

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой: <https://stuservis.ru/glava-diploma/23458>

Тип работы: Глава диплома

Предмет: Физика

Введение 3

Глава 1. Обзор литературы 5

1.1. Оптические свойства нанокристаллов серебра 5

1.2. Нанокompозиты 13

1.2.1. Структура нанокompозитов, их виды и применение 13

1.2.2. Синтез фотохромных пористых стекол с серебром 22

1.3. Применение нанопористых стекол с серебром 25

Список использованной литературы 27

Введение

Среди перспективных в «Программе развития nanoиндустрии в Российской Федерации», актуальной и в 2018 году, отмечены нанопористые материалы, которые в полной мере находят применение в химической, атомной, нефтеперерабатывающей, аэрокосмической, биохимической, пищевой, медицинской, электронной промышленности. К подобным материалам можно отнести молекулярные фильтры, реакторы и насосы, сорбенты, носители катализаторов, компоненты сенсоров, многофункциональные мембраны. Часть нанопористых материалов произведены, но не в полной мере раскрыто их функциональное применение. С данной точки зрения достаточно высокий интерес вызывают нанокompозитные материалы.

Мировой прирост производства лишь в области нанопористых материалов ежегодно составляет 10%. Данный факт подтверждает актуальность производства нанопористых стекол, изготовления на их основе нанокompозитов с уникальными свойствами и поиска их применения в различных сферах жизни человека. При этом нанопористое стекло выступает в качестве темплата, обеспечивающего образование наноструктур необходимых размеров и формы. В связи с вышесказанным самостоятельное значение приобретает процесс и результат модификации нанокompозита определенными способами, к примеру, с помощью лазерного излучения с целью получения ряда заданных свойств.

Таким образом, цель данной работы: изучение оптических свойств нанопористых стекол с серебром, модифицированных с помощью наносекундного лазерного излучения.

Объектом исследования считаем оптические свойства нанопористых стекол с серебром.

Предмет исследования: влияние воздействия импульсного лазерного излучения на оптические свойства нанопористых стекол с серебром.

Согласно цели, объекту и предмету исследования ставим перед собой ряд задач:

- 1) изучить оптические свойства нанокристаллов серебра;
- 2) изучить структуру, виды, применение и синтез нанокompозитных материалов;
- 3) изучить область применения нанопористых стекол с серебром;
- 4) (далее добавляются задачи согласно второй главе).

Теоретическая значимость данного исследования заключается в систематизации и обобщении материала исследований нанокompозитных материалов, конкретно в описании свойств нанопористых стекол с серебром.

Практическая значимость: полученные эмпирическим путем данные, являются основой для описания оптических свойств нанопористых стекол с серебром, измененных с помощью импульсного лазерного излучения. Выявление реакции материала на воздействие лазерного излучения позволит расширить или доказать невозможность расширения области применения данного вида композита.

Научная новизна: в рамках исследования предпринята попытка описания оптических свойств нанопористых стекол с серебром, измененных под воздействием импульсного лазерного излучения. Полученные результаты являются вкладом в развитие нанофотоники.

Структура работы: работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы.
Глава 1. Обзор литературы

1.1. Оптические свойства нанокристаллов серебра

Переходя к изучению оптических свойств нанокристаллов серебра, следует уточнить терминологию.

Никоноров Н.В. определяет наночастицу как однородный нанообъект произвольной формы со средним размером 0,5-100 нм (рисунок 1 а).

Наноструктура представляется в виде сложного объекта, сформированного группой наночастиц из одного материала или различных материалов, либо имеющего наноразмерные геометрические области с разными оптическими свойствами (рисунок 1 б).

Оптический композит – оптический материал, состоящий из прозрачной среды (матрицы) и наночастиц из иного материала. Примером оптического композита является стекло с нанокристаллами серебра (рисунок 1в).

Рисунок 1. а – наночастица; б – наноструктура; в – оптический композит

Опишем влияние поверхности наночастицы на ее оптические свойства.

Оптические свойства зависят от количества свободных элеткронов и экситонов. Экситон представляет собой некую квазичастицу, электронное возбуждение в твердом веществе, перемещающееся по кристаллу без переноса заряда и массы. Физические свойства поверхности нанокристалла изучаются отдельно от его объемных свойств, поскольку имеют ряд особенностей:

- 1) поверхность нанокристалла характеризуется наличием уровней Тамма - оборванных связей, приводящих к образованию поверхностных уровней в запрещенной зоне;
- 2) вблизи поверхности концентрация кристаллических дефектов существенно выше, чем в объеме кристалла, что приводит к изменению его зонной структуры.

Если кристалл достаточно большой, то перечисленные поверхностные эффекты слабо влияют на его оптические свойства, и для их обнаружения необходимо проводить специальные экспериментальные исследования.

Это связано с тем, что объем приповерхностных слоев значительно меньше объема всего кристалла, поэтому вклад поверхностных эффектов оказывается незначительным. С уменьшением размера кристалла увеличивается отношение площади поверхности кристалла S к его объему V . Для сферической частицы с радиусом r :

$$S/V = 3/r \quad (1.1)$$

Если радиус сферической частицы уменьшить до 1 нм, то:

$$S/V = 3 \quad (1.2)$$

Аналогично, уменьшая радиус до 1 нм можно достигнуть значения отношения S/V до 3000. Подобный результат вносит весомый вклад поверхностных эффектов в оптические свойства наночастицы.

Далее перечислены некоторые поверхностные эффекты, влияющие на оптические свойства частиц.

- 1) Рассеяние свободных электронов на поверхности кристалла. При рассеянии электрона происходит изменение фазы его волновой функции и изменение его энергии. Рассеяние свободных электронов изменяет энергетический спектр наночастицы, расширяя полосу поглощения и люминесценции. Особенно сильно начинает влиять рассеяние электронов на поверхности, когда его размер кристалла становится сравнимым со средней длиной свободного пробега электронов. Для металлов средняя длина свободного пробега электронов лежит в интервале от единиц до десятков нанометров:

$$l = v/f \quad (1.3)$$

где v – дрейфовая скорость электронов, f – средняя частота столкновений электронов.

- 2) Искажение кристаллической решетки вблизи поверхности приводит к изменению ширины запрещенной зоны кристалла.

- 3) Множество механических дефектов вблизи поверхности. Дефекты обуславливают появление дополнительных уровней внутри запрещенной зоны. На спектре поглощения это отражается в виде дополнительных полос поглощения. Дефекты могут создавать глубочайшие уровни в запрещенной зоне - ловушки свободных электронов и экситонов. Таким образом, концентрация свободных электронов и экситонов может измениться.

- 4) Контакт с окружающей средой искривляет энергетические зоны нанокристалла вблизи поверхности, а так же химический состав материала. Причиной такого эффекта является высокая химическая активность наночастиц. Как результат контакта с окружающей средой - изменяется энергетический спектр нанокристалла.

Рассмотрим влияние квантово-размерных эффектов.

Длина волны де Бройля в кристалле имеет конечный размер и составляет единицы нанометров. Размеры экситона внутри кристалла также ограничены. Боровский радиус экситона можно определить помощью формулы:

(1.4)

где $n=1, 2, 3, \dots$; ϵ - диэлектрическая проницаемость; μ - масса экситона.

1) Гирсова М.А. Синтез, структура и спектрально-оптические свойства композиционных материалов на основе силикатных пористых стекол, содержащих галогениды серебра или оксиды висмута. - Дис. - Санкт-Петербург. - 2015. - 170 с.

2) Грибалев А.А. Исследование оптических и электрических свойств нанокompозитов на основе оксидов цинка и олова в нанопористом стекле. ВКР. - СПб. - 2017. - 119 с. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lib.eltech.ru/files/vkr/2017/magistri/1293/2017%D0%92%D0%9A%D0%A0129303%D0%93%D0%A0%D0%98%D0%91>

3) Демичев И.А. Оптические свойства силикатных стекол с медью и серебром, полученных методом ионного обмена. - Диссерт. - Санкт-Петербург. - 2015. - 187 с. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docplayer.ru/50310022-Dyomichev-ivan-alekseevich-optika.html>

4) Нарцев В.М. Нанопористые стеклообразные темплаты на основе микроликвирующих стекол. - Автореф. дис. - 2010. - Белгород. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docplayer.ru/amp/30720750-Narcev-vladimir-mihaylovich-nanoporistyie-stekloobraznyie-templaty-na-osnove-mikrolikviruyushchih-stekol-v-sisteme-na-2-o-b-2-o-3-sio-2.html>

5) Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Наноплазмоника и наноплазмоника. Учеб. Пособие. - СПб.: Изд-во университета ИТМО. - 2014. - 120 с. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <file:///C:/Users/Comp/Downloads/Nanofotonika14-3.pdf>

6) Чвалун С.Н. Полимерные нанокompозиты. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.csr.spbu.ru/pub/RFBR_publications/articles/chemistry/2000/polimerny'e_nanokompозity'_00_chem.pdf

7) Brinker C. J., Scherer G. W. Solgel science: the physics and chemistry of solgel process ing. Boston: Academic Press, 1990.

8) Drozdova, I. Structural Transformation of Secondary Silica inside the Porous Glasses according to Electron Microscopy and Small-Angle X-ray Scattering / I. Drozdova, T. Vasilevskaya, T. Antropova // Phys.Chem. Glasses: Eur. J. Glass Sci. Technol. B. - 2007. - Vol. 48. - N 3. - P. 142-146.

9) Fleishmann M., Hendra P.J., McQuillan A.J. Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode // Chem. Phys. Lett. - 1974. V. 26. P. 163-166 с.

10) Heilmann A.; Hamann C. Organic thinfilms - deposition structure properties electronic devices // Progr. Colloid Polym. Sci. 1991. V.85. P.102-112.

11) Helmimiak T. E.; Arnold F. E.; Benner C. L. Potential approach to nonreinforced composites // ACS Polym. Prepr. 1975. V.16. P.659-662.

12) Ichinose N., Ozaki Yo., Kashu S. Superfine particle technology. London; N.Y.: Springer Verlag, 1992.

13) Veronika V. Gorbiak, Alexander I. Sidorov, Vladimir N. Vasilyev, Viktor D. Dubrovin, and Nikolay V. Nikonorov. Multilevel optical information recording in silver-containing photosensitive glasses by UV laser pulses.- ITMO University, Department of Optoinformational Technologies and Materials, St. Petersburg, Russia. - Optical Engineering 56(4), 047104 (April 2017). - [Электронный ресурс] / Режим доступа: file:///C:/Users/Comp/Downloads/OE-17_1.pdf

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой: <https://stuservis.ru/glava-diploma/23458>