

УДК 537.312.51:544.537

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ ВОЛНОВОГО ФРОНТА НА РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЙ МИКРОПЛАЗМОЙ

Рымкевич В. С. (Университет ИТМО),

Болошко А.А. (Университет ИТМО)

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

(Университет ИТМО)

В проведенном исследовании представлены результаты влияния кривизны волнового фронта, влияющего на угол разлета плазменного факела и морфологию треков, полученных на поверхности плавленого кварца после его обработки лазерно-индуцированной микроплазмой. Полученные результаты позволяют повысить качество формируемых структур и разрешающую способность лазерно-индуцированных методов обработки стекол плазменным факелом.

Введение. Методы обработки поверхности с использованием лазерно-индуцированной микроплазмы актуальны благодаря своей высокой производительности и легкости интеграции в технологический процесс. Они могут быть использованы для изготовления микрооптических элементов. В настоящее время при модификации стекла лазерно-индуцированными методами, такими как LIPAA, LIBDE и ЛИМП (LIMP) индуцирующее излучение фокусируется на границе раздела мишень образец, то есть генерация плазменного факела после первого импульса и образования лунки в мишени происходит в расходящемся пучке. На данный момент вопрос о влиянии начального положения рабочей плоскости на качество и разрешающую способность лазерно-индуцированных методов обработки плазменным факелом не рассматривался, что может являться проблемой на пути к достижению субмикронного разрешения в данных методах.

Основная часть. Увеличение разрешающей способности метода ЛИМП подразумевает использование микрообъективов для работы в режимах острой фокусировки. Они характеризуются коротким фокусным расстоянием и, следовательно, малым значением длины Релея. Таким образом, небольшое отклонение от центра перетяжки лазерного излучения приводит к большому изменению кривизны волнового фронта. Например, при работе с объективом 10^x при сдвиге рабочей плоскости на 15 мкм, радиус кривизны волнового фронта становится равен 67 мкм. В данной работе, была выполнена запись на поверхности плавленого кварца набора треков лазерно-индуцированной микроплазмой с применением трех различных микрообъективов (4^x , 8^x , 10^x). Каждый набор состоял из 11 треков, которые характеризовались своим положением геометрического центра перетяжки. Были исследованы следующие смещения z : $\pm z(3w_0)$, $\pm z(2w_0)$, $\pm 1.5z_R$, $\pm z_R$, $\pm 0.5z_R$, F . Измерение топографии модифицированной поверхности образца проводились с помощью оптического профилометра Zometrics ZeScore, для изучения поверхности графитовой мишени применялся оптический микроскоп Zeiss Axio Imager и профилометр контактного типа Hommel Tester T8000.

Выводы. Экспериментально было выявлено, что при работе в сходящемся пучке, то есть при расположении геометрического центра перетяжки в мишени треки имеют более четкие края, чем при расположении фокальной плоскости на границе раздела мишень образец. В расходящемся пучке края структур были более неравномерными, а сами треки были менее глубокими. Данный эффект может быть связан с наложением кривизны волнового фронта на кривизну лунки в мишени. Так, в расходящемся пучке кривизна фронта и лунки в мишени имеют один и тот же знак. В сходящемся пучке кривизна волнового фронта отрицательна, а кривизна лунки в мишени – положительна, при этом общая кривизна волнового фронта будет меньше, чем в расходящемся пучке и фокальной плоскости. Вследствие этого, можно

предположить, что основной вектор распространения плазменного факела направлен по нормали к проекции волнового фронта на лунку в мишени, в сходящемся пучке плазменный факел будет распространяться перпендикулярно дну лунки без значительного уширения, образуя на поверхности образца более контрастные треки. Полученные результаты, могут найти свое применение при изготовлении дифракционных оптических элементов лазерно-индуцированной микроплазмой для достижения более высокой разрешающей способности метода.

Рымкевич В.С. (автор)

Подпись

Сергеев М.М. (научный руководитель)

Подпись