

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
ТИХОГО АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВИЧА на тему
«Оптические и резистивные свойства нестехиометрических
магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.07 - физика
конденсированного состояния

Актуальность избранной темы.

Диссертационная работа Тихого А. А. посвящена экспериментальному исследованию свойств наноразмерных плёнок манганитов, полученных методом dc-магнетронного распыления мишени LSMO в атмосфере аргон-кислород на различных подложках. Необходимость изучения свойств указанных плёнок обусловлена перспективами их применения в качестве высокочувствительных датчиков температуры и магнитного поля, как компонентов ячеек памяти и устройств спинтроники. Работа направлена на решение важной и актуальной проблемы физики конденсированного состояния, связанной с разработкой бесконтактного оптического метода контроля содержания кислорода в наноразмерных плёнках манганитов, а также изучением различных факторов, влияющих на их свойства.

Достоверность результатов и обоснованность выводов диссертационного исследования основана на использовании общепринятых методов исследований и достаточном количестве экспериментов, отвечающих поставленным в работе задачам. Представленные результаты воспроизводимы и согласуются с данными, полученными иными методами исследований, а также с рядом теоретических и экспериментальных работ, опубликованных другими авторами.

Оценка результатов исследования, сформулированных в диссертации

В качестве объектов исследования влияния материала подложки, отжига и толщины плёнок на их оптические и магниторезистивные свойства использованы наноразмерные LSMO пленки, полученные на подложках SrTiO_3 (110), NdGaO_3 (001), Al_2O_3 (012) и $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (111) методом dc-магнетронного распыления мишени состава $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$ (LSMO) в атмосфере аргон-кислород. Получение и аттестация объектов исследования проведены в соответствии с имеющимися в литературе рекомендациями.

Основными методами исследования образцов в данной работе являются многоугольная отражательная эллипсометрия и спектрофотометрия. С целью повышения локальности зондирующего луча и уменьшения погрешности измерений, минимизации уровня шумов в полученных спектрах, электрической компенсации фототока и др. автор сделал в экспериментальных установках большое количество усовершенствований.

Для возможности интерпретации результатов, полученных указанными методами, автором в рамках модернизированного метода Малина-Ведама внесены дополнения в минимизационный алгоритм решения обратной задачи эллипсометрии.

Сопоставление результатов применения оптических методов с результатами магниторезистивных измерений, измерений магнитной восприимчивости и рентгеноструктурного анализа лежит в основе полученных выводов.

Среди основных результатов диссертационной работы Тихого А.А. следует отметить следующее.

Последовательно определены значения показателя преломления, коэффициента затухания и оптической проводимости для неотожженных и отожженных поликристаллических пленок LSMO, осажденных на четырех видах подложек. При этом наблюдается взаимосвязь показателя преломления пленок $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_{3-\alpha}$ с дефицитом кислорода α . Как следует из литературных данных, при дефиците кислорода $0 \leq \alpha \leq 0,1$ зависимость $n_c(\alpha)$ носит практически линейный характер. Использование зависимости $n_c(\alpha)$ позволяет рассматривать отклонения в значениях измеренного коэффициента преломления от соответствующей величины при $\alpha = 0$ в качестве оценки степени отклонения состава LSMO-пленки от стехиометрического по кислороду.

Наблюдаемые закономерности в оптических свойствах неотожженных и отожженных поликристаллических пленок, а также влияние на них отжига объясняются в работе наличием зерен (кристаллитов) и границ между ними, представляющих собою потенциальные барьеры носителям заряда в зерне. Подтверждением малых размеров зерен является, по мнению автора, рентгеноаморфность неотожженных поликристаллических пленок, а малости размеров зерен и локализации носителей в значительной степени способствует дефицит кислорода.

Установлено, что значение оптической проводимости при энергии кванта излучения 2 эВ (соответствующей длине волны, на которой проводились эллипсометрические измерения) является предельно достижимым для величины проводимости на постоянном токе при

температуре перехода «металл-полупроводник» стехиометричной по кислороду эпитаксиальной пленки.

Показано, что интерпретация результатов эллипсометрических измерений с использованием предложенного модифицированного метода Малина-Ведама позволяет повысить точность определения характеристик наноразмерных LSMO плёнок, в том числе имеющих сложную структуру границ.

Предложен способ использования информации о величине оптического пропускания для улучшения точности и однозначности решения обратной задачи эллипсометрии оптимизационным методом.

Установлено, что в наноразмерных поликристаллических LSMO плёнках имеется сильное размытие фазового перехода: несмотря на низкое значение температуры Кюри (около 180 К), включения ферромагнитной фазы сохраняются до комнатных температур.

Достоинством диссертационной работы является развитие возможностей недорогих неразрушающих бесконтактных методов исследования наноразмерных тонкоплёночных покрытий, а также использование при изготовлении образцов технологий, пригодных для массового производства. Автором предложены усовершенствованные методы интерпретации результатов эллипсометрических измерений. Разработаны и изготовлены новые устройства, расширяющие возможности существующего измерительного оборудования – схема электрической компенсации фототока для эллипсометра и держатель для установки образцов с наноразмерным тонкоплёночным покрытием в спектрофотометр Shimadzu UV-2450. Полученные результаты могут найти своё применение в производстве устройств на основе наноразмерных плёнок манганитов.

Замечания.

Недостаточно представлены результаты рентгеноструктурного анализа. Возможно, рентгеновские исследования образцов в области больших углов дифракции с использованием излучения Cr_α позволили бы получить более подробную информацию о кристаллической структуре исследованных плёнок.

В работе не поясняется, почему в предложенном варианте оптимизационного метода интерпретации результатов эллипсометрических измерений искомому значению толщины плёнки соответствует совпадение минимумов целевых функций с учётом и без учёта величины оптического пропускания.

Кроме того, следовало бы привести подробное объяснение обработки экспериментальных результатов с использованием новшеств в методе Малина-Ведама.

В «Заключении» (выводы) по работе в п.4 справедливо указано, что «разработан и применен» модифицированный метод, а вот в п.2 «предложен и внедрен» метод контроля – где внедрен не поясняется.

Отмеченные недостатки снижают качество исследования, но они не влияют на главные практические и теоретические результаты диссертации.

Общий вывод.

Анализ диссертации Тихого А. А. на тему «Оптические и резистивные свойства нестехиометрических магнитных пленок на основе манганит-лантановых соединений» позволяет сделать заключение, что работа является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком уровне и с практической значимостью полученных результатов. Работа обладает четкой структурой, обусловленной целью и раскрывающими ее задачами, в заключении приведены обоснованные выводы.

Считаю, что диссертация Тихого А. А. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научной задачи, связанной с исследованием свойств тонких плёнок манганитов, полученных методом dc-магнетронного распыления. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

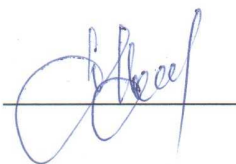
Профиль диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния, а сама работа по научному уровню, значению и достоверности новых результатов удовлетворяет требованиям ВАК при Министерстве образования и науки ДНР, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для соискателей ученой степени кандидата наук (п. 2.2), а ее автор, Тихий Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной выше специальности.

Официальный оппонент:

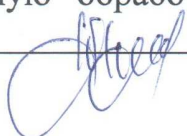
доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры
теоретической физики и
нанотехнологий Государственного
образовательного учреждения
высшего профессионального
образования «Донецкий
национальный университет» (ГОУ
ВПО ДонНУ),

283001, ДНР, г. Донецк, ул.
Университетская, 24
Телефон: +38(062)302 07 67
E-mail: t0504712123@yandex.ru



А.Г. Милославский

Я, Милославский Александр Григорьевич, полностью согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе _____ (подпись)



ПОДПИСЬ

ЗАВЕРШИТЬ



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

.Н. МИХАЛЬЧЕНКО