

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ С МЕТАЛЛАМИ

О.П.Кульментьева, А.И.Кульментьев*

*Институт прикладной физики НАН Украины

Экспериментальные исследования процессов облучения металлов тяжелыми ионами показали, что в результате такого взаимодействия на поверхности мишени часто возникает сильно развитый рельеф. Поэтому для создания заданных композиций в приповерхностном слое необходимо учитывать весь спектр протекающих при облучении процессов изменения структуры и состава. Одним из компонентов такого исследования может служить компьютерное моделирование. В настоящей работе на примере очень важных в технологическом отношении систем медь-платина и медь-тантал были проведены электронно-микроскопические исследования изменения морфологии поверхности медной мишени, облученной различными дозами платины и тантала, определен состав приповерхностного слоя и проведено компьютерное моделирование эти процессов.

Для изучения морфологии поверхности и проведения микроанализа использовался растровый электронный микроскоп РЭММА-102, снабженный приставками ЭДС и WDS-2.

Электронно-микроскопическое изучение морфологии поверхности медной фольги показало, что облучение ионами платины сопровождается появлением пор и неровностей: при минимальной дозе облучения 1500 мкКл/см^2 наблюдаются лишь следы проката, а концентрация пор составляет около 5 %; при максимальной дозе 18000 мкКл/см^2 поверхность напоминает "кружево", а концентрация пор достигает 36 %.

Рентгеновский энерго-дисперсионный микроанализ показал, что в результате облучения поверхностный слой насыщается платиной. При этом средняя концентрация платины при увеличении дозы облучения в указанных выше пределах изменяется от 0,016 до 2,1 вес. % соответственно. Полученные

результаты хорошо согласуются с литературными данными по обратному резерфордовскому рассеянию. Аналогичные результаты получены и на образцах меди, облученной танталом. Анализ экспериментальных результатов позволил сделать вывод о том, что при облучении меди тяжелыми ионами имеют место не только процесс ионного внедрения, но инициируется процесс распыления материала подложки, причем эти процессы частично компенсируют друг друга.

С помощью программы TRIM было проведено компьютерное моделирование процесса имплантации меди ионами Ta (181 а.м.е.) с энергией 40 кэВ. В результате моделирования был получен профиль имплантированных ионов и было определено, что средний пробег ионов тантала в меди равен 89 Å, а ширина распределения составляет 31 Å. Кроме того, был получен профиль распределения по глубине смещенных атомов. Анализ полученных результатов показал, что вблизи поверхности мишени существует отличная от нуля плотность смещенных атомов, что должно, по-видимому, приводить к существенному распылению мишени. Для проверки этого предположения в рамках программы для тех же условий эксперимента была оценена величина коэффициента распыления, которая оказалась равной $\approx 8,95$ атомов/ион. Это указывает на существенную роль распыления при облучении меди тяжелыми ионами Ta с энергиями в рассматриваемом диапазоне. Учет этого эффекта может привести к существенному изменению представленных профилей. Выполнение такого исследования может быть сделано с помощью приближений, в которых учитывается как процесс распыления, так и процесс динамического изменения ее композиционного состава.

Таким образом, совместное проведение натуральных и компьютерных экспериментов позволяет лучше понять физику процессов, протекающих при взаимодействии пучков частиц с веществом.