

УДК 535.37

АНАЛИЗ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАНАРНЫХ АНСАМБЛЕЙ СПАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СЛОЕВ КРАСИТЕЛЕЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ

Волков Р.О., Камалиева А.Н.

Научный руководитель – к. ф.-м. н. Торопов Н.А.

(Университет ИТМО)

В данной работе предложена схема реализации плазмонного нанолазера в виде планарного ансамбля металлических наночастиц, покрытых слоем лазерного красителя. Экспериментальным путем была получена лазерная генерация данной структуры.

Введение. Создание нанометровых источников когерентного монохроматического излучения с длиной волны больше или порядка размера самого источника является актуальной проблемой оптики. Одним из вариантов реализации таких источников является плазмонный нанолазер, работающий за счет локализованных поверхностных плазмонов. Такие источники излучения часто называют спазерами. В 2009 году была предложена схема реализации спазера в виде коллоидного раствора золотых наночастиц, покрытых оболочкой, допированной молекулами красителя. В такой структуре роль резонатора играет золотое ядро, а краситель служит активной средой. Однако эта работа многократно подвергалась критике, так как вследствие эффектов многократного рассеяния излучения в коллоидном растворе нанолазеров обеспечивается многопроходовость лучей, что приводит к наблюдению признаков вынужденного излучения, но характерных для случайного (random) лазера.

Таким образом, основными задачами данной работы являлись поиск генерации лазерного излучения наночастицами, окруженными красителем, но в виде квазидвумерного ансамбля, снижающего эффект многократного рассеяния.

Основная часть. В данной работе был проведен эксперимент по наблюдению вынужденного излучения планарных ансамблей спазеров. Образцы представляли собой островковые пленки серебра и золота на поверхности кварцевой подложки, покрытые красителем, отделенным от наночастиц тонким слоем диэлектрика (ПММА). Предварительно были исследованы спектры оптической плотности и люминесценции пар «кумариновый краситель – серебряные наночастицы», и пар ураниновых молекул, DCM, сульфородамина Б, родамина БЖ и флуорола с золотыми наночастицами. Анализ спектров образцов с молекулами уранина и сульфородамина Б показал, что молекулы при высаживании на поверхность способны к спонтанной агрегации, образуют неравномерные плёнки и имеют низкую интенсивность люминесценции. Для остальных пар образцов были изучены генерационные свойства.

Оптическая накачка образцов производилась Nd:YAG лазером, оснащенным каскадом преобразователей излучения, включая параметрический генератор света. Поскольку данная геометрия эксперимента позволяет зафиксировать частицы и снизить многократное рассеяние света частицами, то можно утверждать, что экспериментально наблюдаемые признаки генерации: сужение спектров люминесценции и нелинейная зависимость от плотности энергии накачки – является следствием взаимодействия локализованных плазмонов и молекул красителей.

Выводы. Структуры в виде планарных ансамблей спазеров на основе золотых и серебряных наночастиц и красителей демонстрировали признаки когерентного монохроматического излучения в видимом диапазоне.

Торопов Н.А. (научный руководитель)

Подпись