

В. Г. Гуделев, Ю. П. Журик, Н. А. Каланда, С. А. Гурецкий,
А. М. Лугинец, В. Р. Соболев

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕТЕРОДИННОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Монокристаллы феррита граната (ФГ) – $\text{Re}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (Re-редкоземельный катион или иттрий) широко используются как магнитооптические материалы в СВЧ технике, оптоэлектронике, аппаратуре магнитной записи и др. благодаря высокой подвижности доменов, широкому диапазону прозрачности, узкой линии ферромагнитного резонанса. Вместе с тем, их активное применение сдерживается недостаточно воспроизводимыми магнитооптическими характеристиками. Это обусловлено тем, что ФГ выращивается из раствора-расплава. В этом случае имеет место неконтролируемое включение компонентов растворителя и других примесей, присутствующих в растворе-расплаве на макро и микро уровне. В Институте физики твердого тела и полупроводников НАНБ активно развивается метод управляемого выращивания из раствора-расплава различных неорганических монокристаллов. Адаптация этого метода для получения кристаллов ФГ позволяет выращивать их в условиях высокого кристаллизационного давления растущей грани относительно компонент растворителя и других примесей. Этот фактор делает маловероятным захват примесей растущей гранью кристалла и, как следствие, к минимизации концентрации примесей в кристалле. Таким образом, использование модифицированного метода управляемого выращивания на затравку позволяет синтезировать железо-иттриевый гранат (ЖИГ) с оптическими потерями на длине волны $\lambda=1.55$ мкм не хуже 0.2 дБ, шириной линии ферромагнитного резонанса 0.5-1.0 Э и высокого структурного совершенства, что существенно расширяет возможности их практического применения.

При разработке новых технологий повышения магнитооптических характеристик материалов важной задачей является оперативный контроль свойств получаемых образцов. В данной работе для исследования фарадеевского вращения в изготовленных образцах ЖИГ использовался модифицированный вариант метода гетеродинной интерферометрии, описанного в [1]. Такая схема измерений позволяет обеспечить перенос измеряемого сдвига фаз из оптической области в область радиочастот, что существенно облегчает регистрацию и обработку результатов измерений.

Упрощенная блок-схема измерительной установки показана на рис. 1. В качестве источника излучения использовался двухчастотный

гелий-неоновый лазер, работающий на длине волны 1.15 мкм, попадающей в полосу пропускания ЖИГ. Выходное излучение лазера содержало две волны с циркулярными ортогональными поляризациями и разностью частот около 500 кГц.

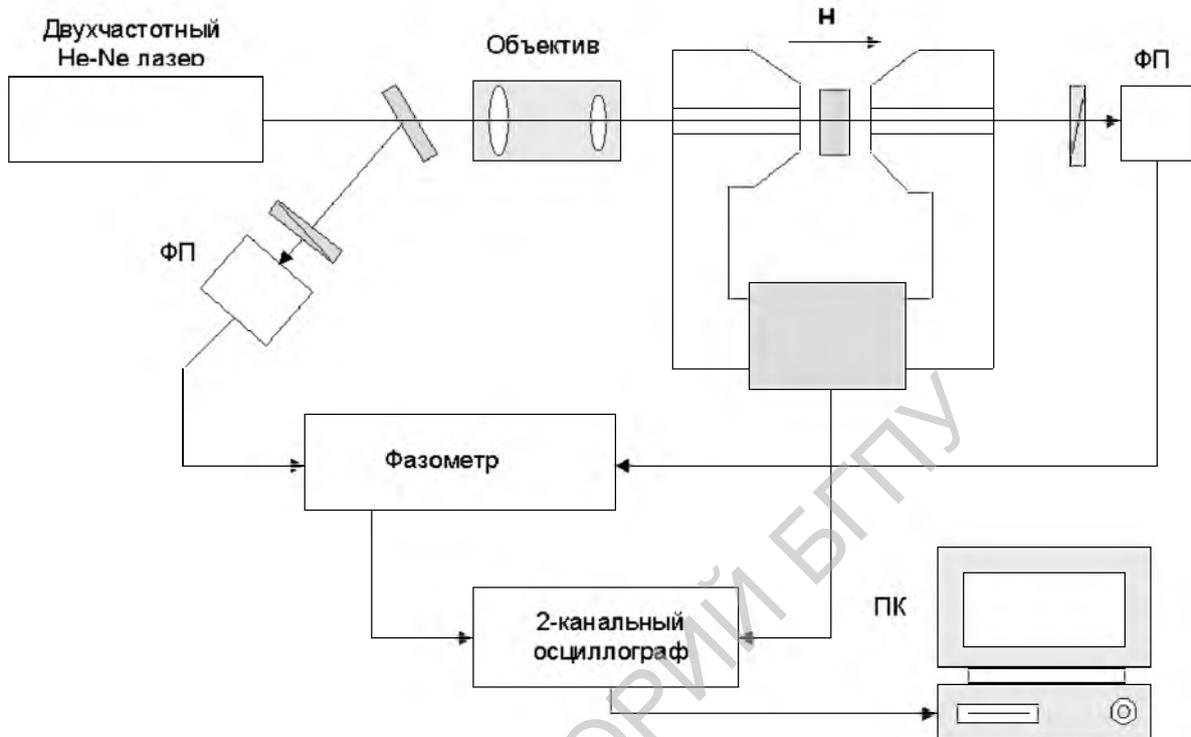


Рис. 1. Блок-схема измерительной установки

Двухчастотный режим работы лазера обеспечивался внесением фарадеевского элемента в резонатор лазера. Часть выходного излучения использовалась для формирования опорного канала, основная часть излучения направлялась на исследуемый образец, помещенный в поле электромагнита. Для уменьшения диаметра пучка использовался объектив. Сигналы разностной частоты опорного и измерительного каналов интерферометра подавались на фазометр. Выходной сигнал фазометра, несущий информацию о сдвиге фаз волн циркулярных ортогональных поляризаций в исследуемом образце, регистрировался цифровым осциллографом и далее поступал на персональный компьютер.

Чувствительность и точность измерений определяется главным образом характеристиками используемого фазометра. Погрешность измерения сдвига фаз используемым в данной работе фазометром Ф2-16 не превышает 0.3° , что соответствует изменению оптической длины пути около 0.17 нм. Высококачественные современные фазометры обеспечи-

вают погрешность измерений около 0.01° , что позволяет в 30 раз повысить точность измерений.

На рис. 2 показана типичная зависимость угла фарадеевского поворота одним из исследуемых образцов ЖИГ от напряженности магнитного поля.

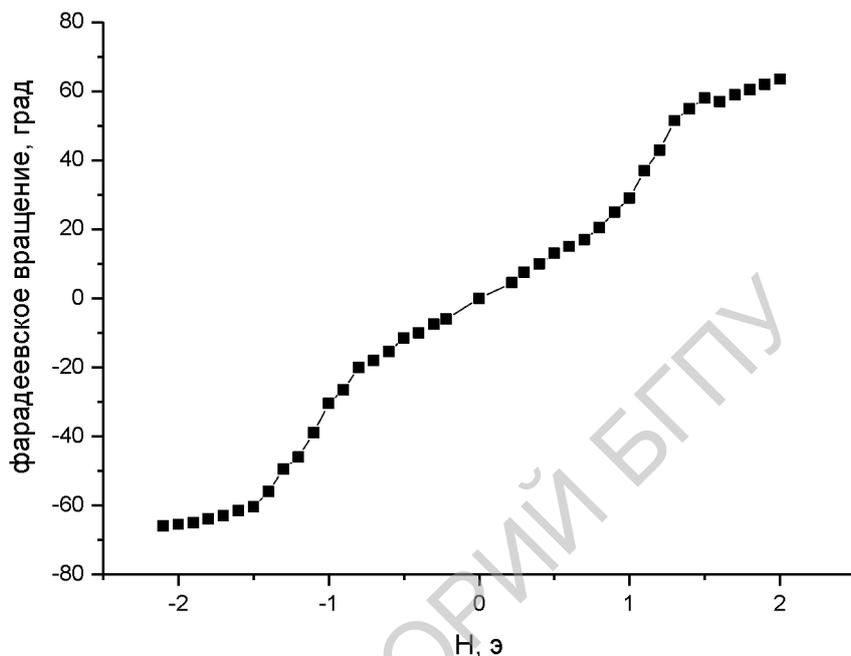


Рис. 2. Зависимость угла фарадеевского поворота плоскости поляризации излучения от напряженности внешнего магнитного поля

В экспериментах использовались образцы ЖИГ толщиной 3 мм. Несмотря на заметное различие коэффициента пропускания от образца к образцу (от 0.78 до 0.83) величина фарадеевского поворота плоскости поляризации в насыщающем магнитном поле для всех образцов была близка к 65° . Использованный способ исследования характеристик магнитооптических материалов показал высокую чувствительность и простоту в использовании. В дальнейшем модифицированный вариант установки будет использован для изучения магнитооптического эффекта Керра в ЖИГ.

Работа частично поддержана МНТЦ (грант В-1065).

Литература

4. Umeda N., Takasaki H. New ellipsometry realized by the use of a stabilized two-frequency laser // Surface Science. 1980. № 96. P. 141–148.