

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОМЕМБРАН НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЛОЁВ ПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Шиверский А. В.^{1,4}, Симунин М. М.^{2,3,4}, Хартов С. В.^{3,4}, Фадеев Ю. В.⁴
научный руководитель д-р. физ.-мат. наук, проф. Лямкин А. И.¹

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Московский институт электронной техники*

³*Красноярский научный центр СО РАН*

⁴*ООО «ФанНано»*

В настоящее время пристальное внимание направлено на создание мембранных материалов обладающих высокой селективностью, высокой проницаемостью и высокой стабильностью при проведении процессов разделения и фильтрации. Одним из наиболее распространенных способов создания материалов, характеризующихся заданными параметрами пористой структуры и высокой термической стабильностью, является пористый анодный оксид алюминия (АОА)[1]. В процессе синтеза пленок пористого АОА, путем регулирования условий анодного окисления, возможно варьирование таких параметров, как диаметр пор и толщина получаемой оксидной пленки, что позволяет синтезировать мембранные материалы, обладающие оптимальными характеристиками для требуемого процесса разделения[2]. Следующим шагом по улучшению селективности была модификация поверхности стенок пор мембраны, которая позволяет управлять скоростью транспорта различных компонентов, следовательно, селективностью мембраны[3].

В данной работе предложен новый подход к улучшению селективных свойств мембраны, на основе пористого АОА. Он сочетает в себе ранее разработанные методы улучшения селективности: регулирования диаметра и модификации стенок пор. Предложенный подход заключается в комбинации модифицированных слоев мембраны в едином технологическом процессе. На рисунке 1 представлено схематичное изображение предлагаемой структуры, визуально её можно представить, как состоящую из двух слоев: слой «А» представляет собой массив упорядоченных пор заданного диаметра и глубины; слой «Б» - поры заданного диаметра и глубины, стенки которых равномерно покрыты тонким проводящим слоем. Принцип работы такой мембраны состоит в том, что слой «А» отфильтровывает частицы размером меньше диаметра пор, а при помощи слоя «Б» можно будет управлять ионным транспортом в мембране.

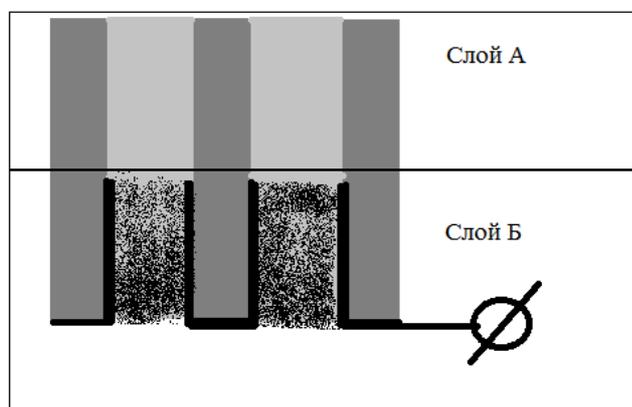


Рисунок 1. Схематичное изображение мембраны на основе модифицированных слоев пористого АОА

Для синтеза данной структуры предложен метод одновременного двухстороннего анодирования. Специфика образования пористого АОА такова, что когда фронты роста пор пересекаются, на их границе образуется диэлектрическая прослойка из сплошного АОА. В этой прослойке остаются локализованными кластеры алюминия, которые уже не могут быть дальше проокислены, в виду отсутствия омического контакта с источником питания (рис. 2,А). Данная прослойка обычно воспринимается как отрицательный фактор, и с ней старались всячески бороться, в данной работе она использована и является положительным фактором, так как позволяет поместить в поры катализатор для получения проводящего слоя. При помощи технологии химического осаждения из газовой фазы в вакууме получен проводящий слой на стенках пор слоя «Б» из аморфного углерода. На рисунке 2,Б показан скол слоя «Б» и углеродного слоя, после растрова пористого АОА. На изображении видно, что проводящий слой образовался только вдоль стенок пор и непрерывен по всей её длине. Технология химического осаждения углерода из газовой фазы также позволяет получить на выходе пор слоя «Б» проводящую сетку, самоорганизованную из углеродных нанотрубок, что, в свою очередь, обеспечивает омический контакт ко всему массиву пор, покрытых углеродным слоем.

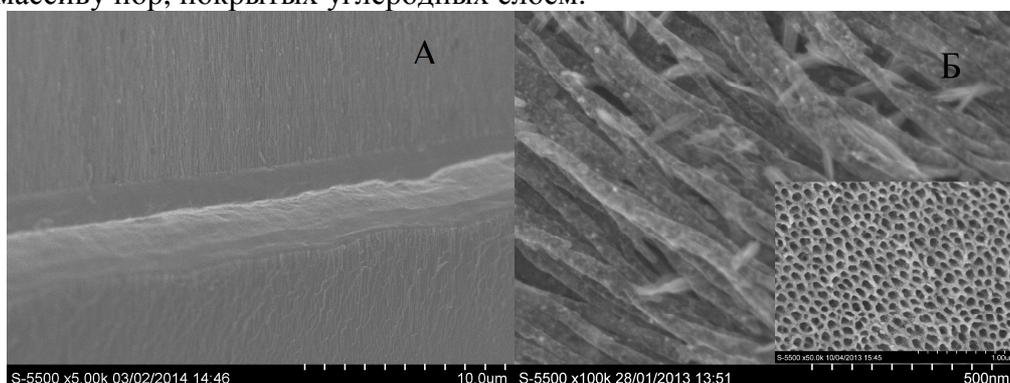


Рисунок 2. РЭМ изображение: А) диэлектрической прослойки между слоями пористого АОА; Б) углеродного слоя, синтезированного в пористом АОА.

После осаждения аморфного углерода из газовой фазы возможно дальнейшее анодирование слоя «А», так как через слой аморфного углерода осуществляет омический контакт между источником питания и оксидом алюминия с алюминиевыми кластерами. В результате этой операции мембрана должна стать сквозной. Параметры этого этапа обрабатываются в настоящее время.

Список литературы:

1. Хенли В.Ф. «Анодное оксидирование алюминия и его сплавов». – М.: Металлургия, 1986. – 152 с.
2. Петухов Д.И., и др., «Анодный оксид алюминия: мембраны с контролируемой газопроницаемостью», Критические технологии. Мембраны. 2009, том 43, №3, стр. 16-22.
3. Хартов С.В. и др., «Технология формирования графитизированных нанотубуленов в слое пористого анодного оксида алюминия», Вестник СибГАУ 2013, том 49, выпуск 3, стр 228-233.