Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales 2009; **S1** (3): 1083-1085

PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDOS DE VANADIO

Alejandra Guerrero [1], Gilberto Bolaños [1], Sonia Gaona [2], Juan Morales [1]*

- ✓ Este artículo forma parte del "Volumen Suplemento" **S1** de *la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales* (*RLMM*). Los suplementos de la RLMM son números especiales de la revista dedicados a publicar memorias de congresos.
- ✓ Este suplemento constituye las memorias del congreso "*X Iberoamericano de Metalurgia y Materiales (X IBEROMET)*" celebrado en Cartagena, Colombia, del 13 al 17 de Octubre de 2008.
- ✓ La selección y arbitraje de los trabajos que aparecen en este suplemento fue responsabilidad del Comité Organizador del *X IBEROMET*, quien nombró una comisión *ad-hoc* para este fin (véase editorial de este suplemento).
- ✓ La *RLMM* no sometió estos artículos al proceso regular de arbitraje que utiliza la revista para los números regulares de la misma.
- ✓ Se recomendó el uso de las "Instrucciones para Autores" establecidas por la *RLMM* para la elaboración de los artículos. No obstante, la revisión principal del formato de los artículos que aparecen en este suplemento fue responsabilidad del Comité Organizador del *X IBEROMET*.

Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales 2009; **S1** (3): 1083-1085

PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDOS DE VANADIO

Alejandra Guerrero [1], Gilberto Bolaños [1], Sonia Gaona [2], Juan Morales [1]*

1: Dpto. de Física, FISBATEM, Universidad del Cauca. Popayán, Colombia
2: Dpto. de Física, CYTEMAC, Universidad del Cauca. Popayán, Colombia

** E-mail: aiguerrero@unicauca.edu.co*

Trabajos presentados en el X CONGRESO IBEROAMERICANO DE METALURGIA Y MATERIALES IBEROMET
Cartagena de Indias (Colombia), 13 al 17 de Octubre de 2008
Selección de trabajos a cargo de los organizadores del evento

Publicado On-Line el 29-Jul-2009
Disponible en: *www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html*

Resumen

Se estudiaron las propiedades eléctricas de películas delgadas de óxidos de vanadio fabricadas con diferentes flujos de oxígeno utilizando un sistema magnetrón sputtering r.f. a una temperatura de 470 ºC y una presión de $9x10^{-3}$ mbar en el crecimiento. Las medidas de resistividad muestran que las películas delgadas fabricadas con altos flujos de oxígeno, presentan un comportamiento aislante, en cambio aquellas fabricadas con bajos flujos de oxígeno, se comportan como conductores. Con la disminución del flujo de oxígeno se presenta un cambio gradual en la composición química de las películas delgadas, de VO_2 a V_2O_3., de acuerdo con los resultados de Difracción de Rayos X.

Palabras Claves: *Óxidos de vanadio, Propiedades eléctricas, Películas Delgadas, Magnetrón sputtering r.f.*

Abstract

We studied electric properties of vanadium oxides thin films deposited by magnetron sputtering r.f. with different oxygen flow, to a 470 ºC temperature and a pressure of $9*10^{-3}$ mbar. Resistivity measures show that at high oxygen flow thin films exhibit an insulator behavior, instead at low oxygen flow thin films exhibit a metallic behavior. When the flow of oxygen is decreased in the deposition process films show a gradual change in their chemical composition from VO_2 to V_2O_3 in agree with XRD results.

Keywords*: Vandium oxides, Electric properties, Thin films, Magnetron sputtering r.f.*

1. INTRODUCCIÓN

El vanadio es un metal de transición que presenta múltiples estados de oxidación +2, +3, +4 y +5, lo que posibilita que dentro del sistema vanadio-oxígeno se puedan formar 14 tipos de óxidos diferentes [1].

Los óxidos de vanadio exhiben interesantes propiedades electrónicas, siendo que muchos de estos óxidos presentan una transición metal - aislante alrededor de cierta temperatura crítica, acompañada de una serie de cambios en su estructura y comportamiento eléctrico, magnético y óptico. El dióxido de vanadio (VO_2) es el más estudiado, y también el que ofrece más interés debido a sus propiedades ópticas y eléctricas. Para este compuesto la transición de fase de metal a aislante es alrededor de los 340 K [2], por su parte el V_2O_3 presenta una transición metal-aislante a 170 K [3] acompañada por un cambio estructural de la red cristalina de tetragonal a monoclínica, observándose al mismo tiempo una transición desde un estado paramagnético a un estado antiferromagnético [4].

El estudio a partir de películas delgadas de estos materiales ha tomado mucha importancia en los últimos tiempos, por sus propiedades electrocrómicas y su potencial uso como interruptores ópticos. Recientemente se ha estudiado el comportamiento eléctrico de películas delgadas de VO_x ($0.8 \leq x \leq 1.22$) de 100 Å de espesor, crecidas sobre sustratos de $SrTiO_3$, encontrándose que el sistema presenta una transición gradual de un comportamiento metálico a semiconductor cerca de $x=0.94$ [5].

En este trabajo se estudiaron las propiedades eléctricas de películas delgadas de óxidos de vanadio crecidas en un sistema magnetrón sputtering r.f. variando el flujo de oxígeno en su fabricación encontrándose que el comportamiento

eléctrico de estas películas depende fuertemente del contenido de oxígeno.

2. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Sobre sustratos de vidrio fueron depositadas películas delgadas de óxidos de vanadio mediante la técnica magnetrón sputtering r.f. empleando un blanco de vanadio puro. La presión de la cámara, la temperatura del sustrato y el tiempo de crecimiento permanecieron constantes a, $9x10^{-3}$ mbar 470 ºC y 1 hora respectivamente. El flujo de oxígeno para el depósito de cada muestra se mantuvo constante y con el fin de obtener varias muestras en diferentes ambientes de oxígeno se varió desde 0.3 hasta 0.7 sccm (centímetro cúbico estándar por minuto). Las fases de las películas delgadas de óxidos de vanadio fueron determinadas usando difracción de rayos X.

Las medidas de resistividad en función de la temperatura se hicieron utilizando un sistema de adquisición automático, que permite incrementar la temperatura desde 50 hasta 360 K y medir el cambio en la resistencia eléctrica por el método estándar de las cuatro puntas, esto es, fijando una corriente que será suministrada a la película en dos puntos y midiendo el voltaje en los otros dos puntos al extremo de la misma.

3. RESULTADOS

La figura 1 presenta el DRX correspondiente a películas delgadas de V-O crecidas sobre vidrio, para flujos de oxígeno de 0.7, 0.6, 0.5, 0.4 y 0.3 sccm de O_2. Como se observa, a medida que disminuye el flujo de oxígeno en la fabricación de las películas (desde 0.7 sccm hasta 0.5 sccm), se presenta un cambio en su composición química de la forma $VO_2 \rightarrow VO_2 + V_2O_3 \rightarrow V_2O_3$, mientras que en las muestras con 0.4 y 0.3 sccm de oxígeno sólo se observó V_2O_3. Un análisis estructural detallado de estas películas fue reportado por los autores en la referencia [6].

Las figuras 2 y 3 muestran curvas de resistividad en función de la temperatura para películas crecidas con flujos de oxígeno de 0.6, 0.5, 0.4 y 0.3 sccm de O_2 (figura 2) y para 0.7 sccm de O_2 (figura 3).

Como se observa, para películas fabricadas con flujo de oxígeno entre 0.3 y 0.6 sccm el comportamiento es tipo conductor, es decir, su resistividad aumenta con aumentos en la temperatura, aunque por debajo de 125 K la resistividad de las muestras permanece casi constante (ver figura 2). La muestra fabricada con mayor flujo de oxígeno presenta una mayor resistividad, y aquella con menor flujo de oxígeno presenta la menor resistividad. En el rango de temperaturas medidas (50 K-292 K) no se observó ninguna transición metal - aislante.

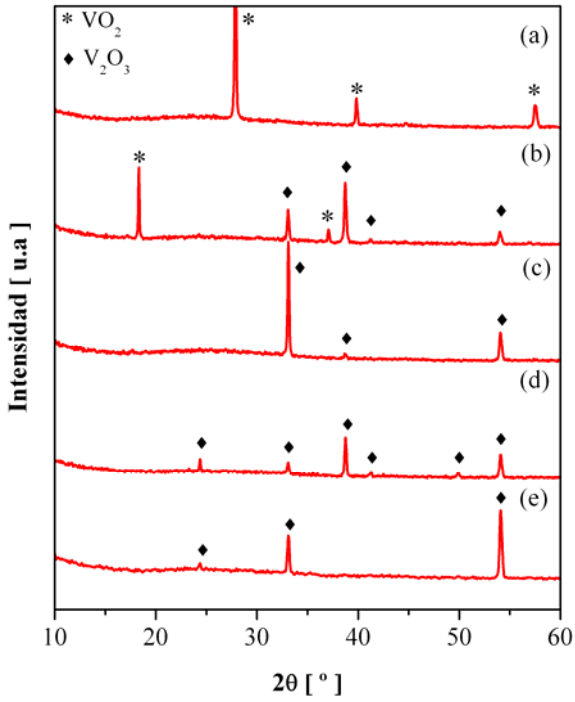


Figura 1. Patrones de difracción de rayos X para películas delgadas de óxidos de vanadio con diferentes flujos de O_2 (a) 0.7 sccm, (b) 0.6 sccm, (c) 0.5 sccm, (d) 0.4 sccm y (e) 0.3 sccm.

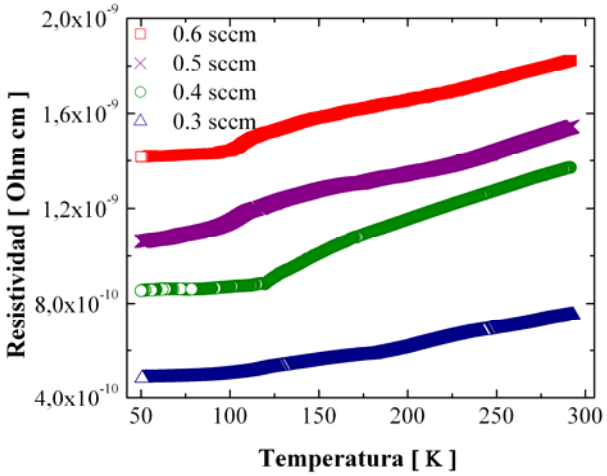


Figura 2. Resistividad para películas de V-O, crecidas con 0.6, 0.5, 0.4 y 0.3 sccm de O_2.

Ahora, para aquellas muestras cuyo flujo de oxígeno es 0.7 sccm (figura 3) la resistividad aumenta a medida que la temperatura disminuye, exhibiendo un comportamiento aislante. De acuerdo con esto, se puede afirmar que las muestras presentan una transición desde un estado conductor (película con 0.6 sccm de O_2) a un estado aislante (película 0.7 sccm de O_2).

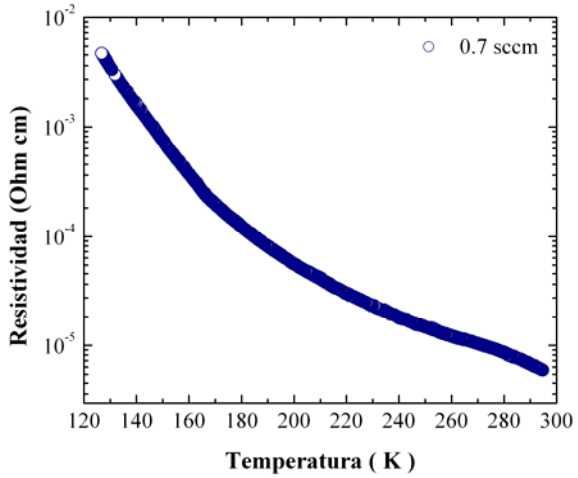


Figura 3. Resistividad para películas de V-O, crecidas con 0.7 sccm de O_2.

A partir del comportamiento observado en las figuras 2 y 3 se tiene que a medida que disminuye el flujo de oxígeno en la fabricación de las muestras su resistividad también disminuye, esto es, se hacen cada vez más conductoras; una primera explicación para este fenómeno es que con la disminución de oxígeno en las muestras aumenta el número de vacancias, incrementando a su vez el camino libre medio para los electrones, lo que se traduce en una mayor movilidad de estos.

4. CONCLUSIONES

Se crecieron películas delgadas de óxidos de vanadio sobre sustratos de vidrio bajo diferentes flujos de oxígeno y se analizó su comportamiento eléctrico, estableciéndose que este presenta una dependencia con el flujo de oxígeno empleado en su crecimiento. Así, las muestras fabricadas con 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 sccm de O_2 presentan un comportamiento conductor mientras que las muestras fabricadas con 0.7 sccm de oxígeno exhiben un comportamiento aislante. De acuerdo con esto, las muestras presentan una transición desde un estado conductor a un estado aislante de la muestra con 0.6 sccm a la muestra con 0.7 sccm de O_2.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Thanh DH, Long PD, Bich VT, Dinh NN. *Communications in physics*. 1998; **8**: 152-158.

[2] Schwingenschlög U, Eyert V. *Annalen der Physik*. 2004; **13** (9): 475-510.

[3] Morin JF, *Phys. Rev. Letters.* 1959; **3**: 34-36.

[4] McWhan DB, Menth A, Remeika JP, Brinkmann WF, Rice TM. *Phys. Rev. B*. 1973; **7**: 1920-1931.

[5] Rata AD, Chezan AR, Presura C, Hibma T. *Surface Science.* 2003; **532-535**: 341-345.

[6] Guerrero A, Bolaños G, Gaona S, Heiras J. R*ev. Col. de física.* 2008; **1**: 23-25.