

Метод лазерной доплеровской томографии для исследования объемных светочувствительных сред

A Laser Doppler Tomography Method for Investigating Volume Recording Media

Авторы: Твердохлеб П.Е., Щепеткин Ю.А.

Authors: Tverdokhleb P.E., Shchepetkin Yu.A.

Предложен новый метод лазерной доплеровской томографии для исследования шумов рассеяния, усадки, амплитуд модуляции показателя преломления и коэффициента поглощения, а также других оптических характеристик объемных (толстых) светочувствительных сред. Метод основан на акустооптическом сканировании ранее записанной в среде тестовой объемной решетки и на послонном коллинеарном гетеродинном детектировании рассеянного поля. Разработана оптико-электронная система для экспериментальной реализации метода (рис. 1.7).

Получены формулы для оценки пространственной разрешающей способности метода, оптимального периода тестовой решетки, максимального количества детектируемых слоев и показана их связь с параметрами элементов оптической системы. Показано, что экспериментально полученные значения чувствительности и разрешающей способности метода по глубине материала соответствуют теоретическим оценкам.

Восстановлены значения амплитуды и фазы рассеянного света в глубинных слоях объемной тестовой решетки, записанной в фотополимере толщиной 130 мкм (создан в НИОХ СО РАН). Получены новые сведения о характере продольной усадки светочувствительного слоя такого материала, находящегося между стеклянной подложкой и защитным слоем.

A new laser Doppler tomography method is proposed for investigating scattering noises, shrinkage, modulation amplitudes of refractive index and absorption coefficient, and other optical characteristics of volume, or thick, recording media. The method is based on acoustooptical scanning of a test volume grating recorded earlier in the medium and on layer-by-layer collinear heterodyne detection of the scattered field. The optoelectronic system is developed for experimental verification of the proposed method (Fig. 1.7).

Formulas were obtained for estimating the spatial resolution of the method, optimal period of the test grating, and maximal number of layers detectable by the method. Their relation with the parameters of the optical system elements was shown. We have demonstrated that the experimental values of sensitivity and resolution of the method in material depth agree with the theoretical estimates.

We have reconstructed the values of amplitude and phase of the light scattered from deep layers of the three-dimensional test grating recorded in a photopolymer film of a 130 μm thickness (fabricated in the Novosibirsk Institute of Organic Chemistry, SB RAS). New data about the character of longitudinal shrinkage of the light-sensitive layer of the material inserted between the glass base plate and the coating have been obtained.

Публикации:

Publications:

1. Твердохлеб П.Е., Щепеткин Ю.А. Экспериментальное исследование характеристик лазерного гетеродинного вейвлет-анализатора оптических фазовых неоднородностей // Автометрия, 2004, т. 40, № 6. С. 47–60.
2. Твердохлеб П.Е., Щепеткин Ю.А. Метод лазерной доплеровской томографии для исследования объемных регистрирующих сред // Автометрия, 2008, т. 44, № 6. С. 76–88.

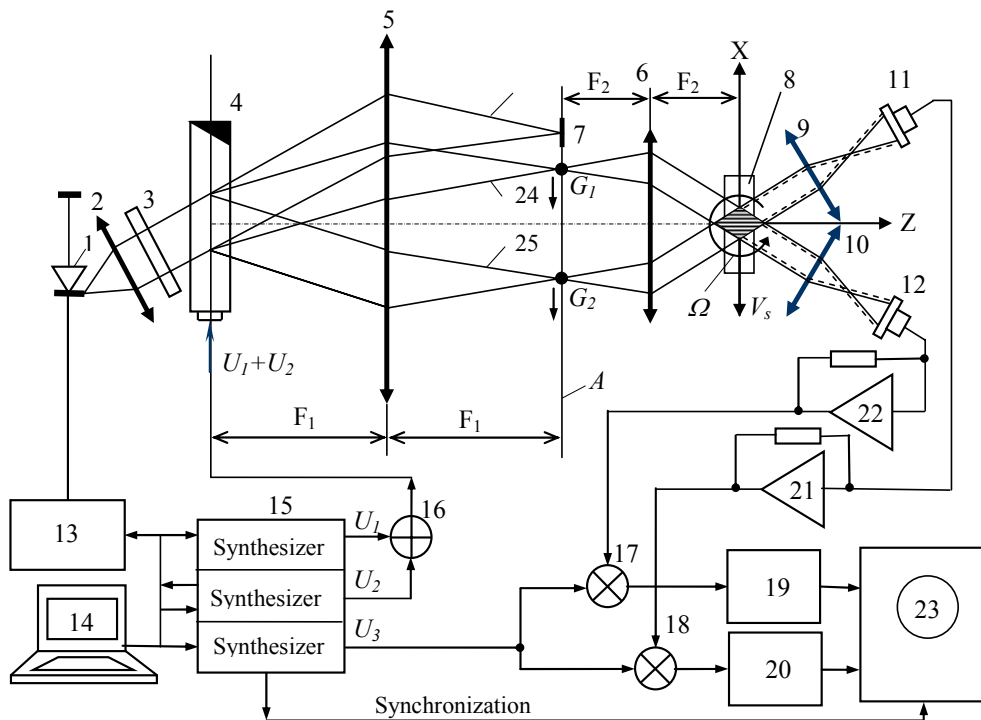


Рис. 1.7. Схема опико-электронной системы: 1 – полупроводниковый лазер, 2 – коллиматор, 3 – фазовая полуволновая пластинка, 4 – акустооптический дефлектор, 5 – объектив, 6 – микрообъектив, 7 – экран, 8 – образец исследуемой среды, 9, 10 – объективы, 11, 12 – фотодиоды, 13 – блок питания, 14 – управляющий компьютер, 15 – синхронный синтезатор-генератор напряжения, 16 – сумматор напряжений, 17, 18 – смесители-перемножители напряжений, 19, 20 – фильтры нижних частот, 21, 22 – усилители фототоков, 23 – цифровой регистратор, 24, 25 – лазерные пучки света

Fig. 1.7. The scheme of the optoelectronic system: 1 – semiconductor laser, 2 – collimator, 3 – phase half-wave plate, 4 – acoustooptical deflector, 5 – objective, 6 – micro-objective, 7 – screen, 8 – specimen of the investigated medium, 9, 10 – objectives, 11, 12 – photodiodes, 13 – power unit, 14 – control computer, 15 – synchronous synthesizer-generator, 16 – adder, 17, 18 – mixer-multipliers, 19, 20 – low-pass filters, 21, 22 – amplifiers of photocurrents, and 23 – digital scope, 24, 25 – laser beams