

вязкости при температуре $(40 \pm 0,5)$ °С, мм²/с меньше на 2,6 %, показатель рН на 2,2 %. В результате коррозионного воздействия на металл СОЖ на основе ПМС выявлено, что разработанный состав СОЖ не вызывает коррозии стального образца.

Разработанный состав СОЖ на основе ПМС по физико-химическим и потребительским свойствам не уступает VIKSOL EM-600, и обладает следующими свойствами: высоким охлаждающим и смазывающим эффектом; отличным смачивающим свойствам; стабильностью; высокими антикоррозионными свойствами.

Литература

- 1.Энтелис, С.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: справочник / С.Г. Энтелис, Э.М. Берлинер. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с.
- 2.Латышев, В.Н. Повышение эффективности СОЖ / В.Н. Латышев. – М. : Машиностроение, 1975. – 88 с.
- 3.Худобин, Л.В. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке / Л.В. Худобин, Е.Г. Бердичевский. – М. : Машиностроение, 1977. – 189 с.

Н.И. Тюленкова (УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)
Науч. рук. **В.Е. Гайшун**, канд. физ.-мат. наук, доцент

СТОЛБЧАТЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА, СФОРМИРОВАННЫЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Оксид цинка (ZnO) представляет большой интерес для применения во многих областях науки, техники и медицины в качестве функционального материала. Нано- и микрочастицы ZnO используются в пьезоэлектрических устройствах, дисплеях, солнечных батареях, газовых сенсорах, катализаторах. В настоящее время активно разрабатывается целый ряд полупроводниковых устройств с использованием наноструктур оксида цинка в виде нанопроводов, наностержней, нанолент [1]. Большой интерес вызывают уникальные оптические, электрофизические, теплофизические, механические и другие свойства одномерных структур, отличающиеся от свойств объемных материалов и пленок.

На сегодняшний день существует большое количество методов получения нано- и микрочастиц оксида цинка, которые разделяют на твердофазные, газофазные и жидкофазные. Преимущества жидкофазных методов по сравнению с другими заключаются в относительной простоте их технической реализации, экологичности, экономичности, а

также относительной простоте контролирования размера и морфологии получаемых продуктов [2].

Среди жидкофазных методов получения наноструктур ZnO можно выделить гидротермальный. Для формирования столбчатых наноструктур оксида цинка использовались подложки с нанесенным затравочным слоем.

Выращивание столбчатых наноструктур оксида цинка происходило в два этапа. Первый этап: нанесение затравочного слоя на подложки. Равномерные тонкие слои ZnO наносились на поверхность подложек золь-гель методом. В качестве подложек использованы полированные пластины кремния и стеклянные пластины. Тонкие плёнки ZnO были получены при использовании золя, который был получен путём растворения 1,5 г ацетата цинка $Zn(CH_3COO)_2$ в 8 мл изопропилового спирта. Изопропиловый спирт использовался в качестве жидкой среды для поддержания стабильности раствора и создания необходимой вязкости. Плёнки ZnO на кремниевые и стеклянные подложки наносили методом центрифугирования. Частота вращения подложки составляла 2000 об/мин. После этого подложки помещались в муфельную печь и выдерживались при температуре 250 °C в течение 5 минут. Финишный отжиг, который проводился при температуре 350 °C в течение 60 минут в муфельной печи, приводил к формированию равномерного слоя ZnO на поверхности подложки. Типичная толщина одного слоя по данным электронной микроскопии составляла порядка 30–40 нм. Для некоторых образцов нанесение затравочного слоя проводилось дважды и трижды.

Второй этап: синтез ZnO столбчатых наноструктур. Для синтеза столбчатых наноструктур оксида цинка на подложках проводилось химическое осаждение из раствора. В реакционный стакан помещали 1 мл этилендиамина в 200 мл дистиллированной воды. Далее при постоянном перемешивании по каплям к раствору этилендиамина добавляли 0,2 молярный водный раствор ацетата цинка $(Zn(CH_3COOH)_2)$ до установления pH 8,5. В получившуюся смесь опускали образцы с нанесенным зародышевым слоем ZnO. Реакционный сосуд в закрытом виде помещали на 2 ч в сушильный шкаф при температуре 85–110°C. По окончании синтеза образцы осторожно промывали дистиллированной водой и сушили на воздухе. Подложки располагались в реакционных сосудах вертикально. Время и температура выдержки аналогичны первому варианту. По окончании роста полученные образцы вынимались из раствора, промывались дистиллированной водой с целью смыть остаточные примеси с поверхности, и высушивались на воздухе.

Исследования образцов проводились методом растровой (РЭМ) электронной микроскопии. На рисунке 1 представлено изображение поверхности кремниевой пластины с сформированными на ней структурами оксида цинка, полученное с помощью (РЭМ).

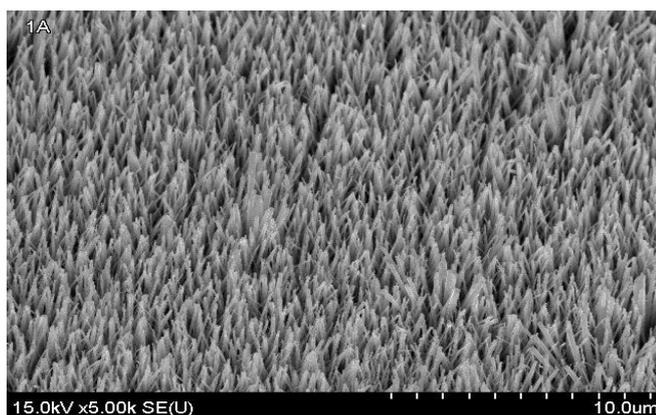


Рисунок 1 – РЭМ изображение упорядоченного массива наностержней ZnO, выращенного на подложке с затравочным слоем ZnO

Качество и морфология столбчатых наноструктур оксида цинка зависит от толщины зародышевого подслоя (наилучшие результаты получены при толщине подслоя 150 нм). Кроме того, установлено, что хорошее кристаллическое качество зародышевого слоя является необходимым для выращивания плотных массивов столбчатых наноструктур высокого качества, ориентированных перпендикулярно подложке. Было замечено, что температура гидротермального синтеза влияет на изменение роста столбчатых наноструктур оксида цинка. Чем выше температура – тем плотнее наностержни. На рисунке 2 представлено РЭМ изображение поперечного скола массива наностержней ZnO, синтезированных при температуре 90 °С.

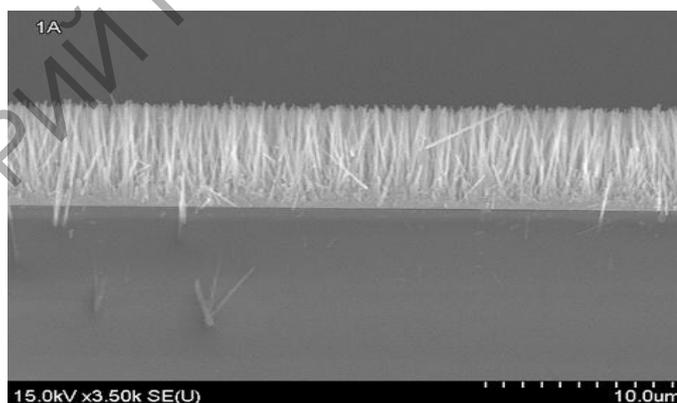


Рисунок 2 – РЭМ изображение поперечного скола массива наностержней ZnO, синтезированных при температуре 90 °С

Существенное влияние на свойства выращиваемых гидротермальным методом наноструктур ZnO может оказывать предварительный отжиг зародышевого слоя. Рост наностержней существенно улучшается при отжиге зародышевого слоя в атмосфере кислорода.

Литература

1. Грачева, И.Е. Наноматериалы с иерархической структурой пор : учеб. пособие / И.Е. Грачева, В.А. Мошников. – СПб. : «ЛЭТИ», 2011. – 106 с.
2. Золь-гель технология микро- и нанокомполитов : учебное пособие / В.А. Мошников [и др.] – СПб. : Лань, 2013. – 294 с.

Е.А. Фоминова (УО «ГГУ имени Ф. Скорины», Гомель)

Науч. рук. **В.В. Сидский**, ассистент

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЕНТОВ С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Введение. В настоящее время активно ведутся работы по получению чистых силикагелей. Наиболее распространенным и изученным на сегодняшний день является алкоксидный способ, использующий в качестве исходных реагентов различные эфиры кремниевой кислоты – тетраэтилортосиликат (ТЭОС), тетраметилортосиликат (ТМОС) и др., причем, коллоидный кремнезем (золь) формируется в результате химических реакций гидролиза и поликонденсации, а гель - путем целенаправленной агломерации частиц золя.

В результате использования золь-гель технологии предоставляются широкие возможности по получению ксерогелей, высокопористых аэрогелей, стекол, пористых катализаторов, пленок.

На начальной стадии золь-гель процесса происходит растворение исходных компонентов (алкоксидов металлов) с образованием гомогенных водного или органических растворов. Далее наступает гидролиз и поликонденсация продуктов реакции, приводящая к образованию золя, а затем коллоидной фазы. Гидролиз протекает при кислотном (HCl) катализе.

На скорость реакций гидролиза и поликонденсации также оказывают влияние многочисленные технологические факторы, основными из которых являются наличие катализатора, температура, pH, концентрация растворителя и т. д. [1].

Вводимый аэросил представляет собой чистый диоксид кремния (SiO₂), рыхлый голубовато-белый порошок. В нашем случае в качестве наполнителя использовался аэросил марки Т-30 (ФРГ); в котором средний размер частиц от 5 до 10 нм, он уменьшает значительную усадку гелей при сушке.

Процесс кристаллизации фазопереходных компонентов зависит от степени дисперсности фазопереходного наполнителя и от присутствия в