

УДК 535.421

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОМ ПОЛЕ

Долгополов А.Д. (Университет ИТМО), Гресько В.Р. (Университет ИТМО), Хромых И.Ю. (СПбГУАП)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Сергеев М.М. (Университет ИТМО)

Введение. Морфология поверхности материалов является ключевым фактором, поскольку определяет их оптические, механические, химические, биологические, смачиваемости и другие свойства. В последнее время короткоимпульсное лазерное наноструктурирование поверхности стало универсальной технологией для производства большого разнообразия структурированных материалов, подходящих для широкого спектра применений в фотонике, плазмонике, оптоэлектронике, биохимическом зондировании, микро/нанофлюидике, оптофлюидике, биомедицине и других областях [1]. За последнее десятилетие эта технология привлекла большое внимание исследователей благодаря таким преимуществам, как: возможность обработки практически всех типов материалов, включая металлы, полупроводники, стекла и полимеры; возможность обработки неплоских поверхностей [2]; способность производить наноструктуры на участках поверхности от микромасштаба до макромасштаба [3]. В связи с этим, исследование и структуризация особенностей, возникающих при взаимодействии излучения интерференционного поля с материалом, является важной задачей.

Основная часть. Лазерная модификация применяется для обработки поверхности тонких металлических (Ti/Au) и неметаллических (As_2Se_3) плёнок, металлических пластин, неметаллических твёрдых пород и пластика. Обработка проводится пикосекундным лазером EKSPLA PL2140, с активной средой на основе Nd:YAG, с энергией в импульсе 5-50 мкДж, частотой следования импульсов 10 Гц, длительностью импульсов 27 пс, длиной волны излучения 532 нм и фемтосекундным лазером «ANTAUS-20W-20u/1M», с энергией в импульсе 5-50 мкДж, частотой следования импульсов 0.03 - 1000 кГц, длительностью импульсов 224 фс, длиной волны излучения 515 нм. Оптическая схема состоит из лазера, дифракционной фазовой решётки (ДФР) на поверхности плавленого кварца с периодом $p=10$ мкм и глубиной $h=0,5$ мкм, первой линзы с фокусным расстоянием 100 мм, медной диафрагмы и второй линзы с фокусным расстоянием 15 мм. ДФР расщепляет излучение на несколько дифракционных порядков, для обработки использовались +/-1 порядки, остальные порядки обрезались при помощи медной диафрагмы. В фокальной плоскости второй линзы, на подвижном столе располагался образец, чья модификация производится посредством передвижения моторизованного координатного стола DDSM50.

Дальнейшее исследование обработанных образцов проводится на микроскопеспектрофотометре МСФУ-К. С его помощью получают оптические характеристики обработанных областей, коэффициенты отражения и пропускания, из которых рассчитываются коэффициенты преломления и экстинкции образца. Дальнейшая характеристика производится по режимам обработки.

Выводы. На основе анализа оптических характеристик исследованных материалов до и после обработки, а также в зависимости от таких параметров обработки, как поляризация, частота и длительность импульсов излучения, выведены закономерности и правила для подбора наилучшего режима обработки материала. Использование результатов исследования должно оптимизировать процесс создания микро- и наноструктур на поверхности различных видов материалов при обработке с помощью данной схемы.

Список использованных источников:

1. Malinauskas M. et al. Ultrafast laser nanostructuring of photopolymers: A decade of advances //Physics Reports. – 2013. – Т. 533. – №. 1. – С. 1-31.
2. Rudenko A. et al. Amplification and regulation of periodic nanostructures in multipulse ultrashort laser-induced surface evolution by electromagnetic-hydrodynamic simulations //Physical Review B. – 2019. – Т. 99. – №. 23. – С. 235412.
3. Bui V. K. H. et al. Titanium dioxide microscale and macroscale structures: a mini-review //Nanomaterials. – 2020. – Т. 10. – №. 6. – С. 1190..

Долгополов А.Д. (автор)

Подпись

Сергеев М.М. (научный руководитель)

Подпись