

**ANÁLISIS DEL PERFIL DE PROFUNDIDAD EN INTERFASES DE Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
MEDIANTE ESPECTROMETRÍA AUGER**

Nelson Forero<sup>1</sup>, Hernán Sánchez<sup>2</sup>, Aarón Ortega<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Distrital

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

nforero@udistrital.edu.co

**RESUMEN**

Se presenta el análisis del perfil de profundidad en muestras de óxido de Tántalo Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bombardeadas con un haz de iones Ar<sup>+</sup> de 1.2KeV de energía y con densidades de corriente de 5.0μA/cm<sup>2</sup> en períodos de 30min, sobre las que se detectó una señal Auger. Los resultados revelan que la tasa de sputtering  $\dot{z}$  es del orden de 4Å/min y que el espesor de la interfase es del orden de unos 100Å.

**INTRODUCCIÓN**

El análisis del perfil de profundidad es de considerable importancia para entender procesos superficiales de oxidación, corrosión, difusión, catálisis heterogénea, implantación iónica, entre otros, aplicables en la metalurgia y la microelectrónica. El propósito de este artículo es presentar los resultados del estudio semicuantitativo del perfil de profundidad sobre muestras de óxido de Tántalo Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, en el que se ha empleado un cañón de iones para sputtering, en complemento con la Técnica de Espectrometría de Electrones Auger AES. [i], [ii].

**DETALLES EXPERIMENTALES**

Películas de óxido de Tántalo de espesores 100Å, 500Å y 1000Å, fueron obtenidas mediante oxidación anódica en una solución acuosa de 0.2% de KF. Este método ha sido utilizado por otros autores [iii] en diversas investigaciones y corroborado en la presente por métodos ópticos. Un cañón de iones diseñado, construido y caracterizado para el experimento e instalado en un sistema de alto vacío, permite bombardear las muestras con un haz de iones Ar<sup>+</sup>, de energías hasta de 2.5KeV y densidades de corriente hasta de 30μA/cm<sup>2</sup> con gran estabilidad, a presiones del orden de 4.5x10<sup>-4</sup> Torr, técnica universalmente empleada [iv]. Se obtiene un perfil del haz de iones con una sección eficaz de 16mm, que satisface dos condiciones iniciales del experimento. Una, obtener una tasa de erosión uniforme en el área analizada de la muestra y dos, obtener una tasa de sputtering  $\dot{z}$  constante en el tiempo [v]. Una tercera condición para el experimento es la no-alteración en la composición de la muestra, causada por el mismo proceso de erosión, principalmente por la presencia de impurezas en el haz de iones y particularmente el oxígeno. El análisis necesario del gas empleado, se realizó con un filtro de cuadrupolo de masas. La figura 1, muestra una serie de espectros de masas a partir del gas residual para diferentes presiones parciales de argón, con las que se infiere una pureza del 99.99% del gas.

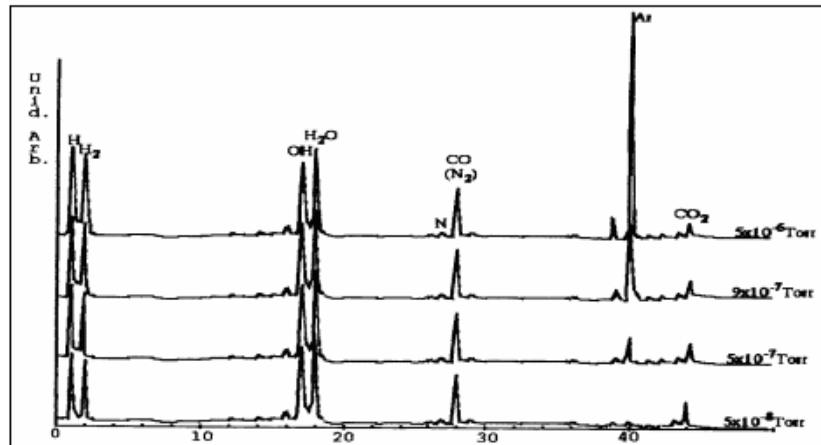


Figura 1. Espectros de masas cuadrupolar

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras se sometieron a bombardeo con un haz de iones  $\text{Ar}^+$  de 1.2KeV de energía y con densidad de corriente de  $5.0\mu\text{A}/\text{cm}^2$  en periodos de 30min, sobre las que posterior a cada periodo se detecta la señal Auger.

El espectro Auger para una muestra de Tántalo patrón se presenta en la figura 2. Este se caracteriza por la transición  $M_5N_{6,7}N_{6,7}$  a una energía de 179eV y se revela respecto a la anterior en una proporción 1:10 de la Amplitud Pico a Pico de la señal Auger APPA, la presencia de oxígeno en la transición  $KL_{2,3}L_{2,3}$  y en la misma proporción el carbono en la transición  $KL_{2,3}L_{2,3}$ .

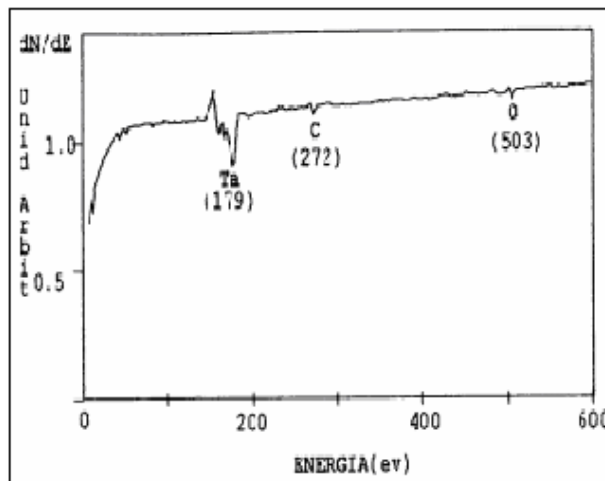


Figura 2. Espectro Auger de una muestra de Tántalo Patrón

La figura 3, presenta la evolución de los espectros Auger obtenidos para la capa de  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  de 1000 Å de espesor, a intervalos de 30 minutos de bombardeo. El primer espectro, presenta con gran intensidad la transición  $KL_{2,3}L_{2,3}$  del carbono y rastros de la transición  $KL_{2,3}L_{2,3}$  del oxígeno a energías de 179 y 503 eV respectivamente. Se ha escogido las emisiones de los electrones Auger correspondientes a las transiciones  $4d$  del Tántalo y  $1s$  del oxígeno, esto es, las transiciones  $M_5N_{6,7}N_{6,7}$  y  $KL_{2,3}L_{2,3}$  respectivamente.

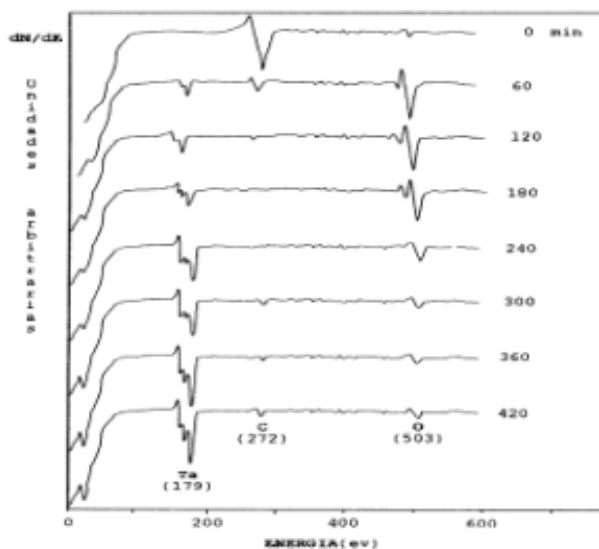


Figura .3. Evolución de los espectros Auger para la película de 1000Å

La figura 4 muestra la descomposición de la película anódica de  $Ta_2O_5$  y espesor 1000Å por sputtering con iones  $Ar^+$  de 1.2Kev de energía mediante AES. Se muestra igualmente la evolución de la transición  $KL_{2,3}L_{2,3}$  del carbono. Asumiendo que la intensidad de la señal Auger es proporcional a la cantidad presente del elemento que cubre la superficie en cada instante [vi], podemos determinar el perfil de profundidad para cada película, haciendo una correspondencia entre la APPA y la profundidad z para cada intervalo de tiempo desputtering

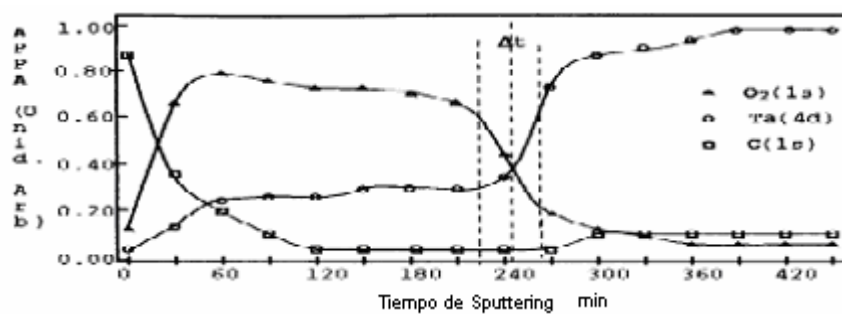


Figura.4. Descomposición de la película de 1000Å.

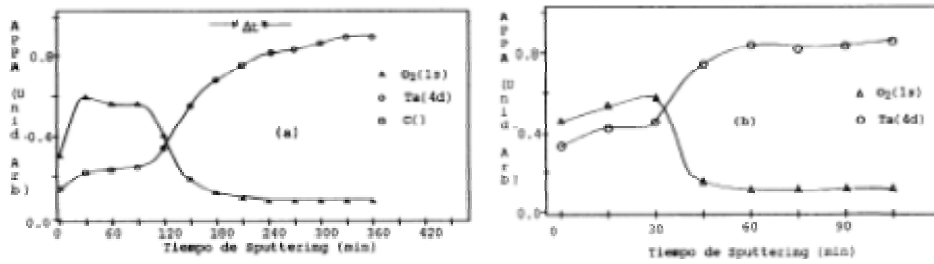


Figura.5. Descomposición de las películas de 500Å y 100Å.

Las películas de 500Å y 100Å fueron sometidas en las mismas condiciones a análisis. La figura 5, presenta los resultados de la descomposición de estas películas.

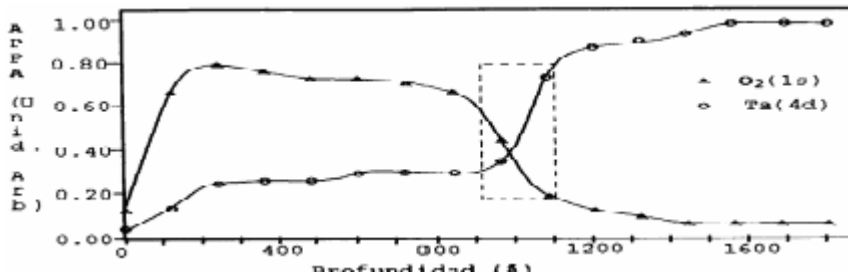


Figura. 6. Perfil de profundidad de la película de 1000Å.

### CONCLUSIONES

Del perfiles de profundidad construido para estas muestras, concluimos que la rata de sputtering  $\dot{z}$  es del orden de  $(3.86 \pm 0.20) \text{Å}/\text{min}$ , esto es, del orden de una monocapa atómica por minuto y que el espesor de la interfase es del orden de unos 100Å, Estos resultados se revelan en el perfil de profundidad mostrado en la figura 6.

### REFERENCIAS

- [i] P. Auger, J. Phys. Radium, 6 (1925) 205
- [ii] P. Auger, Ann. Phys. (París) 6 (1925) 183
- [iii] Pawell. R. E. 1964. Rev. Sci. Inst. 35 10066
- [iv] G. K. Wehner, G.S. Anderson: Handbook of thin film technology. McGraw Hill. New York 1970. Ch 3
- [v] S. Hoffmann. Practical Surface Analysis. Wiley & Sons. Ch 4.
- [vi] P.W. Palmberg. Anal. Chem 45(1973) 549A