

**Магнитотранспортные свойства твердых растворов  $Ag_xMn_{1-x}S$** Романова О.Б.<sup>1,2</sup>, Аплеснин С.С.<sup>1,3</sup>, Удод Л.В.<sup>1,3</sup>, Соколов В.В.<sup>4</sup><sup>1</sup> ИФ СО РАН, 660036, Красноярск, Академгородок, 50<sup>2</sup> Сибирский федеральный университет, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79<sup>3</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева, 660000, Красноярск, пр. имени газеты Красноярский Рабочий, 31<sup>4</sup> ИИХ СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 3

DOI 10.34077/Semicond2019-42

Поиск и исследование новых материалов обнаруживающих сильную взаимосвязь между магнитной, электронной и упругой подсистемами, проявляющуюся в виде магнитотранспортного и магниторезистивного эффектов представляет интерес, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения. Наличие таких веществ позволяет расширять сферу практического использования устройств сенсорной техники и спинтроники. Магнитные полупроводники на основе халькогенида марганца  $Me_xMn_{1-x}S$  ( $Me=3d$  и  $4f$  –элементы), оказались хорошими модельными объектами для изучения этих эффектов [1,2]. Предполагалось, что замещение катионов марганца ионами серебра приведет к дырочному допированию и к дополнительному вкладу в обменное взаимодействие между ионами марганца в результате кинетического s-d взаимодействия и фазовому расслоению.

Кристаллы  $Ag_xMn_{1-x}S$  выращены кристаллизацией из расплава полученных порошковых сульфидов в стеклоглеродных тиглях и кварцевом реакторе в атмосфере аргона протягиванием реактора через одновитковый индуктор ВЧ установки.

Анализ данных рентгеноструктурного анализа твердых растворов системы  $Ag_xMn_{1-x}S$  с  $X=0.05$  позволил установить присутствие двух фаз: кубической NaCl типа, свойственной для исходного моносulfида марганца  $MnS$ , и моноклинной для sulfида серебра  $Ag_2S$ . Рефлексов свойственных для Ag на рентгенограммах не наблюдалось.

Согласно данным исследования магнитных свойств, синтезированные образцы системы  $Ag_xMn_{1-x}S$  являются антиферромагнетиками с температурой Нееля 176К. На кривой  $\sigma(T)$  обнаружена аномалия в виде “ступеньки” при 160К вблизи температуры магнитного перехода, которая проявляется и на  $\rho(T)$ . Одно из возможных объяснений аномального поведения температурных зависимостей намагниченности и сопротивления твердого раствора  $Ag_{0.05}Mn_{0.95}S$  в области температуры магнитного перехода связано с образованием ферромагнитных капель (ферронов) в антиферромагнитной матрице [3].

Тенденция к фазовому расслоению в низкотемпературной области и изменение электронного спектра в результате s-d взаимодействия электронов и сдвига химпотенциала приведет к изменению электрических свойств. Катионное замещение марганца серебром приводит к уменьшению величины удельного электросопротивления относительно исходного моносulfида марганца ( $\rho \sim 10^8$  Ohm cm) на 6 порядков в области магнитного фазового перехода. В этой же области температур наблюдается нелинейное поведение вольт-амперных характеристик (ВАХ), связанное с перескоком электронов между ферронами. С исчезновением ферронов при нагревании ВАХ становятся линейными и практически не зависят от поля. Отрицательное магнитосопротивление ( $\delta_H$ ) наблюдается в широком интервале температур. Максимальное значение  $\delta_H$  обнаруживает в области температуры Нееля. Выше этой температуры магнитосопротивление уменьшается.

Неоднородные электрические и магнитные состояния можно обнаружить при исследовании гальваномагнитных свойств. Обнаружено изменение знака термоЭДС ( $\alpha$ ) по температуре и в магнитном поле. В магнитоупорядоченной области перенос энергии осуществляется электронами, увлеченных магнонами, которые исчезают в парамагнитной области. В этой области температур модуль термоЭДС плавно уменьшается при нагревании и в магнитном поле достигает значения -40% вблизи комнатной температуры. Возможно, это связано с двумя типами носителей энергии: дырок и экситонов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-52-00009 Бел\_а и гос. программы № 3.5743.2017/6.7. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 18-42-240001 г\_а.

[1] S.S. Aplesnin, et al., *Phys. St. Sol. (b)*, **252**, 1792 (2015).

[2] O.B. Romanova, et al., *Sol. St. Com.* **287**, 72 (2019).

[3] E.L. Nagaev, *UFN*, **39**, 781 (1996).