

УДК 535.342

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРИСТЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТРИЦ ДЛЯ
ФОРМИРОВАНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ ПЛАЗМОННЫХ НАНОСТРУКТУР**

Сапунова А.А. (Университет ИТМО), Дададжанов Д.Р. (Университет ИТМО),

Яндыбаева Ю.И. (Университет ИТМО), Заколдаев Р.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – Доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник
Вартанян Т.А. (Университет ИТМО)

Анизотропные плазмонные наноструктур из золота, серебра и сульфида меди были получены путем их включения в нанопористые силикатные матрицы (НПСМ) и последующей термической, химической и лазерной обработкой. Спектры поглощения полученных матриц с внедренными наночастицами были изучены с помощью метода абсорбционной спектроскопии. Также было изучено влияние термического отжига и лазерного воздействия на спектральное положение плазмонного резонанса наночастиц.

Введение. В последнее время плазмонные наноструктуры из благородных металлов и полупроводниковых материалов привлекают все больше исследователей благодаря их уникальным свойствам. Одним из таких свойств является плазмонный резонанс, который возникает при возбуждении плазмона на его резонансной частоте внешней электромагнитной волной. Плазмонный резонанс таких наноструктур не только зависит от непосредственно материала, но и от геометрической формы наночастиц. Плазмонные наноструктуры используют для молекулярного зондирования и визуализации, усиления люминесцирующих свойств квантовых объектов, абсорбционной и SERS спектроскопии, оптических устройств и др. На данный момент существует множество методов синтеза плазмонных наночастиц, таких как, например, коллоидный синтез, физическое вакуумное осаждение, лазерная абляция и метод горячего впрыска (hot-injection method), электронная лучевая литография. Несмотря на то, что данные методы активно применяются для получения плазмонных наноструктур, создание анизотропных наноструктур остается трудоемкой и дорогостоящей процедурой. Эти проблемы могут быть решены путем поиска новых метод формирования наноструктур. Например, получение анизотропных плазмонных наноструктур может быть выполнено путем термической и лазерной обработки сферических наночастиц из коллоидных растворов, внедренных в пористую матрицу. Наряду с этим может быть предложен способ получения наноструктур в виде наноперфораций в тонких металлических пленках, полученных методом физического вакуумного осаждения из паровой фазы на поверхность пористых структур. Создание таких наноперфораций может быть реализовано с помощью с химического травления металлических пленок через пористые каналы матрицы нанометрового масштаба. Стоит выделить, что НПСМ обладают высокой прозрачностью в видимой и ближней ИК области спектра, высокой химической, термической, стойкостью и достаточной физико-механической прочностью. Все это обуславливает широкие перспективы использования таких матриц в оптическом эксперименте в качестве основы для создания оптических элементов различного назначения.

Основная часть. Использованные в данном исследовании наночастицы изготавливались несколькими способами. Золотые наночастицы были сделаны с помощью коллоидного синтеза в водном растворе. Для этого были смешаны (тетрахлороаурат(III) водорода), цетилтриметиламмония бромид (СТАВ) и борогидрид натрия.. Наночастицы сульфида меди были изготовлены с помощью «hot-injection» метода. Прекурсоры меди и серы смешивались с соотношением 2:1 с олеиновой кислотой и олеиламином. Полученный раствор выдерживался при 120°C 2 часа. Далее наночастицы сульфида меди центрифугировались и растворялись в тетрахлорметане для дальнейшего использования.

Наночастицы золота и сульфида меди наносились капельным методом на поверхность НПСМ и подвергались термической обработке при температуре 50°C. Спектры поглощения и пропускания полученных подложек с наночастицами были получены методами абсорбционной спектроскопии в видимом и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне (спектрофотометры «МСФУ-К», «Hamamatsu» и «NIRQuest»). На спектрах поглощения матриц с наночастицами виден вклад наночастиц виде слабых пиков на 533 нм в случае золотых наночастиц и 1500 нм в случае наночастиц сульфида меди.

Далее образцы отжигались в муфельной печи при температуре 500°C в течение часа для удаления очистки матриц от органики, после чего также регистрировались спектры поглощения НПСМ с наночастицами. Термический отжиг способствует изменению морфологии наночастиц, что заметно на спектрах: они стали интенсивнее и сместились в более коротковолновую область. Затем для формирования хиральных плазмонных наноструктур в НПСМ золотые наночастицы были облучены циркулярно-поляризованным излучением импульсного Nd:YAG лазера на длине волны 532 нм. Спектры кругового дихроизма полученных образцов, измеренных на спектрофотометре Jasco J-1500, демонстрируют ярко выраженные спектральные особенности в области 532 нм.

Выводы. Плазмонные наночастицы золота, серебра и сульфида меди были синтезированы разными различными методами и внедрены в нанопористые силикатные матрицы. Исследование полученных структур с помощью метода абсорбционной спектроскопии позволило оценить наличие наночастиц внутри НПСМ. Термический отжиг при температуре 500°C повлиял на спектральное положение плазмонного резонанса наночастиц и его интенсивность. В дальнейшем ожидается использовать полученные матрицы с наночастицами для сенсорных приложений, необходимых для изучения взаимодействия плазмонных наночастиц с химическими аналитами.

Сапунова А.А. (автор)

Подпись

Вартанян Т.А. (научный руководитель)

Подпись