

FORMACION DE ESTRUCTURA DE SELENIO POR SEGREGACIÓN EN UNA SUPERFICIE DE Ag(111)

Ariel Salgado (1), Guillermo Zampieri (1,2), Oscar Grizzi (1,2), Esteban A. Sánchez (1,2).

(1) Centro Atómico Bariloche & Instituto Balseiro - CNEA - UNCuyo, Avda. Ezequiel Bustillo 9500, 8400 S.C. de Bariloche, Argentina (2) CONICET @ CAB-CNEA, Avda. Ezequiel Bustillo 9500, 8400 S.C. de Bariloche, Argentina.
Email: esanchez@cab.cnea.gov.ar

En este trabajo se estudió la formación de la estructura atómica de la superficie de una muestra de Ag(111) que fue expuesta, junto con otra de Au(111), a sucesivas evaporaciones a Se₂ en una cámara de ultra alto vacío (UHV) [1]. Luego de retirar el evaporador de Se₂ de la cámara de UHV se preparó la superficie mediante ciclos de bombardeo con iones de Ar, y recocidos a temperaturas cercanas a los 450°C. Se observó que la muestra de Au(111) se limpiaba completamente obteniéndose la reconstrucción $22\times\sqrt{3}$ luego del recocido. En cambio, la superficie de Ag(111) se limpiaba correctamente luego de realizar el bombardeo con Ar, pero aparecía Se luego del proceso de recocido. Para estudiar este efecto se emplearon las siguientes técnicas experimentales: Scanning Tunneling Microscopy (STM), X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), Direct Recoil Spectrometry (DRS) y Low energy Electron Diffraction (LEED). En la Figura 1 se muestran imágenes STM para una superficie de Ag(111) modificada con 60 L de BenzenoDiMetanoTiol (BDMT) en función del tiempo de adquisición. A medida que el tiempo avanza (imágenes de (a) a (c)) se puede ver que la superficie va cambiando, observándose el avance de derecha a izquierda de una estructura periódica diferente a la del sustrato. Resultados similares se observaron cuando se trabajaba exclusivamente con la superficie limpia de Ag(111). Mediante XPS se determinó que lo que segregaba a la superficie era el Se que se había incorporado al volumen de la muestra de Ag, y que éste migraba a la superficie cuando se hacía el recocido de la misma. Por otro lado mediante DRS se determinó que no hay segregación de Se en Ag para temperaturas inferiores a los 300°C, temperatura a partir de la cual comienzan a observarse pequeñas cantidades de Se; saturando para temperaturas mayores o iguales a 500°C. También se determinó que la cantidad de átomos de Ag en la última capa (expuestos al vacío) se reduce en un factor 1/3 respecto de la correspondiente a la superficie limpia, que la cantidad relativa de Ag respecto de Se en saturación es aproximadamente 1 a 1; y que la cantidad de Se expuesto al vacío respecto de la de Ag en la superficie limpia (cubrimiento) es 0,28. Este último resultado es similar al obtenido con XPS donde dicha relación resultó entre 0,22 y 0,31 según los picos (Se3p, Se3d, Ag4p, y Ag3d) que se consideren para la cuantificación. En la Figura 2 se muestran imágenes STM de la muestra de Ag(111) inicialmente preparada por bombardeo con Ar (panel superior derecho en la figura (a)), y luego de recocerla a 450°C (imágenes más grandes). En este caso se observó claramente la formación de una estructura hexagonal en superficie, más grande que la correspondiente a la cara (111) de la plata. Se determinó que las distancias entre elementos vecinos presentes en la superficie es de aproximadamente 0,5 nm, es decir, $\sqrt{3}$ veces la distancia entre átomos adyacentes de Ag en la cara (111), y una ligera corrugación en la superficie (patrón de Moiré) con periodicidad cercana a 8×8 . En el panel (b) se muestra un esquema de un arreglo atómico compatible con estos resultados experimentales. Los círculos negros dibujados en trazos corresponden a las zonas de mayor intensidad del patrón de Moiré. Las líneas rojas y verdes indican las direcciones en las que se orientan los patrones de Moiré y los átomos de Se dibujados con círculos llenos negros, respectivamente. Las líneas amarillas indican las direcciones cristalográficas principales ($[-211]$ y $[-101]$) de la superficie de Ag(111) con sus átomos dibujados con círculos llenos rojos. La estructura propuesta considera también que los átomos de Se se agrupan sobre dímeros de Ag para dar cuenta que en la referencia [2] se reportó la formación de seleniuro de plata SeAg₂.

REFERENCIAS

- [1] Tosi E., (2013) "Adsorción y desorción de S y Se sobre la superficie (111) de los metales Au y Ag: estudio comparativo con XPS, AES, LEED y TOF-DRS", Tesis de Maestría en Cs. Físicas-Instituto Balseiro-UNCuyo.
[2] Jia J., Bendounan A., Nimbegondi Kotresh H. M., Chaouchi K., Siratti F., Sampath S. and Esaulov V.A., (2013), Selenium Adsorption on Au(111) and Ag(111) Surfaces: Adsorbed Selenium and Selenide Films", *J. Phys. Chem. C* 117, 9835 (2013).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Cuyo (06-C454) y al CONICET (PIP 112-201101-00594) por el financiamiento parcial del presente proyecto.

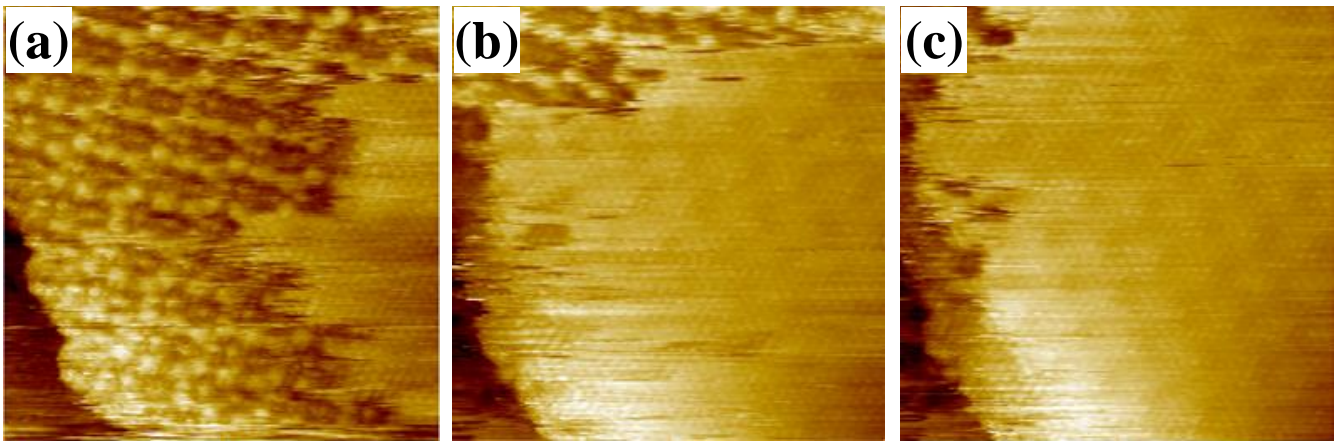
FIGURAS

Figura 1: Secuencia consecutiva (de (a) a (c)) de imágenes STM de $20 \times 20 \text{ nm}^2$ de una superficie de Ag(111) dosificada con 60L de BDMT. A la izquierda se observan las moléculas de BDMT, a la derecha los átomos de Se que segregan a la superficie. Tiempo aproximado por imagen 5 min.

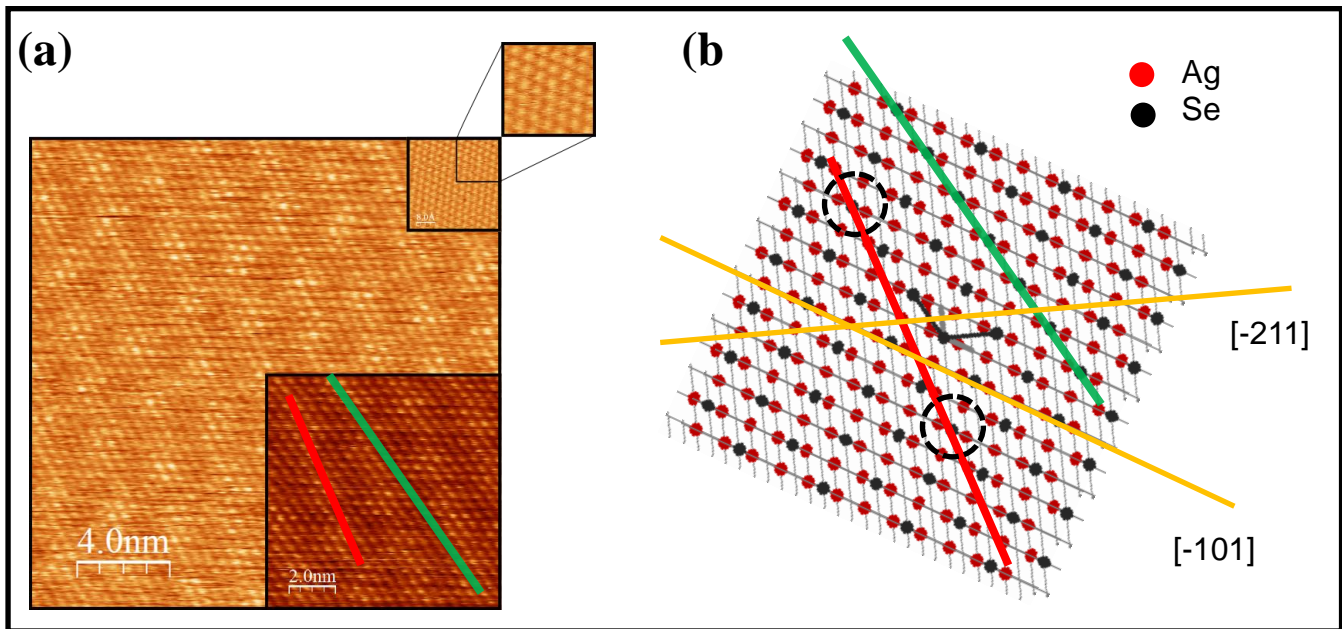


Figura 2: (a) Imágenes STM de 20×20 y $10 \times 10 \text{ nm}^2$ de Se segregado en Ag(111) luego de calentar la superficie a 450°C . En el panel superior derecho se muestra una imagen a escala de la superficie limpia. (b) Modelo propuesto para el arreglo atómico del Se en Ag(111).