

Описанный способ фильтрации дрейфа изоэлектрической линии электрокардиосигналов с помощью кубической сплайн-интерполяции практически не дает ошибок при устранении дрейфа, частота которого равна частоте сердечных сокращений и превышает ее. Восстановленные сигналы имеют такие же параметры, что и исходные.

Библиографические ссылки

1. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ : учеб. пособие для вузов / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др. ; под ред. А. Л. Барановского, А. П. Немирко. М. : Радио и связь, 1993.

2. Lateloga M. T., Busbu D. E., Lyne R. J. Assessment of ST-segment Distortions by Direct-writing Electrocardiographic Recorders // Biomed. Technik. 1977. Vol. 22. № 5. P. 115–121.

3. Meyer C. R., Keiser H. N. Electrocardiogram Baseline Noise Estimation and Removal Using Cubic Splines and State-space Computation Techniques // Comput. Biomed. Res. 1977. Vol. 10. P. 495–470.

4. Злочевский М. С. Обработка электрокардиограмм методами сплайн-функции // Новости мед. техники. 1983. Вып. 1. С. 18–20.

5. Завьялов Ю. С., Леус В. А., Скороспелов В. А. Сплайны в инженерной геометрии. М. : Машиностроение, 1985.

6. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. М. : Мир, 1972.

S. P. Panko, A. V. Mishurov

ISOELECTRIC LINE DRIFT FILTRATION IN PROCESS OF CARDIOLOGICAL RESEARCHES

In the article we considered ways and methods of electrocardiosignal isoelectric line drift smoothing in the process of automatic control of a patient's heart activity .

Keywords: electrocardiosignal, filtration, drift of isoelectric line.

© Панько С. П., Мишуров А. В., 2010

УДК 66.097.5

М. М. Симунин, С. В. Хартов

ПЛЕНКИ ИНВЕРСНОГО КВАРЦЕВОГО ОПАЛА КАК СУБСТРАТ ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК*

В качестве средства формирования субстрата для синтеза углеродных нанотрубок разработана экспериментальная технология получения пленок инверсного кварцевого опала. Рассмотрены основные вариации технологии, целесообразность применения которых зависит от поставленных задач.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, инверсный опал, каталитические субстраты.

При использовании обычных химических газофазных методов синтез углеродных нанотрубок (УНТ) происходит в отсутствие контроля над направлением их роста [1]. Для задания направления роста УНТ можно придавать как особую форму катализатору синтеза УНТ, так и блокировать их рост по всем направлениям, кроме целевого. Для создания перпендикулярной относительно подложки ориентации УНТ могут использоваться поры, сформированные на подложке. Одним из таких методов является формирование пленочной структуры инверсного опала [2].

Опал представляет собой упорядоченную структуру из диэлектрических сфер. В свою очередь, инверсный опал представляет собой пористое тело, полученное в процессе

отвердевания кремниевой кислоты вокруг сформированной структуры опала из полимерных сфер с дальнейшим удалением этих сфер. В работе были использованы полимерные сферы полиметилметакрилата [3].

Методика приготовления инверсного кварцевого опала (ИКО) следующая: тетраэтоксисилан (ТЭОС) разбавляется этанолом и смешивается со слабокислым водным раствором соляной кислоты, затем к этой смеси добавляется водный коллоид полиметилметакрилатных сфер (ПММА), после чего прекурсорная смесь отжигается и сферы сначала спекаются, в материале образуется метаструктурный каркас, затем полимер окисляется и выгорает при более высоких температурах. Температура отжига может варьироваться от 350 до 600 °С. Время отжи-

*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

га может составлять от 1 до 8 ч в зависимости от толщины образцов и температуры.

Для формирования инверсного кварцевого опала в виде пленок методику формирования следует разделить на три возможных варианта. Первый – нанесение на подложку слоя прекурсорной смеси. Второй – нанесение на подложку отдельно слоя ТЭОС-содержащей смеси и затем слоя ПММА. И третий – нанесение на подложку сначала слоя ПММА с последующим нанесением ТЭОС-содержащей смеси.

В первом случае адгезия инверсного опала зависит исключительно от свойств подложки. Во втором случае между подложкой и инверсным опалом образуется переходный кварцевый слой, который обеспечивает прилипание инверсного опала к подложке. В третьем случае формируется приповерхностный слой ПММА, который при должной адгезии и диффузии смеси ТЭОС с соляной кислотой через ПММА позволит после термоокислительного удаления ПММА гарантированно сформировать на подложке пористую структуру. В работе в качестве подложки использовались пластины щелочного стекла.

Реализация первого случая показала низкую адгезию материала инверсного кварцевого опала к подложке. Вся поверхность подложки оказалась покрыта однородной разрывной пористой пленкой SiO_2 (рис. 1).

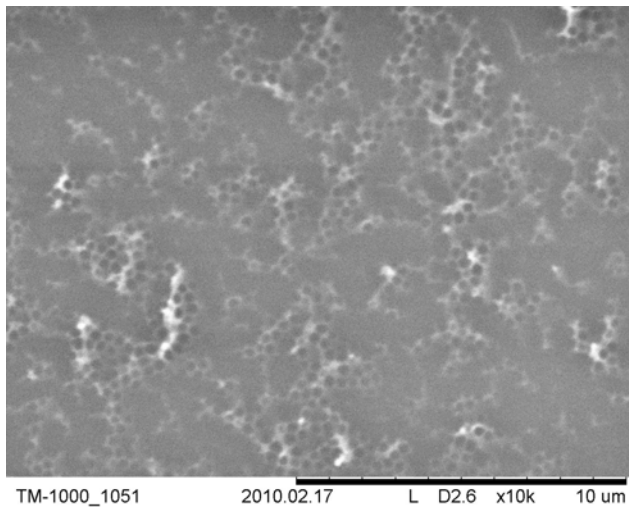


Рис. 1. Слой инверсного кварцевого опала, полученный нанесением прекурсорной смеси на подложку

Полученный результат связан с активным образованием кварцевого стекла в объеме прекурсорной смеси и глобул ПММА-частиц, что не дает возможности слою ИКО однородно сформироваться на поверхности подложки и затем образовать на ней пористую структуру инверсного кварцевого опала.

Реализация второго случая указала на образование на подложке из щелочного стекла тонкой пленки диоксида кремния, которая минимально взаимодействует с наносимым на него ПММА, вытесняя его на поверхность и не формируя упорядоченной структуры пор после выгорания сфер ПММА (рис. 2).

Реализация третьего случая была осложнена тем, что при высыхании двухслойной структуры ПММА–ТЭОС различие в коэффициентах усыхания каждого слоя при-

водило к возникновению механических напряжений, направленных на скручивание формируемого бисюля с его последующим отслаиванием от подложки.

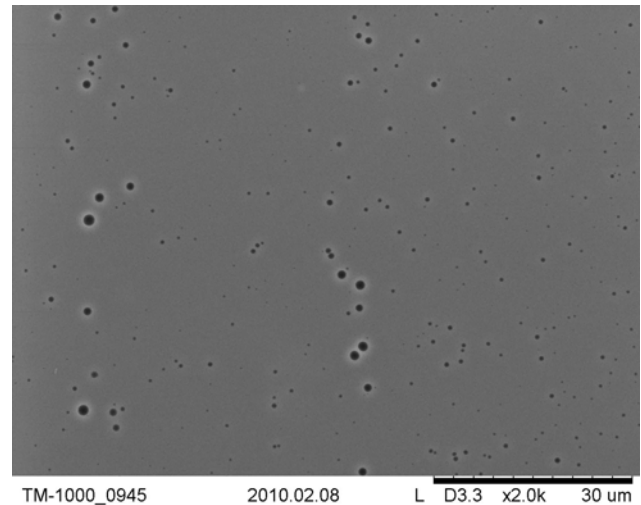


Рис. 2. Слой инверсного кварцевого опала, полученный нанесением смеси ТЭОС с соляной кислотой на подложку с последующим нанесением ПММА-коллоида

Однородное прилипание ПММА к подложке можно обеспечить добавлением поверхностно-активного вещества (ПАВ) в коллоид, что и было сделано. В качестве ПАВ был выбран додецилсульфонокислый натрий (лаурилсульфат натрия).

Обнаружено, что получаемая структура кварцевых пор зависит от добавления ПАВ в коллоид ПММА. После нанесения коллоида, прекурсорной смеси, а затем сушки и отжига на стекле получалась неразрывная в больших масштабах пленка кварцевых пор (рис. 3).

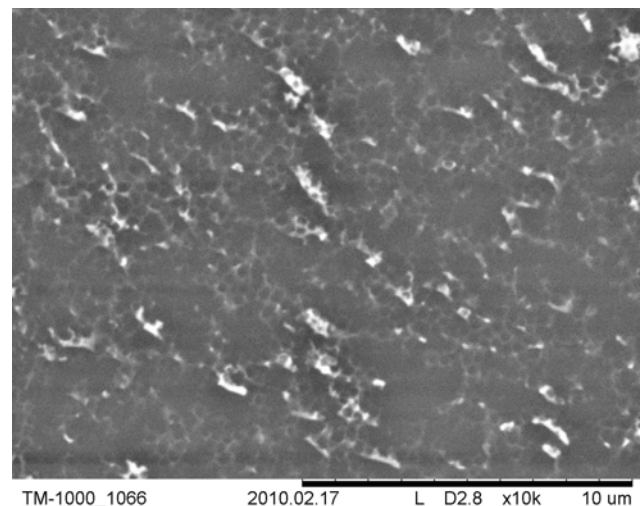


Рис. 3. Кварцевые поры на стеклянной подложке. К водному коллоиду ПММА добавлялся ПАВ

Однако добавление ПАВ вызвало искажение в структуре пор по сравнению с другими удачными результатами.

Для эффективного формирования инверсного кварцевого опала в форм-факторе тонких слоев была разработана «сэндвич-методика», предполагающая раздельное нанесение тонких слоев ПММА-сфер (рис. 4) и прекур-

сорной смеси на обоюдные стороны двух подложек. После определенного времени выдерживания каждого слоя подложки приводились в контакт. Таким образом, предложенную методику можно рассматривать как аналог импринт-литографии [4]. Время выдерживания слоя ПММА-сфер определялось скоростью удаления из него дисперсионной среды, а время выдерживания ТЭОС-содержащего слоя – скоростью перехода ТЭОС-смеси в гель поликремниевой кислоты. В результате механического контакта подготовленных описанным способом подложек поликремниевая кислота обволакивает ПММА-сферы.

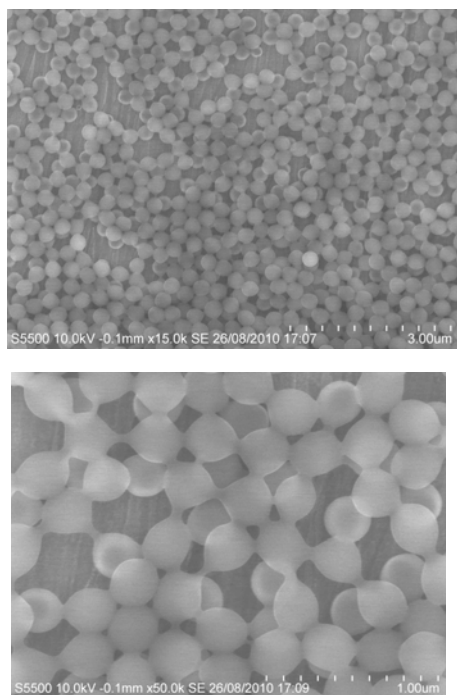


Рис. 4. Слой ПММА-сфер. РЭМ-изображение

По описанной «сэндвич-методике» были получены протяженные массивы пор с достаточной адгезией к подложке (рис. 5, 6).

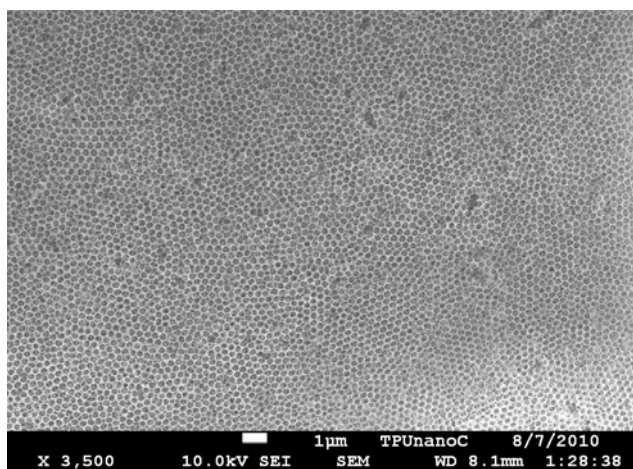


Рис. 5. Слой инверсного кварцевого опала, полученный по «сэндвич-методике». РЭМ-изображение

Кроме того, поскольку данные поры формируются не на свободной поверхности, а на границе с твердым

телом (ответной стороне закрытой «сэндвич-структуры»), то удается достигнуть предельно тонкой структуры пор. Иными словами, поры имеют геометрию типа «осинового гнезда» и характеризуются острыми краями с большей крутизной стенок (вплоть до отрицательных углов на выходе из пор (см. рис. 6).

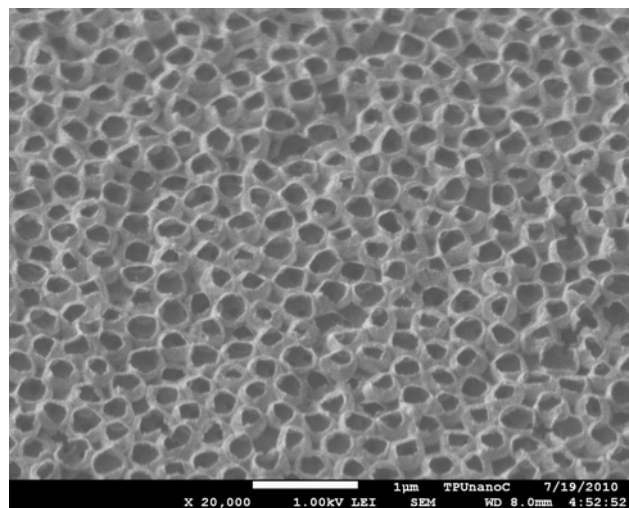


Рис. 6. Структура пор слоя инверсного кварцевого опала, полученного по «сэндвич-методике». РЭМ-изображение

Данные особенности геометрии пор имеют существенное значение для организации консольного закрепления углеродных нанотрубок в вертикальном положении: при достаточно малом радиусе закругления верхних краев пор углеродной нанотрубке становится энергетически невыгодным изгибаться, чтобы сохранить контакт с поверхностью твердого тела, вследствие чего она может продолжить свой дальнейший рост в отрыве от поверхности, подобно консольной балке. При формировании пор на свободной поверхности имеет место эффект сглаживания геометрии их краев (рис. 7).

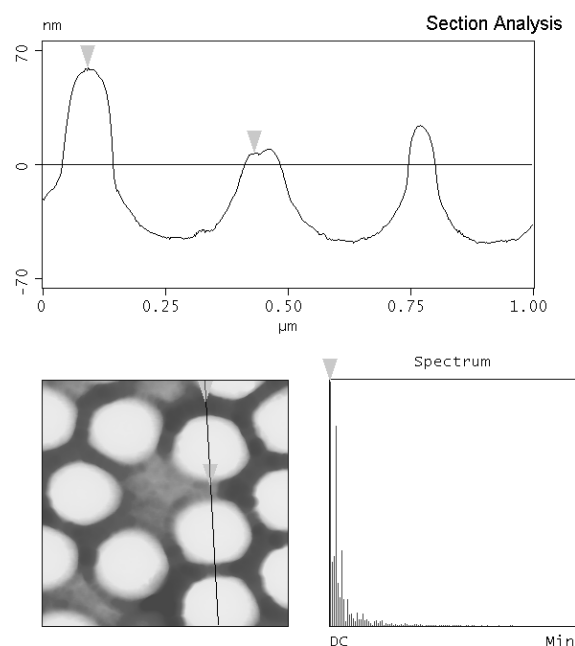


Рис. 7. Структура пор слоя инверсного кварцевого опала со свободной поверхностью. АСМ-изображение

Рост пространственной упорядоченности пор инверсного кварцевого опала может быть достигнут посредством увеличения температуры отжига (рис. 8). В то же время увеличение упорядоченности метаструктуры ИКО ведет к ее более низкой адгезии к подложке.

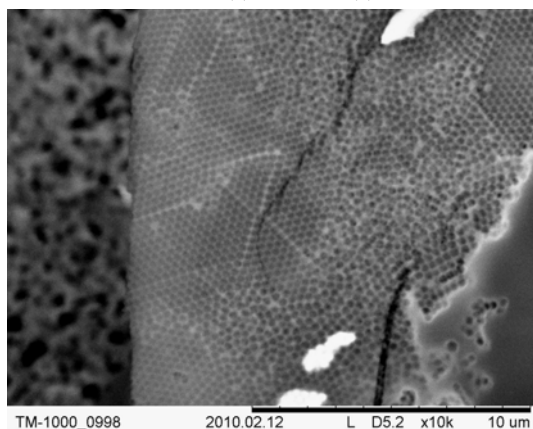


Рис. 8. Структура пор слоя инверсного кварцевого, полученного при повышенных температурах.
РЭМ-изображение

Таким образом, была решена задача реализации экспериментального технологического процесса формирования нанопрофилированных подложек на основе ИКО. Выявлено, что однородность ИКО зависит от однородности распределения ПММА и силы его адгезии к подложке, а его упорядоченность – от температуры отжига.

Библиографические ссылки

1. Раков Э. Г. Химия и применение углеродных нанотрубок // Успехи химии. 2001. № 70. С. 934–973.
2. Holland B. T., Blanford C. F., Stein A. Synthesis of macroporous minerals with highly ordered three-dimensional arrays of spheroidal voids // Science. 1998. № 281. P. 538–540.
3. Model filled polymers. V. Synthesis of crosslinked monodisperse polymethacrylate beads / D. Zou, S. Ma, R. Guan et al. // J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem. 1992. № 30. P. 137–144.
4. Nanoelectrochemical transducers for (bio-) chemical sensor applications fabricated by nanoimprint lithography / M. Beck, F. Persson, P. Carlberg et al. // Microelectronic Engineering. 2004. № 73–74. P. 837–842.

М. М. Симунин, С. В. Хартов

FILM OF INVERSE QUARTZ OPAL USED AS SUBSTRATE FOR CATALYTIC SYNTHESIS OF CARBON NANOTUBES

Technology of inverse quartz opal film production was used as a mean of substrate formation for carbon nanotube synthesis. In the article we observe basic variations of the technology and methods which can be used for various film applications.

Keywords: carbon nanotubes, inverse opal, catalytic substrates.

© Симунин М. М., Хартов С. В., 2010

УДК 621.311.21 – 59.45.33

Г. Я. Шайдуров, А. М. Волошин, В. Н. Ветошкин, В. В. Гондарев, М. Н. Сулопаров

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ*

Рассмотрены концептуальные подходы к созданию импортозамещающих технологий мониторинга крупных гидротехнических сооружений – радиотехнического створа, автоматических датчиков гидронивелиров и деформометров для контроля береговых примыканий сооружений плотины.

Ключевые слова: мониторинг, гидротехнические сооружения, радиотехнический створ, гидронивелир, уровень, деформометрический контроль, примыкание.

В районах Восточной Сибири, в частности, на территории Красноярского края, расположен ряд потенциально опасных наземных и подземных промышленных инженерных сооружений, представляющих непосредственную угрозу жизнедеятельности населения. Наиболее

опасными и требующими всестороннего мониторинга и пристального внимания объектами, являются крупнейшие гидротехнические сооружения: Красноярская ГЭС, Саяно-Шушенская ГЭС и строящаяся Богучанская ГЭС.

*Работа выполнена при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» (код проекта КФ-63).