

## МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ В СЛОЯХ НАНОПОРИСТОГО КРЕМНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЦТС-КЕРАМИКИ

В.В. Шалимов<sup>1</sup>, П.Н. Якушев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО "Силициум", г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Россия

Нанопористый кремний и керамика на основе цирконата-титаната свинца (ЦТС-керамика) сами по себе обладают уникальными свойствами. Показано, что при их механохимическом взаимодействии возможно создание композиций с металлическим типом проводимости. Формирование токопроводящих дорожек происходит, когда частицы кремния вклиниваются в микротрещины, создают уникальные высокочувствительные слои пьезокерамических соединений, в том числе интеркалаты. Внедренные атомы кремния деформируют элементарные ячейки кристаллов и перераспределяют заряды в них. Связь с решеткой образуется за счет перехода электронов в пограничные слои или пространство между ними. В переходных слоях при  $T < 260$  К возникают цепочки с электропроводностью металлического типа, шунтирующие пьезодиэлектрик.

**Ключевые слова:** пьезоэффект, пьезоэлемент, механохимия, микротрещины, перовскит, интеркалаты.

В настоящей работе сообщается о регистрации металлической проводимости в слоях нанопористого кремния, сформированных на пьезокерамической подложке из ЦТС-керамики (керамики на основе цирконата-титаната свинца). О важности результата говорят работы [1–6] по изучению металлической проводимости. Исследования проводятся в основном на керамике со структурой перовскита [1] и, в меньшей степени, на кремнии [2]. Идея состоит в выстраивании ионной имплантацией слоистых Si-наноструктур с высокой плотностью упаковки атомов. Известно, что аналогичные структуры можно формировать и ударным нагружением [3]. В этом случае на уровне атомных объемов уплотняются элементарные кристаллические ячейки. Для полупроводников и диэлектриков это имеет принципиальное значение, так как может создать в них металлическую или высокотемпературную сверхпроводимость (ВТСП). Механические давления в процессе холодного прессования кремния способствуют прохождению туннельных реакций, образованию химических связей между поверхностными атомами в местах соприкосновения микрочастиц [4]. Теоретически показано [5, 6], что высокие давления создают сильные упругие напряжения, т.е. условия для появления металлической или даже высокотемпературной сверхпроводимости.

В нашей работе обнаружена металлическая проводимость в поляризованной ЦТС-керамике. Опыты проводились по методике, описанной в [7]. Как и прежде, измерялась амплитуда пьезоэлектрических напряжений, возникающих в пьезоэлементе (рис. 1, а) под действием знакопеременной силы 1.0 Н с частотой 1 Гц, при понижении температуры от комнатной до 150 К. Отличие заключалось в подготовке образцов и процедуре испытаний. Вначале, так же как и в [7], получали кривую зависимости амплитуды пьезонапряжений от температуры  $U = f(T)$  (рис. 2, кривая 1) для

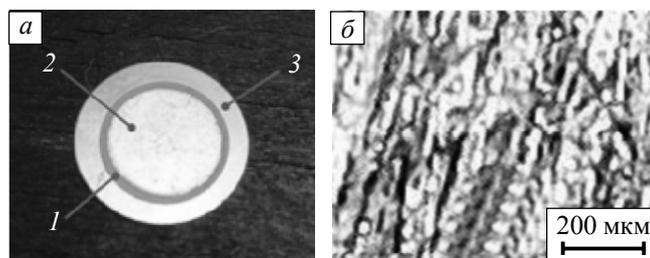


Рис. 1. Пьезоэлемент: 1 – пьезокерамика (диаметр 9 мм, толщина 100 мкм); 2 – электрод «–» (напыление серебра, диаметр 8 мм, толщина 10 мкм); 3 – электрод «+» (латунь, диаметр 12 мм, толщина 100 мкм) (а); фрагмент поверхности ЦТС-керамики, модифицированной кремнием (б)

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>