

ФОРМИРОВАНИЕ КРЕМНИЕВЫХ СУБМИКРОННЫХ КОЛОДЦЕВ ПРИ ФОТОННОМ ОТЖИГЕ

Ломов А.А.

*Физико-технологический институт РАН, Нахимовский просп. 36/1,
Москва, 117282, Россия*
e-mail: lomov@ftian.ru

Мяконьких А.В.

*Физико-технологический институт РАН, Нахимовский просп. 36/1,
Москва, 117282, Россия*
e-mail: amiakonkikh@gmail.com

Рогожин А.Е.

*Физико-технологический институт РАН, Нахимовский просп. 36/1,
Москва, 117282, Россия*
e-mail: alexander.rogozhin@gmail.com

Открытые пористые структуры благодаря увеличенной поверхности являются перспективным материалом при разработке не только эффективных газовых сенсоров, но и формирование композитных структур путем заполнения пустот различными материалами: полимерами, полупроводниками, металлами и их оксидами, органическими и биомолекулами. В результате появляется возможность управлять оптическими, электрическими и магнитными свойствами создаваемых структур. Однако наиболее распространенный способ модифицирования полупроводниковых подложек на основе электрохимического травления имеет ряд недостатков, которые приводят к недостаточной воспроизводимости геометрических и физических свойств пористых слоев. Поэтому развитие новых технологических приемов и методов формирования пористых слоев с прогнозируемыми параметрами представляет не только фундаментальный, но и прикладной интерес.

Высокодозовая имплантация кремния ионами гелия или водорода приводит к формированию вблизи поверхности пузырей, содержащих внедренные атомы. Глубина залегания слоев с пузырями

определяется энергией ионов и легко контролируется. При термическом отжиге свыше 800°C внедренные атомы гелия начинают диффундировать к поверхности и выходить из образца в течение 300 сек. На первом этапе отжига наблюдается рост пузырей, а при повышении температуры их исчезновение с появлением plate-like дефектов. При быстром нагреве до высоких температур процесс выхода внедренного газа приводит к образованию выпуклостей на поверхности (blistering) и отслаиванию ее в дальнейшем (Smart-cut технология). Этот процесс может быть видоизменен при фотонном отжиге, позволяющий произвести нагрев пластины за единицы секунд и, как следствие, стимулировать «ударный» выход атомов газа. Настоящая работа посвящена изучению возможности формирования пор-колодцев в подложках кремния, подвергшихся высокодозовой гелиевой плазменно-иммерсионной ионной имплантации с дозой $5 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$, энергией 5 кэВ и последующему фотонному отжигу при 800°C в течение 20–300 сек. Быстрые фотонные отжики проводились на установке AnnealSys AS-One-100 в атмосфере аргона. Контроль температуры осуществлялся с помощью термопары и высокотемпературного пирометра. Исследования морфологии поверхности были выполнены методами высокоразрешающей рентгеновской рефлектометрии на установке SmartLab (Ригаку) с 9 кВт медным анодом. Эллипсометрические измерения выполнялись на спектральном эллипсометре J.A.Woolam Co. M-2000X (США) в спектральном диапазоне 245–998 нм. Угол падения луча равен 65° .

Показано, что в результате 20 сек отжига в имплантированном слое образуются поры-колодцы со средним диаметром ≈ 200 нм, шероховатость поверхности не превышает 1 нм. Увеличение длительности отжига приводит к более резким границам стенок пор. Наблюдаемые изменения оптических спектров подтверждают результаты рентгеновских исследований.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-07-01228.