

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д003.055.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ИМ. Л.В. КИРЕНСКОГО СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ФАНО) ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 мая 2015 года № 5

О присуждении Лященко Сергею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Морфология, магнитные и магнитооптические свойства низкоразмерных структур Fe-Si» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 25.03.2015 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 003.055.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук (ИФ СО РАН), (ФАНО) 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 38, номер приказа о создании диссертационного совета 714/НК от 02.11.2012 г.

Соискатель Лященко Сергей Александрович 1987 года рождения, в 2011 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева» (СибГАУ). Там же в 2014 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и работает в должности младшего научного сотрудника отдела Научно-исследовательского управления.

Диссертация выполнена в ИФ СО РАН (ФАНО) в лаборатории физики магнитных явлений и на межфакультетской базовой кафедре космических материалов и технологий научно-образовательного центра «Институт космических исследований и высоких технологий» СибГАУ.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Варнаков Сергей Николаевич – ст.н.с. лаборатории физики магнитных явлений, ИФ СО РАН.

Официальные оппоненты: Слабко Виталий Васильевич – д.ф.-м.н., профессор, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВПО СФУ), кафедра Фотоники и лазерных технологий, профессор; Терещенко Олег Евгеньевич – д.ф.-м.н., доцент, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН), лаборатория молекулярно-лучевой эпитаксии соединений A_3B_5 , дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, подписанном Цыбулей Сергеем Васильевич – д.ф.-м.н., проф., заведующим кафедрой физических методов исследования твёрдого тела; Боярским Леонидом Александровичем – д.ф.-м.н., профессором, указала, что данные, полученные диссертантом, могут быть использованы в работах научных и образовательных учреждений, в частности, на кафедрах физических факультетов МГУ, КазГУ и ОмГУ, научных учреждений: ИФП СО РАН, ИФ СО РАН, ИНХ СО РАН, ХТТ СО РАН, ИФМ УрО РАН, ИЭХТТ УрО РАН.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 5 статей и 3 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ. 1. Лященко, С.А. Исследование оптических и магнитооптических спектров магнитных силицидов Fe_5Si_3 и Fe_3Si методом спектральной магнитоэллипсометрии /С.А. Лященко, З.И. Попов, С.Н. Варнаков, Е.А. Попов, М.С. Молокеев, И.А. Яковлев, А.А. Кузубов, С.Г. Овчинников, Т.С. Шамирзаев, А.В. Латышев, А.А. Саранин //ЖЭТФ.–2015.– Т. 147, № 5. – С. 1023; 2. Лященко, С.А. Исследования магнитооптических свойств тонких слоев Fe in situ методами /С.А. Лященко, И.А. Тарасов, С.Н. Варнаков, Д.В. Шевцов, В.А. Швец, В.Н. Заблуда, С.Г. Овчинников, Н.Н. Косырев, Г.В. Бондаренко, С.В. Рыхлицкий //ЖТФ. – 2013 – Т. 83, № 10. – С. 139; 3. Lyaschenko, S.A. Determination of structural parameters of the Fe-Si-system by spectral ellipsometry method

/S.A. Lyaschenko, S.N. Varnakov, S.G. Ovchinnikov, E.P. Berezitskaya, G.A. Alexandrova, O.P. Vaituzin //Physics Procedia. – Vol. 23. – 2012. – P. 49; 4. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2013617818 «Автоматизированный комплекс для управления технологическими процессами получения тонких структур металла на полупроводнике, используя измерение и анализ магнитоэллипсометрических данных (Valnadin Auto)» /С.А. Лященко, И.А. Тарасов, Д.В. Шевцов, С.Н. Варнаков, С.Г. Овчинников. – Зарегистрировано 23.08.2013 г. Объем публикаций составляет 2.1 печатных листов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: *Ведущая организация НГУ*. Отзыв положительный. Замечания: 1) Во Введении автор диссертации изложил почти полностью содержание автореферата, сохранив последовательность разделов и рубрикацию. На наш взгляд, это логическая ошибка, впрочем, характерная для подавляющего большинства диссертаций по физике; 2) В первой главе автор что-то непонятное и несправедливое написал относительно модели ферромагнетизма Гейзенберга. Вкупе с рассуждениями, приведенными в четвертой главе, приходится сделать вывод о не слишком хорошей подготовке автора диссертации в области физики магнитных явлений. Что касается ферромагнетизма железа, в особенности, образцов пониженной размерности, то в этом случае простой теорией Гейзенберга, предполагающей рассмотрение диэлектрического одноатомного вещества в присутствии обменного взаимодействия (чего в природе не бывает), обойтись никак не удастся. Ведь смысл модели Френкеля – Гейзенберга состоял в построении квантовой теории возникновения обменного взаимодействия спиновой подсистемы; 3) Вторая магнитная «заморочка»: образец измерялся *in situ*, затем извлекался, измерялся *ex situ* и снова помещался в камеру, где измерялся *in situ*. Любой химик обязательно объяснит, что вторичное помещение образца в камеру не есть *in situ*. Один вывод у Вас справедлив – точность измерений внутри камеры сильно уступает точности «наружных» приборов; 4) Еще одно общее замечание – для экспериментальной работы необходимо было провести тщательный анализ возможных погрешностей измерений. Погрешности в ряде случаев приводятся, но анализа как такового нет. В частности, не указано качество исходных компонентов, хотя любой магнитчик знает сколь трудно получить образец чистого железа.

Слабко В.В. – официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: 1) В работе следовало бы подробно обсудить применение разработанной модели пересекающихся дисков для случая островков произвольной формы. Тем более что распределение по размерам пересекающихся дисков в модели не учитывается и некоторая доля этих дисков может иметь диаметр меньше, чем допускает теория эффективной среды; 2) Для доказательства существования метастабильной фазы Fe_5Si_3 в полученных образцах в диссертации используется рентгеноструктурный анализ, который позволяет оценить объёмную долю фазы Fe_5Si_3 в образце. Тем не менее, в диссертации этих данных нет, по неясной причине.

Терещенко О.Е. – официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: 1) Доказательство наличия поликристаллической фазы Fe_5Si_3 на поверхности $\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ приводится по двум рефлексам в рентгенограмме. Из сравнения рентгенограмм пленок соединения Fe_3Si (рис. 25) и Fe_5Si_3 (рис. 26) видно, что рефлекс (022) от Fe_3Si и (112) от Fe_5Si_3 с точностью определения положений из рисунков 25 и 26 совпадают. Возникает вопрос о смешанности фаз в пленке и количественной оценки включений. Морфология поверхностей пленок силицидов железа не обсуждается в терминах среднеквадратичной шероховатости; 2) Важной характеристикой ферромагнитных веществ является величина остаточной намагниченности. Величины остаточной намагниченности полученных пленок силицидов железа не были измерены, что затрудняет оценку магнитных свойств полученных пленок для практических применений.

Свиташева С.Н. – с.н.с. ИФП СО РАН, д.ф.-м.н. Отзыв положительный. Замечания: 1) К недостаткам работы можно отнести использование термина «магнитоэллипсометрия», хотя существует термин «модуляционная эллипсометрия»; 2) Вызывает сомнение достоверность некоторых результатов, полученных «методами отражательной спектральной магнитоэллипсометрии», т.к. они выполнены на неаттестованном приборе. Как следствие, различие величин дисперсии комплексного показателя преломления с различными азимутальными положениями оптических элементов эллипсометра.

Миляев М.А. – в.н.с. ИФМ УрО РАН, к.ф.-м.н. Отзыв положительный. Замечаний нет.

Стукова Е.В. – заведующая кафедрой «Физика» ФГБОУ ВПО «АмГУ», д.ф.-м.н., доцент. Отзыв положительный. Замечания: 1) При изложении результатов, полученных в третьей главе диссертации, автор прямо

не указывает, каков характер зависимости размера, концентрации на поверхности, формы островков от количества осажденного силицида и температурных условий. Установленные закономерности служили в поддержку тезиса, сформулированного в п. 2 «Научная новизна» о возможности контроля морфологии формирующихся структур. *Писаренко Т.А.* – с.н.с. ИАПУ ДВО РАН, к.ф.-м.н. Отзыв положительный. Замечания: 1) Недостатком, на мой взгляд, является представление морфологических параметров пленок Fe_5Si_3 в основных результатах, тогда как характеристики морфологии пленок Fe_3Si вообще отсутствуют. Это, в свою очередь, затрудняет анализ магнитных свойств, который в автореферате представлен только констатацией величин коэрцитивной силы и поля насыщения для гибридных структур $Fe/SiO_2/Si(100)$, $Fe_5Si_3/SiO_2/Si(100)$ и $Fe_3Si/Si(111)$; 1) Спорным является вопрос о преимущественной ориентации кристаллитов Fe_5Si_3 в двух кристаллографических направлениях (002) и (112), поскольку в автореферате нет соответствующих данных, а в работе автора [1] (ЖЭТФ, Т.147, №5. 2015) диапазон углов на рентгенограмме не позволяет сделать подобный вывод, так как отсутствует система кратных отражений для соответствующих плоскостей. *Мусеева Н.М.* – к.ф.-м.н., доцент кафедры лазерной физики Волгоградского государственного университета. Отзыв положительный. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области физики конденсированного состояния, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что целью выполненных соискателем исследований являлось получение плёнок метастабильной при комнатной температуре фазы силицида Fe_5Si_3 , исследование оптических и магнитооптических свойств силицидов Fe_5Si_3 и Fe_3Si . На основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

1. Разработана оригинальная технология синтеза фазы Fe_5Si_3 в условиях сверхвысокого вакуума и получена серия образцов фазы Fe_5Si_3 в виде поликристаллических плёнок различной толщины на подложке $SiO_2/Si(100)$.

2. Установлено, что уменьшение эффективной толщины композиционной структуры Fe-Si в стехиометрическом соотношении 5:3 с последующим отжигом в сверхвысоком вакууме приводит к уменьшению размеров и увеличению плотности поверхностного распределения островков фазы Fe_5Si_3 .

3. Впервые измерена дисперсия комплексного коэффициента преломления поликристаллической пленки Fe_5Si_3 в диапазоне длин волн $250 \div 1000$ нм и дисперсии магнитного кругового дихроизма для Fe_5Si_3 и эпитаксиальной монокристаллической плёнки Fe_3Si .

4. Выявлены наборы пиков поглощения на спектральных зависимостях магнитного кругового дихроизма силицидов Fe_5Si_3 и Fe_3Si в диапазоне $250 \div 825$ нм, энергии которых качественно совпадают с возможными межзонными переходами электронов на атомах Fe.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что показана возможность использования метода отражательной спектральной магнитоэллипсометрии для анализа электронной структуры непрозрачных ферромагнитных материалов.

Значение полученных соискателем результатов для практики определяется тем, что измерена дисперсия комплексного коэффициента преломления поликристаллической пленки Fe_5Si_3 , а также дисперсии магнитного кругового дихроизма для Fe_5Si_3 и эпитаксиальной монокристаллической плёнки Fe_3Si , что может быть использовано в дальнейшем для контроля процессов формирования силицидов Fe_5Si_3 и Fe_3Si .

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты получены на сертифицированном оборудовании, использованы современные методики сбора и обработки исходной информации и показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях.

Личный вклад соискателя состоит в определении технологических условий формирования сплошной поликристаллической плёнки и островковых структур Fe_5Si_3 . Соискателем проведены все эллипсометрические и магнитоэллипсометрические измерения, представленные в работе, а также все этапы статистической обработки и моделирования. Автор принимал активное участие на всех этапах полу-

чения и анализа экспериментальных данных и создания экспериментальных образцов.

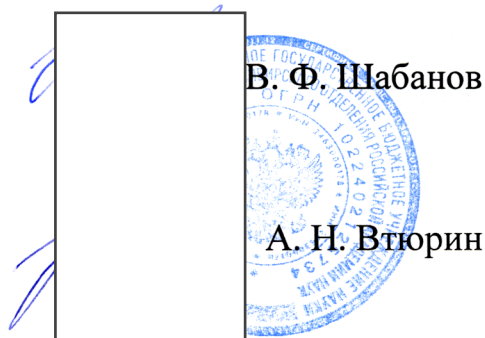
Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного и четкого плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, согласованностью и взаимосвязанностью выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принято решение присудить Лященко Сергею Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, 10 докторов наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета Д 003.055.02
д.ф.-м.н., академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 003.055.02
д.ф.-м.н., с.н.с.



03.06.2015 г.