

Исследование режимов профилирования наноразмерных структур методами силовой зондовой нанолитографии и плазмохимического травления

Р.В. Томинов, В.А. Смирнов

*Южный федеральный университет, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения
347928, Таганрог, Россия
roman.tominov@gmail.com*

Представлены результаты экспериментальных исследований режимов профилирования наноструктур методами силовой зондовой литографии и плазмохимического травления. Показано, что применение методов силовой зондовой литографии и плазмохимического травления позволяет профилировать поверхность кремния с характерными размерами 122 ± 17 нм.

Investigation of profiling of nanostructures by scratching probe nanolithography and plasma chemical etching

R.V. Tominov, V.A. Smirnov

*Southern federal university, Institute of Nanotechnologies, Electronics, and Equipment Engineering,
347928, Taganrog, Russia*

This work presents the results of the experimental investigations nanostructure profiling using scratching probe nanolithography and plasma chemical etching. It is shown, combination of these methods allows to profile silicon surface with dimensions 122 ± 17 nm.

Уменьшение размеров элементов интегральных микросхем (ИМС) является одной из основных задач микро- и нанoeлектроники. В настоящее время уровень развития технологий требует формирование элементов, имеющих размеры менее 100 нм. Из-за предела разрешающей способности методы фотолитографии не могут быть использованы для формирования структур, имеющих столь малые геометрические размеры. Поэтому возникает необходимость в разработке новых технологий, позволяющих изготавливать элементы ИМС в нанометровом масштабе [1, 2]. Одним из перспективных методов формирования наноструктур является силовая зондовая нанолитография (СЗН) с использованием атомно-силового микроскопа (АСМ) [3]. Метод СЗН представляет собой модификацию поверхности фоторезиста (ФР) с помощью зонда, при этом в ФР получают профилированные наноразмерные структуры (ПНС), через которые можно осуществлять плазмохимическое травление (ПХТ) подложки. Целью работы является исследование режимов профилирования наноразмерных структур методами СЗН и ПХТ.

Фоторезист ФП-383 смешивался с разбавителем РПФ-383 в соотношении 1:10. Полученный раствор наносился на подложку кремния методом центрифугирования при 5000 об/мин. Толщина полученной пленки составила 19 ± 3 нм.

На Рисунке 1 представлены результаты СЗН на поверхности ФР. СЗН проводилась на зондовой нанолaborатории Ntegra (НТ-МДТ, Россия) в контактном режиме АСМ с использованием кантилеверов марки NSG 11. В результате на разных областях площадью 3×3 мкм² были сформированы массивы ПНС (Рис. 1) с диаметром от $1,08\pm 0,17$ мкм до $0,12\pm 0,04$ мкм.

На Рисунке 2 представлены результаты плазмохимического травления подложки кремния через сформированные ПНС.

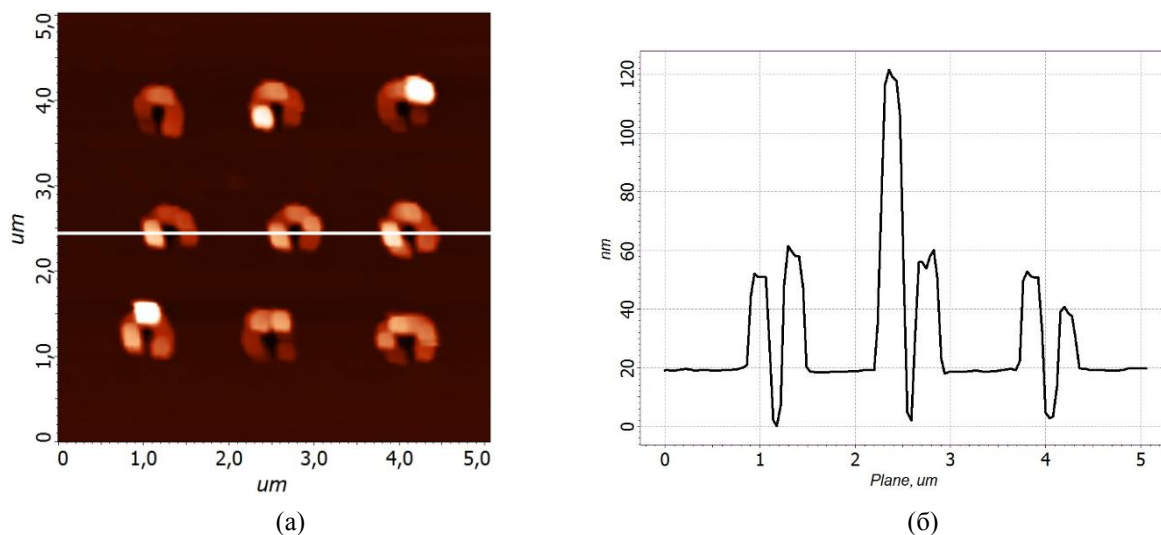


Рисунок 1. Профилированные наноразмерные структуры на поверхности ФР:
 а) – АСМ-изображение; б) – Профилограмма вдоль белой линии на (а).

ПХТ проводилось при следующих режимах: поток газов SF6-15 Ar-100, мощность емкостной плазмы 50 Вт, мощность индуктивно-связанной плазмы 300 Вт, давление 1-2 Па, температура 30°C. АСМ-изображения сформированных кремниевых структур получены в полуконтактном режиме (Рис. 2).

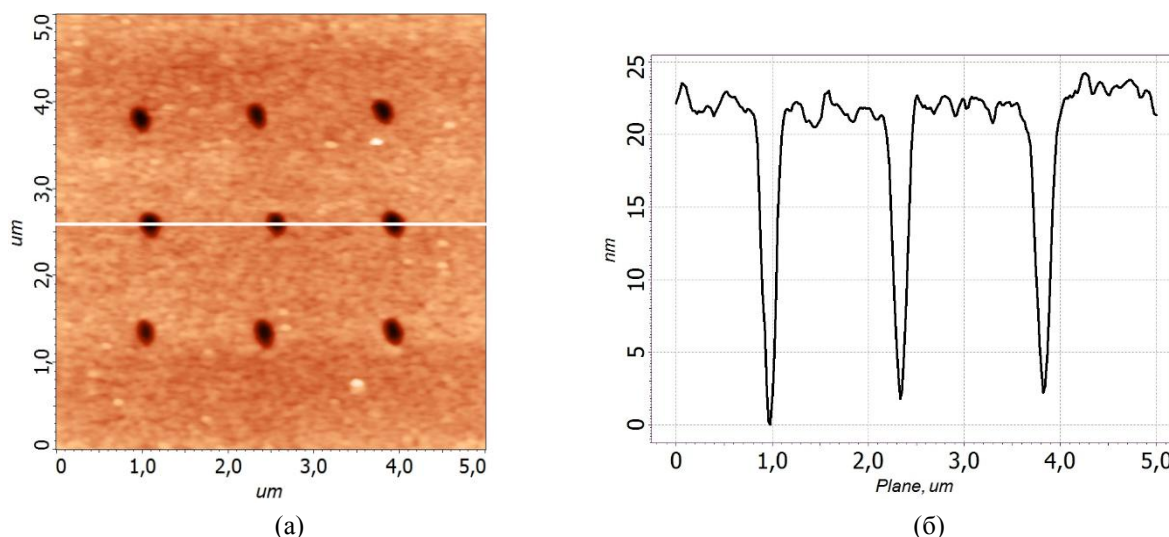


Рисунок 2. Профилированные наноразмерные структуры на поверхности кремния:
 а) – АСМ-изображение; б) – профилограмма вдоль белой линии на (а).

В результате было показано, что применение методов силовой зондовой нанолитографии и плазменного химического травления позволяет проводить профилирование поверхности кремния с характерными размерами 122 ± 17 нм.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке конструкции и технологических процессов изготовления элементов микро- и нанoeлектроники, микро- и наносистемной техники методами зондовых нанотехнологий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-32-00069 мол_а, № 16-29-14023 офи_м).

1. А.А. Бухараев, Д.А. Бизяев, Н.И. Нургазизов, Т.Ф. Ханипов, *Микроэлектроника* **2**, 90 (2012)
2. В.И. Авилов, О.А. Агеев, В.А. Смирнов, М.С. Солодовник, О.Г. Цуканова, *Российские нанотехнологии* **3**, 42 (2015)
3. I.-H. Sung, D.-E. Kim, *Applied Surface Science* **2**, 209 (2005).