**Фетисов Леонид Юрьевич Нелинейные магнитоэлектрические эффекты в композитных мультиферроидных структурах ферромагнетик-пьезоэлектрик**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

доктор наук Фетисов Леонид Юрьевич

Список сокращений и обозначений

Введение

Глава 1 Магнитоэлектрические эффекты и их применения

1.1 Магнитоэлектрический эффект: определения, открытие и исследования

1.2 Магнитоэлектрический эффект в однофазных материалах

1.3 Магнитоэлектрический эффект в композитах

1.3.1 "Производные" свойства и материалы

1.3.2 Магнитоэлектрические эффекты в объемных композитах

1.3.3 Магнитоэлектрические эффекты в слоистых композитах

1.4 Теоретическое описание магнитоэлектрических эффектов в композитах

1.5 Нелинейные магнитоэлектрические эффекты

1.6 Магнитоэлектрические эффекты в структурах с новыми пьезоэлектриками

1.7 Устройства на основе магнитоэлектрических эффектов

1.7.1 Датчики магнитных полей

1.7.2 Магнитоэлектрические элементы памяти

1.7.3 Устройства обработки радиосигналов

1.7.4 Автономные источники энергии

Выводы по Главе

Глава 2 Материалы композитных структур и методики измерений

2.1 Магнитные материалы композитных структур

2.1.1 Никель

2.1.2 Пермендюр

2.1.3 Галфенол

2.1.4 Аморфный сплав Metglas

2.1.5 Редкоземельный сплав Терфенол-Д

2.1.6 Никелевый и кобальтовый ферриты

2.2 Пьезоэлектрические материалы композитных структур

2.2.1 Керамика на основе цирконата-титаната свинца

2.2.2 Керамика на основе магниониобата-титаната свинца

2.2.3 Кварц

2.2.4 Монокристаллический лангатат

2.2.5 Монокристаллический катангасит

2.2.6 Пьезополимер

2.2.8 Пьезополупроводник арсенид галлия

2.3 Технологии изготовления композитных слоистых структур

2.4 Методики измерений параметров материалов

2.4.1 Измерение кривых намагничивания

2.4.2 Измерение магнитострикции и электрострикции

2.4.3 Измерение пьезоэлектрических коэффициентов

2.4.4 Измерение диэлектрических параметров

2.4.5 Измерение характеристик магнитоэлектрического эффекта методом модуляции магнитного поля

2.4.6 Импульсные измерения магнитоэлектрического эффекта

2.4.7 Температурные измерения магнитоэлектрического эффекта

Выводы по Главе

Глава 3 Линейные магнитоэлектрические эффекты в композитных структурах

3.1 Основные характеристики магнитоэлектрических эффектов

3.2 Магнитоэлектрические эффекты в структурах с разными ферромагнитными слоями

3.2.1 Магнитоэлектрический эффект в структурах с никелем

3.2.2 Магнитоэлектрический эффект в структурах с аморфным сплавом

3.2.3 Магнитоэлектрический эффект в структурах с пермендюром

3.2.4 Магнитоэлектрический эффект в структурах с галфенолом

3.2.5 Магнитоэлектрический эффект в структуре с двумя ферромагнетиками . 96 Выводы по разделу

3.3 Магнитоэлектрические эффекты в структурах с разными

пьезоэлектрическими слоями

3.3.1 Магнитоэлектрический эффект в структурах с пьезокерамикой

3.3.2 Магнитоэлектрический эффект в структурах с кварцем

3.3.3 Магнитоэлектрический эффект в структурах с лангататом

3.3.4 Магнитоэлектрический эффект в структурах с катангаситом

3.3.5 Магнитоэлектрический эффект в структурах с пьезополимером

3.3.6 Магнитоэлектрический эффект в структурах с полупроводником

Выводы по разделу

3.4 Влияние проводимости слоёв на магнитоэлектрический эффект

3.5 Влияние постоянного электрического поля на характеристики магнитоэлектрических эффектов

Выводы по Главе

Глава 4 Нелинейные магнитоэлектрические эффекты, обусловленные нелинейностью магнитострикции ферромагнитного слоя

4.1 Теория нелинейных эффектов, обусловленных нелинейностью магнитострикции

4.2 Статическая деформация ферромагнетика в переменном поле

4.3 Удвоение частоты в резонансном и нерезонансном режимах

4.3.1 Резонансное удвоение частоты в структуре ферромагнетик - пьезобиморф

4.3.2 Резонансное удвоение частоты в структурах с разными ферромагнетиками

4.3.3 Нерезонансное удвоение частоты в структуре ферромагнетик-пьезополимер

4.4 Смешение частот магнитных полей в резонансном режиме

4.5 Нелинейные эффекты при больших амплитудах возбуждающего поля

4.5.1 Амплитудно-частотная характеристика и спектр частот напряжения

4.5.2 Расчёт характеристик магнитоэлектрического эффекта при больших амплитудах возбуждающего поля

4.5.3 Генерация высших гармоник магнитоэлектрического напряжения

4.6 Нелинейные магнитоэлектрические эффекты при импульсном возбуждении

структур

4.7 Подавление магнитоэлектрического гистерезиса при больших полях возбуждения

Выводы по Главе

Глава 5 Нелинейные магнитоэлектрические эффекты, обусловленные эластомагнитной нелинейностью ферромагнитного слоя

5.1 Теория нелинейных магнитоэлектрических эффектов, обусловленных эластомагнитной нелинейностью

5.2 Удвоение частоты при обратном магнитоэлектрическом эффекте

5.3 Суммирование частот магнитного и электрического полей

5.4 Бистабильность в магнитоэлектрическом резонаторе

Выводы по главе

Глава 6 Нелинейные эффекты, обусловленные электрострикционной нелинейностью

6.1 Теория нелинейных магнитоэлектрических эффектов в структуре с электростриктором

6.2 Характеристики электрострикционного слоя и методики измерений

6.3 Удвоение и смешение частот в структуре ферромагнетик-электростриктор .. 211 Выводы по Главе

Глава 7 Устройства на основе нелинейных магнитоэлектрических эффектов

7.1 Широкополосный датчик переменных магнитных полей

7.2 Высокочувствительный датчик постоянных магнитных полей

7.3 Пороговый датчик магнитных полей

7.4 Линейный магнитоэлектрический датчик постоянных магнитных полей компенсационного типа

Выводы по Главе

Заключение