

Оптимизация режимов фемтосекундного лазерного воздействия для формирования волноводов в фототерморефрактивном стекле

Долгополов А.Д. (ИТМО), Гресько В.Р. (ИТМО), Хромых И.Ю. (ИТМО), Макаров А.С. (ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Сергей М. М.
(Университет ИТМО)

Введение. Фемтосекундные лазеры являются мощным инструментом для модификации структуры материалов на микроуровне. Благодаря сверхкоротким импульсам и высокой интенсивности излучения, такие лазеры позволяют локально изменять свойства материалов, включая формирование волноводов в прозрачных средах, таких как стекла и кристаллы. Одним из ключевых аспектов при создании волноводов является управление структурными фазовыми превращениями, которые определяют оптические и механические свойства модифицированных областей. Однако, для достижения контролируемых изменений необходимо точно подбирать режимы лазерного воздействия, такие как энергия импульса, длительность, частота повторения и фокусировка луча [1]. Актуальность данной работы заключается в поиске оптимальных параметров фемтосекундного лазера, которые обеспечивают необходимые структурные изменения для формирования высококачественных волноводов с минимальными потерями и высокой стабильностью

Основная часть. Для лазерной модификации структуры фоточувствительного стекла использовалось сканирование малым пятном короткоимпульсного излучения на длине волны 1030 нм. В стекле, на глубине порядка 300 мкм при скорости сканирования 10 мм/с и при варьируемых мощностях излучения были записаны треки длиной до 5 мм. Результаты оптической микроскопии и спектроскопии позволяют утверждать, что произошло изменение морфологии стекла, а именно уплотнение его структуры в середине области обработки и формирование кристаллической фазы по краям [2]. Также происходило изменение спектральных свойств обработанного материала, уменьшение оптических потерь в среднем видимом оптическом диапазоне.

Выводы. Проведенные исследования позволили определить оптимальные режимы фемтосекундного лазерного воздействия, которые приводят к структурным фазовым превращениям в области формирования волновода. Установлено, что ключевыми параметрами являются энергия импульса, длительность, частота повторения и фокусировка луча. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании импульсов с энергией менее 1 мкДж, длительностью 224 фс и частотой повторения 400 кГц. Полученные данные могут быть использованы для разработки технологий создания высококачественных оптических волноводов в прозрачных материалах, что открывает новые возможности для применения в интегральной оптике и фотонике.

Список использованных источников:

1. Harb J. et al. Throughput Enhancement of Type-A Volume Bragg Gratings Inscribed by Femtosecond Laser in Burst Mode for Industrial Applications //Bragg Gratings, Photosensitivity, and Poling in Glass Waveguides. – Optica Publishing Group, 2024. – С. BM1A. 2.
2. Wang X. et al. Ultrafast laser triggering nanocrystallization inside Nd-doped photo-thermo-refractive glass and its application in Q-switched laser //Optics Express. – 2024. – Т. 32. – №. 22. – С. 38931-38941.