ORGANIZAN

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO CHILE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

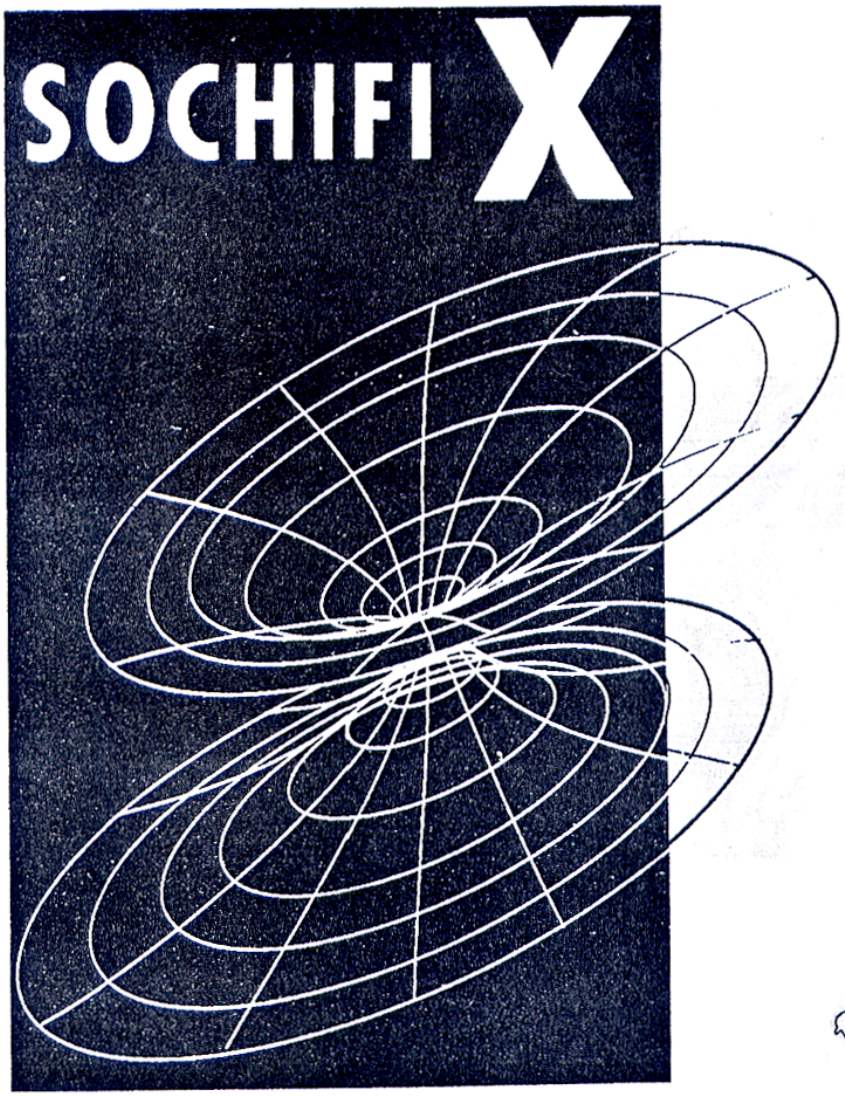
UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA DE CIENCIAS DE LA EDUCACION

SOCHIFI

PATROCINAN

CONICYT

P.U.C.CH.



ACTAS X SIMPOSIO CHILENO DE FISICA

VALPARAISO

27 ■ 28 ■ 29 ■ NOVIEMBRE

1 9 9 6

Rugosidad Superficial Determinada Por Cambios de Resistividad

A. L. Cabrera[1], W. Garrido M.[1],
J. Colino[2], D. Lederman[2] y I. K. Schuller[2]
[1] *Dept. de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago*
[2] *Physics Dept., University of California, San Diego, La Jolla*

RESUMEN

Se fabricaron películas delgadas de cobalto y niobio usando dos técnicas diferentes y luego se midió su resistencia en presencia de una atmósfera contolada de monóxido de carbono o hidrógeno. La resistencia de las películas aumenta en presencia de una presión parcial de CO o H_2. Este cambio es mas pronunciado en películas de Nb que fueron fabricadas con la técnica de "sputtering" que en las películas de Co para las cuales se usó PVD. Difracción de rayos-X indica que las películas de Co son desordenadas mientras que las películas de Nb son altamente texturadas en la dirección (1,1,0). Se intenta explicar estos resultados como un aumento de la resistividad superficial de la película debido a la creación de centros de "scattering" producidos por las moléculas gaseosas adsorbidas.

INTRODUCCION

Estudios de adsorción de gases en metales como Co y Nb es un area activa de investigación ya que las propiedades catalíticas de estos metales son utilizadas en aplicaciones industrial [1]. Estos metales adsorben bien gases como H_2 y CO en su superficie, disociando H_2 y parte del CO adsorbido. Hemos demostrado que en el caso de metales de transición, hay dos estados de hidrógeno disociado, un estado de CO disociado y un estado de CO molecular [2] en la superficie de estos metales cuando son expuestos a estos gases.

Shanabarger [3] encontró que la resistencia de películas delgadas de Ni variaba cuando eran expuestas a hidrógeno. En estos experimentos se encontró que la energía de adsorción de hidrógeno correspondía al estado mas debilmente ligado. Nuestros resultados [4] en experimentos similares con láminas de Co demostraron que la resistencia de la Co aumentaba cuando era expuesto a CO y se debía a la adsorción de CO molecular.

En este trabajo comparamos el aumento de resistividad en láminas de Co y Nb cuando son expuestas a H_2 y CO y la correlación de este cambio con la rugosidad superficial de cada lámina.

DETALLES EXPERIMENTALES

Las películas delgadas de Co fueron preparadas en un evaporador de ultravacío marca Edwards Auto 306, él cuál contaba con un medidor de espesor Edwards FTM5. Las películas metálicas fueron depositadas sobre sustratos de mica y estas muestras montadas en el manipulador del sistema en que se efectuaron las medidas de resistencia en ultra vacío.

Las películas de Nb fueron depositadas por medio de "sputtering" en ultra vacío sobre sustratos de safiro y posteriormente montadas en el manipulador del sistema de medición.

El sistema de medición de resistividad cuenta con un espectrómetro de masas marca Dycor 100M, una válvula de dosificado de gases, un cañon de Ar para limpieza y "feedthrou" para conecciones eléctricas. Se proveyeron dos contactos eléctricos a ambos lados de las películas, los cuales se soldaron a alambres de oro que se usaron para las medidas de resistividad. En el lado externo al vacío, estos contactos alimentaron un instrumento Keithley para medir bajas resistencias con precisión (Micro Ohmmeter modelo 580).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las muestras así preparadas fueron montadas en el sistema de vacío y sometidas a limpieza "in situ" que consistió en calentarlas a 450 K y luego erosionar levemente su superficie con iones de Ar. La erosion con Ar fué calculada para que eliminara unas pocas monocapas de la superficie. La resistencia de la películas fue medida y registrada cuando fueron expuestas a una atmósfera de 10^{-7} torr por 2000 s y luego cuando el gas fue evacuado de la cámara de prueba. En la Fig. 1 se muestra el cambio de resistencia de películas de 10 nm Co (curva *b*), 40 nm Nb (curva *a*) y 200 nm Nb (curva *c*) cuando son expuestas a CO.

La resistencia decrese despues de los 1500 s debido a la desorción del gas de la superficie cuando el sistema se evacúa.

Pick [5] hizo un estudio cinemático de estas curvas de resistencia para el sistema Nb/hidrógeno y relacionó las expresiones que a continuación se dán con la energía de desorción del gas (E_d) y la energía de solubilidad.

Las expresiones que Pick dedujo cuando la resistencia aumenta debido a la adsorción del gas es:

$$1/2(1-b)^2\ln(1+y) - \quad 1/2(1+b)^2\ln(1-y) \\ -b^2y = at, \qquad (1)$$

y es la resistencia normalizada ($y = \frac{\Delta R}{\Delta R_{max}}$), t es el tiempo, y a y b son parametros que se obtienen de la curva. Para nuestro caso, se ajustaron las curvas de subida que aparecen en la Fig.1 con la Eq.1 y estos ajustes se muestran en la Fig.2. La curva a corresponde a 40 nm Nb expuestos a H_2. Las curvas b, c, d, corresponden a las curvas a, b, c de la Fig.1.

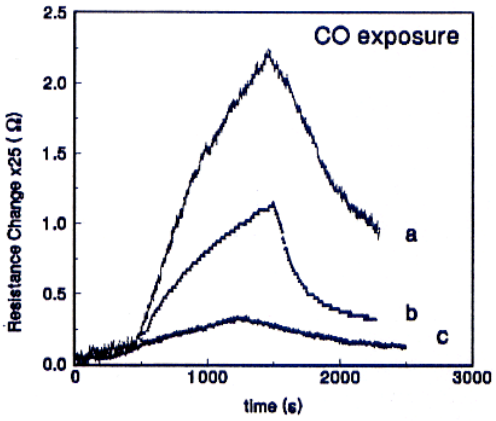


Fig.1

De acuerdo a Pick, el $\ln(b)$ está relacionado con la energía de desorción. Haciendo ese cálculo para el caso de Co (suponemos una energía de "sticking" de 1 Kcal/mol) obtenemos una $E_d = -4.4 Kcal/mol$, lo cual corresponde a la desorción de CO molecular. La energía de desorción para Nb debiera ser muy parecida.

Este resultado está rasonablemente de acuerdo con los resultados obtenidos por Shanabarger y Pick. El cambio de resistencia de la película depende del estado gaseoso mas debilmente ligado en la superficie. Ademas, este cambio de resistencia se puede explicar como un aumento de centros de "scattering" en la superficie generados por las moléculas adsorbidas [6]. Ya que la superficie de las películas de Nb pareciera ser menos rugosa que la superficie de las películas de Co debido al procedimiento experimental de como son fabricadas, estos centros de "scattering" producidos por las móleculas adsorbidas en la superficie producirían un efecto mas dramático que en las películas de Co que ya son rugosas por si mismas, sin las moléculas gaseosas en su superficie.

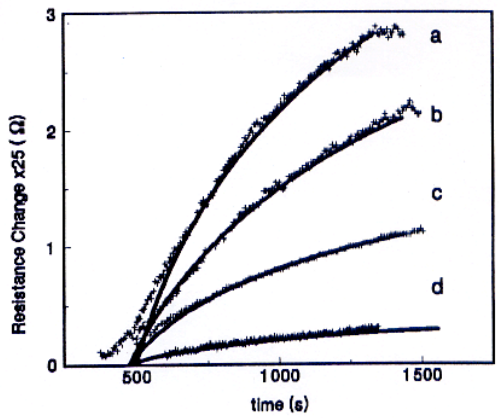


Fig.2

Agradecimientos

Se agradece el aporte financiero de la Fundación Andes, (usado en la compra mayor de equipos) y de FONDECYT, proyecto 1940696, en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] G. A. Somorjai, Catal. Rev. Sci. Eng. **23**,189 (1981).

[2] A. L. Cabrera, W. Garrido and U. G. Volkmann, Cat. Lett. **25**(1/2), 115 (1994).

[3] M. R. Shanabarger, Sol. St. Comm. **14**, 1015 (1974).

[4] A. L. Cabrera, W. Garrido and U. G. Volkmann, Sur. Rev. Lett. **2(2)**, 159 (1995).

[5] M. A. Pick, Phys. Rev. B **24** (8), 4287 (1981).

[6] G. Hohler, ed.:*Surface Physics*, (Springer Tracts in Modern Physics No 77, Springer-Verlag, Berlin, 1975).