

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Теджетова Валентина Алексеевича «Развитие физико-химической концепции формирования фазового состояния и структуры пленок FeZrN и FeTiB с особыми магнитными свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»

Тонкие магнитные пленки являются основой функциональных элементов в современных технологиях управления информацией: электронике, спинтронике, магнонике. Значительный технологический прогресс в этих областях приводит к актуальности поиска новых материалов для магнитных пленок. К настоящему моменту достаточно хорошо изучены и внедрены пленки на основе однокомпонентных систем (Fe, Co, Ni, Gd) и бинарных сплавов (например Fe-Ni, Co-Pt, Fe-Pt, Fe-Co, Fe-Cr, Fe-Si). Пленки многокомпонентных сплавов мало изучены, хотя пленки некоторых сплавов уже зарекомендовали себя «лидерами» с точки зрения свойств и характеристик. Для целенаправленного поиска новых многокомпонентных сплавов важно развивать подходы, основанные на анализе фазовых равновесий. Представленная работа, посвященная развитию концепции формирования фазового состояния и структуры пленок FeZrN и FeTiB отвечает такому вызову.

В работе изучены пленки систем Fe-Zr-N и Fe-Ti-B полученные магнетронным напылением, как в исходном состоянии, так и подвергнутые термообработке. Особый акцент сделан на исследовании фазового и структурного состояния пленок. Также оценены индукция насыщения и коэрцитивная сила плёнок. Химический состав плёнок FeZrN и FeTiB выбран на основе идеи о необходимости формирования в них двухфазной нанокристаллической, дисперсно-упрочнённой структуры  $\alpha\text{Fe} + \text{ZrN/TiB}_2$ .

Тщательное исследование позволило автору детально проследить эволюцию фазового состава, структуры, размера зерна и внутренних деформаций/напряжений начиная от метастабильных состояний в свежеприготовленных плёнках до равновесных состояний, формирующихся в результате отжига. В исследовании сделаны интересные находки. Например, было обнаружено, что размер зерна  $\alpha\text{Fe}$  сохраняется при отжиге вплоть до 500°C. Для нанокристаллических сплавов такое сочетание термостабильности и высоких магнитных характеристик крайне желательно, но труднодостижимо. Отметим, что этот практически важный результат является прямым следствием осознанного выбора направления поиска, на основе анализа фазовых равновесий в исследуемых трехкомпонентных системах.



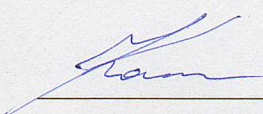
Также показано, что величина коэрцитивного поля коррелирует с уровнем внутренних деформаций, при этом автор установил режимы термообработки, при которых этот уровень минимален.

В итоге, работа является важным и интересным исследованием в области нанокристаллических магнитных сплавов. Работа соответствует специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния» и отрасли наук (физико-математические науки), а также соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. Соискатель Теджетов В.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Авторы отзыва дают согласие на обработку персональных данных для использования в делах, касающихся данной диссертации.

доктор физико-математических наук, доцент,  
заведующий лабораторией физики магнитных  
плёнок

доктор физико-математических наук, профессор,  
главный научный сотрудник лаборатории физики  
магнитных плёнок

  
Комогорцев Сергей Викторович

  
Исхаков Рауф Садыкович

21.03.23

Институт физики им. Л. В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

Адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 38, Тел. +7(391) 243-26-35, Факс +7(391)243-89-23

E-mail: komogor@iph.krasn.ru, rauf@iph.krasn.ru

Подписи Комогорцева С.В. и Исхакова Р.С. заверяю

Заместитель директора Института физики им. Л. В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

к.ф.-м.н.

Соколов А.Э.

