

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».

Актуальность диссертационной работы следует из решения одной из задач импортозамещения, которая заключается в улучшении характеристик невзаимных микрополосковых устройств сантиметрового диапазона длин волн за счет совершенствования технологии получения подложек поликристаллических иттриевых феррогранатов разных составов с необходимыми значениями электрофизических параметров (плотность, пористость, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических и магнитных потерь, термостабильность намагниченности насыщения в рабочем диапазоне температур).

Основные задачи работы состояли в получении ферритовых подложек поликристаллических феррогранатов с улучшенными эксплуатационными характеристиками в регулируемой кислородной атмосфере, а также в комплексном исследовании кинетики формирования высокой плотности и свойств указанных материалов.

Научная новизна настоящей работы состоит в следующем:

1. На основе разработанных подложек получен ряд невзаимных микрополосковых устройств СВЧ-электроники сантиметрового диапазона длин волн с характеристиками на уровне мировых аналогов, с выходом годных изделий более 80%.

2. Приведены оригинальные результаты детального исследования влияние парциального давления кислорода и температуры при спекании, отжиге и изостатическом прессовании на основные свойства и эксплуатационные характеристики поликристаллических феррогранатов разных составов для подложек микрополосковых устройств СВЧ-электроники.

3. Разработана математическая модель процесса спекания феррогранатов в атмосфере кислорода, позволившая рассчитать близкие к реальным оптимальные технологические режимы в регулируемой кислородной среде.

4. Разработаны оригинальные технологии изготовления подложек для микрополосковых невзаимных устройств СВЧ-электроники с использованием двухэтапной технологии получения в регулируемой атмосфере кислорода поликристаллических феррогранатов разных составов с намагниченностью насыщения 140, 96, 64, 48, и 32 кА/м, состоящие в том, что на 1-м этапе проводится спекание в разреженной кислородной атмосфере ($P_{\text{сп}} = 26\text{--}300$ гПа) и температуре спекания $T_{\text{сп}} = (1250 - 1450)^{\circ}\text{C}$, а на 2-м этапе – изостатическое прессование и отжиг в атмосфере кислорода при давлении значительно превышающем равновесное ($P_{\text{отж}} = (1 - 6,079)10^5$ Па) и температуре $T_{\text{отж}} = (1280 - 1450)^{\circ}\text{C}$.

5. Впервые получены подложки из поликристаллических феррогранатов состава $\text{Y}_3\text{Fe}_{5-x}\text{Ga}_x\text{O}_{12}$ ($x = 0$; $x = 0,38$; $x = 0,63$; $x = 0,75$ и $x = 0,90$) с намагниченностью насыщения, соответственно, 140, 96, 64, 48 и 32 кА/м со значениями характеристик (плотность, пористость, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла магнитных потерь и тангенс угла диэлектрических потерь) на уровне и выше лучших отечественных и мировых аналогов.

6. Впервые получены подложки из поликристаллических термостабильных (относительное изменение намагниченности в рабочем диапазоне температур – 60...+85⁰С не превышает 0,075%/град) феррогранатов составов {Y_{0,65}Ca_{1,0}Gd_{1,35}}(Fe_{4,15}V_{0,5}In_{0,35})O₁₂ и {Y_{0,3}Ca_{1,54}Gd_{1,16}}(Fe_{3,87}V_{0,77}In_{0,36})O₁₂ с намагниченностью насыщения, соответственно, 48 и 32 кА/м и значениями других характеристик (плотность, пористость, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла магнитных потерь и тангенс угла диэлектрических потерь) на уровне и выше лучших отечественных и мировых аналогов.

Совокупность перечисленных положений является доказательной, оригинальной и целостной.

К положительным характеристикам диссертации, на основании автореферата, следует отнести ее практическую направленность.

Содержание диссертации отражено в 19 научных работах, из них 6 работ опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, по результатам работы получено 3 авторских свидетельства и 3 патента.

Таким образом, 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 актуальная задача. Автореферат диссертации удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а диссертант, безусловно, заслуживает степени кандидата технических наук по соответствующей специальности.

Профессор кафедры ВМСС АВТИ,
ГОУ ВО НИУ «МЭИ»,
к.т.н., профессор

Геворкян Владимир Мушегович

Подпись _____
Удостоверяю _____
начальник управления по
работе с персоналом

111250, г. Москва,
ул. Красноказарменная, д.14,
email: gevorkianvm@mpei.ru,
моб. 8(910)400-58-14



Н.Г. Савин