

УДК 537.312.52:544.537

ОСОБЕННОСТИ ФОКУСИРОВКИ ЛАЗЕРНЫХ ПУЧКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЖАТОЙ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЙ МИКРОПЛАЗМОЙ

Рымкевич В.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Сергеев М.М.

(Университет ИТМО)

Рассмотрено влияние микролинзы, формируемой в стекле в результате действия на него углеродной лазерно-индуцированной микроплазмы, на разрешающую способность метода. Составлена и проанализирована модель оптической системы объектив-мишень-образец.

Введение.

Среди множества методов обработки оптических материалов выделяются лазерно-индуцированные методы. В основе методов лежит взаимодействие лазерного излучения не напрямую с образцом, как в традиционной лазерной обработке, а с материалом мишени. Подобный подход позволяет расширить спектр обрабатываемых оптических материалов. Одним из этих методов является обработка Сжатой Лазерно-Индукцированной Микро Плазмой (СЛИМП). В процессе обработки: лазерное излучение проходит сквозь оптически прозрачный материал образца и взаимодействует с высоко поглощающей мишенью. В результате воздействия образуется плазменный факел, формирующий на образце микро и нано-рельеф. Было обнаружено, что СЛИМП позволяет изготавливать структуры с глубиной рельефа от 100 до 500 нм и шероховатостью 50 нм. Благодаря СЛИМП успешно изготавливаются дифракционные, фазовые и даже многоуровневые микро оптические элементы. Однако на текущий момент, остается открытым вопрос повышения разрешающей способности метода.

Основная часть.

Очевидно, что разрешение метода СЛИМП определяется не только точностью фокусировки, но и зазором между мишенью и тыльной поверхностью образца. Зазор изменяется после каждого импульса, так как на месте воздействия плазменного факела в образце формируется кратер в виде микролинзы, которая может оказывать влияние на разрешающую способность в зависимости от изначального положения фокуса и высоты микролинзы. Для определения влияния микролинзы на поверхности плавленого кварца был записан массив элементов с использованием объектива (10X, NA0.3). Элементы массива записывались при различной мощности излучения и состояли из трех линий с различным положением центра перетяжки: на границе раздела, в образце и в мишени. Размеры записанных структур были исследованы методом оптической микроскопии и профилометрии. Наиболее тонкие линии получались при обработке в сходящемся пучке, а записанные в расходящемся пучке, формировались более широкими и менее глубокими. Полученные зависимости сохранялись при изменении плотности мощности излучения, однако, при уменьшении длительности импульса центральная структура постепенно исчезала. Для объяснения полученных результатов была составлена модель оптической системы объектив-образец мишень.

Выводы.

Модель оптической системы показала, что микролинза действительно оказывает влияние на размер и расходимость лазерного пучка на дне лунки в мишени в зависимости от положения центра перетяжки лазерного излучения. Кроме того, с ростом глубины микролинзы до 20 мкм размер пучка на дне лунки также сужается. Найденные зависимости найдут свое применение при изготовлении СЛИМП устройств микрофлюидики.

Рымкевич В.С. (автор)

Подпись

Сергеев М.М. (научный руководитель)

Подпись