

В Диссертационный совет Д 002.021.02
при Институте общей и неорганической
химии им. Н.С. Курнакова РАН

Отзыв

на автореферат диссертации Гераськина Андрея Александровича
«Синтез и свойства пленок $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_{4-\delta}$ на подложках Si
с термостабильными межфазными границами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности
02.00.21 – Химия твердого тела

В настоящее время значительный объем исследований посвящен проблеме синтеза разбавленных магнитных полупроводников с температурой Кюри выше комнатной. При этом немаловажным фактом для практических применений является поиск однофазного состава, характеризующегося эффектом магнетосопротивления в слабых магнитных полях, совместимого со стандартной полупроводниковой технологией (кремний, арсенид галлия и т.п.). Учитывая широкий спектр физических свойств многокомпонентных оксидов на основании металлов группы железа (Mn, Fe, Co), достаточно актуальной является задача синтеза и исследования физических свойств ферромагнитных полупроводниковых оксидов (манганиты, ферриты, кобальтиты).

Ферриты со структурой шпинели являются удобными модельными объектами для исследования и объяснения природы магнитных, электрических и транспортных свойств, имеющих место в данных соединениях. Вариации с химическим составом (замещение диамагнитными ионами) могут индуцировать изменение магнитного и зарядового упорядочения. Из литературных данных известно, что природа магнетосопротивления в данном типе сложных оксидов может быть обусловлена рядом факторов: фрустрация магнитной структуры, неколлинеарность магнитных векторов, туннельные эффекты и т.п. Есть сообщения о практическом использовании феррит-шпинелей в качестве магнитоуправляемых слоев (спиновые фильтры и магнитные туннельные контакты) в гибридных пленочных системах, основанных на магниторезистивном эффекте. Таким образом, тематика диссертационной работы Гераськина А.А. актуальна как с точки зрения фундаментальной, так и практической направленности для магнитной микроэлектроники (спинтроника) и гибридных пленочных гетероструктур, работающих на основе магниторезистивного (магнитосенсорика) и магнитоэлектрического (магнитная микромеханика) эффектов.

Достоинством работы является комплексный подход соискателя для выполнения поставленных в работе задач. Была проделана огромная экспериментальная работа по оптимизации процессов синтеза поликристаллических материалов со структурой типа шпинели $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ и $Mg(Fe_{0,8}Al_{0,2})_2O_4$ (с содержанием летучих соединений углерода менее 0,02 ат.%) и пленочных гетероструктур $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_{4-\delta}/SiO_2/Si$. Проведены комплексные исследования по изучению элементного состава, катионной стехиометрии, кристаллической структуры и фазового состава, морфологии поверхности и физико-химических свойств полученных экспериментальных образцов.

К особо важным результатам диссертации можно отнести:

1. Разработка пирогидролитического метода получения поликристаллических составов со структурой шпинели при малом содержании углеродсодержащих примесей.
2. Выбор материала, обоснование эффективности и применение термостабильных межфазных наноразмерных слоев на основе диоксида кремния.

3. Исследование процессов кристаллизации пленочных гетероструктур $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ - $\delta/SiO_2/Si$ и разработка феноменологической модели, объясняющей процессы, имеющие место на межфазных границах.

При исследовании полученных образцов (как объемных, так и пленочных) использовались достоверные методы аттестации структуры и свойств (рентгенография, РЭМ, ДТА и ТГА, АСМ, РСМА, ОЖЕ-микроскопия, вибрационная магнитометрия и т.д.). Практические и научные результаты, полученные в рамках исследований Гераськина А.А., обоснованы, достоверны и не противоречат известным литературным сведениям.

Следует отметить, что в автореферате есть некоторые недоработки и спорные вопросы:

1. На стр.3 при обосновании актуальности работы указано, что коэрцитивная сила ранее полученного керамического образца $Mg(Fe_{0,8}Ga_{0,2})_2O_4$ составляет ~ 0.02 Тл. Следует отметить, что коэрцитивная сила – это характеристика напряженности (H) магнитного поля, поэтому более корректно указывать размерность или в Э (в СГС) или в А/м (в СИ). А Тл – это единица измерения индукции магнитного поля.
2. В автореферате приводятся данные о сопоставлении величин намагниченности керамических и пленочных образцов, однако не приведены данные об анионной стехиометрии поликристаллических составов. А как известно в многокомпонентных оксидных системах дальний магнитный порядок устанавливается именно через немагнитные лиганды и отклонение от стехиометрии по кислороду может в значительной мере изменять магнитные характеристики.
3. Подпись к рисунку 10 было бы более корректно изменить на «Полевые зависимости удельной намагниченности...», т.к. приведены результаты измерений зависимости именно удельной намагниченности от величины индукции внешнего магнитного поля.
4. На стр.10 обсуждаются магнитные характеристики полученных образцов. Автор написал «... M_s выходит в насыщение при полях 0.05 Тл...». Данная запись является не совсем корректной, т.к. M_s это и есть намагниченность насыщения ($M_{saturation}$). В насыщение может выходить кривая намагниченности, а M_s - это величина, полученная экстраполяцией линейного участка намагниченности (после ее насыщения) на ось y.
5. Спорным выглядит объяснение значительного увеличения намагниченности пленочных образцов по сравнению с объемным аналогом. Хотя это дискуссионный вопрос и соискатель имеет право трактовать со своей точки зрения.

Указанные недостатки не снижают научной и практической ценности выполненной работы в целом. Хотелось бы отметить большой объем проделанной соискателем экспериментальной работы, имеющей практическое и теоретическое значение для материаловедения.

Считаю, что диссертационная работа Гераськина А.А. по новизне научных результатов, их значимости, содержанию и объему является самостоятельной и законченной работой, которая отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Гераськин А.А. заслуживает присуждение ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела.

Ученый секретарь
ГО «НПЦ НАН Беларуси
по материаловедению»,

к.ф.-м.н.

подпись

ЗАВЕРЯЮ



Лобановский Л.С.

ЗАМ. ГЕН. ДИРЕКТОРА
О. В. ИГНАТЕНКО