

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ НАНОЧАСТИЦ КРЕМНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОФОТОННЫХ СТРУКТУР

Карамянц А.Г. (Университет ИТМО), Карсакова М.Е. (Университет ИТМО),
Щедрина Н.Н. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Одинцова Г.В.
(Университет ИТМО)

Аннотация.

В данной работе было проведено исследование влияния параметров лазерного излучения на средний диаметр синтезируемых наночастиц для их применения в создании нанофотонных структур путем самосборки. Результатом такого исследования стал оптимальный режим, который обеспечивает средний размер наночастиц в диапазоне от 100 до 200 нм, когда они проявляют магнитные свойства.

Введение.

В настоящий момент кремниевые наночастицы широко используются в различных областях: для покрытия панелей солнечных батарей, в рамановской спектроскопии, но также они могут быть применены в формировании нанофотонных структур. Благодаря сильным магнитным свойствам наночастицы кремния размером 100-200 нм, будучи резонансными, могут быть использованы как материал для создания нанофотонных структур, которые в свою очередь могут быть применены в новых нанофотонных системах на больших площадях для задач катализа, микрофлюидики, зеленой печати и т.д. С этой целью осуществляется генерация кремниевых наночастиц в данном диапазоне размеров. Существует ряд методов фабрикация наночастиц. Однако лазерная абляция в жидкости имеет преимущества для создания нанофотонных структур, т.к. она упрощает работу с получившимися наночастицами, их транспортировку, обеспечивает высокую экологичность, а также обеспечивает более узкое распределение наночастиц по размерам.

Основная часть.

В рамках данной работы был осуществлен подбор режима для достижения размеров наночастиц в растворе в пределах 100-200 нм с проведением исследования влияния лазерного излучения на параметры растворов. Эксперименты проводились в несколько этапов: очистка используемых материалов (кремниевая мишень, кварцевая кювета) в ацетоне, изопропиловом спирте и деионизированной воде при помощи УЗ-ванны, лазерная генерация наночастиц в жидкости (800 мл деионизированной воды), исследование наночастиц по результатам СЭМ- и DLS-анализа. Подбор оптимального режима заключался в варьировании значений определенного параметра для фиксации его влияния на распределение наночастиц. Было продемонстрировано влияние длительности воздействия излучения на мишень в одну точку, частоты следования импульсов и плотности энергии. Далее данные коллоидные растворы подвергают дополнительному делению в сахарозе для обеспечения высокой монодисперсности. В результате этого растворы приобретают определенный цвет в зависимости от размеров наночастиц, благодаря их магнитным свойствам.

Выводы.

Исследовано влияние различных параметров лазерного излучения на распределение наночастиц кремния: с увеличением времени воздействия до 20 с. увеличивается концентрация крупных наночастиц, однако далее возникает фрагментация имеющихся частиц, вследствие чего распределение постепенно сужается; при увеличении частоты импульсов увеличивается количество частиц маленького размера; неравномерный рост средневзвешанного значения диаметра наночастиц по мере увеличения плотности энергии (наименьшее значение $d = 203$ нм наблюдается при $\omega = 4.3799$ Дж/см²); подобран оптимальный режим синтеза наночастиц для формирования нанофотонных структур ($\tau' = 10$ сек, $f = 80$ кГц, $\omega = 4.3799$ Дж/см²).

В будущем планируется добиться генерации более монодисперсных коллоидных растворов с наночастицами кремния в деионизированной воде, а также использовать проточную кювету с возможностью циркуляции жидкости с целью повышения производительности генерации и концентрации частиц в растворах.

Карамянц А.Г. (автор)

Подпись

Одинцова Г.В. (научный руководитель)

Подпись