

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОПРОВОДОВ АНОДНОГО ОКСИДА НИОБИЯ

Захаров Я.А., Ларин Т.Д., Карженевская В.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

Плиговка А.Н. – канд. тех. наук, с. н. с. НИЛ 4.10 «Нанотехнологии»

Позняк А.А. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Двумерные массивы нанопроводов оксида ниобия, инкапсулированного в анодном оксиде алюминия, сформированы методом электрохимического анодирования, а с помощью напыления, химического травления и фотолитографии на одной из поверхностей образцов сформированы алюминиевые контактные площадки тестовых структур. Результаты измерений термоэлектрических свойств тестовых структур показали значения термоЭДС от единиц микровольт до нескольких милливольт в зависимости от разности температур.

Создание наноматериалов с новыми уникальными свойствами имеет большое значение для микро- и наноэлектроники, так как с уменьшением размеров структурных элементов проявляются новые, ранее неизвестные свойства. Например, оксид ниобия, до сих пор известный как диэлектрик и альтернатива  $\text{SiO}_2$ , благодаря анодному формированию и наноструктурированию в виде нанопроводов, показал полупроводниковые свойства [1], что дало предпосылки для исследования его в качестве термоэлектрического материала.

В данной работе с помощью магнетронного распыления, электрохимического анодирования, химического травления и фотолитографии были сформированы тестовые структуры с нанопроводами анодного оксида ниобия и исследованы их термоэлектрические характеристики.

Экспериментальные образцы формировали по методике, представленной в работе [1]. Для исследования термоэлектрического эффекта проводили формирования верхних контактных площадок из алюминия. С этой целью часть пористого анодного оксида алюминия (АОА) химически удаляли в селективном травителе (50%-й водный раствор ортофосфорной кислоты) при температуре  $50\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 300 с. В результате этого нанопровода оксида ниобия, расположенные в матрице АОА, выступали над поверхностью сформированной наноструктуры примерно, на 40 нм. Затем проводили напыление слоя алюминия толщиной 500 нм, фотолитографию и травление по шаблону контактных площадок площадью  $1 \times 1\text{ мм}^2$ .

На рис. 1 показано схематическое изображение тестовой структуры, а также принципиальная схема измерения её термоэлектрических свойств. Нагрев производили от  $20$  до  $120\text{ }^\circ\text{C}$  со стороны кремниевой пластины с помощью элемента Пельтье, подключенного к источнику тока. Вторая сторона экспериментального образца с контактными площадками из алюминия охлаждалась естественным образом. Температуру измеряли с обеих сторон наноструктуры с помощью термометра, а затем определяли разницу температур. Напряжение снимали с двух алюминиевых контактных площадок. Результаты измерений термоЭДС показали рост напряжения от единиц микровольт до нескольких милливольт. В случае более эффективного охлаждения второй стороны экспериментального образца с помощью кулера, а следовательно, большей разницы температур с разных сторон наноструктуры, наблюдали еще больший рост термоЭДС.

Таким образом, опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о наличии термоэлектрического эффекта у анодного оксида ниобия, наноструктурированного методом электрохимического анодирования до нанопроводов. Исследование данного материала в предложенном направлении является актуальной задачей, которая позволит разработать на его основе новые приборы микро- и наноэлектроники.

### Список использованных источников:

1. Pligovka, A. Anodic Niobia Column-like 3-D Nanostructures for Semiconductor Devices / A. Pligovka, A. Lazavenka, G. Gorokh // IEEE Transactions on Nanotechnology. – 2019. – Vol. 18. – P. 790-797.

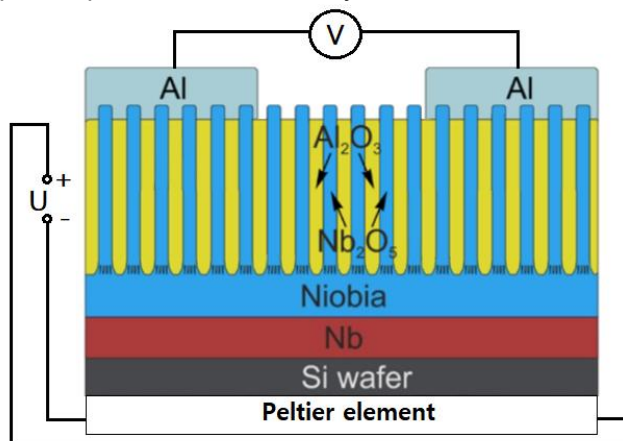


Рисунок 1 – Схематическое изображение тестовой структуры и принципиальная схема измерения её термоэлектрических характеристик