

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

Целью диссертационного исследования Теджетова В.А. явилось установление формирования фазово-структурного состояния пленок FeZrN и FeTiB широкого интервала составов, получаемых в различных условиях магнетронного осаждения с последующим отжигом, и на основе полученных данных определить условия формирования двухфазной структуры $\alpha\text{Fe}+\text{ZrN}/\text{TiB}_2$ и статические магнитные свойства пленок. Получение пленок FeMe_{IV}X методом магнетронного осаждения требует поиска условий осаждения, обеспечивающих, с одной стороны, заданный химический состав, с другой стороны, получение структуры, которая при последующем отжиге трансформируется в нанокompозитную с фазовым составом $\alpha\text{Fe}+\text{Me}_{IV}\text{X}$. Такая двухфазная структура обеспечивает требуемый уровень термически стабильных магнитных и механических свойств за счет наноструктурирования и дисперсионного упрочнения магнитомягкой фазы на основе αFe термодинамически стабильной фазой Me_{IV}X . Таким образом, диссертация Теджетова В.А. направлена на решение актуальной проблемы физики конденсированного состояния – разработку научных и технологических подходов к получению тонкопленочных ферромагнетиков с особыми магнитными свойствами.

В ходе проведения диссертационного исследования Теджетов В.А. методом магнетронного осаждения в режиме постоянного тока и высокочастотном режиме синтезировал пленки $\text{Fe}_{92-78}\text{Zr}_{3-11}\text{N}_{5-12}$ и $\text{Fe}_{98,5-56}\text{Ti}_{0,5-17}\text{B}_{1-34}$, составы которых соответствуют концентрационной области двухфазного равновесия Fe+ZrN и Fe+TiB₂ в квазибинарных системах легирования Fe-ZrN и Fe-TiB₂, соответственно. Особо следует отметить, что все пленки характеризуются плотной, беспористой структурой и равномерным распределением элементов по толщине. К наиболее важным научным результатам следует отнести сформулированные положения физико-химической концепции целенаправленного выбора химического состава и условий получения пленок FeZrN и FeTiB, обеспечивающих формирование в них двухфазной нанокристаллической, дисперсно-упрочнённой структуры $\alpha\text{Fe}+\text{ZrN}/\text{TiB}_2$:

- один из наиболее высокоиндукционных ферромагнитных элементов, Fe, должен образовывать с наиболее термодинамически стабильным соединением Me_{IV}X (ZrN или TiB₂) равновесную квазибинарную систему Fe-ZrN или Fe-TiB₂ с эвтектическим типом кристаллизации с составом эвтектики, смещённым к Fe. Один или оба элемента, образующих соединение Me_{IV}X , должны быть эффективными аморфизаторами Fe и характеризоваться отсутствием (или незначительной) растворимостью в αFe ;

- при получении пленок систем (Fe-ZrN и Fe-TiB₂) магнетронным осаждением выбираются близкие к эвтектике составы (~9 ат.% Zr, ~9 ат.% N и 6 ат.% Ti, ~12 ат.% B), при этом состав по Ti (пленки FeTiB) может превышать стехиометрический с учетом его возможного взаимодействия с технологическими примесями (O, C);

- скорость роста пленки и продолжительность осаждения, определяющие как толщину пленки, так и скорость охлаждения материала при конденсации, должны обеспечить формирование метастабильных фаз, при этом образующаяся аморфная фаза должна содержать области с ближним порядком ОЦК Fe и Me_{IV}X . В работе такие

условия реализованы в пленках FeZrN и FeTiB при скорости осаждения ~7 нм/мин, толщина пленки 0,6-0,7 мкм (высокочастотный режим) и при скорости осаждения ~120 нм/мин, толщина пленки 2,4 мкм (в режиме постоянного тока), соответственно;

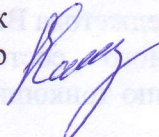
- трансформация метастабильной структуры в стабильную должна проходить при отжиге пленок при температурах в интервале 200-500 °С, приводящем к формированию нанокристаллической, по типу дисперсно-упрочнённой, структуры (реализация модели случайной магнитной анизотропии), а также, к уменьшению микродеформации в зерне и макронапряжений в пленках (ослабление магнитоупругой анизотропии).

Результаты работы Теджетова В.А. опубликованы в 16 научных работах в российских и зарубежных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

В целом диссертационная работа по своей актуальности, важности и новизне представленных результатов отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Теджетов Валентин Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния.

Профессор кафедры твердотельной электроники
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»,

доктор физико-математических наук
(специальность 01.04.07), профессор

 Юрий Егорович Калинин

20.03.2023


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
394026, г. Воронеж, Московский пр. 14. Тел.: +7-473-246-66-47,

E-mail: kalinin48@mail.ru.

С обработкой персональных данных согласен.

Подпись профессора кафедры твердотельной электроники Факультета радиотехники и электроники ВГТУ Ю.Е. Калинина удостоверяю:

Ученый секретарь

 В.П. Трофимов

