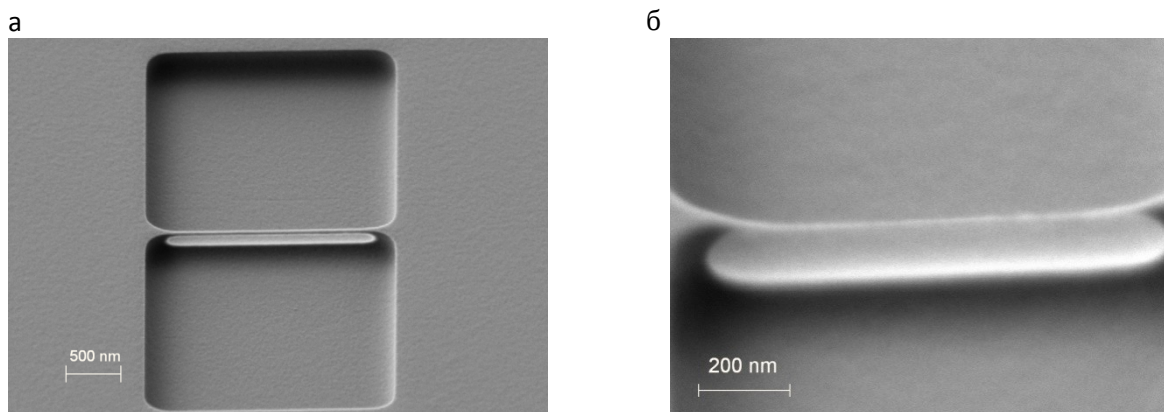


Разработка метода формирования наноструктур трехмерной геометрии на основе ионно-индуцированных процессов в твердом теле

Нанозлектромеханические элементы являются основой одного из типов систем регистрации и анализа низких концентраций различных соединений вплоть до регистрации и распознавания отдельных молекул. Системы регистрации одиночных молекул могут использоваться в широком диапазоне современных практических приложений: в области медицинской диагностики для поиска маркеров различных заболеваний; в области экологического контроля для регистрации малых концентраций токсичных и канцерогенных веществ в промышленных сбросах, водоемах и сельскохозяйственных продуктах и т.д. Одним из потенциальных элементов таких нанозлектромеханических систем является наноструна, закрепленная с двух сторон. Технологии, обычно используемые при формировании таких наноструктур предполагают использование многостадийной электронной литографии. В нашей работе предлагается метод, позволяющий сократить количество технологических этапов до двух за счет использования особенностей взаимодействия ионов с веществом. Впервые продемонстрирована возможность получения наноструны с диаметром менее 20 нм.

В основе разработанного метода получения наноструны лежит изменение свойств материалов при облучении ускоренными заряженными частицами в сочетании с современными методами формирования сфокусированных ионных пучков. Ранее было показано, что облучение диоксида кремния сфокусированным пучком ионов гелия приводит к увеличению скорости химического травления. Облучение пленки диоксида кремния проводилось с использованием сканирующего ионного гелиевого микроскопа, при энергии ионов гелия 30 кэВ. Пространственное распределение ионно-индуцированных дефектов численно моделировалось с использованием метода Монте-Карло, а затем использовалось для оценки пространственного распределения скорости химического травления. Исходя из полученного распределения скорости травления, проводилось численное моделирование процесса травления, и геометрии получаемых наноструктур.



Примеры 2мкм - наноструны в диоксиде кремния: а – диаметром 50 нм, б – диаметром 16 нм.

В результате оптимизации параметров процесса удалось получить наноструктуры, типа “струна, закрепленная с двух концов”, с соотношением длины к диаметру более 10^2 . Экспериментальная оценка показывает возможность формирования нанострун с диаметром менее 20 нм.

Результаты опубликованы в журнале Nanotechnology:

*Yu V Petrov, E A Grigoryev and A P Baraban. Helium focused ion beam irradiation with subsequent chemical etching for the fabrication of nanostructures. Nanotechnology 31 (2020) 215301 (9pp).
<https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab6fe3>*