

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

А.И. Воробьева, Д.Л. Шиманович, Е.А. Уткина

Мембраны из пористого анодного оксида алюминия (ПАОА), изготовленные двухступенчатым анодированием алюминиевых заготовок (пластин или фольги) в водном растворе щавелевой кислоты, являются самыми популярными шаблонами, используемыми при получении магнитных наноконпозитов. Многообразие вариантов использования ПАОА матриц стимулирует проведение детальных исследований их физико-химических свойств различными методами. Сравнительный анализ методов исследования термических свойств ПАОА и наноконпозитов на его основе показал, что для исследования термодинамических характеристик наиболее подходит метод дифференциально-термического анализа. Практический интерес исследований в этом направлении связан также с тем, что встраивание различных наноэлементов в химически и термически инертную матрицу из оксида алюминия является одним из способов повышения их стабильности. Основная цель исследования состояла в том, чтобы определить, сохраняет ли такая мембрана упорядоченную пористую наноструктуру при температурах выше 800 °С. Это увеличило бы диапазон полезных свойств (температура и чистота) по сравнению с коммерческими мембранами ($T_{\max}=600-700^{\circ}\text{C}$) и мембранами, изготовленными в фосфорнокислом электролите. Были проведены комплексные исследования состава, структуры и термодинамических характеристик, в частности особенностей фазовых переходов I рода (кристаллизации) в ПАОА мембранах собственного изготовления. Дифференциально-термический и термогравиметрический анализ образцов проводили с использованием синхронного термического анализатора NETZSCH STA 409 PC/PG Luxx (Германия) с вертикальной загрузкой образцов.

Проведенные исследования показали, что фазовые переходы в ПАОА начинаются при температурах выше 850 °С. В целом экспериментально показано, что мембраны ПАОА изготовленные из Al фольги (99,995 %) двухступенчатым анодированием в 4 %-ном водном растворе щавелевой кислоты, как описано в работе [1], являются в достаточной степени химически и термически стойкими в интервале температур от комнатной до 850°С.

Такие мембраны, с сохранившейся после отжига упорядоченной структурой и не содержащие примесей, можно будет также использовать при синтезе термостойких материалов, используемых в процессах катализа и газоразделения при высоких температурах, и в качестве матриц (template) для формирования массивов УНТ CVD и PVD методами в среде аргона.

Литература

1. Vorobjova A.I., Shimanovich D.L., Yanushkevich K.I. et al. // Beilstein J. Nanotechnol. 2016. № 7. P. 1709–1717.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СМЕСЕЙ С РАДИОПОГЛОЩАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ В ИНФРАКРАСНОМ И СВЧ ДИАПАЗОНАХ

Л.Л. Ганьков, Т.А. Пулко

Для формирования покрытий с радиопоглощающими свойствами в пожароопасных промышленных и выделенных помещениях при проведении строительных и ремонтных работ целесообразно использовать огнезащитные составы с добавлением вспученного вермикулита. Цель работы заключалась в исследовании экранирующих характеристик полученного комбинированного покрытия в диапазоне частот 8...17 ГГц и его термограмм в пределах среднего и дальнего ИК-диапазонов. При измерении термограмм источник инфракрасного излучения генерировал направленный поток воздуха с температурой 80 °С при температуре окружающей среды 24 °С, а нагревание исследуемых образцов производилось равномерно до стабилизации температуры поверхности образца. Проводились измерения характеристик трех образцов комбинированных покрытий на основе огнезащитного состава толщиной 5 мм с

добавлением вспученного вермикулита (образец № 1), вспученного вермикулита и 40%-го водного раствора CaCl_2 (образец № 2), а также вспученного вермикулита, 40%-го водного раствора CaCl_2 и силикагеля (образец № 3). Установлено, что в диапазоне частот 8...17 ГГц образец № 3 обладает наилучшими значениями коэффициента отражения ЭМИ (-0,794...-16,669 дБ) при значениях коэффициента передачи ЭМИ 0...-2,357 дБ; образец № 2 обладает наилучшими значениями коэффициента передачи ЭМИ (-4,274...-6,997 дБ) при значениях коэффициента отражения ЭМИ 0...-10,44 дБ; образец № 1 обладает средними значениями коэффициентов отражения (0...-12,282 дБ) и передачи ЭМИ (-1,218...-3,712 дБ). При этом установлено, что для всех образцов (№ 1, 2, 3) кратность снижения температуры экрана относительно температуры источника излучения составила 2 раза. Полученные результаты исследований позволяют предложить применение разработанных комбинированных покрытий с экранирующими свойствами в диапазоне частот 8...17 ГГц и диапазоне длин волн 8...12 мкм для отделки производственных и выделенных помещений.

ОСОБЕННОСТИ ГЕТЕРОСТРУКТУР, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Д.Ч. Гвоздовский, М.С. Баранова, В.Р. Сتمпицкий

Интерес к наноматериалам связан с новыми фундаментальными научными проблемами и физическими явлениями, а также с перспективами создания устройств наноэлектроники, спинтроники и информационных технологий нового поколения. Спин-орбитальное взаимодействие является важной составляющей физических процессов, происходящих при работе спинтронных устройств. При определенных условиях, например, когда отсутствует центр инверсии, в наноразмерных структурах возникает перпендикулярное электрическое поле, которое взаимодействует с электронами проводимости. Это взаимодействие в конечном итоге приводит к расщеплению энергетических уровней на спин-вверх и спин-вниз в немагнитных структурах [1].

Проведено квантово-механическое моделирование влияния воздействия внешнего электрического поля на гетероструктуру, состоящую из графенподобного ZnS и графена. Расчеты проводились в программном комплексе VASP, который реализует метод теории функционала электронной плотности [2]. Взаимодействие между атомными остовами и валентными электронами описывалось методом присоединенных плоских волн (PAW). Структурная оптимизация считалась достигнутой при разнице полной энергии менее 1×10^{-6} эВ между двумя последними шагами. Интегрирование в импульсном пространстве проводилось по сетке k -точек $8 \times 8 \times 1$ сгенерированной по Гамма схеме. Энергией обрезания составляла 450 эВ. Для описания волновых функций валентных электронов был выбран функционал DFT-D2, учитывающий силы Ван-дер-Ваальса. Показано, что нарушение трансляционной симметрии приводит к возникновению релятивистского эффекта, который связан со спин-орбитальным взаимодействием, что в конечном итоге приводит к вырождению по спину. Наличие данного эффекта позволяет использовать материал в сенсорных устройствах.

Литература

1. R.Winkler, Phys.Rev. B. 2004. Vol. 10. P. 045317
2. Kresse, G. VASP the guide: tutorial / Austria, U. of Vienna. – 2003. – P. 94–104.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ОБЪЕКТИВ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

В.В. Давидович, А.Г. Черных, В.В. Шульгов

В основе функционирования объектива лежит эффект электросмачивания (electrowetting), т.е. изменения коэффициента смачивания поверхности под воздействием электрического поля или тока. Аберрационный расчет оптической системы позволил определить конструктивные элементы системы и состав применяемых жидкостей с минимальным значением отношения показателей преломления. Объектив представляет собой цилиндр из алюминиевого сплава АД-1н диаметром 22 мм и длиной 14 мм, герметично закрытый с двух торцов прозрачным стеклом. Положительным электродом устройства является