

УДК 535.421

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСЕВОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ ОБЪЕМНЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК В ФОТО-ТЕРМО-РЕФРАКТИВНОМ СТЕКЛЕ

Мусихина Е. С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. ф.-м. н., Иванов С. А.

(Университет ИТМО)

В работе были записаны три осевых делителя на 1550 нм (на 3, 4 и 6 решеток) в фото-термо-рефрактивном стекле с равным распределением интенсивности между лучами. Проведена оценка динамического диапазона изменения показателя преломления материала в зависимости от количества решеток, записанных в единице объема материала.

**Введение.** Объемные брэгговские решетки – дифракционные решетки, сформированные в объеме материала периодической модуляцией показателя преломления или коэффициента поглощения, для которых характерен режим дифракции Брэгга – при дифракции возникает один дифрагированный луч и один прошедший. Одна или несколько объемных брэгговских решеток, записанных в среде, представляют собой голографический оптический элемент (ГОЭ). Использование ГОЭ распространено в лазерной технике, в том числе при работе с лазерным излучением высокой мощности, соответственно, возрастают требования к материалу для записи голограмм. Одним из наиболее подходящих материалов является фото-термо-рефрактивное (ФТР) стекло – светочувствительный материал, широко используемый для записи объемных брэгговских решеток и голографических оптических элементов на их основе, и обладающей высокой химической и лучевой стойкостью.

Мультиплексные решетки используются для разделения или суммирования лазерного излучения. Помимо лазерной техники, делители лазерного пучка используются так же и в медицине, например, для низкоинтенсивной лазерной терапии с использованием непрерывного или импульсного лазерного излучения. Для лазерной терапии необходимо разделить пучок таким образом, чтобы обеспечить равномерное воздействие излучения на участок кожи человека. Такой элемент можно изготовить с применением осевого мультиплексирования дифракционных решеток так, чтобы дифрагированные лучи лежали на одной окружности, отстоя друг от друга на один и тот же угол.

Таким образом, целью данной работы являлось изготовление ГОЭ (осевых делителей) на ФТР стекле с использованием осевого мультиплексирования, исследование влияния мультиплексирования объемных брэгговских решеток на динамический диапазон ФТР стекла.

**Основная часть.** ФТР стекло для проведения эксперимента было синтезировано и подготовлено для дальнейшей записи на базе научно-исследовательского центра оптического материаловедения Университета ИТМО. Запись происходила с использованием излучения гелий-кадмиевого лазера Kimmon K с длиной волны 325 нм. Проявление решеток осуществлялось при температуре 515 С°.

Особенностью воспроизведения брэгговских решеток является то, что угол падения света на решетку равен углу дифракции излучения (углу Брэгга). Так как требуемый элемент должен работать при нормальном падении считывающего излучения, то решетки необходимо расположить в среде под наклоном к поверхности образца. Наклон решеток в среде был получен поворотом образца относительно записывающего излучения. Осевое мультиплексирование осуществлялось путем поворота образца вокруг нормали к его поверхности после каждой экспозиции.

Таким образом было записано три осевых делителя пучка – на 4, 5, и 7 лучей для излучения с длиной волны 1550 нм. Дифрагированные пучки должны лежать на окружности с заданным радиусом на равном расстоянии друг от друга, в центре окружности должен находиться прошедший пучок. Требованием к элементам так же являлась равная доля энергии

(отклонение от среднего значения не превышает 5%) в каждом из пучков делителя. Оценка параметров записи решеток проводилась с помощью лазера RIO ORION с длиной волны 1549,34 нм.

В процессе работы возникла необходимость оценить влияние мультиплексирования на динамический диапазон материала. Для сравнения был записан ряд элементов – мультиплексных решеток с одинаковым значением экспозиции (1 Дж) и разным количеством решеток (2, 4, 8, 16) для каждого элемента. Оценка проводилась путем сравнения суммарного значения амплитуды модуляции показателя преломления мультиплексных решеток с амплитудой модуляции показателя преломления единичной решетки с той же экспозицией.

**Выводы.** В результате выполнения данной работы было записано три осевых делителя – на 4, 5, 7 лучей. На длине волны 1549,34 нм отклонение от среднего значения доли энергии в одном пучке делителя не превысило 1,5% для всех элементов. Были установлены зависимости эффективной амплитуды модуляции показателя преломления решеток элемента от количества решеток для случаев общего и необщего угла Брэгга

Мусихина Е. С. (автор)

Подпись

Иванов С. А. (научный руководитель)

Подпись