

# МОДИФИЦИРОВАНИЕ НАНОТВЕРДОСТИ И МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ ИОННО-АССИСТИРОВАННЫМ НАНЕСЕНИЕМ ТОНКИХ ПЛЕНОК

С.М. Барайшук<sup>1)</sup>, В.В. Тульев<sup>2)</sup>, В.Ф. Гременок<sup>3)</sup>, И.С. Ташлыков<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Белорусский государственный педагогический университет,  
г. Минск, Беларусь

<sup>2)</sup> Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Беларусь

<sup>3)</sup> Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению, г. Минск, Беларусь

В данной работе обсуждаются экспериментальные результаты по изучению механических свойств и топографии поверхности кремния, модифицированной ионно-ассистируемым осаждением покрытий Ti, Co, Zr и Mo. Осаждение покрытий происходило при давлении в мишенной камере  $\sim 10^{-2}$  Па. Интегральный поток ассистирующих ионов составлял  $\sim 2 \cdot 10^{16}$  см<sup>-2</sup>, при ускоряющей разности потенциалов 3 кВ и плотности ионного тока  $\sim 0,26$  мкА/см<sup>2</sup>. В результате осаждения на поверхности Si были сформированы металлсодержащие покрытия толщиной  $\sim 50-100$  нм. Механические свойства поверхности сформированных структур изучались методом наноиндентирования с использованием нанотвердомера «Fisher H100», топография поверхности образцов с использованием атомно-силового микроскопа NT 206.

При измерении нанотвердости покрытий нагрузка на индентор изменялась в интервале от 0.4 до 20 мН. Глубина проникновения индентора составляла 50–300 нм. Для каждого образца было проведено 5 измерений в различных точках покрытия. После этого данные усреднялись по всему образцу. По данным эксперимента были рассчитаны значения нанотвердости и модуля Юнга поверхности исходного и модифицированного кремния. Графики зависимости нанотвердости поверхности сформированных структур от глубины индентирования представлены на рис. Анализ данных показывает, что на поверхности кремния формируется покрытие с повышенной твердостью, значения которой превышает в 3–10 раз твердость поверхности исходного кремния. Наибольшая твердость наблюдается для покрытий на основе Co. При увеличении глубины индентирования интегральная нанотвердость системы Me/Si приближается к нанотвердости исходного кремния.

Как следует из данных, полученных методом АСМ, средняя шероховатость поверхности образцов весьма незначительна и изменяется от  $\sim 0.2$  нм у исходного кремния до  $\sim 1.1$  нм на поверхности кремния с титановым покрытием. Полная площадь фрагмента практически не отличается от проецируемой площади для всех изученных металлопокрытий.

