

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ
по защите диссертации Рафаэля Иосифовича Шакирзянова «Радиопоглощающие свойства феррит-полимерных композитов на основе поли(винилиденфторид-тетрафторэтилена) и Mn-Zn, Li-Mn-Zn ферритов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «Физика полупроводников» и состоявшейся в НИТУ МИСИС

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 17 октября 2022 г., протокол № 5.

Диссертация выполнена кафедре технологии материалов электроники (ТМЭ) НИТУ МИСИС, учредитель – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Исаев Игорь Магомедович, доцент кафедры ТМЭ НИТУ МИСИС, проректор по безопасности и общим вопросам НИТУ МИСИС.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор, Костишин Владимир Григорьевич, заведующий кафедрой ТМЭ, действительный член Академии Инженерных Наук РФ.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 5 от 17 октября 2022 г.) в составе:

1. Панина Лариса Владимировна - доктор физико-математических наук, профессор кафедры технологии материалов электроники НИТУ МИСИС (председатель комиссии).

2. Ховайло Владимир Васильевич - доктор физико-математических наук, профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС.

3. Калашкин Сергей Дмитриевич - доктор физико-математических наук, профессор кафедры физической химии, директор института ИНМиН НИТУ МИСИС.

4. Поляков Петр Александрович - доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ.

5. Розанов Константин Николаевич - доктор физико-математических наук, директор Института теоретической и прикладной электродинамики РАН.

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Произведен сравнительный анализ радиопоглощающих характеристик феррит-полимерных композитов различных типов, а также определены основные факторы, влияющие на функциональные свойства композитных радиопоглощающих материалов.

- Предложены новые составы эффективных композитных материалов для радиопоглощения в диапазоне частот 0,1 – 7 ГГц, использующих в качестве матрицы электроактивные сополимеры поливинилиденфторида марок Ф2М, Ф42 и ферриты со структурой шпинели с химическими формулами $Mn_{0,58}Zn_{0,26}Fe_{0,16}Fe_2O_4$ и $Li_{0,33}Fe_{2,29}Zn_{0,21}Mn_{0,17}O_4$.

- Произведен комплексный анализ электромагнитных характеристик композитов через рассмотрение частотных спектров диэлектрической проницаемости, магнитной проницаемости, а также их взаимосвязи с размерами включений, концентрацией включений и некоторыми структурными характеристиками.

- Предложен новый метод моделирования радиопоглощающих характеристик феррит-полимерных композитов в СВЧ-области через частотный спектр коэффициента отражения на металлической пластине с использованием данных исходных компонентов композита.

- Продemonстрировано, что радиопоглощающие свойства могут в сильной степени зависеть от диэлектрических характеристик полимерной матрицы при низких концентрациях ферритового наполнителя.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Установлено, что доминирующим типом потерь электромагнитного излучения в феррит-полимерных композитах составов Ф42/2000НМ и Ф2М/Li-феррит являются магнитные потери, вызванные процессами естественного ферромагнитного резонанса.

- Показано, что несмотря на доминирующие магнитные потери в изучаемых феррит-полимерных композитах, улучшение радиопоглощающих характеристик возможно за счет использования электроактивных сополимеров поливинилиденфторида, которые имеют относительно высокие диэлектрические потери в области СВЧ частот 0,1 – 7 ГГц.

- Показано, что разработанный в работе подход позволяет моделировать радиопоглощающие свойства феррит-полимерных композитов исходя из СВЧ характеристик феррита и диэлектрической полимерной матрицы при невысоких концентрациях ферритового наполнителя.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Обобщен большой массив экспериментальных данных по радиопоглощению в феррит-полимерных композитах и определены перспективы их использования в качестве радиопоглощающих материалов РЧ- и СВЧ-диапазонов электромагнитного излучения.

- На основе анализа электромагнитных свойств феррит-полимерных композитов составов Ф42/Mn-Zn-феррит и Ф2М/Li-феррит даны рекомендации по использованию композитов в качестве радиопоглощающих и радиоэкранирующих материалов.

- Описаны технологические режимы получения феррит-полимерных композитов методом термопрессования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- Воспроизводимость и физическую непротиворечивость результатов исследования.
- Согласованность представленных физических моделей с известными моделями и существующими научными воззрениями.

- Проведено сравнение данных, полученных в работе, с результатами других исследований по рассматриваемой тематике.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он:

- Являлся участником представленного законченного научного исследования на всех этапах его выполнения.

- Самостоятельно получал экспериментальные образцы и отработывал режимы получения образцов.

- Полностью проводил обработку экспериментальных данных, внес ключевой вклад в их интерпретацию.

- Выполнил глубокий анализ имеющейся по теме литературы.

- Использовал математические модели для описания процессов естественного ферромагнитного резонанса и резонанса доменных границ для разработки метода моделирования радиопоглощающих характеристик феррит-полимерных композитов.

Соискатель представил 4 опубликованные работы, все в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, из которых 2 - в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science, Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Шакирзянова Р. И. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований впервые комплексно изучены электромагнитные и структурные свойства феррит-полимерных композитов состава Ф42/Mn-Zn феррит и Ф2M/Li-Mn-Zn феррит, установлена взаимосвязь структурных и функциональных характеристик радиопоглотителей на основе полученных композитов, предложена методика расчета радиопоглощающих характеристик для феррит-полимерных композитов через частотный спектр коэффициента отражения.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Р. И. Шакирзянову ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «Физика полупроводников».

Результаты голосования:

При проведении голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за - 4, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель Экспертной комиссии



Л. В. Панина
28.03.2023