

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аль-Онаизана Мохаммада Хассана Али «Синтез и свойства композитов на основе дираковского полуметалла Cd_3As_2 и ферромагнетика MnAs », представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»

Поступательное развитие микроэлектроники нуждается в разработке новых технологических и материаловедческих подходов для интенсификации процессов оперативной обработки больших и сверхбольших массивов информации, а также при регистрации различных физических величин. В последнем случае достаточно успешно развивается подход, связанный с созданием в твердом теле спин-ориентированного потока электронов, в рамках направления микроэлектроники, именуемом спинтроникой.

В представленной работе изложены результаты экспериментального изучения формирования гранулированных структур на основе полупроводникового соединения Cd_3As_2 и ферромагнетика MnAs . При этом в обзорной первой главе представлены результаты литературного поиска физико-химических свойств дираковского полуметалла Cd_3As_2 и ферромагнетика MnAs . В ходе этой работы соискателем установлено, что свойства этих соединений, в частности высокая подвижность и значительная величина свободного пробега носителей заряда, в сочетании большими спин-когерентными диффузионными длинами и эффективными скоростями преобразования заряда, позволяют использовать их в качестве компонентов гранулированных структур. При анализе фазовых равновесий в системе $\text{Cd}_3\text{As}_2\text{-MnAs}$ установлено, что для синтеза прекурсоров в данной системе приемлемым является вакуумно-ампульный метод, а конгруэнтный характер испарения для получения тонких композитных пленок $\text{Cd}_3\text{As}_2\text{-MnAs}$ позволяет применять метод вакуумно-термического напыления.

Во второй, методической главе, изложены экспериментальные методики формирования и исследования гранулированных структур на основе арсенидов мышьяка и марганца. Изложен комплекс современных методов физико-химического анализа структуры и свойств гранулированных композиций, включая микроструктурный и рентгеноструктурный анализ; методики измерения электрических и магнитных свойств; дифференциальный термический анализ, методики измерения магнитооптических свойств и генерации квазигидростатического давления от 15 до 50 ГПа. Разработана методика и сконструирована установка, основанная на изменении индукции при помещении ферромагнетика в магнитное поле соленоида, что позволило определять точку Кюри.

В третьей главе излагаются результаты синтеза и установленные электромагнитные свойства сплавов полуметалла Cd_3As_2 и магнитомягкого ферромагнетика MnAs с различным соотношением компонентов. Синтез проводили вакуумно-ампульным методом, получая однородные, без посторонних включений, образцы, пригодные для дальнейшего использования при термическом напылении.

В четвертой главе рассмотрены синтез и исследование свойств тонких пленок Cd_3As_2 с MnAs . Соискателем установлена оптимальная скорость роста пленок ($\sim 3,3$ нм/с), при осаждении на подложки (монокристаллический кремний, сапфир и ситалл) при температуре ~ 300 К. Исследованиями установили, что материал подложки не оказывает влияния на свойства пленок, но экспериментально предпочтительным является использование кремниевых подложек. Подробно изучена степень дисперсности кристаллитов при различных вариантах термического напыления. При использовании методик атомно-силовой и магнитно-силовой микроскопии, а также СЭМ и рентгенофазового анализа получены результаты по размерам кристаллитов Cd_3As_2 и MnAs в нанометровом диапазоне (~ 44 нм для температуры подложки 427 К, и ~ 26 нм для температуры подложки 300 К) и составу синтезированных пленок. Установлены электрические и электромагнитные свойства тонких пленок системы $\text{Cd}_3\text{As}_2\text{-MnAs}$, позволяющие предполагать их достаточно высокую практическую значимость.

Представленный автореферат не свободен от недостатков. В тексте присутствуют различные смысловые и языковые неточности (стр. 2-7, 11, 14, 20, 26), существенно затрудняющие восприятие изложения полученных результатов. Однако это обстоятельство не влияет на общее положительное впечатление от представленной работы. Исследования проведены на высоком научно-методическом уровне, с применением современных методик исследования структуры и свойств синтезированных пленок на основе системы $\text{Cd}_3\text{As}_2\text{-MnAs}$. Полученные соискателем результаты представляют заметный вклад в технологию перспективных для спинтроники материалов,

Материал, изложенный в автореферате, соответствует п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а его автор, Аль-Онаизана Мохаммад Хассан Али, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»

Отзыв составил заведующий лабораторией № 30 физикохимии баротермических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН), доктор химических наук, гл. научный сотрудник Падалко Анатолий Георгиевич 119334, г. Москва, Ленинский пр., д. 49, тел. (495) 430-0011, padalko@inbox.ru

Зав. лабораторией физикохимии

баротермических процессов ИМЕТ РАН,

гл. научн. сотр., доктор хим. наук

А.Г.Падалко

13.05.2024

Подпись руки А.Г.Падалко заверяю:

ученый секретарь ИМЕТ РАН

канд. техн. наук



О.Н.Фомина