

Кроме полосы в области 3 эВ, мы наблюдали люминесценцию и в более длинноволновой области (1,8 – 2,6 эВ). По нашему мнению, эту полосу можно также приписать излучательному переходу между уровнями $T_1 \rightarrow S_0$, но уже связанному с дефектами типа нейтральной кислородной моновакансии (кремний-кремниевая связь $\equiv Si-Si \equiv$) [7].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения исследований было установлено:

1. «Горячие» условия имплантации приводят к «размытию» профилей концентрации внедренных примесей (As и In) и снижению их максимальной концентрации по сравнению с данными моделирования с использованием программы SRIM. В случае имплантации As и In показано, что использование быстрого термического отжига и тонких слоев оксида кремния на Si позволяют существенно снизить потери примеси из-за диффузии через поверхность. Имплантация ионов Sn^+ в SiO_2/Si и последующие термообработки не сопровождаются сильным перераспределением и потерей примеси за счет диффузии.

2. Методом ПЭМ показано, что высокодозная имплантация ионов As^+ и In^+ с последующим отжигом позволяет формировать в матрице кристаллического кремния нанокластеры с размерами от 5 до 60 нм. Нанокластеры идентифицированы методом КРС как кристаллические преципитаты InAs.

3. В имплантированных оловом слоях SiO_2 после термообработки, методом ПЭМ зарегистрировано формирование мелких нанокластеров, предположительно, фазы металлического олова ($\beta-Sn$).

4. Методом ПЭМ показано, что количество Sn в кластерах не превышает 50% для дозы имплантации $5 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$ и меньше 25% для дозы $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$. Остальная примесь растворена в матрице SiO_2 . При этом для дозы $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$ количество Sn в слое (из данных РОР) сопоставимо с концентрацией атомов Si. На ПЭМ-микрофотографиях образцов, имплантированных дозой $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$, после отжига появляется специфичный контраст изображения в виде изогнутых чередующихся светлых и темных полос. Мы связываем это с формированием фазы SnO_2 , которая формирует собственную случайную слоевую сетку полигранных ячеек (на основе асимметричного строительного блока $(SnO_4)^{6-}$), тем самым нарушая 3-х-мерную тетраэдральную структуру ячеек сетки SiO_2 . Это должно приводить к появлению большого количества дефектов дефицита кислорода в SiO_2 , вплоть до появления микропор.

5. Имплантация высоких доз Sn ($5 \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$ и $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$) в слой SiO_2 и последующая термообработка (800-900°C) приводят к формированию большого количества излучательных центров, что вызывает сильную фотолюминесценцию при комнатной температуре в области спектра 1,5-3,5 эВ. В спектрах ФЛ четко выражены 3 полосы с максимумами при 1,6 эВ, 2-2,5 эВ и наиболее интенсивная полоса при 3-3,2 эВ. Интенсивная фотолюминесценция в слоях SiO_2 с большим содержанием олова связана с излучающими центрами на дефектах дефицита кислорода (нейтральные кислородные дивакансии и моновакансии).

6. Для системы (Si + нанокластеры InAs) в спектре низкотемпературной фотолюминесценции регистрируется широкая полоса люминесценции с максимумом 0,99 эВ, положение которой мы связываем с влиянием квантоворазмерного эффекта.

Литература

1. Metal nanocrystal memories. I. Device design and fabrication / Z. Liu [et al.] // IEEE Transactions on Electron Devices. – 2002. – Vol. 49. P. 1606-1613.
2. Metal nanocrystal memories-part II: electrical characteristics / Z. Liu [et al.] // IEEE Transactions on Electron Devices. – 2002. Vol. 49. P. 1614-1622.
3. III-Nitride UV Devices / M. Asif. Khan [et al.] // Japanese Journal of Applied Physics. 2005. Vol. 44, №10. P. 7191-7206.
4. Fabrication of hybrid n-ZnMgO/n-ZnO/p-AlGaIn/p-GaN light-emitting diodes / H. S. Yang [et al.] // Japanese Journal of Applied Physics. 2005. Vol. 44, №10. P. 7296-7300.
5. Дислокационная люминесценция в кремнии, обусловленная имплантацией ионов кислорода и последующим отжигом / Соболев Н.А. [и др.] // Физика и техника полупроводников. 2007. Том 41, №3. С.295-297.
6. Ziegler J.F. The Stopping and Range of Ions in Solids / J.F. Ziegler [et al.] // New York, Pergamon Press. 1985.
7. Volf. M. B. Chemical Approach to Glass: Glass Science and Technology 7 / M. B. Volf. // Elsevier. 1984. P.412.

©БГУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОНОСЛОЕВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ

Е.П. МИКИТЧУК, К.В. КОЗАДАЕВ

Optical spectrums of the nanoparticle arrays on the glass surface are measured and simulated. It is shown, that the shape and position of the peak in the optical spectrum can be controlled by nanoparticles shape, that in turn can be performed by management of the parameters of the laser ablation synthesis procedure

Ключевые слова: наночастицы (НЧ), оптические спектры, плазмонный резонанс

Применение наноструктурированных материалов в сенсорных системах позволяет значительно увеличить их чувствительность. Однако распространение таких систем сдерживается сложностью теоретического описания процессов коллективного взаимодействия НЧ в массиве, а также их взаимодействия с подложкой и окружающей средой. Возможным решением этой проблемы может служить численное моделирование этих эффектов с помощью современных программных пакетов [1]. На рисунке 1 приведены спектры оптической плотности монослоев НЧ Ag на стеклянных подложках, полученные при моделировании в программном пакете CST с помощью портов Флоке и периодических граничных условий. Из рисунка 1 видно, что конфигурация полосы поверхностного плазмонного резонанса сильно зависит от формы НЧ слоя. На рисунке 2 для сравнения показаны спектр оптической плотности экспериментального образца монослоя серебряных НЧ, сформированные методом атмосферной лазерной абляции [2], и модельный спектр слоя серебряных наносфер. Из рисунка 2 видно, что полученные монослои НЧ Ag хорошо описываются моделью сферических НЧ, что позволяет моделировать характеристики таких сенсорных поверхностей.

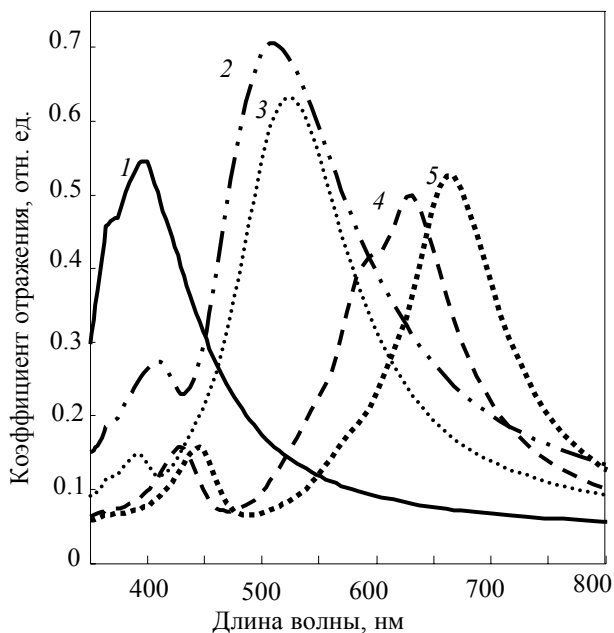


Рис. 1 – Зависимость коэффициента отражения от длины волны для НЧ с радиусом проекции на поверхность стеклянной подложки 20 нм и степенью заполнения поверхности 50% для различных форм НЧ Ag: 1 – сфера, 2 – цилиндр высотой 20 нм, 3 – полусфера, 4 – усеченный на высоте 20 нм конус с радиусом верхнего основания 5 нм, 5 – конус высотой 20 нм.

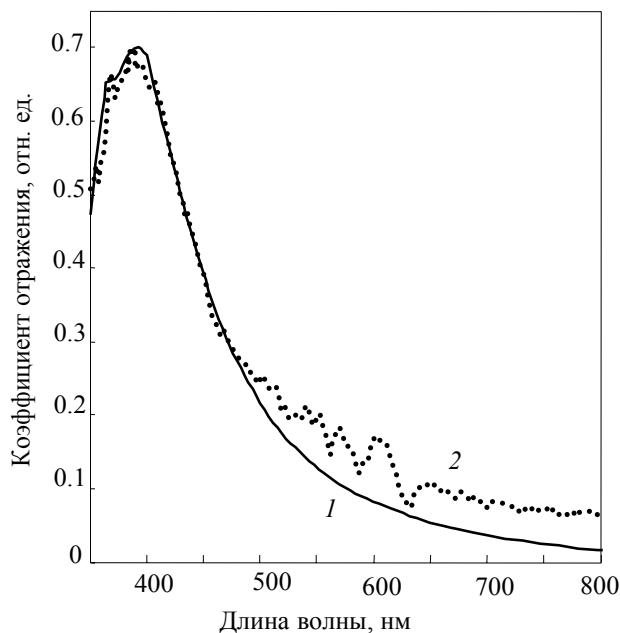


Рис. 2 – Зависимость коэффициента отражения от длины волны для сферических наночастиц серебра радиусом 20 нм и степенью заполнения поверхности стеклянной подложки 46.5%: 1 – данные численного моделирования, 2 – экспериментальные данные

Литература

1. Kozadaev K. V. Diagnostics of aqueous colloids of noble metals by extinction modeling based on Mie theory // Journal of Applied Spectroscopy. 2011. № 5. pp. 692-697.
2. Kozadaev K. V. Physics of Laser-Induced Plasma Streams Under Irradiation of Metals with Nanosecond Laser Radiation Pulses at Atmospheric Pressure// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2014. № 3. pp. 704-714.

©БГУ

РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРЕЛОМЛЯЮЩЕЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИНЗЫ

И.Л. МУДРЕЦОВ, Ю.Р. ЯСКЕВИЧ, Н.Н. КОЛЬЧЕВСКИЙ

It is possible to develop new type of X-ray microscope on the base of refracting lenses. Resolution of X-ray microscope is limited by diffraction. The valid part of a complex refraction index is less than 1 in X-rays, so the focusing lens for X-rays is the concave lens. The biconcave lens has a different thickness due to shape and waves at the exit of the lens will be deformed due to thickness variation. Calculations of intensity distribution in the focal plane of a refracting x-ray lenses depending on absorption are made. Reducing resolution of a refracting x-ray lens due to the absorption in a material is shown

Ключевые слова: Дифракция Фраунгофера, учет поглощения вещества

Появление преломляющих линз для рентгеновского излучения позволяет разработать новый тип микроскопа в рентгеновской области спектра. Разрешающая способность микроскопа, ограничена дифракцией света. Действительная часть комплексного показателя преломления вещества в рентгеновском спектре меньше 1, следовательно фокусирующей линзой для рентгеновского диапазона длин