

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.055.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ ИМ.Л.В. КИРЕНСКОГО. СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИФ СО РАН) ПО ДИССЕРТАЦИИ. НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело N \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 10 июня 2016г N 9

О присуждении Кобякову Александру Васильевичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Синтез и физические свойства трехслойных пленок в системе Со-Ge по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений принята к защите 7 апреля протокол №5 диссертационным советом Д 003.055.02 на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики им.Л.В. Киренского. Сибирское отделение Российской академии науки (ИФ СО РАН), ФАНО, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50, строение 38, приказ Минобрнауки №714/НК от 02.11.2012г.

Соискатель Кобяков Александр Васильевич 1985 года рождения в 2007 году окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВО СФУ) и там же аспирантуру в 2010 году В настоящее время работает ассистентом в ФГАОУ ВО СФУ и младшим научным сотрудником в ИФ СО РАН.

Диссертация выполнена в Институте инженерной физики и радиоэлектроники (ИИФиРЭ) ФГАОУ ВО СФУ и в ИФ СО РАН

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Патрин Геннадий Семенович, директор ИИФиРЭ ФГАОУ ВО СФУ.

Официальные оппоненты: Курляндская Галина Владимировна, д.ф.-м.н., профессор-исследователь Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет»; Логинов Юрий Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Сибирского государственного аэрокосмического университета, дали положительные отзывы о диссертацию.

Ведущая организация Научно-исследовательский Институт физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет». Ростове-на-Дону.

В своем положительном заключении, подписанном д.ф.-м.н., зав. лабораторией мультиферроиков НИИ физики ЮФУ Раевским И.П., и д.ф.-м.н., старшим научным сотрудником отдела кристаллофизики НИИ физики ЮФУ Тер-Оганесяном Н.В., указала, что в работе впервые: разработана оптимальная технология синтеза многослойных магнитных пленок системы Co-Ge с контролируемым соотношением кубической и гексагональной фаз кобальта; обнаружен резкий рост намагниченности пленок выше температуры  $T_{TM}$ , что объяснено при помощи модифицированной модели Стонера-Вольфарта; установлено, что тип межслоевого взаимодействия слоев кобальта является антиферромагнитным со слабой зависимостью от толщины немагнитной полупроводниковой прослойки.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 13 научных работ; 4 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях: 1. Г.С. Патрин, А.В. Кобяков, И.А. Турпанов, М. Рауцкий, К.Г. Патрин. Магниторезонансные свойства трехслойных пленок Co/Ge/Co: Межслоевые взаимодействия //ФТТ.- 2016.-Т.58,В.5.-С.1000-1006; 2. Г.С. Патрин, И.А. Турпанов, А.В. Кобяков, Д.А. Великанов, К.Г. Патрин, Л.А. Ли, В.К. Мальцев, С.М. Жарков, В.И. Юшков. Синтез и магнитные состояния кобальта в трехслойных пленках Co/Ge/Co.//ФТТ.-2014.-Т.56.-В.2.-С.301-307; 3. A.V. Kobyakov, G.S. Patrin, I.A. Turpanov, L.A. Li, K.G. Patrin, V.I. Yushkov, E. A. Petrakovskaya, and M.V. Rautskii. Interlayer Coupling in Trilayer Co/Ge/Co Films //Solid State Phenomena.- 2011.-V.168-169.-P.273-276; 4. Bykova L.E., Myagkov V.G., Turpanov I.A., Abylkalykova R.B., Bondarenko G.N., Lee L.A., Kobyakov A.V. Solid-state synthesis of cobalt germanides in epitaxial Ge/ $\beta$ -Co(001) and Ge/ $\alpha$ -Co(110) nanofilms // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics.-2010.-V.3.-N.1.-P.48-53. Объем 1,4 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Ведущая организация. Отзыв положительный. Замечания: 1. Остается неясной роль в магнитном поведении полупроводниковой прослойки, проводимость которой, а значит и межслоевой обмен, растут с температурой; 2. Возможно, что

найденное соотношение фаз кобальта присуще не обоим слоям кобальта в пленке. Это никак не комментируется. Д.ф.-м.н., Курляндская Г.В. - официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: 1. Почему условия образования фаз в системе Co/Ge изучались на пленках полученных различными способами?

Д.ф.-м.н., профессор Логинов Ю.Ю.- официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: 1. Методом просвечивающей электронной микроскопии не получены размеры и плотность гранул. Электронограммы не четкие, что затрудняет их анализ. Термин «гало» применяется не верно. Д.ф.-м.н., заведующий лабораторией реальной структуры кристаллов ИФТТ РАН Горнаков В.С. Отзыв положительный. Замечания: 1. Какое поведение намагниченности и межслоевого взаимодействия считать «обычным». 2. Правильно ли говорить о поведении межслоевого взаимодействия в пленках Co/Ge/Co, как о его модуляции.

Также поступили положительные отзывы без критических замечаний: д.ф.-м.н., профессора кафедры теоретической физики Башкирского государственного университета Екомасова Е.Г.; д.ф.-м.н., зав. лабораторией неоднородных систем ОФТТ ФИАН Пудонина Ф.А.; д.ф.-м.н., г.н.с. кафедры магнетизма физического факультета МГУ, профессора Шалыгина Е.Е.; к.ф.-м.н., руководителя сектора нанотехнологий спинтроники ИФМ УрО РАН в.н.с. лаборатории электрических явлений Миляева М.А.; д.ф.-м.н., зам. директора по научной работе ИФ полупроводников им. А.В. Ржанова Со РАН, зав отделом роста и структуры полупроводниковых материалов Пчелякова О.П.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен тем, что оппоненты и сотрудники ведущей организации являются ведущими, как в России, так и в мире специалистами в области физики магнитных явлений, в частности экспериментальных и теоретических исследований наноматериалов.

Совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология получения наноразмерных многослойных магнитных пленок в системе Co-Ge с изменяемым соотношением кубической и гексагональной фаз кобальта на установке лабораторного изготовления с возможностями многокомпонентного напыления;

предложена модель для описания терромагнитного поведения намагниченности пленок Co/Ge/Co, когда, гранулы гексагонального кобальта,

растворены в матрице кубического кобальта и связаны с ней обменом, рассчитаны особенности температурного поведения намагниченности;

установлено, что параметры межслоевых взаимодействий для всех пленок Co/Ge/Co с величиной прослойки в области толщин десятков нанометров имеют антиферромагнитный знак взаимодействия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

в рамках модели, когда в изотропной матрице кубического кобальта, рассматриваемой в континуальном приближении, распределены гранулы сильно анизотропного гексагонального кобальта, описаны экспериментальные зависимости температурного и полевого поведения гранулярных двухфазных в магнитном отношении систем.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы: оборудование для синтеза магнитных пленок Co/Ge/Co с ионно-плазменным методом распыления; методики исследований структурных свойств (рентгеноспектральный флуоресцентный анализ, электронная микроскопия, атомно-силовая спектроскопия, 2х импульсная методика спин-эхо ЯМР); методы для измерения магнитных и резонансных свойств (СКВИД-магнетометрия, ЭПР-спектроскопия).

Раскрыто, что детальное описание магнитного поведения в системе ферромагнитный металл-полупроводник требует анализа структуры интерфейса, и учета интерфейсной магнитной анизотропии.

Проведена модернизация технологии для синтеза пленок Co/Ge/Co, а именно, разработана система заслонок, процесс приготовления подложки и непосредственно процесс напыления образцов.

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

создан новый пленочный материалов в системе ферромагнитный металл-полупроводник, с возможностью управления магнитным фазовым составом. Также обнаружены новые эффекты в поведении намагниченности и спиновой динамики.

Практическая значимость работы следует из того, что полученные научные результаты могут иметь прикладную направленность и быть пригодными при разработке спинтронных устройств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что: использованы современные методы исследований и высокоточное экспериментальное оборудование. Использование разных методов паспортизации структур дает надежные данные об исследуемых образцах.

Кроме того, достоверность результатов подтверждается тем, что экспериментальные данные, полученные разными методами, совпадают. Также наблюдается удовлетворительное согласие эксперимента с теоретическими расчетами.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он принимал участие в постановке задачи. Он лично отработывал технологию получения и синтезировал тонкие магнитные пленки Co/Ge/Co. Проводил измерения и обрабатывал результаты, полученные на СКВИД-магнитометре и атомно-силовом микроскопе. Также проводил обработку спектров магнитного резонанса (ЯМР, ЭМР).

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Кобякову Александру Васильевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них: 9 докторов наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», 9 докторов наук по специальности 01.04.11 – «Физика магнитных явлений», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 17, против присуждения учёной степени - 0, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук, академик РАН

И.о.ученого секретаря диссертационного  
доктор физ.-мат. наук, профессор



Шабанов В.Ф.

Вальков В.В.