

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОНСОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

С.А. Биран, Д.А. Короткевич, А.В. Короткевич

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
E-mail: korotkevich@bsuir.by*

Аннотация. Использование наноструктурированных материалов является одним из важнейших направлений развития МЭМС/НЭМС. В этой связи большой интерес представляют нанопористые материалы, в частности анодный оксид алюминия. В данной статье приведены результаты исследования влияния прогиба консольных элементов (мембран) различной толщины и конструкции на основе анодного оксида алюминия к приложенным механическим нагрузкам.

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) широко используются в различных областях медицинской электроники. Важным признаком МЭМС является наличие движущихся частей, предназначенных для активного взаимодействия с окружающей средой. На сегодняшний день в качестве исходных материалов широко используются кремний и его модификации, обладающие достаточно высокими физико-механическими свойствами. Технология создания МЭМС на его основе в ряде случаев не позволяет получить требуемую форму (например, квадратное сечение) элемента, сопряжена с высокотемпературными операциями, что ухудшает физико-механические характеристики и приводит к появлению значительных внутренних механических напряжений. На основе анодного оксида алюминия могут быть изготовлены активные элементы датчиков ускорения, давления, а так же магнитных датчиков [1].

В качестве материала для эксперимента использовался алюминий марки А0Н толщиной 0,9 мм. Предварительная подготовка подложек включала резку на пластины размером 60x48 мм и термостатическую рихтовку. Рихтовку проводили под гидравлическим прессом с усилием 85-90 кг/см³. Прецизионную обработку поверхности осуществляли методом алмазного точения. Очистка поверхности осуществлялась в хромпике. Для улучшения качества поверхности и утонения подложки подвергались травлению в 10% растворе NaOH при 40°C в течение 1,5 часов. Перед анодированием на поверхности подложки была сформирована маска из фоторезиста. Анодирование проводилось в 7%-ном растворе щавелевой кислоты с постоянным перемешиванием электролита в гальваностатическом режиме при плотности тока 25 мА/см². Время анодирования варьировалось от 1 до 3 часов для получения образцов с различной толщиной оксида алюминия. Температура электролита поддерживалась на уровне 15°C. После анодирования остатки фоторезиста удалялись в растворе на основе моноэтаноламина и диметилформамида. Травление алюминия осуществлялось в растворе соляной кислоты и перекиси водорода. Толщина полученного оксида измерялась при помощи прибора «Константа 5К».

Конструктивно образцы представляют собой инерционную массу круглой формы, подвешенную на консолях из Al₂O₃, что можно видеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура получаемых образцов

Измерение прогиба мембран осуществлялось с помощью микроскопа МИИ-4. Конструктивно образцы отличались друг от друга количеством консолей: 2, 3, 4. Вес нагрузки

варьировался от 3 до 20 мН. Толщина оксида консолей в полученных образцах составляла от 80 мкм до 100 мкм. Величина прогиба мембран линейно зависит от приложенной механической нагрузки. При увеличении количества консолей её значение уменьшается.

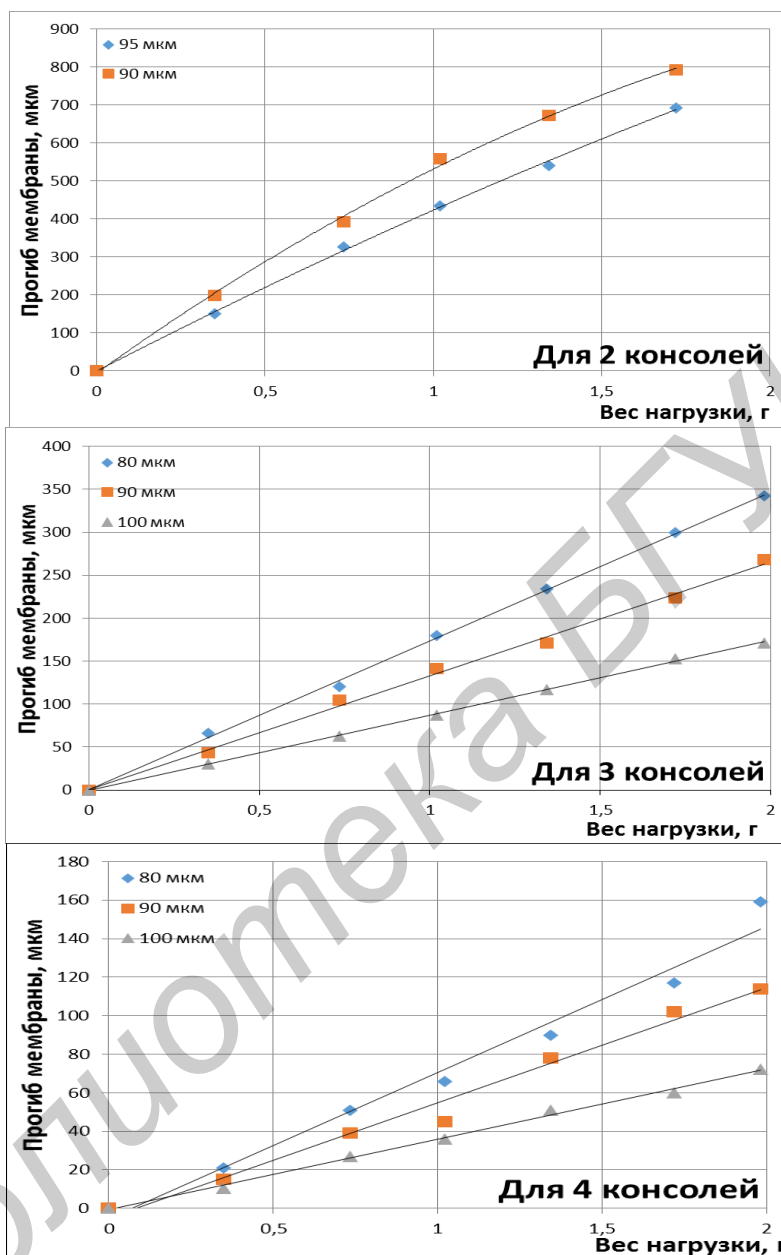


Рисунок 2 – Графики зависимости прогиба от приложенной механической нагрузки

Чувствительность рассчитывалась, как отношение прогиба мембраны к приложенной к ней нагрузке. Минимальное значение чувствительности было получено для образца с 4-мя консолями и толщиной оксида в 100 мкм и составило $3,5 \cdot 10^{-3}$ м/Н. Максимальное значение для образца с 2-мя консолями и толщиной оксида 90 мкм – $53 \cdot 10^{-3}$ м/Н. Чувствительность линейно возрастает при уменьшении толщины оксида. Увеличение диапазона и чувствительности активных элементов датчиков, может быть достигнуто путем варьирования параметров анодирования.

Литература

1. Мухуров, Н.И. Алюмооксидные микро-наноструктуры для микроэлектромеханических систем / Н.И. Мухуров. – Минск: Бестпринт, 2004.