. Kuibeda, V. Koshelev, T. Kulevoy, A. Hershcovitch, B. Jonson, J. Poole, O. Alexeyenko, E. Gurkova, E. Oks, V. Gushenets, S. Polozov, and E. Masunov, // Review of Scientific Instruments.– 2010. – V.81. – 02B901 (WoS)
21. ITEP MEVVA ion beam for rhenium silicide productiona / T. Kulevoy, N. Gerasimenko, D. Seleznev, G. Kropachev, A. Kozlov, R. Kuibeda, P. Yakushin, S. Petrenko, N. Medetov, O. Zaporozhan // Review of Scientific Instruments.– 2010. – V.81. – 02B905 (WoS)
22. Исследование динамики пучка ионов железа второй зарядности в канале вывода пучка линейного ускорителя тяжелых ионов ТИПр-1 с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой / Г.Н. Кропачев, А.И. Семенников, Р.П. Куйбида, И.А. Стоякин, Б.Б. Чалых, С.В. Плотников, С.В. Рогожкин, А.А.

- Алеев, А.А. Никитин, Н.Н. Орлов, Д.Н. Селезнев, Т.В. Кулевой // Ядерная физика и инжиниринг. – 2012. – том 3, № 3. – стр. 246–251. (перечень ВАК)
23. Настройка Канала Вывода Ускорителя ТИПр-1 для Имитационных Экспериментов по Изучению Радиационной Стойкости Реакторных Материалов / Р.П. Куйбида, Т.В. Кулевой, Б.Б. Чалых, А.И. Семенников, Т.В. Кулевой, Г.Н. Кропачев, И.А. Стоякин, А.О. Черница, А.Д. Фертман, А.А. Алеев, А.А. Никитин, Н.Н. Орлов, С.В. Рогожкин, // Вопросы атомной науки и техники, сер. Ядерно-физические исследования. – 2012. – в.4. – стр. 68-70.
24. Имитационный Эксперимент по Изучению Радиационной Стойкости Ракторных Материалов на Инжекторе Ускорителя ТИПр-1/ Р.П. Куйбида, Б.Б. Чалых, В.Б. Шишмарев, Н.Ю. Грачев, А.Д. Фертман, А.А. Алеев, А.А. Никитин, Н.Н. Орлов, С.В. Рогожкин, Т.В. Кулевой // Вопросы атомной науки и техники, сер. Ядерно-физические исследования. – 2012. – в.4. – стр.188-190.
25. Rhenium ion beam for implantation into semiconductors / T.V. Kulevoy, N.N. Gerasimenko, D.N. Seleznev, P. Fedorov, A.A. Temirov, M.E. Alyoshin, S.V. Kraevsky, D.I. Smirnov, P.Ev. Yakushin, V.V. Khoroshilov // Review of Scientific Instruments.– 2012 – V.83. – 02B913 (WoS)
26. Имитационный эксперимент по изучению радиационной стойкости перспективной ферритно-мартенситной стали, упрочненной дисперсными включениями / С.В. Рогожкин, Т.В. Кулевой, Н.А. Искандаров, Н.Н. Орлов, Б.Б. Чалых, А.А. Алеев, Н.Ю. Грачев, Р.П. Куйбида, А.А. Никитин, А.Д. Фертман, В.Б. Шишмарев // Атомная энергия. – 2013. – Т. 114. – стр. 12-16. (перечень ВАК)

27. Development of the ion source for cluster implantation / T.V. Kulevoy, D.N. Seleznev, A.V. Kozlov, R.P. Kuibeda, G.N. Kropachev, O.A. Alexeyenko, S.N. Dugin, E.M. Oks, V.I. Gushenets, A. Hershcovitch, V. B. Johnson, H.J. Poole // Review of Scientific Instruments. – 2014. – 85. – 02A501.(WoS)
28. Molecular ion sources for low energy semiconductor ion implantation / A. Hershcovitch, V. I. Gushenets, D. N. Seleznev, A. S. Bugaev, S. Dugin, E. M. Oks, T.V. Kulevoy, O. Alexeyenko, A. Kozlov, G. N. Kropachev, R. P. Kuibeda, S. Minaev, A. Vizir and G. Yu. Yushkov, // Review of Scientific Instruments. – 2016. – 87. – 02B702. (WoS)
29. Simulation of irradiation effects with ions on the RFQ linac HIPr / P.A. Fedin, M.S. Saratovskikh, R.P. Kuibeda, A.L. Sitnikov, T.V. Kulevoy, A.A. Nikitin and S.V. Rogozhkin // 6th International Congress “Energy Fluxes and Radiation Effects, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1115 – 2018. – 032026 (WoS)
30. Д.Н. Селезнев, Т.В. Кулевой, Г.Н. Кропачев, Р.П. Куйбида, А. Гершкович, Е.М. Окс, В.И. Гушенец, О.В. Алексеенко, Э.Л. Гуркова, С.Н. Дугин, П.А. Стороженко. Способ непрерываемого производства пучка ионов карборана с постоянной самоочисткой ионного источника и компонент системы экстракции ионного имплантатора // Патент РФ, №2 522 662. Бюл. № 20, 03.08.2011
Hershcovitch, O.Alexeyenko, T. Kulevoy, R. Kuibeda, E. Oks, V. Gushenets, P. Storozhenko, E. Gurkova, S. Dugin, G. Kropachev, D. Seleznev. Method for Uninterrupted Production of a Polyatomic Boron Molecular Ion Beam with Self-Cleaning // Patent US WO/2013/019432 07.02.2013

Соответствие диссертации специальности

Представленная Кулевым Т.В. диссертационная работа на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и пеннинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации» является фундаментальным научным исследованием в области разработки и исследования новых методов генерации ионных пучков как для экстремально высокоэнергетической имплантации (мега электрон-вольтные уровни энергии), так и экстремально низкоэнергетической (на уровне нескольких сот электрон-вольт) ионной имплантации. Диссертационное исследование включает в себя разработку методов повышения зарядового состояния ионов в вакуумно-дуговом источнике для ускорителей заряженных частиц и источнике Пеннинга для высокоэнергетической имплантации. Также диссертационное исследование включает в себя разработку методов генерации пучков многоатомных борсодержащих молекулярных пучков и обеспечения генерации таких пучков в режиме самоочистки разрядной камеры и имеет важное прикладное значение для создания полупроводниковых изделий по топологической норме лучше 20 нм. Создано оборудование и разработаны методики для облучательных экспериментов для имитационного экспресс-анализа конструкционных материалов ядерной и термоядерной энергетики.

Указанная область исследований соответствует паспорту специальности 01.04.04 «Физическая электроника», а именно пунктам: 1 – Эмиссионная электроника, включая процессы на поверхности, определяющие явления эмиссии, эмиссионную спектроскопию и все виды эмиссии заряженных частиц; 3 – Вакуумная электроника, включая методы генерирования потоков заряженных частиц, электронные и ионные оптические системы, релятивистскую электронику; 5 – Плазменная электроника, включая физические процессы в плазменных электронных приборах: СВЧ-генераторах, усилителях, плазменных (коллективных)

ускорителях, плазменно-пучковых разрядах; 6 – Изучение физических основ плазменных и лучевых (пучковых) технологий, в том числе модификации свойств поверхности, нанесение тонких пленок и пленочных структур.

Вывод

1. Диссертационная работа Кулевого Т.В на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и пенинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации» соответствует паспорту специальности 01.04.04 «Физическая электроника» и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук

2. Диссертационная работа Кулевого Т.В на тему «Источники пучков ионов твердотельных веществ на основе вакуумно-дугового и пенинговского разрядов для экстремальных режимов ионной имплантации» может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.04 «Физическая электроника»

Результаты открытого голосования членов секции №3 Ученого совета НИЦ «Курчатовский институт»-ИТЭФ: За – 7, против–0, воздержалось– 0.

Председатель заседания

начальник Ускорительного Центра д.ф.-м.н.



Алексеев Н.Н.

Секретарь заседания секции №3 Ученого совета

ведущий научный сотрудник к.ф.-м.н.,



Кац М.М.