

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

**Гиро А.М.**

---

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ  
ПЛЕНКИ  
для систем магнитной  
записи**

МИНСК  
«БЕСТПРИНТ»  
2005

# СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....	7
ВВЕДЕНИЕ .....	8
<b>1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК И НОСИТЕЛЕЙ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Анализ существующих методов повышения износостойкости магнитных головок и носителей магнитной записи .....	10
1.1.1. Защитные покрытия .....	10
1.1.2. Обработка поверхности магнитных головок и носителей магнитной записи .....	16
1.1.3. Использование магнитных материалов с высокой износостойкостью .....	16
1.2. Электролитическое осаждение тонких магнитных пленок и композиционных электрохимических покрытий .....	23
1.2.1. Выбор электролитов для осаждения композиционных магнитных пленок .....	24
1.2.2. Выбор типа частиц дисперсной фазы и способа перемешивания электролита-суспензии .....	26
1.3. Измерение свойств композиционных электрохимических покрытий .....	27
1.3.1. Измерение износостойкости композиционных электрохимических покрытий .....	27
1.3.2. Измерение магнитных свойств композиционных магнитных пленок .....	30
1.4. Проектирование систем магнитной записи с использованием композиционных магнитных пленок .....	31
1.5. Выводы .....	32
1.6. Цель и задачи исследований .....	32
<b>2. МЕТОДИКА ОСАЖДЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК .....</b>	<b>34</b>
2.1. Осаждение композиционных магнитных пленок с металлической матрицей .....	34
2.1.1. Выбор исходных условий осаждения композиционных магнитных пленок и варьируемых технологических факторов ...	34
2.1.2. Приготовление электролитов и электролитов-суспензий ...	36
2.1.3. Перемешивание электролита-суспензии .....	37

2.1.4. Стабилизация температуры электролита-суспензии . . . . .	39
2.1.5. Обработка подложек и осаждение композиционных магнитных пленок . . . . .	41
2.2. Осаждение композиционных магнитных пленок с матрицей из пористого оксида алюминия . . . . .	43
2.3. Исследование физико-механических свойств композиционных магнитных пленок . . . . .	44
2.3.1. Определение состава, массы, объема, толщины и выхода по току . . . . .	44
2.3.2. Измерение магнитных свойств композиционных магнитных пленок . . . . .	46
2.3.3. Измерение износостойкости и внутренних напряжений композиционных магнитных пленок . . . . .	49
2.4. Выводы . . . . .	52

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК . . . . .	53
3.1. Осаждение магнитомягких композиционных магнитных пленок из сульфат-хлоридных электролитов-суспензий . . . . .	53
3.2. Осаждение магнитомягких композиционных магнитных пленок из аммиачно-цитратных электролитов-суспензий . . . . .	58
3.2.1. Стабильность аммиачно-цитратного электролита-суспензии . . . . .	58
3.2.2. Основные закономерности осаждения сплава <i>Ni-Fe</i> из аммиачно-цитратного электролита-суспензии . . . . .	58
3.2.3. Состав матрицы композиционных магнитных пленок . . . . .	62
3.2.4. Выход по току . . . . .	66
3.2.5. Структура матрицы композиционных магнитных пленок . . . . .	70
3.2.6. Количество и структура включений частиц дисперсной фазы . . . . .	71
3.2.7. Внутренние напряжения в композиционных магнитных пленках . . . . .	79
3.2.8. Магнитные свойства композиционных магнитных пленок . . . . .	82
3.2.9. Механизм влияния частиц дисперсной фазы на магнитные свойства композиционных магнитных пленок . . . . .	89
3.2.10. Износостойкость композиционных магнитных пленок . . . . .	91
3.2.11. Механизм износа композиционных магнитных пленок магнитной лентой . . . . .	93
3.2.12. Износ магнитной ленты о поверхность композиционных магнитных пленок . . . . .	100

3.3. Осаждение магнитотвердых композиционных магнитных пленок . . . . .	105
3.4. Магнитотвердые композиционные пленки с матрицей из пористого оксида алюминия . . . . .	107
3.5. Выводы . . . . .	113
<b>4. МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК . . . . .</b>	<b>116</b>
4.1. Общая характеристика процесса электрокристаллизации композиционных магнитных пленок . . . . .	116
4.2. Влияние магнитного поля и частиц дисперсной фазы на электрокристаллизацию сплава <i>Ni-Fe</i> . . . . .	117
4.3. Механизм встраивания частиц дисперсной фазы в композиционные магнитные пленки . . . . .	119
4.3.1. Общая характеристика процесса встраивания частиц дисперсной фазы в композиционные магнитные пленки . . . . .	119
4.3.2. Перенос частиц дисперсной фазы в электрохимической ячейке за счет гидродинамических сил . . . . .	119
4.3.3. Электроосмотическая транспортировка частиц дисперсной фазы . . . . .	123
4.3.4. Транспортирование частиц дисперсной фазы за счет электрофоретических и межмолекулярных сил . . . . .	127
4.3.5. Массоперенос частиц дисперсной фазы при создании композиционных магнитных пленок . . . . .	128
4.3.6. Адсорбция и зарастивание частиц покрытием . . . . .	130
4.3.7. Влияние выравнивающей способности электролита на встраивание частиц дисперсной фазы в покрытие . . . . .	132
4.3.8. Экспериментальная проверка механизма встраивания частиц дисперсной фазы в покрытие . . . . .	137
4.4. Выводы . . . . .	150
<b>5. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК В ТЕХНИКЕ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ . . . . .</b>	<b>151</b>
5.1. Области применения композиционных магнитных пленок в устройствах магнитной записи . . . . .	151
5.2. Использование композиционных магнитных пленок в дискретных магнитных головках . . . . .	151
5.3. Использование композиционных магнитных пленок в тонкопленочных магнитных головках . . . . .	155
5.4. Использование композиционных магнитных пленок в носителях магнитной записи . . . . .	159

5.5. Выводы .....	161
<b>6. РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК .....</b>	<b>162</b>
6.1. Анализ известных методов расчета процесса воспроизведения и эффективности тонкопленочных магнитных головок .....	162
6.1.1. Анализ процесса воспроизведения цифровой информации тонкопленочной магнитной головкой .....	162
6.1.2. Анализ эффективности магнитной цепи тонкопленочных магнитных головок .....	163
6.2. Разработка методов расчета выходного сигнала и эффективности тонкопленочных магнитных головок .....	167
6.2.1. Расчет магнитного потока, входящего в полюса тонкопленочных магнитных головок .....	167
6.2.2. Аналитический расчет выходного сигнала тонкопленочных магнитных головок .....	171
6.2.3. Методика расчета эффективности тонкопленочных магнитных головок .....	174
6.3. Анализ процесса воспроизведения и эффективности тонкопленочных магнитных головок .....	181
6.3.1. Анализ влияния конструктивных факторов тонкопленочных магнитных головок на процесс воспроизведения цифровой информации .....	181
6.3.2. Анализ влияния магнитных свойств композиционных магнитных пленок и конструктивных факторов на эффективность тонкопленочных магнитных головок .....	186
6.3.3. Анализ влияния конструктивных факторов на эффективность магнорезистивных головок .....	199
6.4. Выводы .....	201
<b>ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ .....</b>	<b>202</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>206</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>210</b>