

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии и управления качеством

**Композитные микрочастицы на основе карбоната кальция и наночастиц
золота в качестве платформ гигантского комбинационного рассеяния
света**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

по направлению «Материаловедение и технологии
материалов» _____

код и наименование направления (специальности)

Студента(ки) __2__ курса __204__ группы

_____ Факультета nano- и биомедицинских технологий _____

наименование факультета, института, колледжа

_____ Чечельницкого Степана Сергеевича _____

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

с.н.с., к.ф.-м.н., Образовательного научного института наноструктур и
биосистем СГУ,

А.М. Ященко

должность,уч. степень, уч. звание подпись, датаинициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

Заведующий кафедрой физики полупроводников СГУ,

д.ф.-м.н., профессор _____ А.И. Михайлов

должность,уч. степень, уч. званиеподпись, датаинициалы, фамилия

Саратов_2016_год

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время метод спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) является очень востребованным аналитическим методом [12, 13], в том числе благодаря развитию лазерной оптики, микроскопии, и нанотехнологий. Метод КР применяют в таких областях, как материаловедение, электроника, археология, химия, физика, биология и медицина. Основные преимущества метода КР являются проведение измерений *insitu*, возможность идентификации как однокомпонентных материалов, так и многокомпонентных сред с возможностью измерения распределения компонентов в структуре образца. Кроме того, метод КР очень востребован для неинвазивного изучения биологических объектов, таких как индивидуальные клетки, группы клеток, ткани. Однако использование метода КР в биофизике и областей, связанных с биологическими объектами, а также для образцов с низким содержанием аналита, ограничено в следствии низкой интенсивности рассеянного света от образцов. Одним из решений для увеличения КР сигнала является использование плазмонно-резонансных металлических наночастиц и структур на их основе [1, 2]. Данный метод был открыт в 70 годах прошлого столетия и получил название гигантского комбинационного рассеяния света (ГКР) [4, 5]. В настоящее время показана возможность использования как индивидуальных наночастиц и их агрегатов для усиления КР сигнала и соответственно создания сенсоров ГКР [3, 7]. Однако подобные структуры имеют низкую воспроизводимость КР сигнала и относительно не высокую стабильность. Более перспективным с этой точки зрения является использование упорядоченных структур на основе неорганических микрочастиц и планарных подложек, где плазмонно-резонансные наночастицы находятся в упорядоченном состоянии [6, 8, 9, 10]. Таким образом появляется возможность получения стабильных структур ГКР с низким отклонением сигнала КР от детектируемых молекул [11].

В связи с этим целью данной работы является создание платформ гигантского комбинационного рассеивания (ГКР) света на основе микрочастиц

карбоната кальция и наночастиц золота, изучение влияния начальной концентрации золотых зародышей и химического восстановления на морфологию, оптические свойства полученных образцов, а также на коэффициент усиления ГКР структур.

В связи с этим в работе решались следующие задачи:

- синтез микрочастиц карбоната кальция и нанесение полиэлектролитного слоя полиэтиленimina на микрочастицы методом последовательной адсорбции;
- адсорбция разной концентрации золотых зародышей на модифицированные полиэтиленимином микрочастицы карбоната кальция и проведение химического восстановления;
- характеристика полученных образцов методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), УФ-спектрометрии для исследования морфологии и оптических свойств образцов;
- измерения сигнала ГКРот молекул Родамина Б, адсорбированного на микрочастицы карбоната кальция; оценка коэффициента усиления сигналаГКР; изучение влияния концентрации золотых зародышей и количества циклов химического восстановления на коэффициент усиления сигналаГКР.

Структура магистерской работы:

Введение

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Спектроскопия комбинационного рассеяния света

1.2. Гигантское КР

1.2.1. Принцип метода ГКР

1.2.2. Механизм ГКР и ГКР усиление

1.3. Платформа для ГКР

1.4. Оценка коэффициента усиления платформ ГКР

Глава 2. Практическая часть

2.1. Материалы и методы исследования

2.2. Получение микрочастиц карбоната кальция и их модификация
полиэлектролитным слоем

2.3. Адсорбция наночастиц золота на модифицированные микрочастицы
карбоната кальция и проведение реакции восстановления

2.4. Характеризация полученных композитных микрочастиц методами
оптической микроскопии, сканирующей электронной микроскопии

2.5. Измерение и оценка сигнала гигантского КР от композитных
микрочастиц карбоната кальция и на примере молекул Родамина Б

Заключение

Список использованных источников

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В теоретической части данной работы проведен обзор литературы по тематике исследования. Рассмотрены процессы комбинационного рассеяния света (КР) и гигантского комбинационного рассеяния света (ГКР). Изучены основные платформы ГКР, которые применяются в настоящее время.

В практической части были описаны материалы и методы, примененные для создания платформ ГКР, которые является целью данного исследования.

Приведено подробное описание проведенных экспериментов, которые были необходимы для выполнения поставленных в данной исследовательской работе задач, а именно:

- синтез микрочастиц карбоната кальция;
- нанесение полиэтиленimina на микрочастицы карбоната кальция;
- адсорбция наночастиц золота на поверхность модифицированных микрочастиц карбоната кальция;
- проведение реакции химического восстановления золота.

Изучены морфология и оптические свойства полученных композитных микрочастиц. Для созданных платформ проведено измерение спектров ГКР модельного вещества Родамина Б, рассчитан коэффициент усиления сигнала ГКР и установлена его зависимость от содержания наночастиц золота в структуре микрочастиц карбоната кальция.

Из полученных результатов работы можно сформулировать следующее **защищаемое положение**: максимальное усиление комбинационного рассеяния наблюдается на структурах, полученных при наибольшей концентрации золотых зародышей и одном цикле химического восстановления золота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Albrecht M.G., Creighton J.A. Anomalously intense Raman spectra of pyridine at a silver electrode //J. Am. Chem. Soc.– 1977. – №99(15). –P.5215-5217.
2. Anderson M.S. Locally enhanced Raman spectroscopy with an atomic force microscope // Appl. Phys. Lett. –2000. –№76. –P.3130-3132.
3. Delcea M., Sternberg N., Yashchenok A.M., Georgieva R., Bäuml H., Möhwald H., Skirtach A.G. Nanoplasmonics for dual-molecule release through nanopores in the membrane of red blood cells //ACSNano. – 2012. – №6. – P.4169-4180.
4. Fleischmann M., Hendra P. J., McQuillan A. J. Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode – Chem. Phys.Lett. – 1974. – №26.–P.163-166.
5. Jeanmaire D.L., Van Duyne R.P. Surface Raman Electrochemistry Part I. Heterocyclic, Aromatic and Aliphatic Amines Adsorbed on the Anodized Silver Electrode // J. Electroanal. Chem. –1977, –№84, P.1-20.
6. Jensen T.R., Malinsky M.D., Haynes C.L., Van Duyne R.P. Nanosphere lithography: Tunable localized surface Plasmon resonance spectra of silver nanoparticles //J. Phys. Chem. – 2000. – №104. – P.549.
7. Kneipp K., Kneipp H., Kartha V.B., Manoharan R., Deinum G., Itzkan I., Dasari R.R., Feld M.S. Detection and identification of a single DNA base molecule using surface-enhanced Raman scattering (SERS) //Phys. Rev.– 1998. – №57. – P.6281.

8. Laurence T.A., Braun G.B., Reich N.O., Moskovits M. Robust SERS enhancement factor statistics using rotational correlation spectroscopy // Nano Letters. – 2012. – №12. – P.2912-2917.
9. Severyukhina A.N., Parakhonskiy B.V., Prikhozhenko E.S., Gorin D.A., Sukhorukov G.B., Moehwald H., Yashchenok A.M. Nanoplasmonic Chitosan Nanofibers as Effective SERS Substrate for Detection of Small Molecules // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2015. – №7. – P.15466-15473.
10. Stetciura I.Y., Yashchenok A., Masic A., Lyubin E.V., Inozemtseva O.A., Drozdova M.G., Markvichova E.A., Khlebtsov B.N., Fedyanin A.A., Sukhorukov G.B., Gorin D.A., Volodkin D. Composite SERS-based satellites navigated by optical tweezers for single cell analysis // Analyst. – 2015. – №140. – P.4981-4986.
11. Zhang L., Gong X., Bao Y., Zhao Y., Xi M., Jiang C., Fong H. Electrospun nanofibrous membranes surface-decorated with silver nanoparticles as flexible and active/sensitive substrates for surface-enhanced Raman scattering // Langmuir. – 2012. – №28. – P.14433-14440.
12. Гешев П. Гигантское комбинационное рассеяние света // Наука в Сибири. – 2007. – № 8. – С.11-12.
13. Набиев И. Р., Ефремов Р. Г., Чуманов Г. Д. Гигантское комбинационное рассеяние и его применение к изучению биологических молекул // УФН. – 1988. – № 3. – С.459-492.