



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ИСТОК» ИМЕНИ А.И.ШОКИНА»**

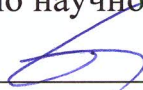


Вокзальная ул., д.2а, корпус 1, комната 65, этаж 2, г.Фрязино, Московская область, Россия, 141190, тел.:+7 (495) 465-86-66;
факс:+7 (495) 465-86-86 www.istokmw.ru; E-mail:info@istokmw.ru, ОГРН 1135050007400, ИНН 5050108496

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора-
директор по научной работе



 С.В. Щербаков
06 _____ 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Комлева Александра Сергеевича «Радиационно-термическое спекание в пучке
быстрых электронов поликристаллических феррошпинелей», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.27.06 – «Технология и оборудование для производства полупроводников,
материалов и приборов электронной техники»

Актуальность темы диссертационной работы

Ферриты широко применяются в разнообразных ответственных узлах современных технических устройств. Область применения ферритов непрерывно расширяется. Ферриты своеобразно сочетают в себе свойства полупроводников, диэлектриков и ферромагнетиков. Магнитные и другие свойства ферритов обусловлены их структурным построением, характером размещения ионов в подрешетках кристалла.

Магнитомягкие ферриты – материалы, которые представляют собой смесь окислов некоторых металлов. Промышленные магнитомягкие ферриты – это в основном поликристаллические материалы, синтезируемые по керамической технологии. Наибольшее применение имеют марганец-цинковые (низкочастотные) и никель-цинковые (высокочастотные) ферриты.

Керамическая технология является основным методом серийного производства современных функциональных материалов различного назначения. При изготовлении многокомпонентных оксидных соединений трудно достичь высокой однородности химического состава.

Основной недостаток применяемого в данное время метода керамической технологии – высокая энергоемкость и длительность технологического процесса.

В последние годы все больший интерес исследователей вызывает метод воздействия на структурное состояние и физико-механические свойства материалов мощного потока ускоренных электронов. Данный метод, заключающийся в нагреве смеси исходных компонентов или прессовок из них пучками электронов без привлечения сторонних источников теплоты, получил название радиационно-термическое спекание (РТС). Преимущества РТС заключаются в быстроте и низкой инерционности разогрева материалов, отсутствии контакта нагреваемого тела и нагревателя, однородности нагрева материала по всему объему.

С учетом вышеизложенного, тема представленной диссертационной работы Комлева А.С., является весьма актуальной.

Содержание работы

Диссертационная работа соискателя содержит список сокращений, введение, 5 глав, общие выводы, список публикаций по теме диссертации, список используемой литературы. Работа изложена на 131 страницах машинописного текста, содержит 52 таблицы, 46 рисунков. Список используемой литературы включает 133 наименования.

Цель диссертационной работы состояла в разработке основ технологии радиационно-термического спекания магнитомягкой ферритовой керамики со структурой шпинели пучком ускоренных электронов.

В литературном обзоре представлена общая характеристика ферритов. Рассмотрены кристаллография шпинельных соединений и основные физико-химические свойства. Более детально рассмотрена магнитомягкая ферритовая керамика – Mn-Zn, Ni-Zn, Mg-Zn-ферриты. Описана классическая керамическая технология получения ферритовой керамики, которая применяется в настоящее время. Выявлены основные недостатки данной технологии. Предложена альтернативная радиационно-термическая технология спекания ферритовой керамики. Продемонстрированы основные преимущества новой технологии. Особое внимание уделяется процессу взаимодействия быстрых электронов с твердым телом. Рассмотрены физические модели формирования магнитомягких ферритовых керамических материалов и процессов активации твердофазного синтеза.

Подробно описана технология радиационно-термического спекания в пучке быстрых электронов поликристаллических феррошпинелей. Представлена информация об объектах исследования, особенностях их получения и методиках исследования.

Описаны методы получения, обработки и исследования полученных образцов. Приведены схемы экспериментальных установок. Описан порядок проведения эксперимента и обработки полученных данных.

В работе исследованы влияния режимов радиационно-термического спекания на структуру и магнитные свойства образцов. Полученные результаты позволили сделать заключение, что состав полученных образцов не зависит от технологической схемы получения и определяется заложенной шихтой.

Исследовано влияние технологических факторов и легирующих добавок на эксплуатационные параметры поликристаллических ферритов-шпинелей.

Отражено практическое использование технологии РТС для получения магнитомягкой радиопоглощающей ферритовой керамики.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в том, что автором впервые методом радиационно-термического спекания в пучке быстрых электронов получена магнитомягкая ферритовая керамика трех составов: Mn-Zn марки 2000НМ, Ni-Zn марки 2000НН, Mg-Zn марки 600НН.

Впервые проведены комплексные исследования и изучены закономерности изменения структуры, фазового состава, физических свойств и экспериментальных параметров ферритовой керамики 2000НМ, 2000НН и 600НН от условий радиационно-термического спекания (температура, время, газовая среда).

Впервые в технологии радиационно-термического спекания предложены и успешно использованы предварительно механоактивированные легкоплавкие легирующие добавки.

Впервые для улучшения процесса радиационно-термического спекания предложена и успешно использована легирующая добавка в виде наноразмерного порошка карбонильного железа с размером наночастиц 320 – 450 нм.

Практическая значимость работы

Полученные в работе результаты имеют важное практическое значение для СВЧ-электроники, технологии и материаловедения ферритов, магнитной электроники.

Разработаны основы технологии радиационно-термического спекания в пучке ускоренных электронов магнитомягкой ферритовой керамики трех промышленных составов со структурой шпинели.

Разработаны энергоэффективные способы получения методом РТС радиопоглощающих магний-цинковых ферритов.

Разработан эффективных способ получения методом РТС ферритовых изделий, позволяющий за счет использования в качестве легирующей добавки наноразмерного порошка карбонильного железа с размером частиц 320 – 450 нм уменьшить время спекания и повысить качество изделий.

Разработан эффективный способ получения методом РТС ферритовых изделий, позволяющий за счет использования в качестве легирующей добавки предварительно механоактивированной легкоплавкой добавки Bi_2O_3 уменьшить время спекания и улучшить электромагнитные характеристики изделий.

Полученные автором результаты подтверждены 4 патентами на изобретение (патент РФ № 2536151, патент РФ № 2537344, патент РФ № 2548345, патент РФ № 2536022).

По материалам диссертации опубликовано 26 научных работ, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК по специальности, 3 статьи в журналах, входящих в базы РИНЦ и WOS, 2 статьи в журналах, входящих в базы РИНЦ и SCOPUS, 6 статей в журналах, входящих в базы РИНЦ, 3 статьи в сборниках материалов и докладов международных конференций.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов диссертационной работы подтверждены применением современных методов исследований, воспроизводимостью результатов эксперимента, согласованием полученных результатов с литературными данными, а также практической апробацией полученных в работе результатов.

Результаты работы могут быть рекомендованы для промышленного получения магнитомягкой ферритовой керамики с модифицированным составом для получения сердечников трансформаторов, радиопоглощающих материалов, приборов СВЧ-электроники с улучшенными частотными и электромагнитными характеристиками. С результатами работы следует

ознакомиться АО «НПП «Исток», ООО «Нева-Феррит», АО «НИИ «Феррит-Домен».

Полученные в диссертационной работе результаты имеют важное фундаментальное и практическое значение для развития науки в нашей стране.

Диссертация изложена в логически последовательной форме, а ее содержание соответствует паспорту заявленной специальности 05.27.06 – «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники», п.п. 1 – 4.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Автореферат в достаточной степени полно отражает содержание работы и дает представление о достигнутых результатах.

По диссертационной работе имеются **следующие замечания:**

1. В главе 3, помимо основных марок феррита: 2000НН, 2000НМ и 600НН, представлены дополнительные результаты ферритовых образцов марки 2500НМС2, которые не были включены в объект исследования в начале диссертации.

2. На рисунках 40, 41 и 42 общие графики петель гистерезиса представлены не совсем удачно. Сложно разобрать, какая из петель относится к образцу, спеченному при определенном температурном режиме.

3. В пункте 3.5 хотелось бы получить более подробное объяснение зависимости параметров петли гистерезиса и геометрических размеров от температуры радиационно-термического спекания образцов.

4. В диссертации присутствуют опечатка на странице 89 фраза «максимальная магнитная проницаемость» повторяется два раза подряд.

Данные замечания не снижают общую высокую оценку работы, которая выполнена на современном научно-техническом уровне, а ее результаты могут быть использованы в научном и прикладном плане.

Заключение

Представленные в работе результаты исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Работа выполнена на высоком теоретическом, экспериментальном и аналитическом уровне. В диссертации соблюдаются принципы соответствия поставленной цели, задачи исследования и полученных результатов исследования.

Настоящая диссертационная работа является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи: получение магнитомягкой ферритовой керамики со структурой шпинели пучком ускоренных электронов, имеющей существенное значение для отрасли производства СВЧ-электроники.

Диссертационная работа Комлева Александра Сергеевича «Радиационно-термическое спекание в пучке быстрых электронов поликристаллических феррошпинелей» является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, имеющим важное научное и практическое значение, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор Комлев Александр Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Диссертационная работа Комлева А.С. «Радиационно-термическое спекание в пучке быстрых электронов поликристаллических феррошпинелей» заслушана и одобрена на заседании НТС научно-производственного комплекса (НПК-9) разработки и производства новых материалов микроэлектроники, интегральных ферритовых устройств и

магнитных систем Акционерного Общества «Научно-производственного предприятия «Исток» имени А.И. Шокина». Протокол заседания № 209/777 от 29 мая 2018 г.

Начальник НПК 9 АО «НПП «Исток» им. Шокина», к.т.н.



Налогин Алексей Григорьевич

141190, г. Фрязино, Вокзальная ул., д. 2а, корпус 1, ком. 65, этаж 2.

Телефон: +7 (495) 465-86-15

E-mail: agnalogin@istokmw.ru

Подпись Налогина А.Г. заверяю:

Ученый секретарь диссертационного совета Д409.001.01

АО «НПП «Исток» им. Шокина», к.т.н.



Куликова Ирина Владимировна

