

Моделирование голографического волновода для коллиматорного прицела

О. Л. Афанасьева, А. Б. Соломашенко, В. А. Кулин

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

В работе предложена реализация голографического волновода для коллиматорного прицела. Произведено его моделирование в системе автоматизированного проектирования Zemax, осуществлён анализ размеров прицельной точки в плоскости изображения в зависимости от технологических ошибок изготовления поверхности подложки волновода: клиновидности, общей и местной ошибок формы N , ΔN . В результате сформулированы требования к допускам при изготовлении волновода, а также к его толщине, приведены результаты исследований его основных параметров.

Ключевые слова: Голографический волновод, Коллиматорный прицел, Дифракционные решётки

Цитирование: Афанасьева, О. Л. Моделирование голографического волновода для коллиматорного прицела / О. Л. Афанасьева, А. Б. Соломашенко, В. А. Кулин // HOLOEXPO 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 194–196..

Применение голографических волноводов в устройствах отображения информации и целеуказания позволяет существенно снизить их габаритные параметры за счет того, что излучение, формирующее изображение, распространяется внутри тонкой (от 1 до 2 мм) подложки волновода, а также за счет возможности увеличения размеров области выходного зрачка без необходимости увеличения диаметра коллимирующего объектива [1, 2]. Благодаря этому такие схемы стали находить свое применение в том числе в коллиматорных прицелах [3]. В работе проведено исследование волновода в виде плоскопараллельной подложки с нанесенными на ее поверхность тремя рельефно-фазовыми дифракционными решетками: M1 для ввода излучения, промежуточную M2 и M3 для вывода излучения (рис. 1). Особенностью предложенной схемы является то, что прицельная марка представляет собой проекцию изображения источника излучения (лазерного диода) [3].

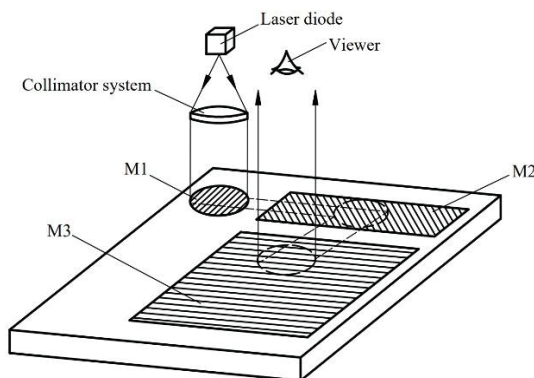


Рис. 1. Схема работы коллиматорного прицела на основе волновода

Необходимо отметить, что при таком подходе к получению прицельной марки, на качество ее изображения будут оказывать влияние различные ошибки изготовления подложки волновода, а именно: клиновидность, ошибки формы и т.п., - которые (т.к. излучение проходит в подложке при полном внутреннем отражении, как было указано выше) могут привести к изменению углов распространения излучения внутри подложки, а значит и на выходе из нее, что приведет к возникновению соответствующих aberrаций. Для оценки влияния различных ошибок и погрешностей изготовления подложки в работе было проведено моделирование голографического волновода в системе автоматизированного проектирования Zemax (рис.2) со следующими параметрами: материал – стекло марки К8, периоды дифракционных решеток М1, М2 и М3 – 620, 480 и 620 нм соответственно, толщина волновода – 2 мм, диаметр зрачка коллимирующего объектива – 6 мм, размер выводной области излучения (решетки М3) – 20 x 20 мм, источник излучения – лазерный диод ADL-65052TL с длиной волны 650 нм.

Для моделирования волновода в Zemax был использован непоследовательный режим работы, который подразумевает отсутствие последовательности между объектами, через которые проходят лучи. Объекты в таком режиме могут обладать любой геометрией, для них задается расположение в пространстве, материал и свойства поверхностей. Для моделирования системы глаза был использован парааксиальный объектив с фокусным расстоянием 22 мм и матричный приёмник излучения, регистрирующий изображение точки.

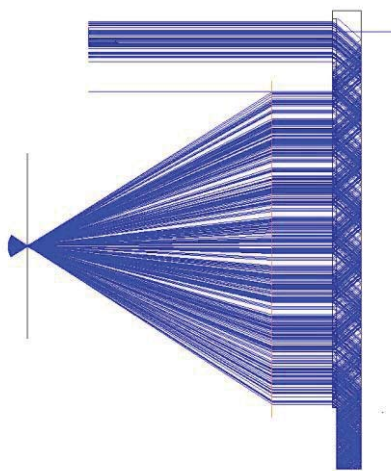


Рис. 2. Моделирование голографического волновода в Zemax: распространение излучения в пластине без ошибок

В результате проведён анализ размера изображения прицельной марки в зависимости от клиновидности, а также от местной и общей ошибок поверхности N , ΔN подложки. Анализ показал, что при распространении излучения в пластине без отклонений формы поверхности и толщины, размер изображения прицельной точки составляет порядка трёх угловых минут. При введении в модель волновода ошибок наблюдается увеличение и искажение пятна рассеяния.

Для схемы коллиматорного прицела на основе голографического волновода, как показано на рис. 1, оптимальными параметрами подложки являются следующие: клиновидность не более 3 угловых минут, общая ошибка формы поверхности – не более 4 колец, местная – не более 0,5 кольца. В этом случае размер точки прицельной марки не превышает 5 угловых минут.

Список источников

- [1] Одинокоев С. Б. и др. Оптическая схема получения голографического индикатора для отображения знаково-символьной информации //Инженерный журнал: наука и инновации. – 2012. – №. 9 (9). – С. 18.
- [2] Betin A. Y. et al. A combination of computer-generated Fourier holograms and light guide substrate with diffractive optical elements for optical display and sighting system //Digital Holography and Three-Dimensional Imaging. – Optical Society of America, 2015. – С. DW2A. 20.
- [3] Grad Y. A. et al. Analysis of light-guide parameters for multicolor augmented reality indicator based on DOEs //Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V. – SPIE, 2018. – Т. 10679. – С. 453-459.

Simulation of a holographic waveguide for a collimator sight

O. L. Afanaseva, A. B. Solomashenko, V. A. Kulin

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

In this research, the implementation of a holographic waveguide for a collimator sight is proposed. Its simulation was carried out in the Zemax computer-aided design system, the size of the sighting point in the image plane was analyzed depending on the technological errors of manufacturing the surface of the waveguide substrate: wedge shape, general and local errors of the shape N , ΔN . As a result, the requirements for tolerances in the manufacture of the waveguide, as well as for its thickness, are formulated, the results of studies of its main parameters are presented.

Keywords: Holographic waveguide, Collimator sight, Diffraction gratings.