Упорядоченные массивы высокоаспектных Si наностолбиков, сформированные методами наноадгезивной печати и металл-стимулированного каталитического травления

Селезнев В.А., Принц В.Я.

ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-460

Наноструктурирование полупроводников позволяет выйти на новые приборы и устройства: метаматериалы, фотонные кристаллы, сенсоры, транзисторы и т.д. Проблемой развития наноструктурирования является создание массивов нанообъектов с прецизионными размерами, сформированных массовыми параллельными методами. Метод жидкостного металл-стимулированного

каталитического травления (МСКТ) полупроводников позволяет создать совершенные

высокоаспектные

наноструктуры - массивы полупроводниковых

нанопроволок [1]. В отличие от плазменного реактивного

травления и выращивания нанопроволок на границе

раздела "пар-жидкость-кристалл", метод МСКТ

является перспективным для изготовления массивов нанопроволок на большой площади благодаря возможности точного контроля размеров и простоты его реализации. Суть метода МСКТ заключается в локальном растворении полупроводниковой подложки только под тонким слоем металла-катализатора (Au, Pt или Ag), который при этом опускается в полупроводник. Если сформировать слой металла в виде 2D рисунка, то им можно выгравировать в полупроводнике 3D микро- и наноструктуры с высоким аспектным отношением. Для создания упорядоченных плотных массивов наноструктур методом МСКТ необходимо решить проблему формирования плотного металлического нанорисунка с сохранением чистоты поверхности полупроводника [1].

В данной работе впервые показано, что созданный наноадгезивной печатью металлический нанорисунок на поверхности Si подложки может быть использован для формирования упорядоченных массивов высокоаспектных наностолбиков методом МСКТ. В отличие от стандартных методов штамповой нанолитографии, развитая нами технология не требует использования резистов и реактивного ионного травления, что существенно упрощает ее и делает привлекательной для массового изготовления наноструктур на большой площади. На поверхности подложки Si были сформирована Au наносетка с размером ячейки 80 нм, периодом 180 нм и площадью больше 25 см², которая использовались для МСКТ подложки в водном растворе плавиковой кислоты и перекиси водорода. На рисунке 1 показаны примеры сформированных упорядоченных массивов наностолбиков различной высоты, видно, что наностолбики имеют гладкие и вертикальные стенки.

В работе выполнены исследования оптических свойств созданных высокоаспектных наноструктур и рассмотрены области их практических применений.

[1] H. Han, Z. Huang, W. Lee., Nano Today. 9, 271 (2014).

Рис.1. – Электронно-микроскопические изображения сформированных массивов Si наностолбиков: а) наностолбики с размерами 80нм×80нм×1мкм; б) наностолбики с размерами 80нм×80нм×500нм. Время каталитического травления Si подложки меньше 1 минуты.