

# CRECIMIENTO EPITAXIAL DE COBALTO SOBRE COBRE (100)

H. Ascolani\*, M.M. Guraya y G. Zampieri

Centro Atómico Bariloche, C.C. 439, 8400 San Carlos de Bariloche

Utilizamos espectroscopia de electrones Auger (AES) y difracción de electrones lentos (LEED) para caracterizar el crecimiento de Co sobre Cu(100). Encontramos que entre una y cinco monocapas el Co crece capa por capa con estructura fcc a temperatura ambiente.

Una de las técnicas más utilizadas para caracterizar el modo de crecimiento de películas ultrafinas, entre una y diez monocapas, es la espectroscopia de electrones Auger (AES). El procedimiento consiste en analizar la evolución de la intensidad de las señales Auger del sustrato y del adsorbato en función de la dosis depositada.

Consideremos el caso en que el modo de crecimiento es capa por capa. Durante el crecimiento de cualquier capa la señal Auger del sustrato decrece linealmente con la dosis, mientras la señal del adsorbato crece linealmente. Cuando se completa una capa y comienza la siguiente se produce un quiebre, es decir un cambio de pendiente. El resultado es una curva lineal por trozos con quiebres equiespaciados. Imperfecciones en el crecimiento tales como interdifusión, aglomeración, impurezas, etc. producen el redondeo de los quiebres<sup>1,2</sup>.

Para este experimento utilizamos un monocristal de cobre de alta pureza, cortado en una cara (100) con una precisión de  $\pm 1^\circ$  y pulido mecánicamente siguiendo procedimientos estándar. Una vez en ultra alto vacío calentamos el cristal aproximadamente a  $600^\circ\text{C}$  para producir la reconstrucción de la superficie. Mediante ciclos de bombardeo con  $\text{Ar}^+$  ( $1.4\text{keV}$ ,  $5\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ) y calentamiento logramos reducir la concentración de S por debajo de 1% en la superficie ya ordenada. El resultado de este proceso fue un "pattern" de LEED con "spots" muy agudos y poco fondo, indicando un alto grado de orden en la superficie Cu (100).

Producimos la evaporación calentando un trozo de Co de alta pureza por impacto electrónico. La potencia entregada se mantuvo constante, y por lo tanto, luego de alcanzar el estado estacionario, también el ritmo de evaporación. Esto nos permite suponer que el tiempo de evaporación es proporcional a la cantidad de material depositado.

Durante la evaporación de Co la presión en la cámara se mantuvo por debajo de  $6 \times 10^{-10}$  Torr. En

forma simultánea con la deposición de Co registramos las señales Auger Cu (920 eV), Co (656 eV), Cu (105 eV) y C (270 eV); el ángulo de observación fue de  $15^\circ$  respecto de la normal. La contaminación con carbón se mantuvo debajo de 7% respecto del Co depositado. En la Fig. 1 mostramos las curvas experimentales de la intensidad de las señales Auger en función del tiempo.

El problema consiste en determinar si las curvas experimentales son lineales por trozos (LpT), características del crecimiento capa por capa, o son curvas suaves, esperadas cuando interdifusión o

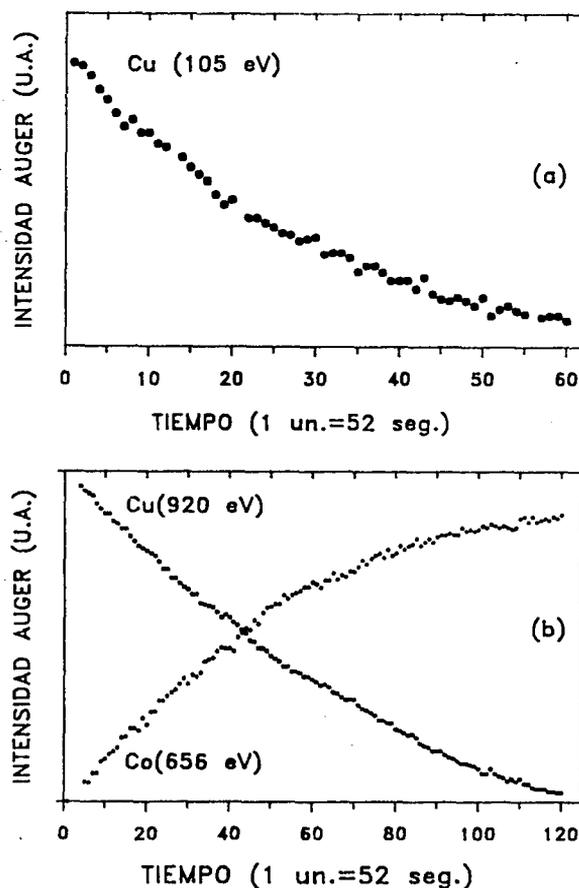


Figura 1: Intensidad pico a pico de la señal Auger Cu (105 eV) y de las señales Co (656 eV) y Cu (920 eV) en función del tiempo de deposición de cobalto.

\* Becario CONICET

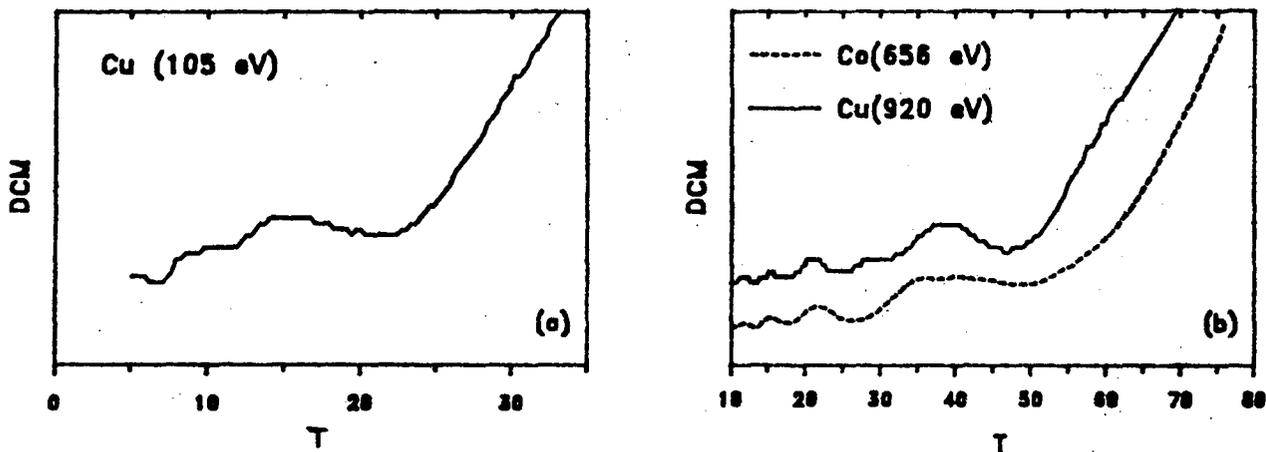


Figura 2: Distancia Cuadrática Media de los puntos experimentales respecto de una función LpT con separación entre quiebres arbitraria T.

aglomeración son importantes. Con este objeto calculamos la distancia cuadrática media (DCM) de los puntos experimentales respecto de una función LpT, con separación entre quiebres arbitraria T, ajustando los coeficientes independientes por mínimos cuadrados. Una función LpT compuesta por N segmentos rectos tiene 2N coeficientes, de los cuales sólo N + 1 son independientes debido a que se deben cumplir N - 1 ecuaciones para que la función sea continua. Si la curva experimental es suave entonces la DCM debe disminuir monotonamente con T, mientras que si es LpT con separación entre quiebres igual a  $T_0$ , la DCM en función de T debe presentar un mínimo en  $T = T_0$ ; en este último caso también tendrá una serie de mínimos para valores de T que sean submúltiplos de  $T_0$ .

En la Fig. 2 (a) graficamos el resultado del cálculo de la DCM para la curva de la señal Cu (105 eV). De acuerdo a lo dicho más arriba la existencia de un mínimo en  $T = 22$  y otro en  $T = 7$  nos indica que la curva experimental es esencialmente una función LpT con  $T_0 = 22$ . En la Fig. 2 (b) mostramos las DCMs correspondientes a las señales Co (656 eV) y Cu (920 eV). De la DCM asociada a la señal Co (656 eV) se podría concluir que la curva experimental es LpT con  $T_0 = 50$ , sin embargo esto no es así ya que en la Fig. 1 (b) se observa la existencia de un quiebre bastante notorio aproximadamente en la mitad

de este período. De manera que el mínimo de la DCM en  $T = 26$  es el que corresponde al mejor ajuste no trivial. Un análisis similar para la señal Cu (920 eV) nos lleva a concluir que esta es una curva LpT con  $T_0 = 24$ .

En resumen, las curvas de las señales Cu (105 eV), Co (656 eV) y Cu (920 eV) son LpT con separación entre quiebres igual a 22, 26 y 24 respectivamente. El hecho de que resulte prácticamente el mismo parámetro  $T_0$  para cada curva experimental nos permite concluir que el crecimiento ha sido capa por capa<sup>3</sup>.

También observamos que el pattern de LEED se mantiene igual al de la superficie Cu (100) durante la evaporación, lo que nos permite concluir que el cobalto crece con estructura fcc<sup>4</sup>.

## REFERENCIAS

1. G.E. Rhead, M.G. Barthes and C. Argile, *Thin Solid Films* 82, 201, (1981).
2. R. Germar, W. Dürr, J.W. Krewer, D. Pescia and W. Gudat, *Appl. Phys.* A47, 393 (1988).
3. L. Gonzales, R. Miranda, M. Salmerón, J.A. Vergés and F. Ynduráin, *Phys. Rev.* B24, 3245 (1981).
4. A. Clarke, G. Jennings, R.F. Willis, P.J. Rous and J.B. Pendry, *Surf. Science* 187, 327 (1987).