

DIFERENTES ESTUDIOS CON MICROSCOPIAS DE BARRIDO POR SONDA LOCAL

Adriana E. Candia (1), Juan C. Moreno-López (2), Gustavo Ruano (1), Ricardo A. Vidal (1,3),
Julio Ferrón (1,4), Mario C. G. Passegi (h) (1,4)

(1) Laboratorio de Física de Superficies e Interfaces (LASUI), Instituto de Física del Litoral (IFIS Litoral), Santa Fe, Argentina. (2) Grupo de Microscopía Túnel de Barrido, Universidad de Groningen, Holanda. (3) Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, Argentina. (4) Departamento de Materiales, Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, Argentina
Email: mpggih@ifis.santafe-conicet.gov.ar

En este trabajo se muestran diferentes estudios que involucran técnicas de microscopía de barrido por sonda local. Actualmente, el Laboratorio de Física de Superficies e Interfaces (LASUI) del Instituto de Física del Litoral (IFIS Litoral) cuenta con dos sistemas de microscopías de barrido por sonda local independientes con los que se vienen haciendo los trabajos mencionados.

El primer sistema es un “*Scanning Probe Microscope (SPM)*” con el cual se puede trabajar con las técnicas AFM (microscopía de fuerza atómica), STM (microscopía túnel de barrido), KPFM (microscopía de fuerza por sonda Kelvin) y MFM (microscopía de fuerza magnética), todas en condiciones atmosféricas y temperatura ambiente. Se lo utiliza para analizar muestras aislantes, conductoras o semiconductoras, poco propensas a contaminarse con elementos atmosféricos. El segundo sistema consiste en un cabezal de STM que trabaja bajo condiciones de ultra alto vacío (UHV). Se lo utiliza para analizar muestras conductoras, sensibles al ambiente y con baja presión de vapor, a temperatura ambiente. Además, el sistema cuenta con todo lo necesario para manipular las muestras, generar y mantener el vacío de la cámara de UHV, donde va montado el cabezal del STM, y de la pre-cámara de reacciones, donde se limpian las muestras.

A partir de la utilización de estos sistemas el grupo lleva adelante líneas de trabajos relacionadas con el crecimiento epitaxial de materiales y la síntesis de superficies nanoestructuradas. Dentro de estas líneas de trabajo podemos mencionar el crecimiento de películas aislantes de fluoruro de aluminio (AlF_3) sobre las caras monocristalinas de $Cu(111)$ y $Cu(100)$ [1], estudio que llevamos adelante en el sistema STM/UHV. En estos estudios, hemos mostrado que las etapas iniciales de crecimiento de películas ultra-delgadas de AlF_3 en $Cu(111)$ muestra algunas diferencias respecto a la deposición sobre $Cu(100)$. En ambos casos, se observa la formación de islas fractales, con superficies corrugadas y alturas similares, 0.25-0.30 nm. Los bordes de los escalones de $Cu(111)$ no se decoran completamente, incluso para recubrimientos grandes (> 0.7 MC), las islas son de mayor tamaño y menor densidad superficial. Estos resultados experimentales han sido entendidos con la ayuda de simulaciones de Metrópolis Monte Carlo (MMC). En el $Cu(111)$, cuando se forman las bi-moléculas reconstruidas, se mueven a lo largo de tres direcciones privilegiadas, en lugar de dos observado para $Cu(100)$. La probabilidad de recibir nuevas contribuciones es entonces 50 % mayor, lo que justifica el tamaño más grande y la menor densidad superficial de islas en los experimentos. Para reproducir los resultados experimentales dentro del esquema del KMC es necesario, en el caso del $Cu(111)$, considerar escalones reflectantes y no nucleantes marcando una diferencia importante entre las 2 facetas cristalinas.

En el sistema SPM, a partir de utilizar la técnica AFM se ha estudiado el crecimiento de películas gruesas (~ 4 MC) de moléculas de C_{60} sobre diferentes sustratos: (a) $Cu(111)$, (b) *HOPG*, (c) *grafeno/Cu* y (d) $Si(100)$ [2]. En todos los casos la superficie se cubre completamente con moléculas. La rugosidad de las películas aumenta del Cu al Si , es decir siguiendo el orden (a, b, c y d), posiblemente debido a las estructuras superficiales de cada uno de los sustratos involucrados. Las primeras 3 son hexagonales, solo el $Cu(111)$ con átomo centrado, mientras que el $Si(100)$ tiene una estructura rectangular (2×1).

A partir de la versatilidad del sistema SPM se ha trabajado en colaboración con colegas de otras universidades e institutos de nuestro país en temas tales como la caracterización mediante AFM y KPFM de superficies de carbono (*HOPG*) modificados con dendrones basados en ácido 3,5-dinitrobenzoico $G1-NO_2$ y $G2-NO_2$, ácido 3,5-diaminobenzoico $G1-NH_2$ y polímeros hiperramificados Boltorn *H30* y *H40*. Trabajando en “*tapping-mode*” se utilizaron las técnicas AFM para caracterizar las superficies complementando estudios electroquímicos, evaluándose el efecto del cubrimiento así como también las propiedades viscoelásticas de las superficies

4° Congreso de la Asociación Argentina de Microscopía (SAMIC 2016)

modificadas, y KPFM para mapear el potencial superficial, que depende de los grupos químicos (nitro o amino) expuestos. También se ha colaborado en estudios de polímeros híbridos con incorporación de materiales de origen natural para su aplicación como adhesivos, llevando adelante la caracterización morfológica y de las propiedades nanomecánicas de películas híbridas acrílico/caseína y de las primeras etapas de agregación de nuevos materiales biomiméticos, fotoentrecruzables y benignos para el medio ambiente. Estos estudios se han realizado utilizando la técnica AFM trabajando en los diferentes modos que permite la misma (“*tapping/jumping-mode*”). A modo de ejemplo de los estudios realizados, a continuación se muestran imágenes STM/UHV en modo “*constant current*” de islas aislantes de AlF_3 crecidas sobre sustratos metálicos de $Cu(100)$ y $Cu(111)$, y AFM en “*tapping-mode*” de topografía y KPFM de un sustrato de $HOPG$ incubado en una solución 1.0 mM $G1-NO_2$ [3].

REFERENCIAS

- [1] Candia A.E., Gómez L., Vidal R.A., Ferrón J., Passeggi (Jr.) M.C.G., (2015) “An STM and Monte Carlo study of the AlF_3 film growth on $Cu(111)$ ” *J. Phys. D: Appl. Phys.* 48 (26): 265305.
 [2] Vidal R.A., Ferrón J., (2015) “A detailed Auger electron spectroscopy study of the first stages of the growth of C_{60} thin films” *J. Phys. D: Appl. Phys.* 48 (43): 435302.
 [3] Farías E.D., Brunetti V., Páez J.I., Strumia M.C., Passeggi (Jr.) M.C.G., Ferrón J., (2014) “Work functions maps and surface topography characterization of nitroaromatic-ended dendron films on graphite” *Microscopy and Microanalysis* 20 (1): 61.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por CONICET, ANPCyT y UNL, a través de los proyectos PIP 2012-2014 N° 577; PICT 2013 N° 0164; CAI+D 2011-501 201101 LI (A) y PACT 2011-84; respectivamente. Los autores agradecen por sus aportes y contribuciones a los Dras. Eliana D. Farías, Verónica Brunetti del INFIQC (CONICET-UNC), Liliana Gómez del IFIR (CONICET-UNR), Debora M. Martino del IFIS Litoral (CONICET-UNL), y a los Dres. Matías L. Picchio y Roque J. Minari del INTEC (CONICET-UNL).

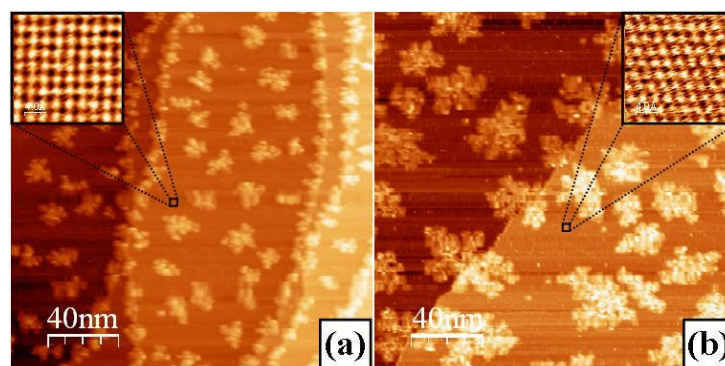


Figura 1 Imágenes STM/UHV (200 nm × 200 nm): Islas aislantes de AlF_3 (0.3-0.4 MC) crecidas sobre sustratos metálicos de (a) $Cu(100)$ y (b) $Cu(111)$. En las ampliaciones se muestran imágenes STM/UHV (2 nm × 2 nm) con resolución atómica de ambas superficies, donde se observan claramente las estructuras cuadrada y hexagonal, respectivamente [1].

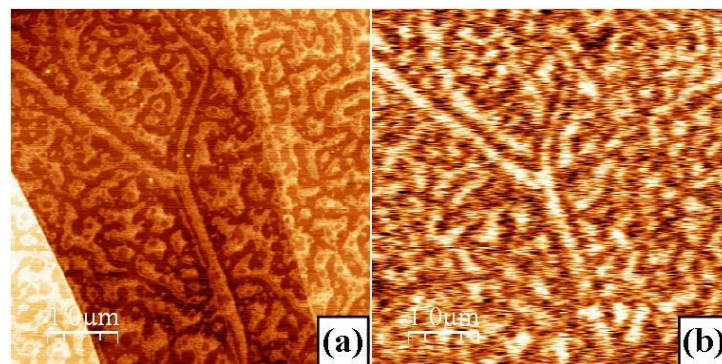


Figura 2 Imágenes AFM (5000 nm × 5000 nm): Superficie de $HOPG$ modificada a partir de la incubación durante 60 s en una solución de $G1-NO_2$. (a) Topografía y (b) potencial superficial (KPFM) [3].