

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Миляева Михаил Анатольевич
«Эффекты магнитной анизотропии в антиферромагнетиках и многослойных
обменно-связанныхnanoструктурах»
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений

Развитие физики магнитных явлений сегодня невозможно представить без эффектов, наблюдаемых в nanoструктурах и тонких магнитных пленках. Исследования многослойных пленок с косвенным обменным взаимодействием и спиновых вентиляй позволили развить новое направление – спинтроника. Результаты работы ученых и технологов в этой области реализуются в виде новых высокочувствительных сенсоров магнитного поля, считающих головок жестких дисков, магниторезистивной памяти, осцилляторов спинового тока. Поэтому работа Миляева М.А. безусловно актуальна.

Автором представлен значительный экспериментальный материал. Заметный вклад в мировую науку внесли результаты исследования магнитной анизотропии, косвенного обменного взаимодействия, магнитосопротивления в сверхрешетках и спиновых вентилях, полученные Миляевым М.А. с коллегами. В пионерских работах об особенностях процессов намагничивания сверхрешеток Fe/Cr и смене эффективных легких осей впервые показана взаимосвязь анизотропии процессов намагничивания и косвенного обменного взаимодействия.

В результате оптимизации параметров буферных слоев в сверхрешетках CoFe/Cu получено рекордное значение магнитосопротивления при комнатной температуре. Для спиновых вентиляй и сверхрешеток показан эффект буферных слоев и кристаллической структуры на коэрцитивную силу, выявлены условия безгистерезисного перемагничивания спиновых вентиляй.

В целом диссертация представляет тщательно выполненную и достоверную работу, которая содержит новые научные результаты, имеющие, в том числе, и практическое значение.

Далее приведены замечания, на которые необходимо обратить внимание автора диссертации:

- на рисунке 13 представлены петли магнитного гистерезиса сверхрешеток Fe/Cr с толщиной слоев Fe равной 82, 87, 88 Å, при этом толщина прослойки Cr изменяется от 13,4 до 14,3 Å. Известно, что косвенное обменное взаимодействие очень чувствительно к изменению толщины немагнитной прослойки. Рассматривал ли автор в качестве одной из причин, приводящих к образованию «ступеней» на кривых гистерезиса, биквадратичное взаимодействие (J_2). Известно, что оно может приводить к неколлинеарному упорядочению намагниченности и изменению хода процесса намагничивания;

- на рисунке 19 представлены изображения магнитных полей рассеивания образца (211)MgO/Cr(80Å)/[Fe(85Å)/Cr(13.4Å)]₁₂. При сравнении полей зарождения

доменных границ и переключения намагниченности в слоях с петлей магнитного гистерезиса (см. рисунок 18) наблюдается несоответствие полей. Так, в поле 402 Э зарождается домены, а в поле 396 Э наблюдается однодоменное состояние. В тоже время на петле гистерезиса в диапазоне полей от 420 до 300 Э намагниченность не изменяется;

- в работе представлен качественный экспериментальный материал, однако иногда не хватает теоретического описания полученных результатов и микромагнитного моделирования. Например, при интерпретации данных о доменной структуре и множественных магнитных «спин-флип» переключениях намагниченности в сверхрешетках Fe/Cr микромагнитное моделирование позволило бы подтвердить и проиллюстрировать наблюдаемые переходы. Не проведены теоретические оценки вкладов структуры и шероховатости слоев в коэрцитивную силу сверхрешеток CoFe/Cu с изменением толщины буферного слоя Cr;

- несмотря на то, что получены спиновые клапаны с характеристиками, позволяющие создать высокочувствительные сенсоры магнитного поля, автором не было подано заявок на патенты. Патентоспособными были результаты разработки технологии оптимизации функциональных характеристик сверхрешеток с помощью буферных слоев. Это не снижает научной значимости полученных результатов, но затрудняет оценку потенциала их практического использования.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы. Считаю, что диссертация по актуальности, новизне и по совокупности полученных результатов полностью соответствует профилю диссертационного совета, паспорту заявленной специальности и требованиям, предъявляемым ВАК Министерства образования и науки РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335), а её автор, Миляев Михаил Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Огнев Алексей Вячеславович

Доктор физико-математических наук, доцент

Ведущий научный сотрудник кафедры физики низкоразмерных структур
Школы естественных наук

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»
Россия, 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.

Телефон: (423) 265-24-29

Факс (423) 243-23-15

ognev.av@dvfu.ru

«02» ноября 2017 г.



Огнев А.В.

Согласовано одноголосно.
Миляев Михаил А.
17.11.2017.