

На все вопросы Снисаренко Д.В. дала аргументированные ответы.

Научный руководитель Татаренко А.С. отметил широкий кругозор соискателя в области теоретического и экспериментального изучения физической природы свойств магнитоэлектрических материалов и физики конденсированного состояния, положительно оценил диссертационную работу и прокомментировал её основные положения.

На основе обсуждения диссертационной работы принято следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Конкретное личное участие автора

Все основные представленные к защите результаты исследования магнитоэлектрического (МЭ) микроволнового эффекта в слоистых феррит - пьезоэлектрических структурах получены соискателем самостоятельно, а именно научная новизна работы, которая заключается в следующем:

1. Уточнено учетом диссипации выражение для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры под влиянием постоянного электрического поля.
2. Проведено сравнение результатов, выполненных методом компьютерного моделирования и расчета, с теоретическими и экспериментальными результатами зависимости сдвига линии ФМР под влиянием постоянного электрического поля от отношения толщин фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры.
3. Разработана теоретическая модель МЭ микроволнового эффекта в слоистой феррит-пьезоэлектрической структуре на основе биморфной пьезоэлектрической фазы и получены выражения для сдвига линии ФМР под влиянием постоянного электрического поля через материальные параметры и геометрические размеры фаз структуры для данной структуры в форме пластины.
4. Проведено теоретическое исследование МЭ микроволнового эффекта в слоистой феррит-пьезоэлектрической структуре на основе ферритовой фазы со ступенчатым изменением намагниченности и в слоистой феррит-пьезоэлектрической структуре на основе биморфной пьезоэлектрической фазы при воздействии на данную структуру электрическим полем с частотой ЭМР;

5. Разработаны рекомендации по практическому использованию слоистых феррит-пьезоэлектрических структур в невзаимных СВЧ устройствах, работающих на МЭ микроволновом эффекте.

2. Степень достоверности проведенных исследований

Представленные к защите результаты исследования МЭ свойств слоистых феррит-пьезоэлектрических структур оцениваются как достоверные, что подтверждается:

- комплексным характером проведенных исследований, использованием современных теоретических и экспериментальных методов исследований,
- хорошим совпадением расчетных и экспериментальных результатов, сопоставлением результатов, полученных различными методами и различными авторами,
- обсуждением полученных результатов на научных конференциях,
- опубликованием основных результатов диссертации в печати.

3. Ценность научных работ соискателя

1. Уточненное учетом диссипации выражение для сдвига линии ФМР слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры под влиянием постоянного электрического поля позволяет более точно определить зависимость сдвига линии ФМР от отношения толщин фаз структуры, а также оценить влияние диссипации в ферритовой фазе на данную величину.

2. Полученные выражения для сдвига линии ФМР через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы позволяют определить оптимальный состав данной структуры для достижения максимального значения данной величины сдвига. Полученные выражения для механических напряжений, индуцируемых в ферритовой фазе, через материальные параметры и геометрические размеры фаз слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе ферритовой фазы со ступенчатым изменением намагниченности, а также слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры на основе биморфной пьезоэлектрической фазы при приложении к данной структуре электрического поля с частотой

ЭМР, позволяют рассчитать величину сдвига линии ФМР под влиянием электрического поля.

3. Предложены конструкции принципиально новых устройств твердотельной СВЧ электроники, работающих на МЭ микроволновом эффекте «Вентиль сверхвысокочастотный магнитоэлектрический» (патент № 119940); «Аттенюатор магнитоэлектрический» (патент № 115125); «Копланарный вентиль-аттенюатор» (патент № 148921).

4. Разработаны практические рекомендации по выбору параметров конструкции планарных СВЧ вентилях-аттенюаторов на основе слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры и построены зависимости значений прямых потерь, обратных потерь и вентиляльного отношения от размеров феррит-пьезоэлектрической структуры для МЭ СВЧ вентилях-аттенюаторов, реализованных на микрополосковой линии передачи, копланарном волноводе и щелевой линии передачи. Полученные результаты позволяют подобрать оптимальные размеры слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры для достижения достаточных для практического применения вентиляльного отношения и диапазона сдвига линии ФМР.

4. Полнота изложения представленных к защите результатов в опубликованных научных работах соискателя

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. A.S. Tatarenko, D.V. Lavrentieva, M.I. Bichurin. Dual tunable magnetoelectric resonator in a slot line for microwave applications // PIERS Proceedings, Shanghai, China, 2016, 2831 - 2833.

2. Татаренко А.С., Лаврентьева Д.В., Семенов Г.А., Семенов Д.А. СВЧ фазовращатель миллиметрового диапазона на основе магнитоэлектрической слоистой структуры $Zn_2Y/PMN-PT$ // Вестник НовГУ. – 2011. - № 65. - С. 36-38.

3. Лаврентьева Д.В., Татаренко А.С. Магнитоэлектрический управляемый копланарный СВЧ вентиль-аттенюатор // Вестник НовГУ. – 2014. - № 81. - С. 55-58.

Статьи и тезисы докладов:

1. Лаврентьева Д. В. СВЧ резонатор на основе слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры // Материалы Всероссийской научной

конференции студентов - физиков и молодых ученых (ВНКСФ-18), Красноярск, 2012, с. 615.

2. Лаврентьева Д. В. СВЧ резонатор на основе слоистой феррит-пьезоэлектрической структуры // тезисы докладов Второй областной конференции участников молодежного научно-инновационного конкурса программы УМНИК. Молодежь. Наука. Инновации, Великий Новгород, 2012 г.

3. Лаврентьева Д.В., Бичурин М.И., Татаренко А.С. Магнитоэлектрический СВЧ аттенюатор-фазовращатель / Сборник трудов конференции Микроэлектроника СВЧ, 2012, с. 159-162.

4. Лаврентьева Д.В. Магнитоэлектрический СВЧ резонатор // тезисы докладов Первой областной конференции участников молодежного научно-инновационного конкурса программы УМНИК. Молодежь. Наука. Инновации, Великий Новгород, 2012 г.

5. M.I. Bichurin, A.S. Tatarenko, D.V. Lavrenteva, S.R. Aleksić. Magnetolectric microwave devices // IN Proc. of the 11th International Conference on Applied Electromagnetics - ПЕС'2013, Niš, Serbia, September 01 – 04, 2013, pp.77-78.

6. Лаврентьева Д.В. Магнитоэлектрический управляемый копланарный СВЧ вентиль-аттенюатор // Сборник статей четвертой всероссийской конференции Электроника и микроэлектроника СВЧ, том 2, 2015 г., с. 83-87.

7. A.S. Tatarenko, D.V. Lavrentieva, M.I. Bichurin, D.V. Kovalenko. Microwave Magnetolectric Isolator-attenuator Based on Coplanar Line // PIERS Proceedings, Prague, Czech Republic, 2015, 594-596.

8. Лаврентьева Д.В., Татаренко А.С. Моделирование магнитоэлектрических управляемых невзаимных СВЧ устройств // Вестник НовГУ, сер. Техн. науки. – 2016. - № 4 (95). - С. 69-72.

9. Снисаренко Д.В., Татаренко А.С., Коваленко Д.В., Лобекин В.Н. Моделирование магнитоэлектрического СВЧ вентиля-аттенюатора, реализованного на щелевой линии передачи // Вестник НовГУ, сер. Техн. науки. – 2016. - № 7 (98). - С. 89-93.

10. Снисаренко Д.В., Татаренко А.С. Исследование зависимости вентиляционного отношения от параметров магнитоэлектрического СВЧ вентиля-аттенюатора, реализованного на щелевой линии передачи // Вестник НовГУ, сер. Техн. науки. – 2017. - № 6 (104). - С. 67-70.

11. Татаренко А.С., Лаврентьева Д.В., Бичурин М.И. Моделирование магнитоэлектрических развязывающих СВЧ устройств // Сборник статей 26-ой Международной Крымской конференции СВЧ техника и телекоммуникационные технологии, 2016 г., с. 1371-1377.

12. Татаренко А.С., Снисаренко Д.В., Бичурин М.И., Хаванова М.А. Магнитоэлектрические СВЧ вентили-аттенюаторы // Сборник статей 27-ой Международной Крымской конференции СВЧ техника и телекоммуникационные технологии, 2017 г.

13. A. Tatarenko, D. Snisarenko, M. Bichurin. Modeling of Magnetolectric Microwave Devices // FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics, vol. 30, no. 3, pp. 285 – 293, September 2017.

Интеллектуальная собственность

1. Патент на полезную модель № 148921 Российская Федерация, МПК Н01Р/32. Компланарный вентиль-аттенюатор / Бичурин М.И., Лаврентьева Д.В., Татаренко А.С.; патентообладатель Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Оpubл. 19.11.2014.

2. Патент на полезную модель № 115125 Российская Федерация, МПК Н01Р/32. Аттенюатор магнитоэлектрический / Бичурин М.И., Татаренко А.С., Семенов Г.А., Лаврентьева Д.В., Семенов Д.А.; патентообладатель Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Оpubл. 20.04.2012.

3. Патент на полезную модель № 119940 Российская Федерация, МПК Н01Р/32. Вентиль сверхвысокочастотный магнитоэлектрический / Бичурин М.И., Лаврентьева Д.В., Татаренко А.С.; патентообладатель Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Оpubл. 27.08.2012.

Основные материалы, изложенные в диссертационной работе, были представлены на Международных и Всероссийских конференциях:

1) Всероссийская научная конференция студентов-физиков ВНКСФ- 18, секция 18 "Материаловедение", 29 марта - 5 апреля 2012 г., г. Красноярск.

2) Всероссийская конференция «Микроэлектроника СВЧ», г. Санкт-Петербург, 4-7 июня, 2012 г.

3) Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS-2012), Moscow, Russia, 19-23 August, 2012.

4) 11th International Conference on Applied Electromagnetics PES Conference, Serbia, 2013.

- 5) IV Всероссийская конференция "Электроника и микроэлектроника СВЧ", секция "Элементы, приборы и устройства СВЧ электроники и микроэлектроники", 2 июня 2015 г.
- 6) Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS-2015), Prague, Czech Republic, July 6–9, 2015.
- 6) 26-ая Международная Крымская конференция «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии», г. Севастополь, 4-10 сентября 2016 г.
- 7) Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS-2016), Shanghai, 8 - 11 August, 2016.
- 8) 27-ая Международная Крымская конференция «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии», г. Севастополь, 6-10 сентября, 2017.

5. Специальность, которой соответствует диссертация

Представленная диссертационная работа Снисаренко Д.В. является полным, законченным самостоятельным научным трудом на единую тему и полностью соответствует специальности: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния (физико-математические науки).

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

1. Считать диссертацию Снисаренко Д.В. научно-квалификационной работой, в которой решена научно-техническая проблема физики конденсированного состояния по исследованию магнитоэлектрического микроволнового эффекта в слоистых феррит-пьезоэлектрических структурах, соответствующей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

2. Рекомендовать к защите диссертационную работу Снисаренко Д.В. диссертационному Совету НовГУ Д 212.168.11 для принятия по специальности: 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

По данному постановлению проголосовали за - 11, против - нет, воздержавшихся - нет.

Зав. кафедрой ПТРА, д.ф.-м.н., проф.

М.И.Бичурин

Секретарь кафедры ПТРА

И.С.Осипова

14 ноября 2018 г.