

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.21; 681.7.03

ФОТОДЕСТРУКЦИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ФОТО-ТЕРМО-РЕФРАКТИВНЫХ СТЕКЛАХ

Д.А. Игнатьев, А.И. Игнатьев, Н.В. Никоноров

Исследованы процессы разрушения серебряных наночастиц в фото-термо-рефрактивных стеклах при облучении импульсным лазером (532 нм) наносекундной длительности в зависимости от дозы облучения. Показано, что под действием лазерного излучения происходит фотофрагментация наночастиц серебра с образованием серебряных кластеров, а также фотоионизация нейтральных атомов серебра с переходом их в ионное состояние.

Ключевые слова: фотодеструкция, фото-термо-рефрактивные стекла, серебряные наночастицы.

Фото-термо-рефрактивные (ФТР) стекла представляют собой перспективный класс фоточувствительных материалов, разработанных для записи высокоэффективных объемных фазовых голограмм. ФТР стекла – это сложные гетерофазные структуры, в которых под действием света и последующей термической обработки выделяются наночастицы серебра, на которых вырастают нанокристаллы NaF-AgBr [Л]. На основе этих стекол создаются фазовые голограммы, используемые в качестве узкополосных селекторов, комбайнеров световых пучков, фильтров, повышающих спектральную яркость лазерных диодов. Однако полоса плазмонного резонанса серебряных наночастиц с максимумом 450–480 нм существенно ограничивает применение голограмм в видимом диапазоне спектра. По этой причине актуальной задачей при записи объемных фазовых голограмм в ФТР стекле является уменьшение поглощения серебряных наночастиц за счет их фотолитического разрушения (фотодеструкции).

Образцы в виде плоскопараллельных пластин ФТР стекол облучались ультрафиолетовым излучением ртутной лампы высокого давления и термически обрабатывались в муфельной печи. Измерение спектров поглощения осуществлялось на спектрофотометре Lambda 650. Фотодеструкция серебряных наночастиц производилась излучением импульсного YAG:Nd³⁺ лазера (Solar LQ-129) с длиной волны 532 нм. Энергия импульса составляла 68 мДж, длительность импульса 13 нс, частота следования импульсов 10 Гц.

Впервые обнаружено, что:

1. при облучении ФТР стекол, содержащих наночастицы серебра, происходит существенное изменение спектров поглощения. Амплитуда полосы плазмонного резонанса серебряных частиц уменьшается в зависимости от дозы излучения, вплоть до полного ее исчезновения (рисунок);
2. фотолитическому разрушению подвержены наночастицы серебра, находящиеся как в окружении стеклообразующей матрицы, так и внутри оболочки из кристаллической фазы NaF-AgBr.

На основании анализа спектров поглощения сделан вывод, что под действием импульсного лазерного излучения происходит фотофрагментация наночастиц серебра с образованием серебряных кластеров, а также фотоионизация нейтральных атомов серебра с переходом их в ионное состояние. Эффект фотодеструкции может быть использован для создания высокоэффективных фазовых голограмм, работающих в видимом диапазоне спектра.

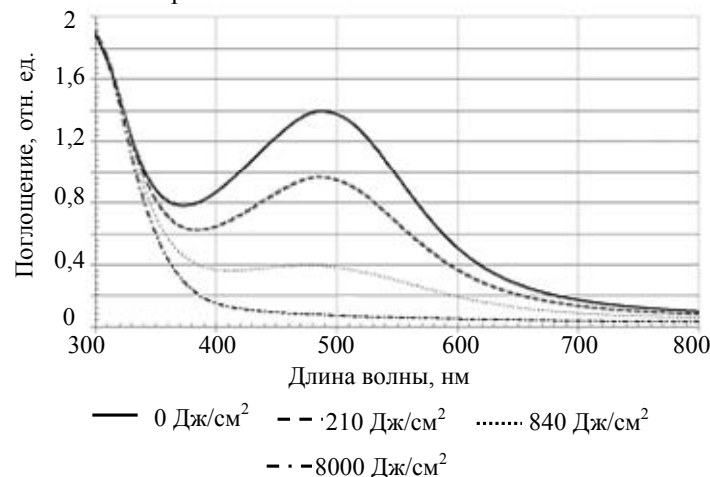


Рисунок. Спектры поглощения ФТР стекла при разных дозах излучения лазера

[Л]. Никоноров Н.В., Паньшева Е.И., Туниманова И.В., Харченко М.В. Особенности окрашивания мультихромных стекол под действием лазерного излучения // Физика и химия стекла. – 1993. – Т. 19. – № 3. – С. 442–448.

Игнатъев Дмитрий Александрович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, инженер, ignatiev_d_a@mail.ru

Игнатъев Александр Иванович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, зав. лабораторией, ignatiev@oi.ifmo.ru

Никоноров Николай Валентинович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой, Nikonorov@oi.ifmo.ru