

УДК 544.032.65

ЛАЗЕРНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ГРАДИЕНТОМ СМАЧИВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ КРЕМНИЯ

Щедрина Н.Н., Карсакова М., Карамянц А., (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.т.н., н.с. Одинцова Г. В.
(Университет ИТМО)

В данной работе продемонстрировано создание структур с градиентом смачивания на поверхности стали для направленного течения раствора наночастиц кремния. Исследовано влияние угла смачивания поверхности на распределение наночастиц кремния.

Введение. Точный контроль угла смачивания различных поверхностей, особенно металлов, является необходимым при создании поверхностей с градиентом смачивания. Такие поверхности с градиентами смачивания представляют большой интерес в настоящее время, так как обеспечивают направленное течение микрообъемных жидкостей и могут быть использованы для изготовления микрофлюидных устройств, сенсоров или для изучения биомолекулярных взаимодействий. Известно, что распределение различных наночастиц может различаться на гидрофобных и подобных им гидрофильных подложках из-за различия их поверхностной энергии. Таким образом, можно управлять распределением различных наночастиц по структурам с переменными углами смачивания, что перспективно для использования в задачах зеленой печати и создания фотонных наноструктур.

Основная часть. Использование лазерного излучения является ведущим методом как для создания структур с градиентом смачивания, так и для изготовления наночастиц благодаря точности, отсутствию необходимости использования каких-либо химических реагентов и простоте изготовления. Поэтому был предложен метод лазерного формирования структур для направленного потока растворов наночастиц микрообъема на поверхности нержавеющей стали путем создания градиента смачиваемости с помощью волоконного лазера с наносекундной длительностью импульса.

Используя параметры лазерного излучения с 60% перекрытием лазерного пятна и плотностью мощности от 19 МВт/см² до 181 МВт/см², были созданы образцы с градиентом смачивания с углами от гидрофильных (угол 65°) до супергидрофильных (угол 0°). Поскольку обработка поверхности производится на воздухе, то происходит образование гидрофильных оксидов. Лазерная обработка осуществлялась выше порогов плавления и кипения, что приводило к увеличению шероховатости поверхности. Полученные поверхности полностью соответствуют модели Венцеля. Таким образом, были созданы образцы, на которых возможно направленное течение микрообъемных капель на расстояние 15 мм со средней скоростью 20 мм/с за счет уменьшения поверхностной энергии. Далее был проведен эксперимент с распределением наночастиц кремния по поверхности с градиентом смачивания, состоящим из 6 участков. Между первым и вторым участками наносили каплю объемом 0,1 мкл раствора наночастиц кремния со средним размером 200 нм, после чего капля перемещалась в сторону шестого участка с наименьшим углом смачивания. На СЭМ-изображениях установлено, что концентрация наночастиц меняется в центрах различных участков. Некоторые участки показали хорошие условия для самосборки наночастиц кремния в линии и двумерные области.

Выводы. Таким образом, в данной работе реализовано создание структур для направленного потока растворов наночастиц, которые можно использовать при определенном распределении наночастиц по поверхности для изготовления нанофотонных структур.

Щедрина Н.Н. (автор)

Одинцова Г. В. (научный руководитель)