

Ф. Ф. ИГОШИН, А. П. КИРЬЯНОВ, С. С. МАРКИАНОВ, В. П. МОЛЧАНОВ
(Москва)

СПЕКТРОМЕТР-ПОЛЯРИМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ МАГНИТОАКТИВНЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Для применения в интегральной оптике магнитоактивных эпитаксиальных материалов, в частности ферритов-гранатов [1], требуется знание зависимости коэффициента поглощения $\alpha(\lambda)$ и фарадеевского вращения $\Phi(\lambda)$ от длины волны света λ [2]. Эта зависимость измеряется обычно в разных опытах и различными приборами: $\alpha(\lambda)$ — спектрометром, $\Phi(\lambda)$ — поляриметром [3, 4]. Но ряд измерений, например измерение распределения α и Φ по площади образца, следует проводить в одном опыте с помощью установки, сочетающей в себе возможности спектрометра и поляриметра. Схема такого комбинированного спектрометра-поляриметра, использованного нами при изучении эпитаксиальных ферритов-гранатов иттрия и редких земель, показана на рис. 1.

Световой поток от ксеноновой лампы 1 (ДКСШ-200) через конденсорную 2 и вспомогательную 3 линзы поступал на вход монохроматора 4 (УМ-2). На выходе излучение с длиной волны λ формировалось колли-

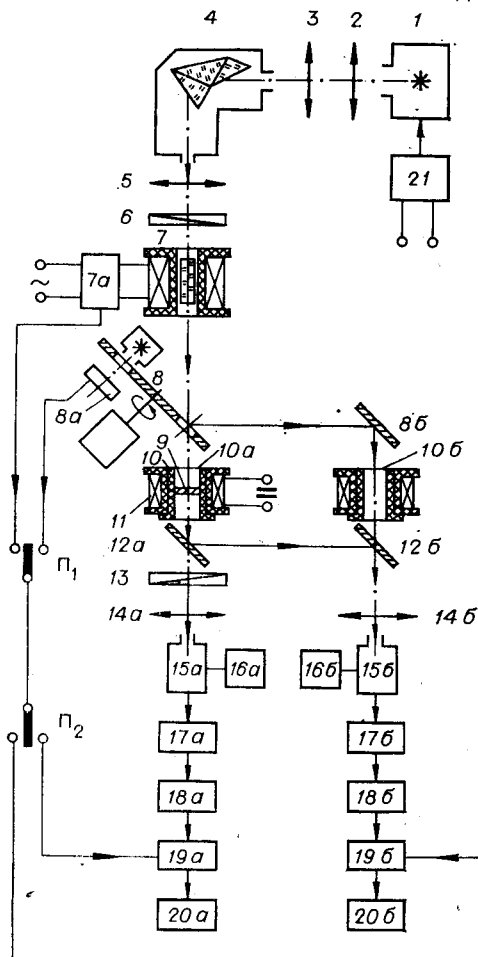


Рис. 1. Принципиальная схема спектрометра-поляриметра.

маторной линзой 5 в параллельный пучок, проходящий через поляризатор 6, фазовый 7 и амплитудный 8 модуляторы, и поступало на образец 9, который помещался в держателе 10 внутри катушки 11, подключенной к источнику постоянного напряжения, а ток выбирался достаточным для магнитного «насыщения» образца феррита-граната. Магнитное поле катушки направлено перпендикулярно плоскости образца.

Интенсивность $I(\lambda)$ света, прошедшего через образец, регистрировалась на установке, работающей в режимах спектрометра для измерений $\alpha(\lambda)$ и поляриметра для измерений $\Phi(\lambda)$. Повышение точности измерений и чувствительности обеспечивалось модуляцией светового потока в спектрометре по амплитуде, а в поляриметре по фазе с последующим синхронным детектированием электрического сигнала с выходов фотоэлектрических умножителей 15 типа ФЭУ-79. Сигнал, имеющий гармоническую составляющую на частоте модуляции $f \approx 230$ Гц, через согласующий предусилитель 17, выполненный на полевом транзисторе, поступал на вход селективного усилителя 18 (У2-6), настроенного на частоту модуляции. Выделенный гармонический сиг-

нал подавался на вход фазочувствительного преобразователя напряжения 19 (В9-2). Опорное напряжение на частоте модуляции поступало на другой вход преобразователя 19 с блока формирования опорного напряжения 7а (8а), согласованного с соответствующим модулятором. Постоянный электрический сигнал с выхода преобразователя 19 измерялся цифровым вольтметром 20 (В1-9). В состав установки входили устройство 21 для поджига лампы 1, стабилизированные выпрямители 16а, б (ВСВ-2) для высоковольтного питания ФЭУ, а также переключатели П₁, П₂ режима работы установки.

При измерении $\Phi(\lambda)$ излучение после прохождения образца попадало на анализатор 13 с угломерным устройством и фокусировалось линзой 14а на вход приемника 15а. Модулятор 7, выполненный в виде ячейки Фарадея, «качал» плоскость поляризации излучения с частотой $f = 230$ Гц и амплитудой $\varphi \approx 2^\circ$. Сигнал был пропорционален интенсивности света $I_0(\lambda)$, амплитуде модуляции φ и фарадеевскому вращению $\Phi(\lambda)$ в образце на длине волны λ . Величина его измерялась по точкам компенсационным методом: фиксировались положения анализатора при включении и выключении магнитного поля на образце, когда сигнал с ФЭУ равнялся нулю при скрещенных поляризаторе и анализаторе.

Значение $\alpha(\lambda)$ находилось по измерениям коэффициента пропускания $T(\lambda)$, определяемого отношением интенсивности $I(\lambda)$ прошедшего через образец и интенсивности $I_0(\lambda)$ падающего на него света. При измерениях световой поток прерывался модулятором 8, представляющим собой вращающийся зеркальный диск с отверстиями, который помещался между фазовым модулятором 7 и образцом 9 под углом 45° к оптической оси установки. Световой поток, падающий на диск, разделялся на два амплитудно-модулированных пучка. Один проходил через отверстия диска и образец, отклонялся на прямой угол плоскими зеркалами 12а, б, расположенными параллельно плоскости диска, и фокусировался линзой 14б на вход фотоприемника 15б. Второй пучок отражался зеркальной плоскостью диска под прямым углом к оси установки и после отражения плоским зеркалом 8б, расположенным параллельно плоскости диска, направлялся линзой 14б на вход фотоприемника 15б. Площади пропускающих и отражающих секторов выполнены одинаковыми, а положение образца в ходе измерений оставалось неизменным. На пути второго пучка после его отражения от зеркала 8б устанавливалась диафрагма 10б, совпадающая с диафрагмой 10а на образце. При этом зеркала 12а, б поворотом вокруг их осей выводились из светового пучка, как и при измерениях вращения $\Phi(\lambda)$. Коэффициент $T(\lambda)$ определялся отношением величин сигналов при регистрации интенсивностей в разделенных пучках.

С помощью описанного спектрометра-поляриметра получены спектральные зависимости $\alpha(\lambda)$ и $\Phi(\lambda)$ для тонкослойных эпитаксиальных

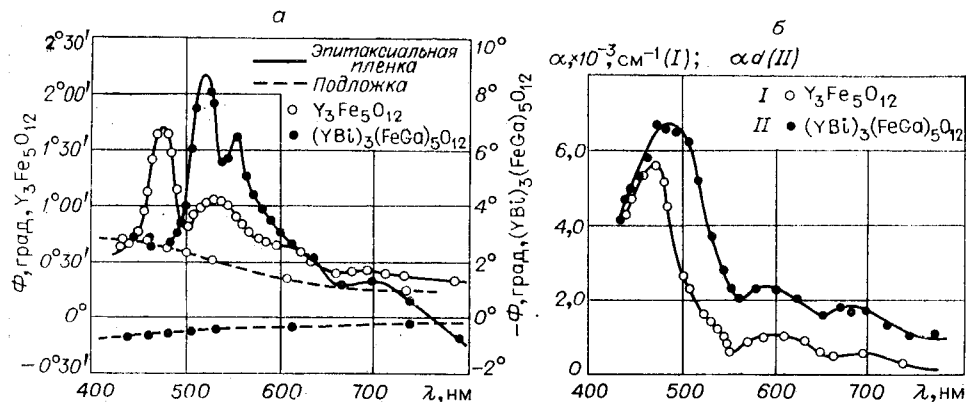


Рис. 2. Спектральные зависимости:
а — фарадеевского вращения $\Phi(\lambda)$; б — коэффициента поглощения $\alpha(\lambda)$.

пленок чистого феррита-граната иттрия $Y_3Fe_5O_{12}$ и соединения, легированного ионами висмута Bi и галлия $Ga-(YBi)_3(FeGa)_5O_{12}$, выращенных на прозрачной подложке из галлиево-гадолиниевого граната. Измерения проведены в видимой области спектра (400—750 нм) при температуре $T=290$ К, когда заметно поглощение в ферритах-гранатах. Типичные кривые для них даны на рис. 2. Обращает внимание на себя немонотонное изменение параметров α и Φ в исследованных образцах, отличающееся слабыми «осцилляциями» на длинноволновом и интенсивным «пиком» на коротковолновом участках исследованного спектра. В частности, в чистом соединении $Y_3Fe_5O_{12}$ пики наблюдаются вблизи $\lambda=480$ нм одновременно для обоих параметров, а в соединении, легированном ионами Bi и Ga , — вблизи $\lambda=480$ нм для поглощения α и $\lambda=520$ нм для фарадеевского вращения Φ . Полученная зависимость параметров $\alpha(\lambda)$ и $\Phi(\lambda)$ от длины волны λ согласуется с литературными данными [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ле Галь А. Магнитооптические эффекты и материалы.— В кн.: Фотоника. М.: Мир, 1978.
2. Wemple S. H., Dillon J. E., Van Uitert L. G., Grodkiewicz W. H. Iron garnet Crystals for Magneto-Optic Light Modulators at 1,064 μm .— Appl. Phys. Lett., 1973, vol. 22, p. 311.
3. Шниловский А. А. Прикладная физическая оптика.— М.: Физматгиз, 1961.
4. Кизель В. А., Пермогоров В. А. Фотоэлектрический спектрополяриметр.— Опт. и спектр., 1961, т. 10, с. 548.
5. Ito Shin-ichi, Mikami Itsuo, Sugita Yutaka, Taniguchi Satoshi. LPE Films of Bismuth—Substituted Bubble Garnet.— IEEE Trans. on Magn., 1973, vol. MAG-9, N 3, p. 460.

Поступила в редакцию 3 августа 1982 г.
