

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Гераськина Андрея Александровича « СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПЛЕНОК $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ НА ПОДЛОЖКАХ Si C ТЕРМОСТАБИЛЬНЫМИ МЕЖФАЗНЫМИ ГРАНИЦАМИ», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела

Диссертационная работа А.А.Гераськина выполнена на **актуальную тему**, связанную с изучением процессов синтеза и кристаллизации пленок на основе твердых растворов $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ на подложках монокристаллического кремния, температура Кюри (T_C) которых заметно превышает комнатную. До последнего времени развитие работ в этой области знаний сдерживалось отсутствием гомогенных магнитных полупроводниковых материалов, сохраняющих спиновую ориентацию носителей заряда выше комнатных температур и совместимых в пленочном виде с известными коммерческими полупроводниками (в частности с Si). И лишь в последнее время были получены искомые полупроводниковые магнитные материалы (пленки на основе твердых растворов состава $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ на подложках монокристаллического кремния). При этом свеженанесенные пленки характеризовались аморфной структурой, температура кристаллизации пленок составляла 900 – 950°C. Оказалось, что величина намагниченности насыщения (M_S) из-за взаимодействия пленки с подложкой в процессе кристаллизации $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ не превышала 16% от аналогичной величины для объемных аналогов.

Поэтому несомненным достоинством диссертационной работы А.А.Гераськина является четкая формулировка **цели исследования** - синтез и кристаллизация пленок состава $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ на подложках монокристаллического кремния с термостабильными межфазными границами и магнитными характеристиками, сопоставимыми с их объемными аналогами. В качестве **объектов исследования** были выбраны порошкообразные материалы $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ и пленочные гетероструктуры $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta/SiO_2/Si$. В качестве объектов сравнения использованы материалы состава $Mg(Fe_{0,8}Al_{0,2})_2O_4$, а также гетероструктуры Au/Co/Si. Поставленная цель определила пять конкретных задач исследования.

В ходе выполнения диссертационной работы А.А.Гераськина получены новые научно значимые результаты, среди которых следует отметить наиболее важные, выносимые на защиту:

- Разработан метод получения порошков состава $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ и $Mg(Fe_{0,8}Al_{0,2})_2O_4$ с содержанием летучих соединений углерода менее 0,02 ат. %.
- Разработан способ синтеза пленок $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ толщиной 200–2000 нм с барьерными наноразмерными слоями SiO_2 на подложках Si.
- Установлено влияние состава исходных порошкообразных прекурсоров и параметров ионно-лучевого распыления на физико-химические характеристики свежесаженных пленок.
- Выявлена роль межфазной границы и толщины пленки и их влияния на величину намагниченности насыщения пленок $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ с барьерными слоями SiO_2 в процессе их кристаллизации на подложках Si.
- Предложена феноменологическая модель процесса кристаллизации пленочных гетероструктур $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta/SiO_2/Si$.
- Получены результаты исследований полупроводниковых характеристик и СВЧ свойств пленок $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ на Si с барьерными слоями SiO_2 .

О высокой практической важности данной работы свидетельствует тот факт, что разработанный метод синтеза пленок на рассогласованных по кристаллографическим

параметрам подложках позволяет получать пленочные гетероструктуры с термостабильными межфазными границами для спинтронных устройств и периодических структур магноники, благодаря совместимости с технологическими операциями магнитной микроэлектроники. Имеется высокий потенциал для последующего коммерческого использования полученных результатов. Работа выполнена при финансовой поддержке целого ряда грантов (как грантов РФФИ, так и Программ Президиума РАН).

Достоверность полученных результатов подтверждена использованием в работе широкого круга современных физико-химических методов диагностики: рентгенофазового анализа (РФА), растровой электронной микроскопии с микрорентгеноспектральным анализом, термогравиметрии. Для изучения морфологии поверхности пленок использовалась атомно-силовая микроскопия (АСМ). Для оценки распределения элементов по толщине пленки и на межфазной границе пленка-подложка использовался электронный сканирующий Оже-микроскоп. Исследования магнитных характеристик проводили с помощью вибрационного магнитометра. Спектры ЭПР были измерены на спектрометре РЭ 1306 на частоте $F=9,4$ ГГц при комнатной температуре. Элементный анализ порошков осуществляли с помощью лазерного масс-спектрального анализатора. Все это позволяет быть уверенным, что выводы, сделанные на основании результатов работы диссертанта, представляются вполне обоснованными.

Автореферат тщательно оформлен. Результаты работы прошли хорошую апробацию: они опубликованы в 5 статьях в известных отечественных научных журналах (Неорганические материалы; Кристаллохимия; Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования; Журнал неорганической химии – 2 статьи) и в 12 тезисах докладов Международных (6) и Всероссийских (6) научных конференций, они хорошо и известны специалистам, работающим в области химии твердого тела.

В целом диссертационная работа А.А. Гераськина представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком экспериментальном уровне. По актуальности темы, новизне, научной значимости и достоверности полученных результатов, их практической важности, обоснованности сделанных выводов, высокой степени апробации результатов диссертационная работа «СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПЛЕНОК $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4-\delta$ НА ПОДЛОЖКАХ Si С ТЕРМОСТАБИЛЬНЫМИ МЕЖФАЗНЫМИ ГРАНИЦАМИ» в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор А.А. Гераськин заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела.

Ведущий научный сотрудник лаборатории
неорганического материаловедения
кафедры неорганической химии
Химического факультета МГУ
имени М.В.Ломоносова, д.х.н., профессор



Б.Р.Чурагулов

119991, Россия, г. Москва,
Ленинские Горы, д. 1, стр. 3,
химический факультет
bulat@inorg.chem.msu.ru



