

ИЗМЕНЕНИЕ ТОПОГРАФИИ ПОВЕРХНОСТИ КОБАЛЬТА, ИМПЛАНТИРОВАННОГО ИОНАМИ БОРА

Topography and phase structure of surface of cobalt implanted with boron ions were investigated with the help of the AFM method. The influence of sputtering on roughness of surface and formation of new phases on the surface was established.

В процессе ионной имплантации происходит существенное изменение геометрии мишени, обусловленное распылением. Обычно эффекты распыления изучают с помощью сканирующей электронной микроскопии, однако в последнее время все более широкое распространение получил метод атомно-силовой микроскопии (АСМ), позволяющий получать качественные изображения поверхности исследуемых материалов. Вопросы формирования изображения в атомно-силовом микроскопе и их интерпретации изложены в [1].

С помощью атомно-силового микроскопа можно также изучать твердость локальных областей поверхности материала. В работе [2] представлены результаты исследования покрытий в режиме фазового контраста, проведенные методом АСМ. Показана возможность оценки микромеханической неоднородности поверхности в “обстукивающем” режиме (tapping mode).

В данной работе приведены результаты исследования топографии и фазового состава поверхности поликристаллических образцов кобальта чистотой 99,98%, имплантированных ионами бора, полученные с помощью атомно-силового микроскопа НАНОТОП-203, использующего вольфрамовый зонд и систему детектирования на базе оптоволоконного интерферометра. Образцы имплантировались ионами бора с энергией 30 кэВ и дозой 10^{16} см^{-2} ; для предотвращения разогрева образцов плотность ионного тока не превышала $2,5 \text{ мкА/см}^2$.

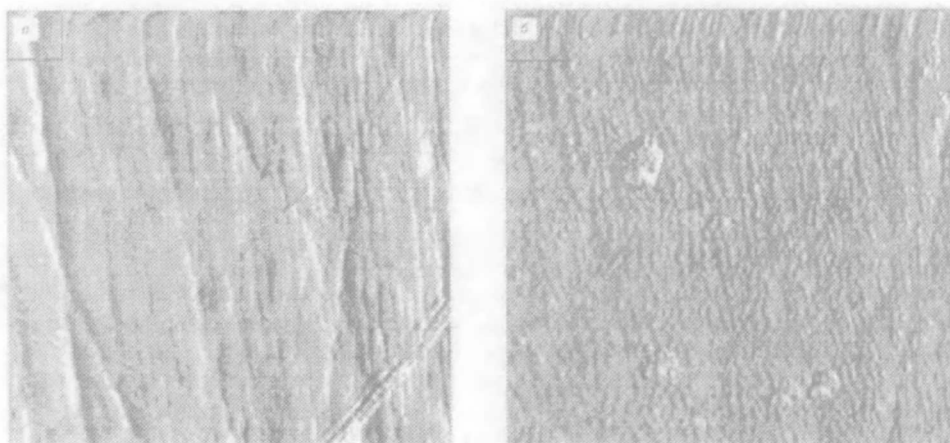


Рис. 1. Топография поверхности:

а – исходного образца (поле сканирования 20,3×20,3 мкм); б – образца, имплантированного ионами бора (поле сканирования 25×25 мкм)

На рис.1 представлены АСМ-изображения поверхности исходного образца и образца, имплантированного ионами бора. На поверхности образца, имплантированного ионами бора, видны крупные включения округлой

формы микронных размеров и более мелкие наноразмерные включения. Высота самого крупного включения составляет порядка 400 нм, а его диаметр порядка 5 мкм. Средняя величина шероховатости поверхности для исходного образца составляет 240 нм, а для имплантированного ионами бора 150 нм. Это обусловлено тем, что процесс ионной имплантации сопровождается процессом распыления материала образца. В результате этого распыления происходит сглаживание полос, оставшихся после шлифовки.

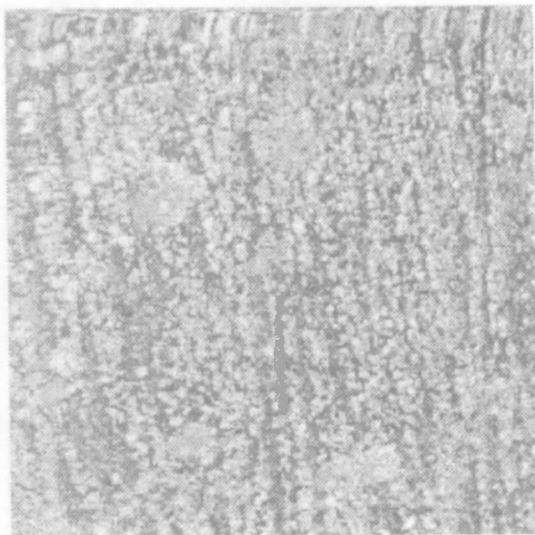


Рис. 2. Фазовое изображение поверхности образца, имплантированного ионами бора (поле сканирования 25×25 мкм)

АСМ-изображение поверхности в режиме фазового контраста приведено на рис.2. На поверхности образца, имплантированного ионами бора, можно наблюдать по меньшей мере три различных фазы. Мелким (наноразмерным) включениям на топографии поверхности (рис.1б) соответствуют наиболее светлые наноразмерные области на фазовом изображении (рис.2). Учитывая, что на фазовом изображении поверхности светлые области соответствуют более твердому (жесткому) материалу, а темные – более мягкому, можно предположить, что светлые области на фазовом изображении поверхности являются включениями боридных

фаз, образовавшимися в результате ионной имплантации. Более крупным (микронным) включениям на топографии поверхности соответствуют более темные области на фазовом изображении. С помощью Оже-спектроскопии установлено, что эти включения являются углеродсодержащими. Они могут образовываться в результате накопления и перераспределения углерода на поверхности образца в процессе ионной имплантации. Наиболее темные области на фазовом изображении соответствуют материалу исходного образца – кобальту.

Таким образом, АСМ-изображения позволяют говорить о структурно-фазовых нано- и микроизменениях в поверхностных слоях кобальта, имплантированного ионами бора. Эти изменения приводят к упрочнению поверхностных слоев кобальта, тем самым улучшая их механические и трибологические свойства [3].

1. Magonov S. N., Whangbo M.-H. Surface Analysis with STM and AFM. Weinheim, 1996.

2. Чижик С. А., Дубравин А. М., Ан Х.-С. // Зондовая микроскопия-2000. Материалы Всерос. совещ. 28 февраля – 2 марта 2000 г. Нижний Новгород, 2000. С.91.

3. Корнийчук М. Б., Анищик В. М. // Взаимодействие излучений с твердым телом: Материалы III междунар. науч. конф. 6 – 8 окт. 1999 г., Минск: В 2 ч. Мн., 1999. Ч.2. С.60.

Поступила в редакцию 21.04.2000.