



МАГНИТЫ & МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
**ООО «ПОЛИМАГНИТ»**

AMT&C

142191, г. Москва, г. Троицк, ул. Промышленная, 4 | Тел./факс: (495) 419-00-22 | e-mail: magnet@amtc.org | www.NdFeB.ru  
ООО "Полимагнит" является подразделением AMT&C Group Ltd. | www.amtc.ru

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации **Налогина Алексея Григорьевича**

«Улучшение параметров подложек на основе поликристаллических феррогранатов для невзаимных микрополосковых устройств СВЧ-электроники» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01– «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Невзаимные микрополосковые устройства СВЧ-электроники (циркуляторы, вентили, фазовращатели) широко применяются в бортовой и наземной аппаратуре. Их количество в одном блоке аппаратуры может быть значительным, характеристики существенно влияют на параметры аппаратуры. Ферритовые подложки микрополосковых ферритовых устройств (МФУ) определяют функциональные и массогабаритные параметры МФУ. Задача получения комплекса требуемых эксплуатационных параметров подложек (тангенс угла диэлектрических и магнитных потерь, термостабильность намагниченности насыщения в рабочем диапазоне температур, диэлектрическая проницаемость, пористость, плотность) на основе поликристаллических иттриевых феррогранатов, воспроизводимость характеристик подложек в серийном производстве- это несомненно **актуальная задача** для СВЧ электроники.

Решение этой задачи достигнуто Налогиним А.Г. за счет глубокого анализа технологических процессов изготовления и определения основных факторов, влияющих на эксплуатационные параметры подложек, исследование влияния состава, парциального давления кислорода, температуры спекания и отжига и др. на плотность, пористость и на электромагнитные параметры.

**Научная новизна диссертации** состоит в том, что:

1. Исследованы механизмы влияния парциального давления кислорода, температуры при спекании и горячем изостатическом прессовании феррогранатов на эксплуатационные параметры подложек.
2. За счет применения разработанной автором математической модели процесса спекания феррограната в регулируемой среде кислорода показаны пути оптимизации параметров технологических процессов,

определены конкретные значения избытка оксида иттрия в исходной шихте.

3. Такой комплексный подход, увязывающий требования к исходному материалу и соответствующим параметрам технологических процессов изготовления позволили получить на практике ферритовые подложки с широким диапазоном намагниченности насыщения от 32 до 140 кА/м и электромагнитными параметрами на уровне или выше лучших отечественных и мировых аналогов.
4. Впервые получены подложки из поликристаллических термостабильных феррогранатов относительное изменение намагниченности которых в температурном интервале  $-60...+85$  оС не превышает 0,075 %/град

**Практическая направленность** работы подтверждается внедрением ее результатов в серийное производство ферритовых подложек и ферритовых приборов на их основе в АО «НПП «Исток», широком использовании выпускаемых приборов во многих других предприятиях России. Результаты диссертационной работы использованы при разработке технологических процессов производства ферритовых подложек, отражены в технологической документации, в технических условиях. Их применение позволило производить в АО «НПП «Исток» ферритовые приборы, по комплексу параметров превышающие лучшие российские и зарубежные аналоги.

**Основные результаты работы опубликованы** в 6 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и в 7 тезисах докладов на российских научно-технических конференциях. Новизна полученных результатов подтверждается и 6 патентами РФ и авторскими свидетельствами Налогина А.Г.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук Налогина А.Г. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи улучшения параметров подложек на основе феррогранатов для невзаимных микрополосковых устройств, имеющей существенное значение для дальнейшего развития компонентной базы электроники СВЧ, изложены научно обоснованные технические, экономические и технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики и обеспечения обороноспособности страны.

**Недостатком автореферата** является отсутствие сведений о достигнутых за счет внедрения результатов диссертации показателях снижения разброса параметров стоимости микрополосковых ферритовых приборов и уменьшения их стоимости в серийном производстве. А ведь эти две задачи были заявлены как одни из основных, стоящих перед диссертантом.

Однако данный недостаток не умаляет научной ценности и её практических рекомендаций.

Таким образом, проведенный анализ содержания автореферата диссертации Налогина А.Г. позволяет считать, что рецензируемая работа представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне, в котором на основании полученных автором результатов решена задача по улучшению параметров подложек на основе поликристаллических феррогранатов для невзаимных микрополосковых устройств СВЧ-электроники. Автореферат диссертации удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а диссертант, заслуживает степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01– «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Заместитель генерального директора-технический директор  
ООО «Полимагнит»,  
кандидат технических наук,  
Заместитель председателя секции постоянных магнитов «Магнитного  
общества России» (МАГО)



Надеев Михаил Михайлович

Тел.: +7(495)-419-00-22, +7-963-787-98-51  
Электронная почта: [nadeev@amtc.org](mailto:nadeev@amtc.org)

Подпись М.М. Надеева заверяю  
Генеральный директор ООО «Полимагнит»

  
М.А. Демеш  
25.05.2017

