

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

**Итоговая
научно-образовательная
конференция студентов
Казанского федерального
университета
2016 года**

Сборник тезисов

Том 1

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.М. БУТЛЕРОВА
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**КАЗАНЬ
2016**

УДК 001.1(082)

ББК 72Я43

И93

*Печатается по рекомендации
редакционно-издательского совета
Казанского (Приволжского) федерального университета*

Итоговая научно-образовательная конференция студентов Казанского федерального университета 2016 года: сб. тезисов: в 3 т. / Мин-во образования и науки; Казанский (Приволжский) федеральный ун-т. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. – Т. 1: Институт геологии и нефтегазовых технологий; Институт фундаментальной медицины и биологии; Институт экологии и природопользования; Химический институт им. А.М. Бутлерова; Институт физики; Высшая школа информационных технологий и информационных систем; Институт вычислительной математики и информационных технологий. – 288 с.

ISBN 978-5-00019-636-6 (Т. 1)

978-5-00019-635-9

УДК 001.1(082)

ББК 72Я43

© Издательство Казанского университета, 2016

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА, ИМПЛАНТИРОВАННЫХ ИОНАМИ ЖЕЛЕЗА

Зиннатуллин А.Л.

Научный руководитель – доцент Вагизов Ф.Г.

К началу XXI века стало понятно, что использование спиновой степени свободы наряду с зарядом электрона должно привести к улучшению качества электронных устройств, т.е. увеличению скорости выполняемых операций, уменьшению потребляемой мощности, увеличению плотности интеграции устройств. В связи с этим возникла новая наука, называемая спинтроникой, в которой носителем информации является не заряд электрона, а его спин. Это должно привести к появлению нового поколения устройств, базирующихся на спин-зависимых явлениях.

Для создания таких устройств необходимо уметь инжектировать и считывать спины, управлять ими за короткие промежутки времени, переносить их на определенные расстояния. Кроме того важным критерием является время жизни спиновой поляризации. Все это требует глубокого понимания различных взаимодействий спинов в твердых телах, связанных с размерностями, зонной структурой и дефектами.

Разбавленные магнитные полупроводники (РМП) активно исследуются по этой тематике [S.A. Wolf et al. *Science* **294**, 1488 (2001)]. РМП – это материалы, способные проявлять одновременно как полупроводниковые, так и ферромагнитные свойства. Предполагается, что на их основе реализуется спиновый полевой транзистор, который позволит управлять спин-поляризованным током электронов.

Ферромагнитные свойства были обнаружены в соединениях (In, Mn) As [H. Ohno et al. *Phys. Rev. Lett.* **68**, 2664 (1992)] и (Ga, Mn) As [H. Ohno et al. *J. Appl. Phys.* **80**, 4377 (1996)]. Однако температура Кюри в них не превышала 110 К. В работе [T. Dietl et al. *Science* **287**, 1019 (2000)] теоретически предположили, что некоторые широкозонные полупроводники, легированные ионами переходных металлов, могут проявлять ферромагнитные свойства при комнатных и выше температурах. Одним из таких материалов является оксид цинка, легированный ионами железа. После этого было опубликовано большое количество экспериментальных работ: в одних работах сообщается о наличии ферромагнетизма, а в других – его отсутствие [Б.Б. Страумал и др., Письма в ЖЭТФ, 2013, 97, 415]. Кроме того, природа ферромагнетизма и физические механизмы, его обуславливающие, являются темой острых научных обсуждений и по сей день.

В настоящей работе объектами исследований являются тонкие пленки оксида цинка, имплантированные ионами железа с разными дозами. Исходные тонкие пленки толщиной 165 нм были получены методом магнетронного распыления на монокристаллические кремневые подложки (Si – 100). Имплантация производилась на установке ИЛУ-3 (КФТИ КазНЦ РАН) ионами железа (40% – Fe⁵⁷, 60% – Fe⁵⁶) с энергией 40 кэВ при плотности тока ионов 8 мкА/см² с дозами 1.25·10¹⁷ ион/см² и 1.5·10¹⁷ ион/см². Постимплантационный вакуумный отжиг синтезированных образцов проводился при температуре 500 градусов в течение 30 минут. Имплантированные и постотожженные образцы исследовались методами мёссбауэровской спектроскопии конверсионных электронов (МСКЭ), вибрационной магнитометрии (ВМ) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Согласно данным ВМ, все синтезированные образцы проявляли ферромагнитные свойства при комнатной температуре. Анализ петель магнитного гистерезиса, снятых при различных температурах показали, что намагниченность насыщения и коэрцитивное поле растут с уменьшением температуры измерения для всех образцов. Из данных МСКЭ было установлено, что в облученном слое формируются наночастицы, имеющие форму «лепешек», магнитный момент которых лежит в плоскости образца. Последующий вакуумный отжиг образцов приводит к уменьшению доли металлической фазы железа и к увеличению доли оксидных фаз. Это также подтверждают данные РФЭС. Глубинное профилирование и РФЭС показывают, что толщина модифицированного слоя составляет 100 нм, при этом максимум распределения концентрации железа приходится на 30 нм. Вакуумный отжиг приводит к уменьшению ферромагнитного отклика и уширению петель гистерезиса.

Научное издание

**Итоговая научно-образовательная конференция студентов
Казанского федерального университета 2016 года**

Сборник тезисов

Том 1

Подписано в печать 01.12.2016
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Формат 60x84 1/8
Печать ризографическая. Усл.-печ. л. 33,48. Тираж 42. Заказ 326/12

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28