ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

О работе Смолякова Дмитрия Александровича по кандидатской диссертации «Магнитотранспортные свойства гибридных структур $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$ », представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Диссертационная работа Смолякова Д.А. посвящена исследованию явлений магнитозависимого электронного транспорта в гибридных структурах. Ввиду активных исследований в области спиновой электроники, исследование подобных структур особенно вызывает интерес. Связано это с возможностью внедрения устройств спинтроники на основе кремния в современную полупроводниковую электронику. Перед Смоляковым Д.А. была поставлена цель, экспериментального исследования явлений электронного транспорта в гибридных структурах. В качестве объектов исследований были выбраны структуры $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$. Требовалось изготовить из данных структур простейшие устройства в виде диода, а так же провести исследования транспортных свойств устройств на переменном токе при воздействии внешнего магнитного поля и напряжения смещения. Это потребовало от диссертанта решения следующих задач: 1) исследовать поведение импеданса и магнитоимпеданса структуры $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и устройства $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ на ее основе в широком диапазоне температур, при различных величинах внешнего магнитного поля и различных частотах прикладываемого переменного напряжения, 2) исследовать поведение импеданса и магнитоимпеданса структуры $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$ и устройства $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$ на ее основе в широком диапазоне температур, для различных величин внешнего магнитного поля и различных частот прикладываемого переменного напряжения, 3) изучить влияние допирования кремния на магнитотранспортные и магнитоимпедансные свойства для структур $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$, 4) определить влияние выбора материала слоя металла в гибридных структурах $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$ на транспортные и магнитотранспортные свойства данных структур.

Поставленные задачи Смоляковым Д.А. были успешно выполнены. Были проведены исследования транспортных и магнитотранспортных свойств гибридных структур $Fe/SiO_2/n\text{-}Si$ и $Mn/SiO_2/p\text{-}Si$ на постоянном и переменном токе. При воздействии переменного тока в обеих структурах было обнаружено зависящее от напряжения смещения магнитосопротивление для действительной и мнимой частей импеданса величиной несколько сотен процентов. Была предложена качественная модель,

описывающая влияние магнитного поля на процессы транспорта носителей заряда на постоянном и переменном токе. Обнаруженные особенности в рамках предложенной модели объяснены наличием поверхностных центров на границе диэлектрик-полупроводник SiO_2/n(p)-Si , процессами их перезарядки и влиянием на них внешнего магнитного поля и напряжения смещения. Для структуры Mn/SiO_2/p-Si было обнаружено магнитосопротивление на переменном токе достигающее значений 10^6 %, на постоянном токе до 10^8 %. Данный эффект связывается с возникновением при электрическом смещении выше определенного порогового значения явления ударной ионизации, которое может подавляться внешним магнитным полем.

Результаты проделанных исследований так же имеют и практическую значимость. На основе проделанных исследований, было разработано и запатентовано устройство, представляющее собой МДП-структуру в виде диода на базе структуры Fe/SiO_2/n-Si, основанное на эффекте магнитоимпеданса. Были получены данные, которые позволяют дополнить производство магниточувствительных элементов полупроводниковой электроники новыми образцами. Принцип действия этих устройств основан на эффекте магнитоимпеданса, возникающем за счет участия поверхностных центров на границе диэлектрик/полупроводник и процессами их перезарядки. Управление магнитосопротивлением такой структуры возможно за счет частоты переменного тока, внешнего магнитного поля и напряжения смещения. Такие устройства могут быть особенно полезны в областях, где играет важную роль такой критерий как чувствительность к магнитному полю и в изготовлении высокочастотных приборов.

Диссертация представляет законченное научное исследование и удовлетворяет требованиям ВАК, а Смоляков Д.А. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
профессор Волков Никита Валентинович