

УДК 535.421

СОЗДАНИЕ ВОЛНОВОДА ДЛЯ СИСТЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ФОТО-ТЕРМО-РЕФРАКТИВНОМ СТЕКЛЕ

Мусихина Е. С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. ф.-м. н., Иванов С. А.
(Университет ИТМО)

В работе была записана волноводная система ввода и вывода излучения для систем дополненной реальности. Ввод и вывод осуществлялся с помощью наклонных пропускающих объемных брэгговских решеток. Работоспособность системы была успешно продемонстрирована.

Введение. За последние несколько лет интерес к технологии создания носимых устройств дополненной реальности значительно возрос, и, как результат, количество разработок в этой области так же увеличилось. Так же были сформированы требования к носимым устройствам дополненной реальности: девайсы должны быть удобными, обеспечивать визуальный, вестибулярный и социальный комфорт. Часть требований предъявляется, в частности, к оптическим системам, обеспечивающим попадание изображения в глаз человека. Их вес и размеры должны быть небольшими и в то же время системы должны иметь достаточную яркость и видимость. Выходом из ситуации может служить использование голографических систем ввода и вывода излучения в волноводе. Коммерчески распространены полимерные голограммы, но их недостатками являются гигроскопичность и необходимость в нанесении защитных покрытий. Фото-термо-рефрактивное (ФТР) стекло, имеющее в составе около 70% оксида кремния, является достаточно твердым и стойким к физическим и химическим воздействиям.

Таким образом, целью данной работы является запись системы ввода и вывода излучения в волноводе на ФТР стекле. Следует отметить, что на данный момент не существует коммерчески доступных аналогов исследуемому в данной работе.

Основная часть. ФТР стекло для проведения эксперимента было синтезировано и подготовлено для дальнейшей записи на базе научно-исследовательского центра оптического материаловедения Университета ИТМО. Для записи были изготовлены пластины толщиной 2 мм и размерами 2×4 см. Запись происходила с использованием излучения гелий-кадмиевого лазера Kimmon K с длиной волны 325 нм. Проявление решеток осуществлялось при температуре 493 С° в течение 6 часов.

Расчет параметров решеток осуществлялся исходя из требований к полю зрения (FOV) и выходному зрачку: $FOV > 20 \times 10$ градусов, выходной зрачок – 15×15 мм. Рабочая длина волны – 520 нм. Для осуществления дифракции излучения под углом, обеспечивающим полное внутреннее отражение, из четырех вариантов геометрии решеток (отражательные или пропускающие с одинаковыми углами наклона решетки и разными периодами, или с одинаковыми периодами и разными углами наклона решетки) был выбран вариант пропускающих решеток с разными периодами и одинаковым углом наклона.

Особенностью схемы записи является использование клина для обеспечения распространения излучения записи на углы, превышающие углы полного внутреннего отражения (ПВО).

Проверка работоспособности системы осуществлялась с помощью диодного лазера с длиной волны 532 нм. Для записанных и проявленных решеток в спектре поглощения наблюдалась полоса плазмонного резонанса наночастиц серебра с максимумом около 450 нм, соответственно, при волноводном распространении большая часть излучения поглощалась. Как результат, изображение в волноводе наблюдалось только при отсутствии освещения. Обесцвечивание решеток излучением зеленого наносекундного лазера увеличило пропускание образца толщиной 2,05 мм на длине волны 532 нм с 0,747 до 0,836 без учета потерь на отражение. При измерении монохроматическим излучением с длиной волны 532 нм

эффективность решеток составляла до 60%. При чтении зеленым излучением при полуширине спектра 30 нм эффективность решеток составила 14%. Тем не менее, общая эффективность системы передачи изображения составила 0,5%.

Выводы. В результате работы была записана система ввода и вывода излучения в волновод на базе объемных брэгговских решеток в ФТР-стекле. Система была записана под излучение с длиной волны 520 нм. Эффективность системы составила 0,5% при ширине спектра 30 нм. Однако, эффективность решеток при использовании монохроматического света достигала 60%. Потери на поглощение в необесцвеченном волноводе являлись определяющим фактором работы системы. Обесцвечивание системы позволило наблюдать изображение при дневном освещении.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта НИРМА ФТ МФ Университета ИТМО

Мусихина Е. С. (автор)

Подпись

Иванов С. А. (научный руководитель)

Подпись