

Рецензия

на выпускную квалификационную работу бакалавра Акатова Артура Эдуардовича
«Фемтосекундная оптическая и магнитооптическая спектроскопия тонкой эпитаксиальной
пленки сплава $\text{Pd}_{0.94}\text{Fe}_{0.06}$ »

Многие современные высокотехнологичные сферы, такие, как микроэлектроника, индустрия носителей информации, разработка и нанесение защитных покрытий и многие другие основываются на использовании тонких пленок. На сегодняшний день, интересным и весьма перспективным в отношении микроэлектронных устройств и элементов представляется направление «сверхпроводящей спинтроники». Это связано с чрезвычайно высокими быстродействием (до терагерц) и энергоэффективностью (порядка $10^{-19} - 10^{-18}$ Вт/переключение). Эти элементы основаны на гетероструктурах, содержащих слой из сверхпроводников, ферромагнетиков, нормальных металлов. Одним из ключевых требований к ферромагнитному слою является его магнитная однородность. Однако, ферромагнетики на базе элементарных металлов, такие как железо, кобальт, никель, не могут использоваться в таких устройствах, поскольку их магнетизм столь велик, что при прямом контакте со сверхпроводником приводит к радикальному понижению критической температуры. Поэтому в качестве материалов для ферромагнитного слоя используют сплавы, насыщенная намагниченность которых заметно меньше, чем у чистых переходных металлов. Одним из претендентов на роль материала для магнитного слоя является сплав состава $\text{Pd}_{1-x}\text{Fe}_x$ с малой концентрацией железа ($x < 0.10$). Естественным свойством сплавов является локальная неоднородность их элементного состава. Как следствие, магнитные свойства, определяемые именно локальной неоднородностью, также становятся пространственно-модулированными. Для сплавов $\text{Pd}_{1-x}\text{Fe}_x$ есть несколько работ (с $x = 0.01, 0.013$ и 0.03), в которых сложности их использования в качестве ферромагнитного слоя напрямую увязываются с их магнитной неоднородностью. Соответственно, вопрос об экспериментальных подходах, чувствительных к магнитной неоднородности в сплавах $\text{Pd}_{1-x}\text{Fe}_x$, является весьма актуальным. При этом непригодность классических стационарных методов, таких, как рассеяние нейтронов, магнитометрия, магнитооптические эффекты, представляется очевидной. Поэтому своевременность темы работы Акатова А.Э. не вызывает сомнений. Осознанным представляется и выбор состава тонкой эпитаксиальной пленки $\text{Pd}_{0.94}\text{Fe}_{0.06}$, в котором повышенная концентрация железа могла бы обеспечить магнитную однородность материала.

В оригинальной части работы Акатова А.Э. сначала представлены свойства объекта исследования: показано, что исследуемая пленка является монокристаллической и эпитаксиальной, представлены данные ее стационарной магнитометрии. Далее описываются результаты экспериментов. Показано, что, в отличие от тонкой пленки чистого палладия, в пленке $\text{Pd}_{0.94}\text{Fe}_{0.06}$ наблюдается существенная эволюция фотоиндуцированной динамики коэффициента отражения и намагниченности при изменении температуры. При этом температурная зависимость ряда экспоненциально зависящих от времени компонент исследуемых откликов очевидно коррелирует с зависимостью намагниченности насыщения пленки. Основываясь на этом наблюдении, были выделены компоненты, амплитуда которых отражает содержание в пленке парамагнитной магнито-неупорядоченной фазы, и тех, что связаны с объемом магнитно-поляризованных областей вблизи атомов железа.

Выводы, полученные в работе, очень интересны и открывают новое поле деятельности, поскольку показано, что метод лазерной времяразрешенной оптической и магнитооптической спектроскопии пригоден для изучения магнитных неоднородностей в сплавах $Pd_{1-x}Fe_x$. Подобных сплавов существует немало количество (например, $Cu_{1-x}Ni_x$ и др.), а интерес к ним велик. Необходимость расширения проводимых исследований на другие концентрации железа в палладии также не вызывает сомнений.

В целом, работа производит положительное впечатление: она аккуратно оформлена и содержит малое число ошибок и неточных формулировок. На мой взгляд, автор успешно справился со всеми задачами. Считаю, что работа Акатова А.Э. удовлетворяет требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров, работа может быть оценена на «отлично», а автор заслуживает искомой академической степени бакалавра радиофизики.

Доцент кафедры оптики и нанофотоники,
д. ф.-м. н., доцент

Харинцев С.С.