

УДК 535.371

Спектры поглощения и отражения нанокompозитных структур на основе серебра

Секер В.П., Бабыч Б.Б., к.т.н., доц. Мачулянский А.В.

В настоящее время активно ведутся исследования, связанные с возбуждением локализованного плазмонного резонанса наночастиц металлов.

Привлекательность наноплазмоники состоит, прежде всего, в том, что благодаря плазмонам можно концентрировать электромагнитную энергию в малых объемах. Плазмоны обладают гигантским дипольным моментом и являются эффективными посредниками при взаимодействии этих малых объемов со световой волной. Данное резонансное взаимодействие сопровождается рядом оптических эффектов, таких как увеличение эффективности поглощения света, усиление люминесценции и комбинационного рассеяния, которые успешно применяются для повышения эффективности работы преобразователей энергии, управления светом в оптоэлектронике, повышения разрешающей способности микроскопов.

В оптике наноструктур остается еще много нерешенных вопросов как фундаментального, так и технологического характера. С теоретической точки зрения важной проблемой является в

последовательном учете поверхностных эффектов при описании коллективных электронных возбуждений в системах с большим числом электронов. Решение этих проблем позволит проектировать и создавать функциональные устройства на основе наноструктурных систем с заданными характеристиками [1].

Целью данной работы является исследование влияния структурных параметров нанокompозитов на основе наночастиц серебра на спектры поглощения и отражения.

Предметом исследования являлись нанокompозиты на основе наночастиц серебра в матрице диоксида титана толщиной 1 мкм нанесенный на стеклянную подложку толщиной 3 мм.

Для моделирования спектральных характеристик отклика наноструктурных композитов на электромагнитное излучение использовано методика на основе метода матриц переноса, представленного в работе [2].

В качестве входных данных наноразмерных пленок серебра использовались результаты, полученные нами с помощью

экспериментально-аналитического метода, которые представлены в работе [3]. В свою очередь в качестве электромагнитных параметров оксида титана использовались данные, представлены в работе [4].

Примеры спектральных зависимостей коэффициента поглощения и отражения наносистем на основе наночастиц серебра в оксиде титана в спектральном диапазоне от 0,3 до 1,2 мкм представлены на Рис. 1 и Рис. 2 соответственно.

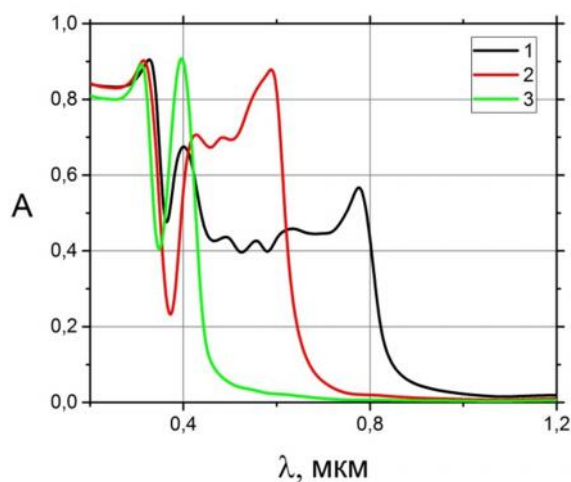


Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента поглощения нанокompозитов на основе наночастиц серебра при различных значениях их концентрации: 1 – $f=30\%$; 2 – $f=50\%$; 3 – $f=80\%$

Из рисунка 1 видно, что При изменении концентрации наночастиц серебра в диэлектрической матрице диоксида титана в интервале от 30 до 80 процентов приводит к увеличению коэффициента поглощения от 0,05 до 0,8 в диапазоне длин волн 0,3-0,8 мкм.

Повышая концентрацию наночастиц серебра край полосы поглощения смещается от 0,8 до 0,4 мкм. При этом уровень поглощения увеличивается от значений 0,56 (при степени заполнения 30% и длине волны 0,78 мкм) до 0,9 (при степени заполнения 80% и длине волны 0,4 мкм). При этом ширина полосы поглощения уменьшается.

На спектральных зависимостях коэффициента отражения (рис.2) наблюдается смещение края полосы отражения от длины волны 0,8 мкм до 0,4 мкм при увеличении степени заполнения наночастиц серебра от 30% до 80%.

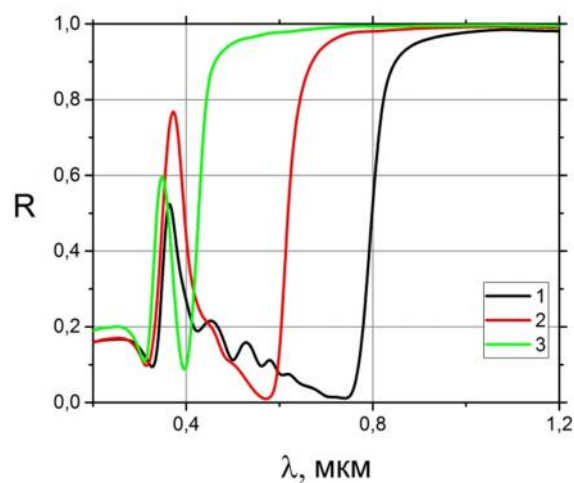


Рис. 2. Спектральная зависимость коэффициента отражения нанокompозитов на основе наночастиц серебра при различных значениях их концентрации: 1 – $f=30\%$; 2 – $f=50\%$; 3 – $f=80\%$

Выводы

Таким образом, сравнительный анализ спектральных зависимостей коэффициента поглощения и

отражения наносистем на основе наночастиц серебра в оксиде титана в спектральном диапазоне от 0,3 до 1,2 мкм показал, что при достижении заполнения металлических наночастиц в нанокompозите порядка 30% величина поглощения достигает максимального значения при длине волны 0,3 мкм. При повышении концентрации наночастиц серебра наблюдается смещение максимума поглотительной способности в коротковолновую область спектра а уровень поглощения увеличивается от 0,56 (при степени заполнения 30% и длине волны 0,78 мкм) до 0,9 (при степени заполнения 80% и длине волны 0,4 мкм). При этом ширина полосы поглощения уменьшается. На спектральных зависимостях коэффициента отражения наблюдается смещение края полосы отражения от длины волны 0,8 мкм до 0,4 мкм при увеличении степени заполнения наночастиц серебра от 30% до 80%.

Полученные результаты представляют интерес для прогнозирования спектральных характеристик поглощения и отражения композитов на основе наночастиц серебра для использования в качестве оптических фильтров, преобразователей энергии, в оптоэлектронике и микроскопии.

Литература

1. Li F., Tang H., Anderegg J., Shinar J. Fabrication and electroluminescence of double-layered organic light emitting diodes with the Al₂O₃/Al cathode // *Appl. Phys. Lett.* – 1997. – Vol. 70. – P. 1233–1239.
2. Калитеевский М.А., Программа для расчета распространения света в слоистых средах // *Окно в микромир.* 2002. Выпуск 4, 48с.
3. Бондарь Е.А., Мачулянский А.В., Родионов М.К Оптическая проводимость и удельное поглощение мезоскопических металлических частиц // *Журнал прикладной спектроскопии.* – 1992. – Том 56. – №3. – С. 441–445.
4. Золотарев В.М., Морозов В.Н., Смирнова Е.В. Оптические постоянные природных и технических сред.// Л.: Химия, Ленинградское отделение. 1984, 215 с.