

УДК 544.023

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК, ОСАЖДАЕМЫХ НА ПОВЕРХНОСТЬ НАНОСФЕР ОПАЛОВОЙ МАТРИЦЫ

Анна Владимировна Вострикова

Студент 5 курса, кафедра МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении», Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Е. В. Булыгина, кандидат технических наук, доцент кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении», Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Основой многих устройств электроники и фотоники могут служить материалы с упорядоченной наноструктурой, характеризующейся строго периодическим изменением коэффициента преломления в масштабах, сопоставимых с длинами волн излучений в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах [1].

Одним из таких материалов является синтетический опал.

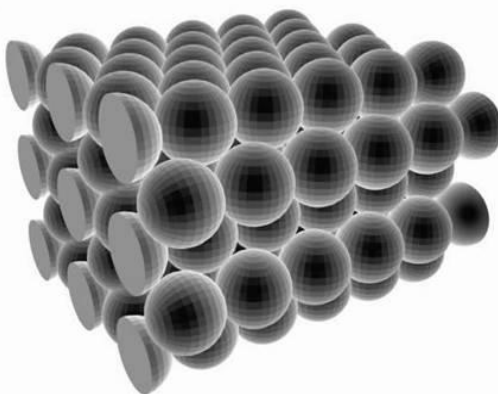
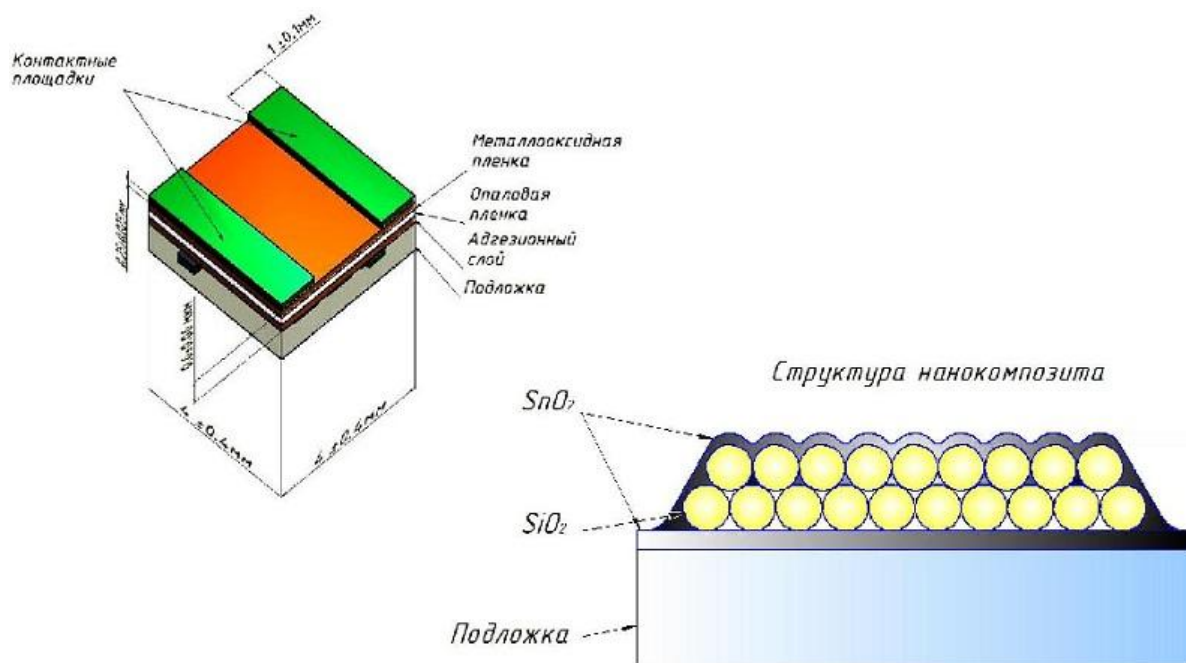


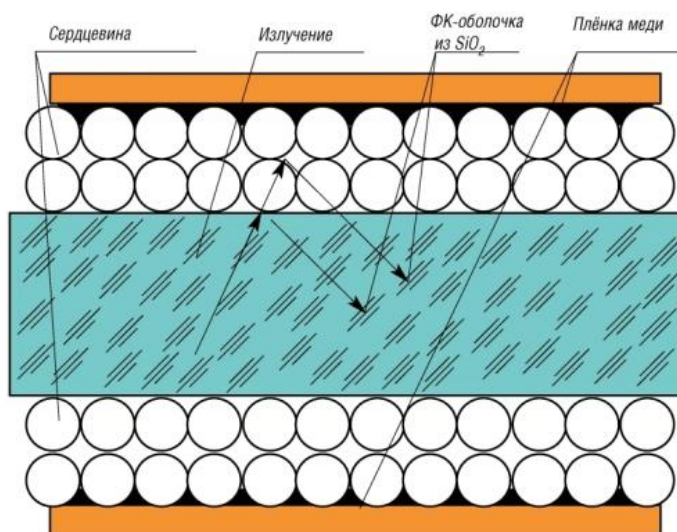
Рис. 1. Синтетический опал

Непосредственно опаловые матрицы (рис.1), т.е системы на основе упорядоченных наносфер кремнезема SiO_2 , получают осаждением монодисперсных частиц диоксида кремния из коллоидного раствора.

Решетки опала, образованные плотноупакованными сферами кремнезема, содержат пустоты, занимающие до 25% от общего объема кристалла, которые могут заполняться веществами другого сорта. В результате получают наносистемы с уникальными свойствами. Также опаловые матрицы можно использовать для формирования структур с развитой поверхностью при нанесении на опаловую матрицу тонкой пленки. Подобные структуры могут быть использованы при производстве чувствительного элемента газового сенсора (рис. 2а) [2], оптических волноводов (рис. 2б), СВЧ- фильтров (рис. 2в) [3], а также других областях техники.



а



б

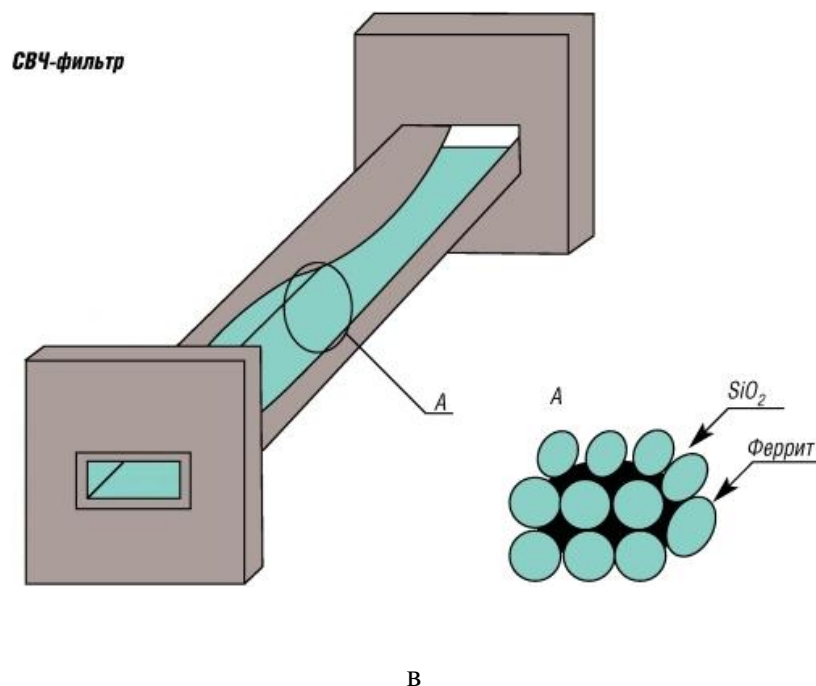


Рис. 2. Применение наноструктур на основе синтетического опала в технике: а – чувствительный элемент газового сенсора; б – оптический волновод; в – СВЧ-фильтр

Цель работы – исследование процесса роста пленки металла на поверхности опаловой матрицы.

В процессе работы были получены образцы, которые представляют собой слоистую структуру, сформированную из пленки опаловой матрицы и пленки золота. В качестве подложки используется стеклянная пластина размером 10x10x1 мм. Пленка золота формируется методом магнетронного распыления на установке вакуумного нанесения тонких пленок Учебно-инженерного центра нанотехнологий, nano- и микросистемной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана. Опаловая матрица формируется методом естественной седиментации на подготовленной и очищенной стеклянной пластине. Изготовлены образцы с разными значениями толщины пленки золота: 108нм (образец 2), 150нм (образец 3), 180нм (образец 4). В качестве контрольного использовался образец без пленки золота (образец 1).

Исследование образцов производилось на сканирующем зондовом микроскопе SOLVER NEXT на кафедре «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана. В ходе исследования были получены сканы всех образцов.

Для определения высоты рельефа был построен профиль рельефа для каждого из 4 образцов. На рис. 3 показан профиль рельефа образца 2.

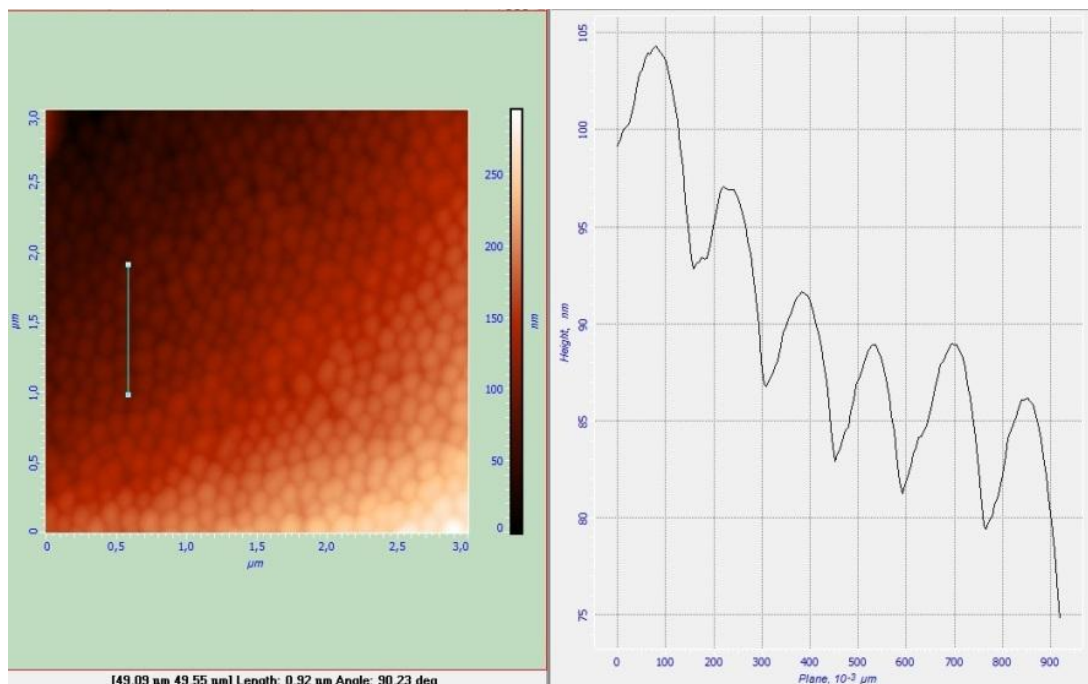


Рис. 3. Профиль рельефа образца 2

Для каждого образца была найдена средняя высота рельефа, т. е. усредненное по анализируемому профилю расстояние между линией выступов и линией впадин, значения шероховатости среднее арифметическое отклонение профиля по образцу, а также определен коэффициент, характеризующий кривизну профиля глобулы. Для определения указанного коэффициента была проведена аппроксимация профиля пяти глобул каждого образца кривыми 3-го порядка. На рис. 4 представлен профиль одной глобулы образца 2.

В среднем по образцам доверительный интервал коэффициента кривизны профиля глобулы составил 1784 ед.

В результате обработки результатов были построены графики зависимости высоты рельефа, шероховатости поверхности и кривизны профиля глобулы от толщины пленки золота (рис. 5).

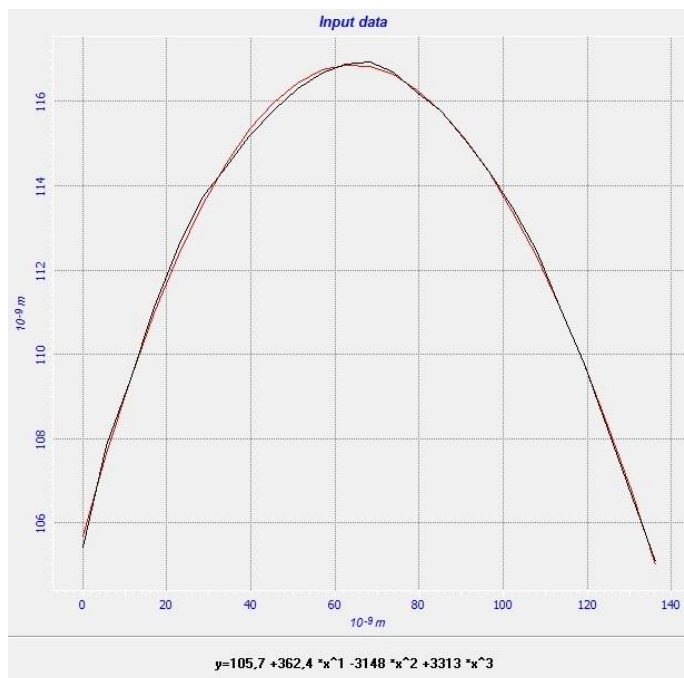
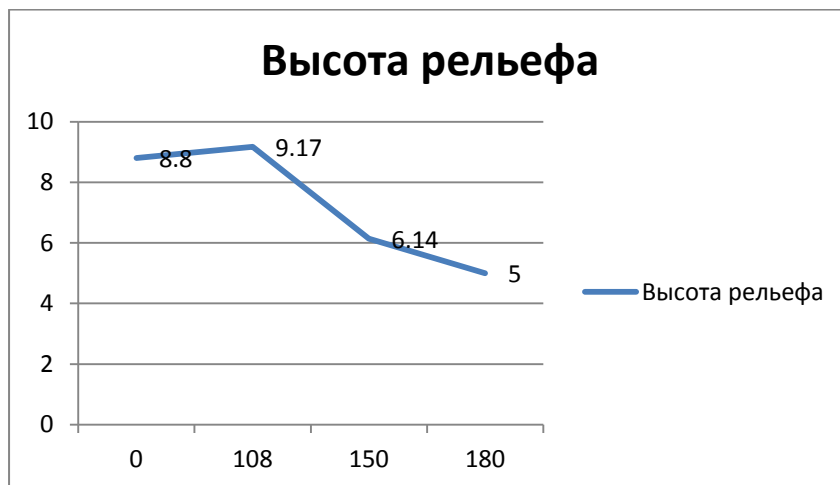
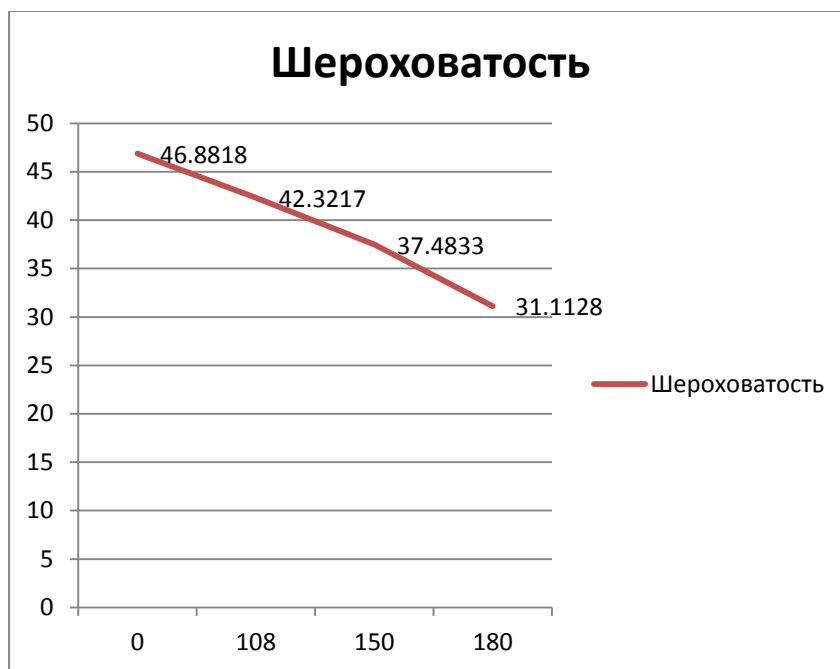


Рис. 4. Профиль глобулы опала с пленкой золота



а



б



в

Рис. 5. Результаты анализа: а - зависимость высоты рельефа от толщины пленки золота; б – зависимость шероховатости поверхности от толщины пленки золота; в - зависимость кривизны профиля глобулы от толщины пленки золота.

По результатам исследования полученных образцов можно судить о характере роста пленки золота на поверхности опала. А именно о том, что рост пленки осуществляется в несколько основных этапов:

1. начало роста пленки (именно в этот момент происходит преимущественный рост пленки на вершинах глобул);
2. «закупоривание» пор (внутри матрицы материал больше не попадает);
3. рост сплошной пленки.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии изготовления газовых сенсоров и элементов оптических систем.

Литература

1. Синицкий А.С. С фотонами – полный порядок! // ФНМ МГУ, М., 2009 – 4с.
2. Разработка технологии изготовления газочувствительного нанокompозитного элемента» /Курсовой проект/ Вострикова А.В. /МГТУ им.Н.Э.Баумана – М.2012.-50с.
3. 10. Беседина К., Булыгина Е.В. Самосборка самоцветов // Техника молодежи, вып.4 – 2010.