

УДК 535.21

## ЛАЗЕРНАЯ ЗАПИСЬ КОЛЬЦЕВЫХ СУБМИКРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НАНОПОРИСТОЙ СИЛИКАТНОЙ МАТРИЦЕ

Шишкина А.С., Заколдаев Р.А., Андреева О.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., н.с. ФНЭ Заколдаев Р.А.

В докладе представлены результаты формирования массивов кольцевых субмикронных структур в нанопористой силикатной матрице. Воздействие осуществлялось при острой фокусировке (объектив 40х, 0.65 NA) фемтосекундных лазерных импульсов (с длиной волны 515 нм, длительностью импульса 200 фс) с применением S-волновой пластины, обеспечивающей кольцевое распределение интенсивности в области обработки.

### Введение.

Прямая лазерная запись в оптических материалах позволяет формировать области с измененными оптическими свойствами для создания интегральных оптических элементов - волноводов, фазовых объемных преобразователей пучка, сплиттеров и других элементов с требуемой конфигурацией. Расширение возможностей этапа прямой лазерной записи возможно при использовании преобразователей лазерного пучка, например, для обработки стекла не классическим пучком с Гауссовым распределением интенсивности, а пучком с кольцевым распределением интенсивности. Применение пространственного модулятора (SLM), или, более перспективных, S-волновых пластин, позволяет выполнить структурирование лазерного пучка с минимальными оптическими потерями. Таким образом, открывается возможность формирования кольцевых структур с субмикронным разрешением на поверхности и в объеме оптического материала.

Субмикронные кольцевые элементы вызывают повышенный интерес для задач сенсорики, плазмоники и фотоники в целом, и относятся к классу “свободно-стоящих” оптических элементов на поверхности, или объемных зон с уникальной анизотропией внутри оптического материала. В частности, массив, состоящий из идентичных субмикронных кольцевых элементов, способен селективно корректировать пропускание или отражение оптического материала.

### Основная часть.

Запись проводилась в нанопористой силикатной матрице (НПСМ-17). Матрицы состоят в большей мере из диоксида кремния (>90% масс.), обладают высоким оптическим пропусканием в видимом спектральном диапазоне и содержат систему нанопор с размером 17 нм при свободном объеме пор до 50%.

Обработка НПСМ-17 осуществлялась на экспериментальной установке по трехмерной обработке оптических материалов. В качестве источника лазерных импульсов использовался фемтосекундный лазер с длиной волны 515 нм, длительностью импульса ~200 фс, частотой следования импульсов до 500 кГц и мощностью до 5 Вт. Для преобразования исходного пучка с линейной поляризацией излучения в кольцевое распределение интенсивности с радиальной поляризацией, использовалась S-волновая пластина (92% пропускания при 515 нм).

С помощью микроскопа-спектрофотометра МСФУ-К были измерены спектры пропускания и отражения с массива созданных структур в диапазоне 400-900 нм. Отмечено увеличение пропускания на 8% в диапазоне 650-820 нм. В режимах  $P=85$  мВт,  $\nu=500$  кГц наблюдается появление пика поглощения 480 нм в спектрах пропускания. Отражение кольцевых структур заметно увеличивается в диапазоне мощности лазерного излучения 82,5-85 мВт.

**Выводы.**

В работе представлена быстрая фемтосекундная фабрикация кольцевых свободно-стоящих элементов в НПСМ-17. Определены режимы, обеспечивающие повышенное поглощения в диапазоне 600-820 нм, а также повышенного отражения в диапазоне ~ 550 нм.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-71-10103)

Отдельную благодарность выражаем лаборатории лазерной физики и биомедицины, отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова физического института им. П.Н. Лебедева (ФИАН) за проведение совместных исследований.

Шишкина А.С. (автор)

Подпись

Заколдаев Р.А. (научный руководитель)

Подпись