

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мироновича Андрея Юрьевича  
«Разработка основ технологии получения тонких анизотропных пленок  
 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  с высокой степенью кристаллографической текстуры»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.2.3 – технология и оборудование для производства  
материалов и приборов электронной техники

С ростом требований к миниатюризации и возможностям интегрирования микроволновых систем сложность их производства многократно возрастает. В СВЧ-системах размеры ферритовых компонентов по-прежнему намного больше, чем у других комплектующих. Гексаферриты с одноосной магнитной анизотропией являются ключевым материалом для решения этой проблемы и одновременной реализации работы на высоких частотах и миниатюризации таких пассивных устройств, как циркуляторы и изоляторы. Уменьшение размеров и веса циркуляторов/изоляторов достигается заменой внешних подмагничивающих систем на их собственную сильную одноосную магнитокристаллическую анизотропию. Доказано, что монокристаллические или эпитаксиальные толстые пленки не подходят для устройств с самосмещением из-за их низкого значения остаточной намагниченности, вызванного существенной подвижностью доменных стенок. По этой причине изготовление текстурированных тонких пластин/пленок поликристаллического гексаферрита с высоким коэффициентом остаточной намагниченности будет иметь важное значение для реализации самосмещающихся циркуляторов/изоляторов. Магнитные свойства, связанные с самосмещением (коэффициент остаточной намагниченности, микроволновые потери и др.) материала, тесно связаны с его составом и микроструктурой. Таким образом, понимание кинетики роста поликристаллических гексаферритов, связанной с размером зерна, необходимо для улучшения их магнитных свойств и их применения в микроволновых устройствах с самосмещением. В данной работе автором получены образцы поликристаллических текстурированных пленок гексаферрита бария, проведены эксперименты по изучению влияния различных факторов на их микроструктуру.

Автором показано, что уникальные свойства поверхности текстурированных пленок гексаферрита бария позволяют производить селективную модификацию процессов их синтеза с использованием буферных слоев различающихся степенью ковалентности их связи с функциональной пленкой.

Автором обоснован выбор параметров буферных слоев, выполняющих роль диффузионных барьеров, обеспечивающих повышение локализованных электронных состояний, и как следствие активирование адсорбционных свойств текстурированных пленок. Экспериментально показано, что наиболее интересные результаты получены при использовании нитрида кремния  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . В работе также показана и обоснована возможность

повышения параметров кристаллографической текстуры плёнок гексаферрита бария на подложках  $\text{Al}_2\text{O}_3$  путем периодического прерывания процесса напыления. Обращено внимание на особую роль полиморфных превращений при кристаллизации оксида железа, обладающего значительной локальной магнитной анизотропией.

В целом представленная работа свидетельствует о её высоком научном уровне.

Диссертационная работа Мироновича Андрея Юрьевича «Разработка основ технологии получения тонких анизотропных пленок  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  с высокой степенью кристаллографической текстуры» отвечает требованиям Положения о порядке присуждения степеней в НИТУ «МИСиС», которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

Д.т.н., профессор, заслуженный  
деятель наук РФ, действительный член  
Академии технологических наук РФ,  
профессор кафедры физики  
Ивановского Государственного  
Энергетического Университета

Шилко М.Н.

