

АХРОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕМНЫХ ГОЛОГРАММНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (ЧАСТЬ 2)

Юрий Цыдыпович Батомункеев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физики, тел. (913)794-84-78, e-mail: opttechnic@mail.ru

В работе решается задача ахроматизации одиночного объемного голограммного элемента за счет выбора коэффициентов дисперсии материала на стадиях записи и использования. Предложено условие ахроматизации одиночного объемного голограммного элемента, а именно, разность коэффициентов дисперсии этого элемента на стадиях использования и записи должна быть обратно пропорциональна длине волны записи.

Ключевые слова: голограммный элемент, ахроматизация

ACHROMATIZATION OF THE VOLUME HOLOGRAPHIC OPTICAL ELEMENS (PART 2)

Yury Ts. Batomunkuev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, phone: (913) 794-84-78, e-mail: opttechnic@mail.ru

The problem of achromatization of a single volume holographic element is solved in this work by choosing the dispersion coefficients of the material at the stages of recording and use. The condition for achromatization of a single volume holographic element was obtained in this work, namely, the difference in the dispersion coefficients of this element at the stages of use and recording should be inversely proportional to the recording wavelength.

Keywords: holographic element, achromatization

В предыдущей части [1] работы были получены и проанализированы выражения для исправления хроматической аберрации положения двухкомпонентной системы, состоящей из толстого собирающего голограммного элемента и киноформного элемента. Представлено условие ахроматизации толстого голограммного элемента. Однако, влияние отличительных особенностей толстого голограммного элемента, в частности дисперсии показателя преломления, не учитывалось. Тогда как, известно, что выбор оптимальной дисперсии показателя преломления голографических материалов позволяет разработать ахроматические голограммные решетки [2].

В настоящей работе решается задача ахроматизации одиночного объемного голограммного элемента за счет выбора коэффициентов дисперсии материала на стадиях записи и использования.

Рассмотрим объемный голограммный элемент, находящийся в диэлектрической среде с постоянным показателем преломления, равным среднему показателю

телю преломления голограммного элемента [3]. Предполагаем также, что фокусное расстояние этого голограммного элемента много больше его диаметра. Известно, что в формулу объемного голограммного оптического элемента входят средние показатели преломления n_o и n_c объема голограммного элемента, соответственно, на стадиях записи и использования, которые могут быть представлены в виде [3]

$$\begin{aligned} n_o(\lambda_c) &= n_o(\lambda_o) \left(1 + \frac{\partial n_o}{n_o \partial \lambda} \Delta \lambda_c \right), \\ n_c(\lambda_c) &= n_c(\lambda_o) \left(1 + \frac{\partial n_c}{n_c \partial \lambda} \Delta \lambda_c \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Delta \lambda_c$ – разность рабочей длины волны λ_c и длины волны λ_o , при записи голограммного элемента, $\frac{\partial n_o}{n_o \partial \lambda}$ и $\frac{\partial n_c}{n_c \partial \lambda}$ – коэффициенты дисперсии показателей преломления голограммного элемента соответственно при записи и использовании элемента. В выражениях (1) предполагается, что величина $\Delta \lambda_c$ много меньше λ_c и λ_o .

Известно, что фокусные расстояния F_{1c} и F_{1o} голограммного элемента на рабочей длине волны λ_c и длине волны записи λ_o связаны соотношением

$$F_{1c} = \frac{F_{1o} n_c \lambda_o}{k_1 n_o \lambda_c}, \quad (2)$$

где k_1 – порядок дифракции [3].

Подставляя выражения (1) в формулу (2), получаем

$$F_{1c} = \frac{F_{1o} n_c}{k_1 n_o} \left(1 + \frac{\partial n_c}{n_c \partial \lambda} \Delta \lambda_c - \frac{\partial n_o}{n_o \partial \lambda} \Delta \lambda_c - \frac{\Delta \lambda_c}{\lambda_o} \right). \quad (3)$$

Из (3) следует, что в первом приближении для того, чтобы фокусное расстояние F_{1c} объемного голограммного элемента оставалось постоянным при изменении $\Delta \lambda_c$ рабочей длины волны, должно выполняться условие

$$\frac{\partial n_c}{n_c \partial \lambda} - \frac{\partial n_o}{n_o \partial \lambda} = \frac{1}{\lambda_o}. \quad (4)$$

Таким образом, в работе получено условие ахроматизации одиночного объемного голограммного элемента, а именно, разность относительных коэффициентов дисперсии этого элемента на стадиях использования и записи должна быть обратно пропорциональна длине волны записи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батомункуев, Ю.Ц. Ахроматизация объемных голограммных оптических элементов / Ю.Ц. Батомункуев // Сб. матер. Междун. научн. конференц. «СИБОПТИКА-2020». Новосибирск: СГУГиТ, – 2020. – Ч.1., – С. 139-145.
2. Лукин, А.В. Голограммный оптический элемент / А.В. Лукин, К.С. Мустафин, Р.А. Рафиков // Патент РФ № 1271240. (Приоритет от 04.02.85 г.) – Оpubл. 10. 05. 1996.
3. Батомункуев, Ю.Ц. Разработка и расчет объемных голографических оптических элементов / Монография // СГУГиТ. – Новосибирск, 2020. – С.195.

© Ю. Ц. Батомункуев, 2021