

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ СТРУКТУР n-Si/SiO₂/Ni В МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

А.А.Павленко, А.В.Петров, Е.Ю.Канюков, С.Е.Демьянов

*ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», г. Минск, П.Бровки 19,
тел. 284-11-93, факс 284-15-58, e-mail: chykai@mail.ru*

В настоящее время широко развивается поиск новых технологий, которые позволят уменьшать размеры электронных приборов до нанометрового диапазона. В этой связи возрастает интерес к развитию нетрадиционных технологий формирования наноматериалов, наноструктур и их массивов. В данной работе используется технология треков быстрых тяжелых ионов, связанная с формированием в слое оксида кремния узких и протяженных областей радиационного повреждения («латентных ионных треков») в результате воздействия высокоэнергетичных ионов. В дальнейшем, с помощью химического травления латентных ионных треков, формируются нанопоры, которые могут иметь цилиндрическую либо коническую форму и размеры от 10 до 1000 нм в зависимости от параметров облучения, условий травления и типа подложки. На основе протравленных ионных треков в оксидированном кремнии сформированы однородные наноконпозиции из ферромагнитных (Ni) или немагнитных (Cu) наночастиц. Результаты исследований данных структур должны обеспечить возможность разработки различных электронных устройств с нелинейными вольт-амперными характеристиками.

Цель данной работы заключается в изучении механизмов переноса носителей заряда в структурах n-Si/SiO₂/Ni (рис. 1 а) и их поведения в присутствии магнитного поля в широком диапазоне температур.

Измерение температурных зависимостей электросопротивления (R) образца n-Si/SiO₂/Ni в режиме постоянного тока показывает, что в нулевом магнитном поле и в поле 12 Тл они имеют схожий вид (рис. 1 б). При понижении температуры во всем исследованном интервале наблюдается уменьшение проводимости структуры, что характерно для полупроводников. Однако, в целом вид зависимостей R(T) значительно более сложный и условно может быть разделен на три температурных интервала: I – 300-210 К, II – 210-35К, III – 35-18К. В первом температурном интервале имеет место параболическое увеличение электросопротивления, которое выходит на насыщение при температуре порядка 240 К. При T = 210 К наступает резкий перегиб, после которого сопротивление начинает снова возрастать по параболе с тенденцией к насыщению начиная с температур ~ 60 К, второй интервал. В третьем температурном интервале наблюдается экспоненциальный рост сопротивления, свойственный для полупроводников, которые в этой области температур становятся диэлектриками.

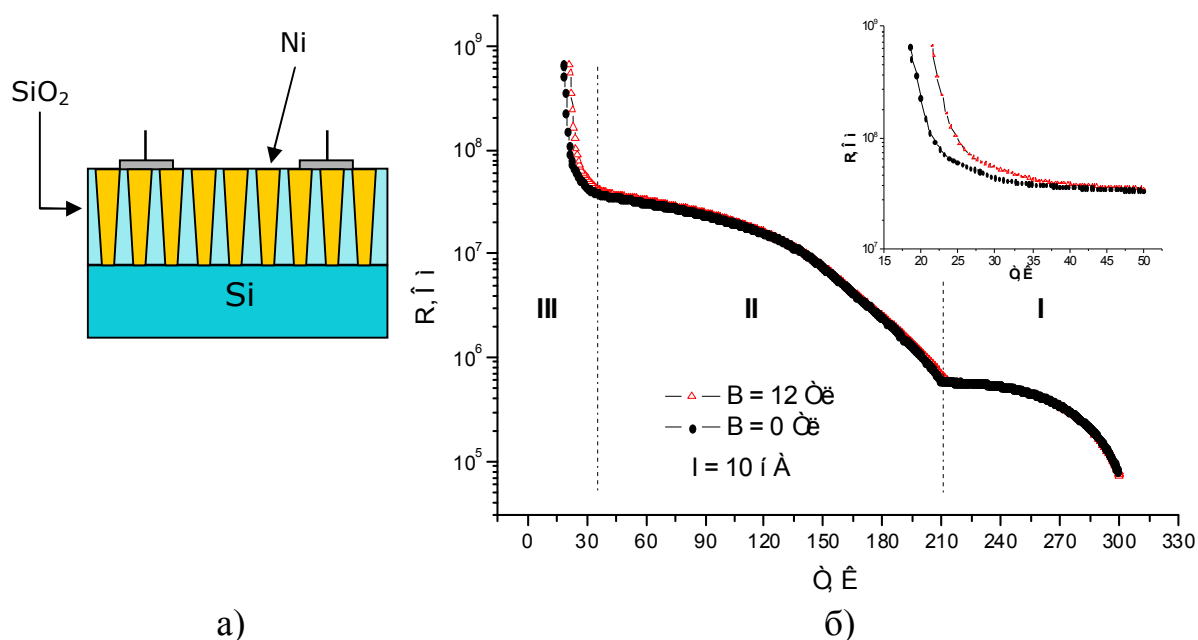


Рис. 1. Схематическое изображение структуры n-Si/SiO₂/Ni (а), температурные зависимости ее электросопротивления в нулевом магнитном поле и в поле 12 Тл (б).

На вставке рисунка представлена зависимость $R(T)$ при низких температурах образца n-Si/SiO₂/Ni. Видно, что величина электросопротивления в отсутствие магнитного поля намного меньше, чем в поле, т.е. имеет место положительное магнитосопротивление, величина которого достигает 10 (1000 %).

В диапазоне I при переходе носителей заряда из полупроводника в металл основной вклад в проводимость вносят электроны, находящиеся на верхних энергетических уровнях зоны проводимости Si. В интервале II сопротивление имеет форму параболы, как и при более высоких температурах, оно монотонно возрастает по причине заселения носителями более низких энергетических уровней, что приводит к увеличению барьера. В интервале III, при температурах ниже 35 К сопротивление экспоненциально возрастает, когда кремний фактически становится диэлектриком. Электроперенос осуществляется через металлические кластеры в порах и между порами в приповерхностных слоях кремния, которые содержат локализованные состояния.

В будущем структуры n-Si/SiO₂/Ni предполагается использовать в магниторезистивных сенсорах, датчиках перемещений, устройствах памяти и других подобных системах.