

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чупракова Станислава Александровича «Структура и интерфейсы кобальтсодержащих сверхрешеток и нанопроволок по данным ядерного магнитного резонанса», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Для современной науки о новых материалах значительный интерес представляют тонкие магнитные плёнки и нанопроволоки. Актуальность фундаментальных исследований связана с их принципиально новыми физическими свойствами в сравнении с объёмными материалами, обусловленными их размерными и квантовыми эффектами. Особое место среди тонких плёнок занимают многослойные магнитные плёнки - сверхрешётки, в которых реализуется эффект гигантского магнитосопротивления, который заключается в изменении электрического сопротивления сверхрешётки, при изменении внешнего магнитного поля. Величина магнитосопротивления, как и другие магниторезистивные характеристики сверхрешёток, зависит от целого ряда структурных параметров, одним из которых является состояние интерфейсов, которые влияют на спиновый транспорт в этих сверхрешётках. Исследование интерфейсов является нетривиальной задачей, требующей применения локальных методов исследования, поэтому основное направление и тематика диссертационной работы С.А. Чупракова являются, безусловно, актуальными.

В работе можно выделить несколько основных научных результатов. В сверхрешётках Co/Cu с буферным слоем Fe и двухкомпонентной текстуре при увеличении числа бислоёв уменьшается величина магнитосопротивления, что, по данным ядерного магнитного резонанса, связано с уменьшением доли высокосовершенных границ. В сверхрешётках Co/Cu с композитным буферным слоем NiFeCr и текстуре (111) увеличение числа бислоёв не уменьшает долю высокосовершенных границ, что позволяет получить сверхрешётки Co/Cu с большими значениями магнитосопротивления. Увеличение толщины медного слоя в сверхрешётках Co/Cu приводит к уменьшению доли высокосовершенных границ. При термообработке, с увеличением температуры, происходит уменьшение доли высокосовершенных интерфейсов и увеличение их шероховатости. В нанопроволоках из чистого кобальта наблюдаются ГПУ- и ГЦК-фазы кобальта. В нанопроволоках с составом $Co_{80}Cu_{20}$ доминирует фаза ГЦК, а в объёме кобальта формируются кластеры меди, состоящие из 30 атомов. В слоистых

нанопроволоках Co/Cu шероховатость интерфейсов больше, чем в сверхрешётках Co/Cu. Основные результаты, полученные методом ядерного магнитного резонанса, дополняются моделями в атомном масштабе, позволяющими более глубоко проанализировать экспериментальные спектры ЯМР.

Достаточная теоретическая и эмпирическая база исследования, грамотное применение методологических положений к исследованию повышают обоснованность и достоверность полученных выводов. Достоверность полученных экспериментальных результатов подтверждается согласованием со сторонними методами анализа, теоретическими оценками и данными, опубликованными другими научными группами.

Основные положения диссертации и апробированные результаты нашли отражение в 8 статьях в рецензируемых журналах, включённых в перечень ВАК и индексируемых в базах Web of Science.

Вместе с тем, положительно оценивая научное содержание автореферата, необходимо высказать некоторые замечания:


1. В тексте нет указаний некоторых сокращений: гранцентрированная кубическая (ГЦК), гексагональная плотноупакованная (ГПУ), нанопроволки (НП).
2. На рисунке 2 приведены рефлектограммы серии сверхрешеток. В тексте автор, обсуждая эти данные, говорит о сохранении положения первого брегговского пика вблизи угла $2\Theta = 4,6^\circ$, однако, на рефлектограммах заметно изменение значения угла от $4,6^\circ$ при $n=40$ до $4,8^\circ$ при $n=10$. Хотелось бы получить комментарии автора о возможных причинах данных изменений.
3. В работе местами не отображены погрешности на графиках. Так, например, на рисунке 12 отображена зависимость шероховатости интерфейсов Co/Cu от толщины медного слоя t_{Cu} для сверхрешёток стекло//Fe(5нм)/[Co(1,5нм)/Cu(t_{Cu})]₁₀/Cr(2нм), при $t_{Cu} = 0,85, 0,93, 2,28, 2,7$ нм, где минимальное значение наблюдается при $t_{Cu}=0,93$ нм, а не при 0,85. Данный факт может быть интерпретирован как за счет ошибок, так и непосредственно изменений в образце (уменьшение шероховатости при изменении t_{Cu} от 0,85 до 0,93).
4. На рисунке 21 наблюдается существенное расхождение интенсивности пика I_3 для теоретических и экспериментальных данных. К сожалению, автор никак не комментирует данное расхождение.

5. В работе присутствуют пунктуационные ошибки и опечатки, в некоторых предложениях пропущены целые слова и предлоги.

Эти замечания не меняют общего положительного впечатления о работе. Считаю, что диссертация Чупракова Станислава Александровича выполнена на высоком современном уровне, является ценным законченным исследованием. По моему мнению, работа в полной мере соответствует требованиям «Положения ВАК о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям и её автор, Чупраков Станислав Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой электроники и радиоспектроскопии Института физики ФГАОУ ВО КФУ

«20» декабря 2023 г.

 / Алакшин Егор Михайлович

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Адрес: 420008, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18

тел.: +7 (843) 233-71-09

Электронная почта: public.mail@kpfu.ru

Сайт: <https://kpfu.ru/>

*С отзывом ознакомлен
10.01.2024
Чупраков С.А.*