

## **Эпитаксиальные структуры иттриевых феррит-гранатов для СВЧ-техники и висмутсодержащих феррит-гранатов для прикладной магнитооптики**

*Эпитаксиальные структуры иттриевых феррит-гранатов предназначены для разработки нового поколения СВЧ техники, а эпитаксиальные структуры висмутсодержащих феррит-гранатов весьма перспективны для прикладной магнитооптики. Приведены данные о магнитных и структурных характеристиках таких эпитаксиальных структур, а также результаты визуализации информации с поврежденных магнитных носителей информации.*

**Ключевые слова:** эпитаксиальные структуры, иттриевый феррит-гранат, висмутсодержащий феррит-гранат

НИИ Материаловедения производит гранатовые подложки для жидкофазной эпитаксии, магнитооптические эпитаксиальные феррит-гранатовые структуры, эпитаксиальные структуры железо-иттриевого граната (ЖИГ) и волноведущие элементы на их основе для СВЧ – устройств, эпитаксиальные гранатовые структуры для лазерной техники.

Эпитаксиальные структуры иттриевых феррит-гранатов, выращиваемые на подложках из гадолиний-галлиевого граната, широко используются для изготовления различных СВЧ-устройств, например, полосно-заграждающих фильтров гигагерцового диапазона, фазовращателей, направленных ответвителей, линий задержки на магнитостатических волнах [1].

Эпитаксиальные структуры висмутсодержащих феррит-гранатов, выращиваемые на подложках из гадолиний-галлиевого граната, а также на гранатовых подложках с большим параметром решетки, чем у стандартных подложек из гадолиний-галлиевого граната, обладают высокими магнитооптическими характеристиками и используются для изготовления различных магнитооптических устройств, таких как невзаимные оптические элементы для волоконно-оптических линий связи, магнитооптические модуляторы, быстродействующие пространственно временные модуляторы оптического диапазона, бесконтактные датчики магнитного поля [2].

Серийно выпускаются следующие подложечные материалы:  $Gd_3Ga_5O_{12}$  –(GGG);  $Gd_{3-x}Ca_xGa_{5-x-2y}Mg_yZr_{x-y}O_{12}$  –(CMZGGG);  $Gd_3Sc_2Ga_3O_{12}$  –(GSGG). Параметр кристаллической решетки, Å: GGG - 12,382 +- 0,001; CMZGGG - 12,496 +- 0,001; GSGG - 12,560 +- 0,001. Кристаллографическая ориентация поверхности: GGG -(111); (100); (110); CMZGGG - (111); (100); GSGG - (111).

Отклонение кристаллографической ориентации поверхности, градус  $\pm 0,1$ . Диаметр подложки, мм: GGG - 76; 100; CMZGGG; GSGG - 76. Толщина подложки, мм:  $0,46 \pm 0,03$ . Неплоскостность, мкм/см: от 0,5 на 80% центральной области.

Эпитаксиальные структуры железоиттриевого граната (ЖИГ) и волноведущие элементы на их основе для СВЧ– устройств имеют следующие параметры: диаметр структуры, мм - 76; 100; толщина эпитаксиальной пленки ЖИГ, мкм - 3,0 – 60;

намагниченность насыщения,  $4\pi M_s$ , Гс – 1750; ширина линии ферромагнитного резонанса, Э: менее 0,5; частотный диапазон, ГГц : 3,5 – 18.

Параметры полосно-заграждающих фильтров (ПЗФ), изготовленные на основе выпускаемых эпитаксиальных структур иттриевого феррит-граната потребителями нашей продукции имеют следующие характеристики: диапазон рабочих частот 2...20 ГГц; полоса заграждения по уровню минус 30 дБ - от 10 МГц до 500 МГц; заграждение > 40 дБ; потери вне полосы заграждения 0,5 - 2,5 дБ (в зависимости от рабочего диапазона); крутизна перестройки АЧХ – 10...25 МГц/МА; коэффициент прямоугольности по уровню минус 30 дБ – 2 - 2,5; рабочий интервал температур – от минус 60 °С до плюс 60 °С; диапазон механической перестройки частоты > ± 150 МГц.

Магнитооптические эпитаксиальные феррит-гранатовые структуры, выпускаемые НИИ Материаловедения, имеют следующие параметры: диаметр структуры, мм: 76; 100; толщина эпитаксиальной пленки, мкм: 1,0 – 100; тип магнитной анизотропии-одноосная и плоскостная («легкая плоскость»); удельное фарадеевское вращение на длине волны  $\lambda = 0,63$  мкм более 1 град/мкм; пространственное разрешение до 0,5 мкм; намагниченность насыщения  $4\pi M_s$ : 50 – 1800 Гс; напряженность поля магнитного насыщения: 10 – 1000 Э; чувствительность к магнитному полю не хуже  $10^{-5}$  Э.; частотный диапазон - 0 -  $10^6$  Гц; диапазон рабочих температур: 0 - 150; °С.

Основные области применения эпитаксиальных структур висмутсодержащих феррит-гранатов: визуализация и топографирование пространственной структуры магнитных полей, магнитооптические датчики сверхслабых и сильных магнитных полей, оптические изоляторы.

Эпитаксиальные структуры висмутсодержащих феррит-гранатов, предназначенных для визуализации пространственной структуры магнитных полей имеют следующие технические характеристики: разрешение ~ 0.5 мкм; динамический диапазон ~ 60 дБ; тип материала: безгистерезисный; химический состав:  $(BiRE)_3(FeGa)_5O_{12}$ , где RE – редкоземельные элементы и иттрий.

Основными преимуществами магнитооптического метода (МО) визуализации являются: высокая чувствительность к магнитному полю, высокий уровень пространственного разрешения, удобная и быстрая процедура визуализации. Объектами магнитооптической визуализации являются: аналоговая аудио запись на магнитофонной ленте (ширина пита ~ 0,5 мкм), цифровая аудио запись R- DAT, а объектами исследований являются: магнитные ленты, магнитные диски, магнитные карты различного назначения, размагниченные магнитные носители «черных ящиков», банкноты и ценные бумаги с магнитной защитой, сверхпроводники, магнетики без магнитооптического эффекта, дефекты деталей критических узлов, визуализация магнитной информации с экстремально низким уровнем сигнала.

Возможны магнитооптическая визуализация магнитной сигналограммы ленточного самописца как с обычной записью, так и после аварии и пожара при ослаблении сигнала в 1000 раз.

## Библиографический список

1. Bogun P.V., Gusev M.Yu., Kandyba P.E., Kotov V.A., Popkov A.F., V.G. Sorokin V.G., Propagation of the magnetostatic waves in Bi-substituted iron-garnets // Solid State Phys. 1985. v. 27, n 6, 2776-2779.
2. Zvezdin A.K., Kotov V.A. Modern Magneto-optics and Magneto-optical Materials.
3. Institute of Physics Publishing. Bristol and Philadelphia: IOP Publishing Ltd., 1997. 386 p.