УДК 537.533.35

XXVII Российская конференция «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов». Черноголовка, 28-30 августа 2018г. Том 2. 2018.- с.

В сборнике опубликованы материалы XXVII Российской конференции «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов», прошедшей 28-30 августа в Московской области, г.Черноголовка.

Представлены тезисы докладов в соответствии с тематическими секциями: новые методы просвечивающей/растровой электронной микроскопии, электронной дифракции и микроанализа; новые приборы, элементы электронной оптики, детекторы и обработка изображений; электронная микроскопия, электронная дифракция и микроанализ в исследовании новых материалов; другие применения электронной микроскопии и комплементарных методов; электронная микроскопия в химии, геологии и метеоритоведении; растровая электронная и ионная микроскопия. In-situ исследования в РЭМ; крио-ЭМ и применение электронной, конфокальной сканирующей микроскопии в биологии и медицине; сканирующая зондовая микроскопия; электронная и ионная литография; микроскопия в современных технологиях; методы электронной микроскопии и микроанализа в исследовании предметов культурного наследия.

Данное издание предназначено для учёных, специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся современными методами электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов.

© 2018, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

Сканирующая зондовая микроскопия и спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния германиевых слоев, имплантированных ионами серебра

А.М. Рогов[1,2], В.В. Воробьев[1,2], Ю.Н. Осин[1,2], В.И. Нуждин[2], В.Ф. Валеев[2], А.Л. Степанов[2]

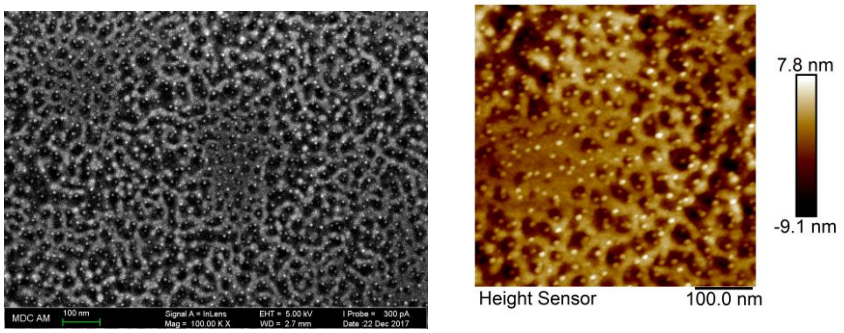
[1] *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Междисциплинарный центр «Аналитическая микроскопия» 420008, Казань, Россия*
2 КФТИ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 420029, Казань, Россия

В последние десятилетия, благодаря интенсивному развитию научных технологий, появилось множество новых методов исследования физических свойств вещества на микро- и наноуровне. Одним из таких методов является спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния света (ГКРС). Эффект ГКРС был обнаружен более 30 лет назад [1] при наблюдении спектров комбинационного рассеяния (КР) света от молекул пиридина, находящихся на поверхности шершавого серебряного электрода. Суть явления ГКРС заключается в усилении амплитуды сигнала комбинационного рассеяния молекул, адсорбированных на наноструктурированную поверхность металла, и находящихся поэтому в сильном локальном электромагнитном поле, возникающем вблизи этих наноструктур [2,3]. Таким образом, композиционные материалы, содержащие наноразмерные металлические структуры являются ключевым элементом для возбуждения сигнала ГКРС, осаждённых органических молекул и веществ.

В качестве ГКРС-материала в настоящей работе предлагается использовать новый тип наноструктур – слои пористого германия (PGe) с наночастицами Ag, созданные методом низкодозовой высокоэнергетической ионной имплантации монокристаллического *c*-Ge. При подготовке образцов энергия ионов Ag^+ составляла 30 кэВ при дозах облучения $1\cdot10^{16}$ ион/см^2 - $1.5\cdot10^{17}$ ион/см^2 и плотности тока в ионном пучке 5 мкА/см^2. Наблюдение морфологии поверхности и элементный анализ проводился на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Merlin (Carl Zeiss). Измерения профиля поверхности и поперечных сечений пористых структур на поверхности *c*-Ge, а также характеризация наночастиц Ag осуществлялось на атомно-силовом микроскопе (АСМ) FastScan (Bruker). Измерение ГКРС органических соединений на

полученных подложках Ag:PGe осуществлялось на спектрометре комбинационного рассеяния света Senterra (Bruker).

На рис. 1 приведены примеры СЭМ- и АСМ-изображений Ge, имплантированного ионами Ag^+. Как видно из рисунка сформированный имплантацией слой PGe выглядит однородным по всей достаточно большой площади образца. Установлено, что при дозе облучения $1.0 \cdot 10^{16}$ ион/см^2 происходит формирование пористого материала PGe с отдельными наночастицами Ag (светлые точки на рис. 1) размером около 10 нм.



а) *б)*

Рис. 1. а) СЭМ-изображение и б) АСМ-изображение образца Ag:PGe, полученного при имплантации *c*-Ge ионами Ag^+ дозой $1.0 \cdot 10^{16}$ ион/см^2:

При регистрации ГКРС в качестве источника возбуждения была использована вторая гармоника ($\lambda = 532$ нм) твердотельного Nd:YAG лазера с диодной накачкой. Максимальная мощность излучения на образце составляла 10 мВт. Спектральный диапазон измерений составил 400–1650 см$^{-1}$. Спектры ГКРС регистрировались для раствора молекул красителя родамин 6Ж, разведенного в бидистиллированной воде в концентрации 10^{-2} М. Обнаружено, что интенсивность линий ГКРС-спектра, регистрируемая в присутствии наночастиц Ag, примерно в 4 раза выше по отношению к спектру чистого красителя, т.е. наблюдается усиление сигнала КР.

Работа выполнена при финансировании грантом РНФ № 17-12-01176. А.М. Рогов благодарит за поддержку программу УМНИК.

1. *M. Fleismann, P.J. Handra, A.J. McQuillan.* Chem. Phys. Lett., 1974, 26, 163-169.
2. *H.J. Stein, S.M. Myers, D.M. Follstaedt.* J. Appl. Phys, *1993, 73, 2755-2764.*
3. А.Л. Степанов Фотонные среды с наночастицами, синтезированными ионной имплантацией. Саарбрюккен: Lambert Acad. Publ. 2014. 353 с.