

Определение состава, кристалличности и атомной структуры поверхности

Подготовили Живописцев Александр и Шохин Кирилл

Цели эксперимента

Очистить образец, определить его состав, ориентацию поверхности, получить СТМ изображение.

Процесс очистки

В эксперименте использовался образец с желтовато-красным оттенком, предположительно медь. Очистка образца осуществлялась неоднократным повторением цикла «ионное травление – отжиг». Во время отжига атомы поверхности металла, вследствие повышенной вероятности перехода, выравниваются на поверхности, а некоторые примеси, такие как сера, выходят из объема на поверхность. Травление же помогает выбить примеси с поверхности, образуя при этом кратеры, которые мы снова выравниваем отжигом.

Травили ионами Ar^+ с энергией 600 эВ и отжигали в следующем порядке:

1. Прогрет при 600 °C (1 час)
2. Протравлен аргоном при $1 \cdot 10^{-4}$ торр (30 мин) и прогрет 600 °C (30 мин)
3. Прогрет при 600 °C (900 мин)
4. Протравлен аргоном (1 час) и прогрет при 600 °C (1 час)
5. Протравлен аргоном (1 час) и прогрет при 600 °C (1 час)
6. Прогрет при 800 °C
7. Протравлен аргоном (1 час)
8. Прогрет при 500 °C (40 мин)
9. Прогрет при 800 °C (1 час), протравлен (1 час), прогрет при 500 °C (40 мин)

После каждого пункта был получен оже-спектр, однако 4-5 затерялись и отсутствуют на графиках.

Анализ оже-спектров

При внесении образца в вакуумную установку сняли первый оже-спектр, на котором отчетливо проглядывается спектр меди с большим количеством примесей.

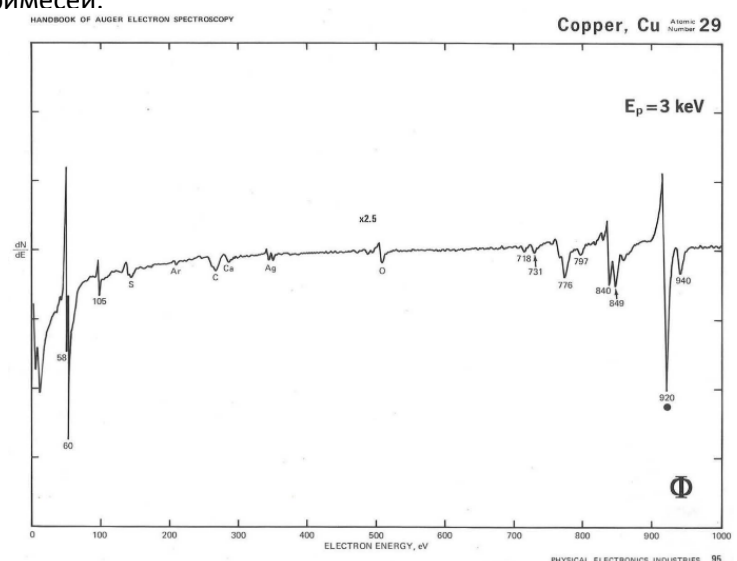


Рисунок 1: Оже-спектр сразу после помещения образца в камеру, стрелками указаны пики.

Серы изначально не так уж и много, однако это только на поверхности, после первого же отжига ее количество сильно увеличилось вследствие выхода из объема.

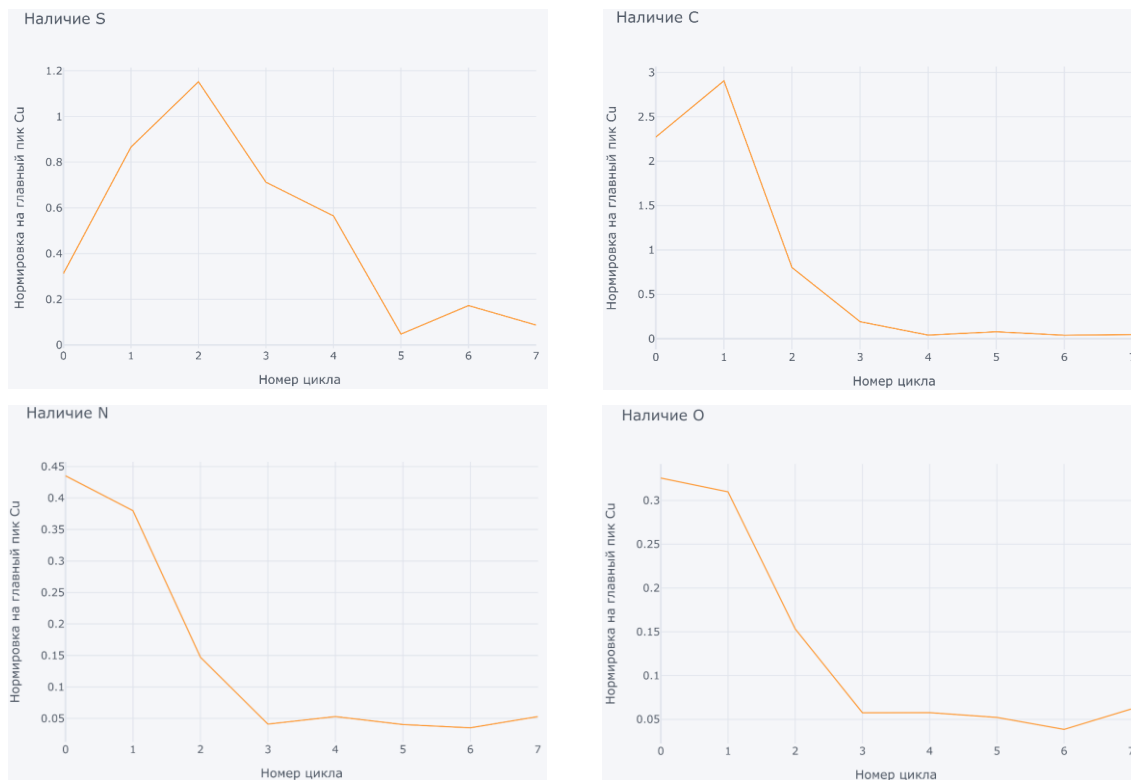


Рисунок 2: Количество примесей относительно главного пика (920) Cu.

Видно, что сперва сера все больше выходит к поверхности, а затем постепенно заканчивается и почти сходит на нет. На картинке S пятому циклу соответствует оже-спектр сразу после травления, то есть мы можем утверждать, что травление действительно очищает поверхность от примесей.

Итак, после нескольких циклов очистки концентрация примесей уменьшилась до 5-8%.

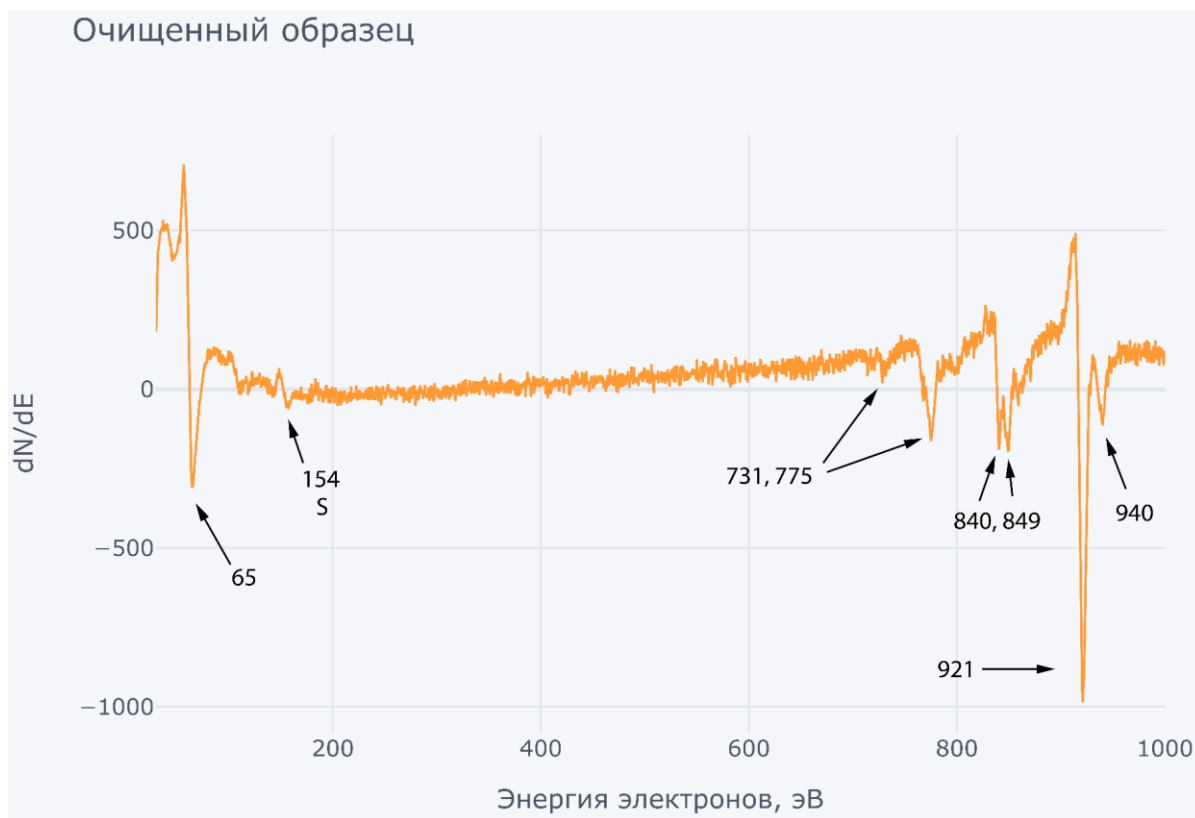


Рисунок 3: Оже-спектр после очистки образца.

Спектр очищенного образца почти идеально соответствует спектру меди. Первый пункт задания выполнен. Примеси сравнимы с шумом. Теперь можно приступать к ДМЭ, чтобы узнать ориентацию поверхности.

Дифракция медленных электронов

На картине дифракции мы видим квадратные решетки, а это значит, что у нас образец Cu(100).

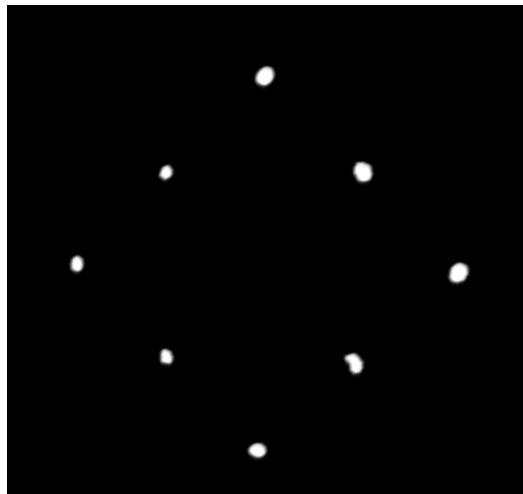
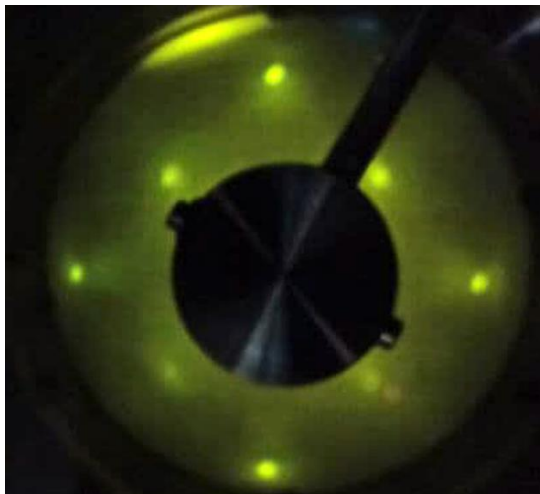


Рисунок 4: ДМЭ с энергией электронов ~5эВ.

СТМ изображение

Исследуем образец с помощью сканирующей туннельной спектроскопии. Для этого предварительно подготовим иглу из сплава платины простым откусыванием, что для показательных целей является достаточным качеством.

Теперь нужно, при помощи обычной камеры, подвести образец максимально близко на глаз к игле и запустить дальнейшее автосближение. Данный режим, во избежание повреждения иглы и образца, делает шаг в 0.5 ангстрем и затем проверяет наличие туннельного тока. Поэтому, чтобы не ждать много часов, мы подвели иглу на рискованное расстояние, и смогли не задеть образец. Это позволило нам получить туннельный ток в течение пяти минут.



Рисунок 5: игла-образец в СТМ.

Немного повозившись с настройками обратной связи, мы получили ряд изображений поверхности в разных местах с разным разрешением. Изображения атомного масштаба похожи на шум, поэтому приведем только более-менее оправданные топографические карты.

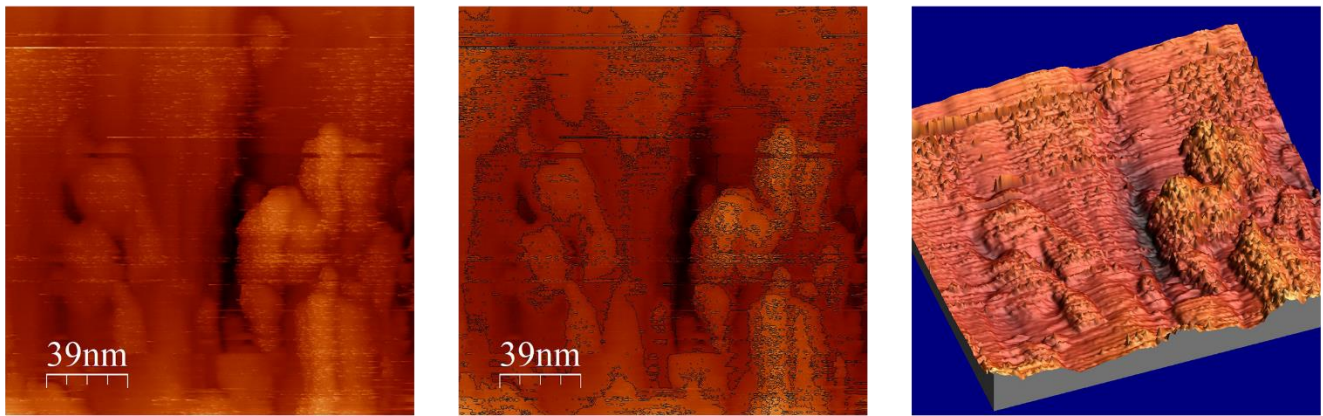


Рисунок 6: СТМ изображение 193.4 нм x 193.4 нм.

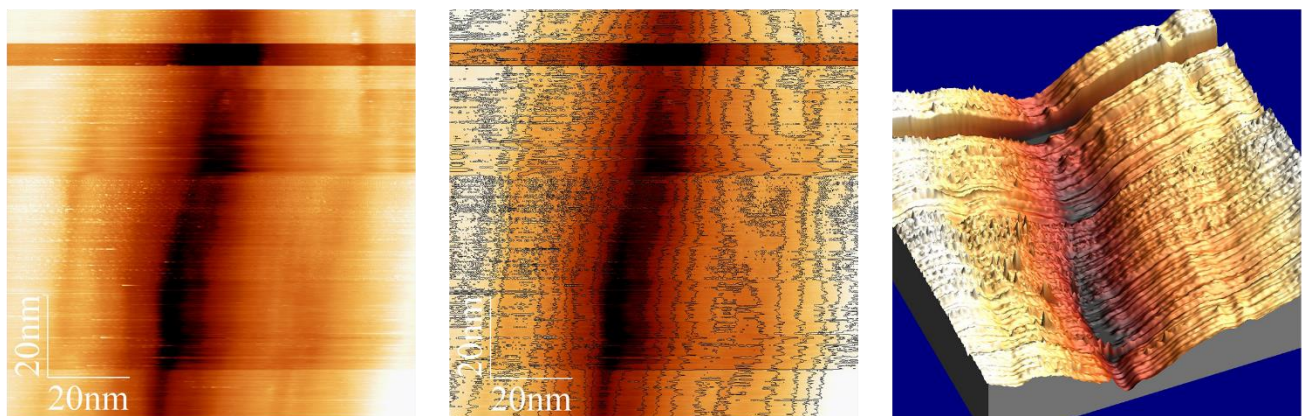


Рисунок 7: СТМ изображение 100 нм x 100 нм.

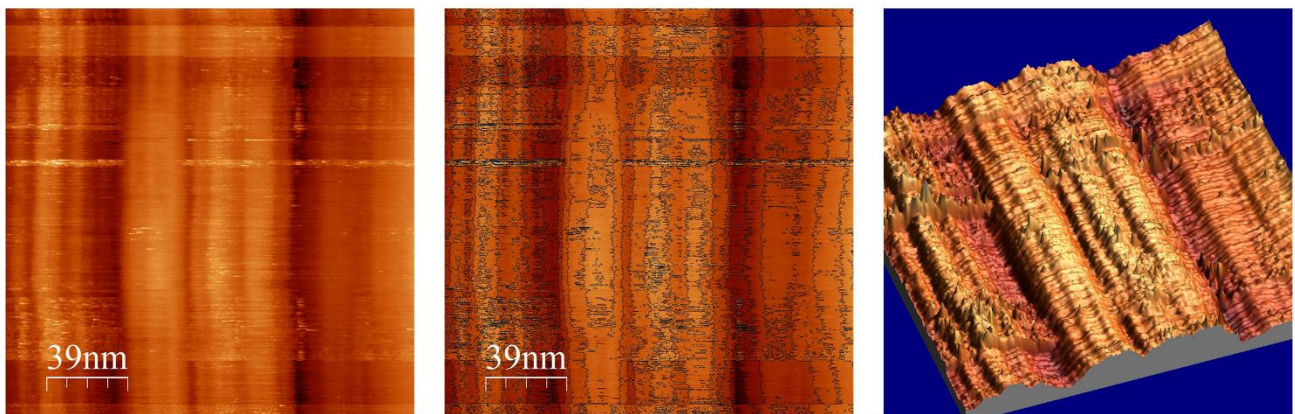


Рисунок 8: СТМ изображение 195 нм x 195 нм.

Как видно из СТМ изображения, поверхность сильно повреждена, а также мы знаем, что примесей остается около 5%, что затрудняет изучение и нахождение террас.

Заключение

Таким образом были проведены работы по изучению образца, где было установлено, что:

1. Представленный образец является образцом меди
2. Образец имеет гранецентрированную кубическую решетку, с ориентацией плоскости (100)