

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра лазерной физики и спектроскопии**

Олейникова Анна Павловна

Голографическая линза френеля в фоторефрактивном кристалле сикликата висмута

Реферат дипломной работы

Научный руководитель:
доктор физ.-мат. наук, профессор
заведующий кафедры лазерной
физики и спектроскопии
Толстик Алексей Леонидович

Минск, 2025

Реферат

Дипломная работа на 40 страницах; 16 рисунка, 1 приложение, 33 источника.

Ключевые слова: ГОЛОГРАФИЯ, ЛИНЗА ФРЕНЕЛЯ, ДИФРАКЦИОННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ФОТОРЕФРАКТИВНЫЕ КРИСТАЛЛЫ.

Объект исследования: голограмма линзы, записанная в фоторефрактивном кристалле силиката висмута.

Цель работы: создание голографической линзы Френеля в фоторефрактивном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ и исследование её фокусирующих свойств, а также оптических характеристик.

Методы исследования: пропускание коллимированного лазерного пучка другой длины волны через записанную голографическую линзу, обработка изображения фокального пятна, полученного камерой, для определения положения максимума интенсивности вдоль оптической оси (путем перемещения камеры).

При записи голографической линзы Френеля в фоторефрактивном кристалле методом интерференции плоской и сферической волн, падающих под углом друг к другу, формируется характерное распределение интенсивности в плоскости записи. Возникающая интерференционная картина имеет форму эллипсов. Эта записанная эллиптическая структура при восстановлении проявляет абберационные свойства. А именно: восстановление голографической линзы Френеля, записанной под углом, приводит к появлению двух фокусов вместо одного, что является прямым следствием астигматизма.

Исследования показали, что расстояние между этими двумя фокусами восстановленной голографической линзы является постоянной величиной. Примечательно, что это расстояние не зависит от конкретных экспериментально измеренных значений самих фокусных расстояний в различных условиях.

Кроме того, было зафиксировано, что интенсивность дифрагированного излучения восстановленной голографической линзы изменяется в зависимости от положения источника сферической волны при записи. А именно: интенсивность уменьшается по мере приближения точки записи сферической волны к фокусу линзы, формировавшей этот волновой фронт в исходной схеме.

Рэферат

Дыпломная работа на 40 старонках; 16 малюнка, 1 дадатак, 33 крыніцы.

Ключавыя словы: ГАЛАГРАФІЯ, ЛІНЗА ФРЭНЕЛЯ, ДЫФРАКЦЫЙНЫЯ АПТЫЧНЫЯ ЭЛЕМЕНТЫ, ГАЛАГРАФІЧНЫЯ ОПТИЧЭЦКІЯ ЭЛЕМЕНТЫ, ФОТАРЭФРАКТЫЎНЫЯ КРЫШТАЛЫ.

Аб'ект даследавання: галаграма лінзы, запісаная ў фотарэфрактыўным крышталі сілікату вісмута.

Мэта работы: стварэнне галаграфічнай лінзы Фрэнэля ў фотарэ-фрактыўным крышталі $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ і даследаванне яе факуючых уласцівасцей, а таксама аптычных характарыстык.

Метады даследавання: прапусканне калімаванага лазернага пучка іншай даўжыні хвалі праз запісаную галаграфічную лінзу, апрацоўка выявы факальнай плямы, атрыманага камерай, для вызначэння становішча максімуму інтэнсіўнасці ўздоўж аптычнай восі (шляхам перасоўвання камеры).

Пры запісе галаграфічнай лінзы Фрэнэля ў фотарэфрактыўным крышталі метадам інтэрферэнцыі плоскай і сферычнай хвалі, што падаюць пад вуглом адзін да аднаго, фарміруецца характэрнае размеркаванне інтэнсіўнасці ў плоскасці запісу. Якая ўзнікае інтэрферэнцыйная карціна мае форму эліпсаў. Гэтая запісаная эліптычная структура пры аднаўленні праяўляе аберацыйныя ўласцівасці. А імён-на: аднаўленне галаграфічнай лінзы Фрэнэля, запісанай пад кутом, прыводзіць да з'яўлення двух фокусаў замест аднаго, што з'яўляецца прамым следствам астыгматызму.

Даследаванні паказалі, што адлегласць паміж гэтымі двума фокусамі адноўленай галаграфічнай лінзы з'яўляецца пастаяннай велічынёй. Характэрна, што гэта адлегласць не залежыць ад канкрэтных эксперыментальна вымераных значэнняў саміх фокусных адлегласцяў у розных умовах.

Акрамя таго, было зафіксавана, што інтэнсіўнасць дыфрагаванага выпраменьвання адноўленай галаграфічнай лінзы змяняецца ў залежнасці ад становішча крыніцы сферычнай хвалі пры запісе. А менавіта: інтэнсіўнасць памяншаецца па меры набліжэння кропкі запісу сферычнай хвалі да фокусу лінзы, якая фармавала гэты хвалевы фронт у зыходнай схеме.

Abstract

Thesis on 40 pages; 16 figures, 1 appendix, 33 sources.

Keywords: HOLOGRAPHY, FRESNEL LENS, DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENTS, HOLOGRAPHIC OPTICAL ELEMENTS, PHOTOREFRACTIVE CRYSTALS.

Object of study: lens hologram recorded in a photorefractive bismuth silicate crystal.

Objective of work: creation of a holographic Fresnel lens in a photorefractive $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ crystal and study of its focusing properties, as well as optical characteristics.

The methods of the study: passing a collimated laser beam of a different wavelength through the recorded holographic lens, processing the image of the focal spot obtained by the camera to determine the position of the maximum intensity along the optical axis (by moving the camera).

When recording a holographic Fresnel lens in a photorefractive crystal by the method of interference of plane and spherical waves incident at an angle to each other, a characteristic intensity distribution is formed in the recording plane. The resulting interference pattern has the shape of an ellipse. This recorded elliptical structure exhibits aberration properties upon restoration. Namely: restoration of a holographic Fresnel lens recorded at an angle leads to the appearance of two foci instead of one, which is a direct consequence of astigmatism.

The studies have shown that the distance between these two foci of the reconstructed holographic lens is a constant value. It is noteworthy that this distance does not depend on the specific experimentally measured values of the focal distances under different conditions. In addition, it was recorded that the intensity of the diffracted radiation of the reconstructed holographic lens changes depending on the position of the spherical wave source during recording. Namely, the intensity decreases as the recording point of the spherical wave approaches the focus of the lens that formed this wave front in the original scheme.