

УДК [621.382.3](#)

Исломов М. Х.

ассистент кафедры «Радиоэлектроника»

Джизакский политехнический институт

**ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
КРЕМНИЕВОГО МАТЕРИАЛА ВВЕДЕНИЕМ СОЕДИНЕНИЙ
МАРГАНЦА.**

Аннотация: В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований по изучению магнитного сопротивления (МС) ионноимплантированного марганца Si(B,Mn). При анализе экспериментальных данных замечено обнаружен заметный гистерезис МС при комнатных температурах и увеличение ширины гистерезиса при сильных магнитных полях. Видимо причиной наблюдения гистерезиса такого поведения является наличие коэрцитивной силы при переориентации магнитных моментов нано кластеров марганца.

Ключевые слова: гистерезиса, марганца, температура, коэрцитивной, сопротивление, магнитных полях.

Islomov M.Kh.

Assistant at the Department of Radioelectronics

Jizzakh Polytechnic Institute

**KINETICS OF MAGNETIC RESISTANCE OF SILICON WITH
MAGNETIC NANOCCLUSERS.**

Annotation: This paper presents the results of experimental studies on the study of magnetic resistance (MR) of ion-implanted manganese Si (B, Mn). An analysis of the experimental data revealed a noticeable hysteresis of the MR at room temperatures and an increase in the width of the hysteresis at strong magnetic fields. Apparently, the reason for the observation of the hysteresis of

this behavior is the presence of a coercive force upon reorientation of the magnetic moments of manganese nanoclusters.

Key words: hysteresis, manganese, temperature, coercive, resistance, magnetic fields.

Представлены результаты экспериментального исследования магнетосопротивления (МС) образцов монокристаллического сильно компенсированного Si<B,Mn> ионноимплантированного марганцем.

Эксперименты были проведены в магнитных полях (0-15 kOe) при комнатной температуре по стандартной методике [1]. Простейший и самый распространенный вид МС связан с движением носителей заряда в магнитном поле (МС Лоренца) и сопротивление должно возрастать пропорционально квадрату напряженности магнитного поля. Это МС является положительным. Оно наблюдается во всех полупроводниках [2] и металлах[3]. МС в тонких неоднородных полупроводниковых пленках может отклоняться от квадратичного закона [3;4]. Отклонение может быть связано с тем, что структурный беспорядок и сильное легирование приводят к спин-зависимому рассеянию носителей заряда на анизотропных кластерах примеси которые вполне могут иметь магнитные моменты.

Результаты экспериментов по изучению магнетосопротивления образцов кремния, имплантированных ионами марганца приведены на рис. 1. Как видно из рисунка магнетосопротивление положительное, а также наблюдается кинетика магнетосопротивления (рис.2.) при комнатной температуре. Магнетосопротивление увеличивается более чем в полтора раза и достигает до 25% в течение 45 минут при слабых магнитных полях $H < 0,7$ kOe. Такое поведение магнетосопротивления наблюдается в Fe/SiO₂ металл-диэлектрик нанокомпозитных материалах [2].

В наших экспериментах наблюдался заметный гистерезис магнетосопротивления при комнатных температурах (рис.3). Ширина гистерезиса увеличивался при удерживании образцов в сильных магнитных полях $H > 10$ кОе в течении более чем 10 минут при комнатной температуре перед измерением МС.

Можно утверждать, что полученные результаты показывает наличия, магнитных кластеров с магнитными моментами приводящих к спин-зависимому рассеянию носителей заряда. При удерживании образцов в сильных магнитных полях $H > 10$ кОе в течении более чем 10 минут при комнатной температуре перед измерением, МС как будто происходит самоорганизация, то есть взаимное ориентация между магнитными моментами кластеров примесей и превращения на более крупные домены, которые приводят к увеличению спин-зависимого рассеяния носителей заряда [5,6]. Но это магнитное поле не достаточно сильное для влияния внутрикластерного магнитного взаимодействия, которая стало бы причиной возникновения кинетики и гистерезиса МС.

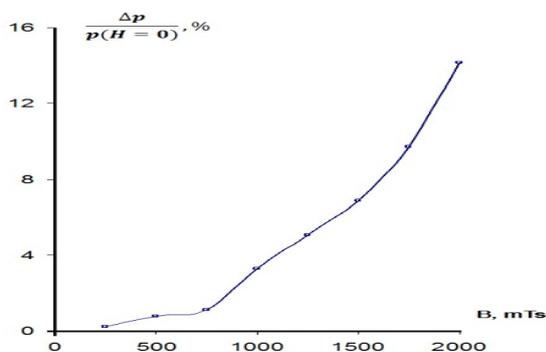


Рис.1. Полевая зависимость магнетосопротивления образцов Si$\langle B, Mn \rangle$

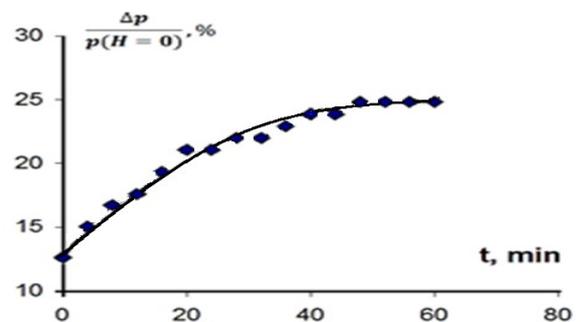


Рис.2. Кинетика магнетосопротивления образцов Si$\langle B, Mn \rangle$ при комнатной температуре

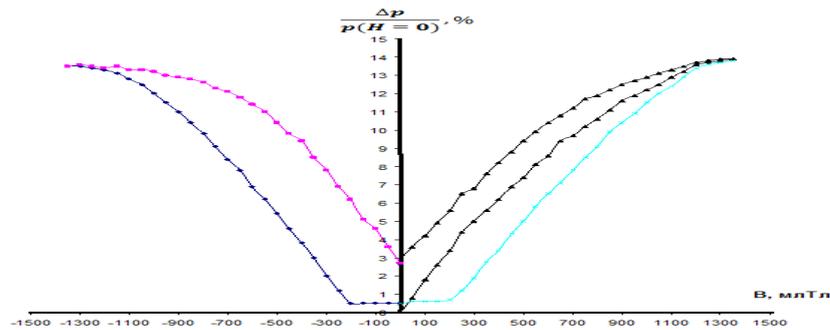


Рис.3. Гистерезис магнетосопротивления при комнатной температуре

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- в образцах Si<B,Mn> полученных методом ионно имплантации наблюдается ПМС на более чем 25 % при комнатной температуре;
- в образцах Si<B,Mn> при комнатной температуре и при слабых магнитных полях наблюдается кинетика ПМС;
- доминирующей причиной ПМС является спин-зависимая рассеяние носителей заряда от высокоспиновых магнитных нанокластеров марганца;
- наблюдение временной кинетики ПМС показывают конкуренцию между тепловой разупорядочением и упорядочением внешним магнитным полем ориентацию магнитных моментов высокоспиновых магнитных нанокластеров марганца;
- наблюдение гистерезиса в МС образцов показывают, наличие коэрцитивной силы в переориентации магнитных моментов нанокластеров марганца и тем самым дает предпосылки существования ферромагнитной фазы [7,8].

В настоящее время не имеется какая либо теоретическая модель объясняющая происхождения ферромагнитного состояния сильно компенсированных образцов p-Si<B,Mn> [9].

Использованная литература

1. Мустофокулов, Ж. А., & Чориев, С. С. (2024). ИНВЕРТОР ҚУРИЛМАСИНИ “PROTEUS” ДАСТУРИДА ЛОЙИХАЛАШ. Ilm-fan va ta'lim, 2(1 (16)).

2. Суярова, М. Х., & Мустафакулов, А. А. (2021). ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПО ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ.«. ИННОВАЦИОН ИҚТИСОДИЁТ: МУАММО, ТАҲЛИЛ ВА РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ» Халқаро илмий-амалий анжуман илмий мақолалар тўплами, 20-21.
3. Мулданов, Ф. Р., & Иняминов, Й. О. (2023). МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЯРКОСТЬЮ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ. Экономика и социум, (3-2 (106)), 799-803
4. Саттаров, С. А., Халилов, О., & Бобонов, Д. Т. (2023). СОЛНЕЧНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ РСМ (МАТЕРИАЛЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ ФАЗЫ).
5. Metinqulov, J. T., & Irisboyev, F. B. (2023). VOLATILE AND NON-VOLATILE MEMORY DEVICES. Modern Science and Research, 2(10), 116-119.
6. Boymirzayevich, I. F., & Husniddin o'g'li, I. M. (2023). INTERNET QURILMALARINING IOT (INTERNET OF THINGS) TECHNOLOGIYALARI.
7. Эмиль, М. (2023). ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. *Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlantirish istiqbollari*, 1(1), 18-20.
8. Умирзаков, Б. Е., Раббимов, Э. А., & Хамзаев, А. И. (2023). ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОДЕСОРБЦИИ И ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕАКЦИИ ДИССОЦИАЦИИ МОЛЕКУЛ МОРФИНА НА ПОВЕРХНОСТИ ОКИСЛЕННОГО ВОЛЬФРАМА. Экономика и социум, (5-1 (108)), 748-758.
9. Mustafoyev, A. A. (2024). HETEROSTRUCTURED BIPOLAR TRANSISTOR BASED ON HIGH-VOLTAGE MULTILAYER EPITAXIAL STRUCTURE ALGAAS/GAAS. *Ilm-fan va ta'lim*, 2(1 (16)).

10. Омонов, С. Р., & Ирисбоев, Ф. М. (2023). АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ R&S ELEKTRA. Экономика и социум, (5-1 (108)), 670-677.

11. Eshonqulov, A. (2024). ОПТИК ТОЛАЛИ АЛОҚА ЛИНІЯЛАРИНИНГ РАҲДО ВО'ЛИШ ТАРИХІ РИВОЖЛАНИШИ. Ilm-fan va ta'lim, 2(1 (16)).