

с примесным центром. Результаты расчета сведены в таблицу. Здесь E^x и E^I — максимумы полос спектра возбуждения и излучения, связанных с переходом $d^{10} \rightleftharpoons d^9s$, S_0^x и S_0^I — «эффективные факторы Хуанга—Риса», характеризующие величину электрон-фононного взаимодействия; E_0 — энергия чисто электронного перехода, x_0 — конфигурационная координата в модели потенциальных кривых, $\rho = E_r/E_0$ (E_r — энергия электронного перехода $d^{10} \rightarrow d^9s$ в свободном ионе меди) — «коэффициент сжатия» энергетических уровней примесного иона; в случае меди наблюдается увеличение энергии перехода при введении примеси в кристалл, поэтому $\rho < 1$.

Величина Q — энергия активации безызлучательного перехода в Cu^+ -центре, определенная из температурной зависимости квантового выхода люминесценции медных центров.

При ориентационном фазовом переходе в NH_4Br наблюдается скачкообразное изменение всех параметров центра люминесценции (см. таблицу). Статические параметры центра (связанные с взаимодействием ионов), к которым мы относим величины E^x , E^I ; E_0 и ρ , при изменении структуры основного вещества изменяются незначительно. Динамические параметры (связанные с колебаниями ионов) x_0 и Q при фазовом переходе изменяются довольно существенно.

Таким образом, изменение спектральных характеристик ионов меди при изменении структуры основного вещества обусловлено прежде всего изменением характера и величины взаимодействия электронных состояний примесного центра с колебаниями решетки.

Литература

- [1] H. A. Levy, S. W. Peterson, J. Am. Chem. Soc., 75, 1536, 1953.
- [2] Т. А. Кукетаев, М. К. Курманов. Тез. докл. V Всес. симп. по спектроскопии кристаллов, активированных редкими землями и элементами группы железа, 139. Казань, 1976.
- [3] Т. А. Кукетаев, М. К. Курманов. В сб.: Физические исследования, вып. 3, 74. Караганда, 1976.
- [4] М. К. Курманов, Т. А. Кукетаев, В. С. Старцев, В сб.: Химия твердого тела, вып. 2, 121. Свердловск, 1978.

Поступило в Редакцию 17 августа 1979 г.

УДК 535.317.1

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ПУТИ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Д. А. Рахимов и В. Д. Тронько

Общей проблемой в системах записи голограмм является отсутствие стабильности интерференционных полос в плоскости голограммы. Это в первую очередь связано с вибрацией голографического стола, тепловым дрейфом, изменением частоты лазера или турбулентностью воздуха вокруг системы. Все это ведет к ухудшению контрастности и дифракционной эффективности голограмм. Выбором массивных элементов и амортизаторов [1, 2] можно в значительной мере подавить вибрации. Понизить влияние вибраций можно выбором оптической схемы, например, использованием клиновидной пластинки [3], а также используя метод мгновенной голографической интерферометрии [4]. Однако перечисленные способы не устраняют влияния турбулентности воздуха, теплового дрейфа и т. д. Поэтому для стабилизации положения получаемых в голографии интерференционных изображений используют фотоэлектрическую следящую систему с обратной связью, которая компенсирует все перечисленные выше

Целью данной работы является повышение точности описанного в [8] устройства, заменой механического фазовращателя электрооптическим и дополнительной голограммы (фотопластинки) на магнитооптическую (фазовую) решетку с периодическим изменением намагниченности, что ведет к существенному повышению чувствительности метода и устранению дополнительной модуляции переменным сигналом фазы опорного луча, что в значительной мере расширяет возможности способа.

Стабилизация оптического пути голографической платформы, например, в точках *A*, *B*, *C* и *D* происходит следующим образом (см. рисунок). Лазерный луч, пройдя разделительный кубик *1*, расщепляется, затем, отражаясь от зеркал *2* и *3*, попадает на магнитооптическую периодическую решетку *5*, состоящую из доменов, намагниченность которых поочередно совпадает и противоположна направлению световой волны *5б*. Следовательно, углы поворота плоскости поляризации света, проходящего через магнитооптически активную пленку *5б* в доменах *1* и *2*, будут равны и противоположны по знаку. На пленку *5б* лучи, отраженные от зеркал *2* и *3*, сходятся под углом φ и образуют интерференционное световое поле. Результирующий угол поворота плоскости поляризации света, прошедшего магнитооптическую решетку в зависимости от положения интерференционных линий оптического поля, изменяется от значения $\pm \Theta_0$, когда намагниченность всей пленки направлена в одну сторону, до $-\Theta_0$, когда намагниченность противоположна по направлению (см. рисунок, *в*). Когда максимум интенсивности поля совпадает с границей доменов, угол вращения плоскости поляризации света равен нулю. Все рассуждения верны для луча лазера с высокой пространственной когерентностью. Световое излучение собирается линзой *6* [в фокусе которой расположен образец *5*], проходит диафрагму *7* и подается на ячейку Фарадея *8*. Промодулированный по азимуту плоскополяризованный свет через анализатор *9* собирается на фотоприемнике *10*, на котором оптический сигнал преобразовывается в электрический и затем усиливается *11* и подается на синхронный детектор *12*. Сигнал с частотой Ω от звукового генератора *13* запитывает подмагничивающую катушку активного элемента *8* и в качестве опорного подается на синхронный детектор *12*. Напряжение рассогласования с *12* подается на электрооптический кристалл *4* для стабилизации оптического пути голографической платформы. Более подробно с принципом действия фотополяриметра можно познакомиться в работах [9, 10].

Голограмму объекта снимали на фотопластинку *5а*, расположенную над магнитооптической решеткой *5б*. Аналогично объект располагали над зеркалом *2*. Для того чтобы лазерный луч попадал на объект и голографическую пластинку *5а*, необходимо ставить микрообъективы *М*.

Магнитооптическая решетка представляет собой эпитаксиальную гранатовую пленку системы $(\text{YCdBi})_3\text{-(FeGaAl)}_5\text{O}_{12}$ на подложке немагнитного прозрачного граната $\text{Sm}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ [11]. Максимальная плотность записываемых нами линий пока не превосходит 50 линий на миллиметр [12] (шаг $d=20$ мкм). Для того чтобы шаг интерференционного светового поля совпадал с периодом магнитооптической решетки, необходимо, чтобы угол схождения лучей был равен $\varphi \approx 1.8^\circ$ (для $\lambda=0.6328$ мкм). Однако такие малые значения углов между опорным и предметным лучами усложняют (а часто и не позволяют) получать качественных голограмм. В связи с этим нами был взят угол $\varphi \approx 9^\circ$. При этом шаг интерференционного поля в пять раз меньше периода магнитной решетки. Поэтому перед магнитной решеткой *5* ставим линзу *Л* с 5-кратным увеличением (см. рисунок, *з*).

По экспериментальным данным угол вращения плоскости поляризации магнитооптически активной пленки, подмагниченной до насыщения, равен $2\Theta_{\text{max}}=9^\circ$. Свет, прошедший через магнитную решетку, частично деполаризуется, что приводит к дополнительной засветке и понижению чувствительности фотополяриметра до $1''$. Однако и такая чувствительность позволяет стабилизировать оптический путь голографического стола с точностью $\lambda/1000$.

Использование периодической магнитооптической решетки позволяет получать высокую стабильность, однако углы между предметным и объектным лучами невелики. Поэтому мы также попытались повысить описанную в работе [8] точность метода, в котором угол схождения в разумных пределах не ограничен по величине. Блок-схема установки немного изменится. Магнитооптическую решетку заменяем голографической фотопластинкой типа ЛОИ-2. Устраняется ячейка Фарадея 8, анализатор 9, а сигнал со звукового генератора подается на электрооптический модулятор 4. В такой схеме за счет модуляции фазы опорного луча частотой Ω на выходе решетки 56 световое излучение будет промодулировано по интенсивности. Идея метода описана в работе [8], а подробный теоретический анализ дан в статье [13]. Полученная нами точность стабилизации оптического пути на порядок выше и равна $\lambda/360$, что достигается заменой механически вращающейся стеклянной пластинки электрооптическим фазовращателем.

В ы в о д ы

1. В предлагаемом устройстве с магнитооптически активной периодической решеткой точность стабилизации оптического пути голографической платформы превосходит известные, так как сигнал рассогласования превращается в поворот плоскости поляризации света, который фиксируется фотополариметром с высокой точностью.

2. В отличие от известных методов устраняется модуляция с частотой Ω внутри голографического интерферометра, что повышает контраст записанных изображений.

3. Сигнал рассогласования «снимается» со всего поля голограммы в отличие от метода привязки к интерференционной линии, что позволяет формировать значительные по амплитуде сигналы и тем самым устранять необходимость фотоумножителей, узкополосных усилителей. Это позволяет уменьшать постоянную времени системы обратной связи и, следовательно, работать с облегченными конструкциями голографических систем.

4. Недостатком описанного в статье метода стабилизации оптического пути является малый угол схождения между опорным и предметным лучами φ , который будет расти по мере увеличения плотности записи на магнитную решетку. При плотности записи 500÷1000 линий на миллиметр этот недостаток практически устраняется.

Л и т е р а т у р а

- [1] Ю. И. Островский, М. М. Бутусов, Г. В. Островская. Голографическая интерферометрия. «Наука», М., 1977.
- [2] С. К. Ефимов, Н. С. Мерзляков. ПТЭ, № 6, 181, 1972.
- [3] M. V. R. K. Murty, R. P. Shukla. Indian J. Pure Appl. Phys., 14, 153, 1976.
- [4] Д. И. Мирвицкий, Т. И. Самсонов, В. И. Шанин. ПТЭ, № 4, 191, 1972.
- [5] D. V. Neumann, H. W. Rose. Appl. Opt., 6, 1097, 1967.
- [6] H. W. Rose, H. D. Pruett. Appl. Opt., 7, 87, 1968.
- [7] M. A. Dobbels, E. M. Stolle, S. Erekziel. IEEE J. Quant. Electr., 9, 630, 1973.
- [8] D. R. MacQuigg. Appl. Opt., 16, 291, 1977.
- [9] В. И. Кудрявцев. Сахарная промышленность, № 11, 14, 1953.
- [10] И. А. Дерюгин, Ю. А. Кузнецов, В. Д. Тронько. Опт. и спектр., 23, 415, 1970.
- [11] А. М. Балбашев, А. Я. Червоненкис. Письма ЖЭТФ, 18, 572, 1973.
- [12] А. М. Балбашев, Ю. С. Плаксий, В. Д. Тронько, А. Я. Червоненкис. Квант. электрон., 4, 1561, 1977.
- [13] Д. А. Рахимов, В. Д. Тронько. Вісн. КДУ, сер. фіз., 1979.

Поступило в Редакцию 3 мая 1979 г.