

# Deposición de películas de Ti por (PVD) para protección de aleaciones de aluminio

Corengia, P.<sup>(i)</sup>; Egidi, D.<sup>(i)</sup>; Quinteiro, M.<sup>(i)</sup>; Ybarra, G.<sup>(ii)</sup>; Moína, C.<sup>(ii)</sup>; Conterno, G.<sup>(iii)</sup>; Roviglione, A.<sup>(iii)</sup>.

<sup>(i)</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC)

<sup>(ii)</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Electrodeposición y Procesos Superficiales (CIEPS)

<sup>(iii)</sup>Depto. de Ing. Mecánica y Naval, Facultad de Ingeniería, UBA.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El aluminio es un material no ferroso muy utilizado en aplicaciones de ingeniería debido a su baja densidad, su resistencia a la corrosión y su gran maquinabilidad, entre otras propiedades. Sin embargo, este material tiene baja resistencia al desgaste por lo que su utilización es limitada.

Para mejorar el comportamiento mecánico y las propiedades tribológicas, y por lo tanto ampliar el campo de aplicaciones del aluminio, se han desarrollado tratamientos de superficie denominados recubrimientos dúplex (DCT), que combinan un recubrimiento obtenido por PVD (Physical Vapour Deposition) con un posterior tratamiento térmico en vacío (VHT)<sup>[1]</sup>.

En este trabajo, se estudió el crecimiento de las películas de Ti depositadas sobre sustratos de Al por PVD mediante las técnicas de microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

## 2.- MATERIALES Y METODOS

El sustrato empleado fue aluminio 1050 (99,5% de pureza) y como blanco se utilizó titanio de 99,8%, con excepción de las experiencias realizadas para determinar la velocidad de deposición donde se utilizó Si como sustrato, por ser un material de mínima rugosidad.

Las películas de Ti sobre Si y Al fueron depositadas en un equipo de PVD (Magnetron Sputtering DC) fabricado por Pfeiffer GmbH. La configuración empleada fue "sputter up" y el sustrato permaneció estático durante todo el proceso.

La distancia entre blanco y sustrato fue de 35 mm. El sustrato no fue sometido a ninguna fuente externa de potencial bias.

Después de insertar los sustratos en la cámara de vacío, el sistema fue evacuado hasta una presión menor a  $1.0 \cdot 10^{-6}$  mbar. Posteriormente se ingresó Ar hasta una presión de  $5 \cdot 10^{-5}$  mbar, donde se realizó un sputtering de limpieza para acondicionar el blanco. A continuación, a sustrato descubierto, la película fue depositada a una presión de argón de  $5 \cdot 10^{-3}$  mbar, potencia de 100 W, y temperatura de 100 °C.

En todas las deposiciones se mantuvieron constante la presión y potencia, y se varió el tiempo de deposición para conseguir distintos espesores de películas (10, 50, 100, 500, 1000 y 3000 nm) con el objeto de estudiar el crecimiento de los depósitos.

Las medidas de AFM (microscopía de fuerza atómica) fueron realizadas con un microscopio UltraObjective (Surface Imaging Systems GmbH), en modo no contacto (tapping). Se usaron cantilevers de Si con una constante de fuerza nominal Si de 48 N/m (NanoProbes GmbH). El espesor de las películas fue determinado mediante la medición de la altura del escalón formado entre el depósito metálico y el sustrato de Si cubierto por la máscara durante la deposición.

Las microestructuras y las capas depositadas fueron analizadas por microscopía electrónica de barrido -SEM (Philips SEM 505, Holanda).

## 3.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1 Velocidad de deposición

La velocidad de deposición y la temperatura del sustrato son las principales variables que afectan los procesos de deposición existiendo una dependencia con la microestructura obtenida<sup>[2]</sup>.

En primera instancia se localizó la zona del escalón entre la película y el sustrato, y se adquirió una imagen de AFM. Luego de una corrección por plano se trazó un perfil que fue usado para la medición del espesor, a partir de la diferencia de alturas entre el depósito y el sustrato (fig.1).

Se obtuvo una relación de proporcionalidad directa entre el espesor y el tiempo, de cuya pendiente se calculó la velocidad de deposición, resultando un valor de 0,2544 nm/s para 50 W, 0,7588 nm/s para 100 W y 2.378 nm/s para 300 W.

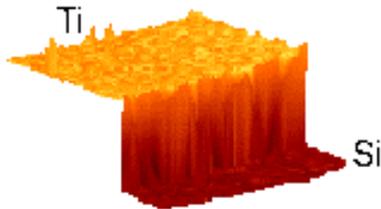


Fig. 1. Imagen tridimensional (AFM) de un recubrimiento parcial de 174 nm de espesor de Ti sobre una superficie de Si.

### 3.2 Crecimiento de la película

Los perfiles de los depósitos crecidos a diferentes tiempos de deposición determinados por AFM, muestran una altura máxima entre pico-vals aproximada de 60 nm (66 seg) y 230 nm (660 seg).

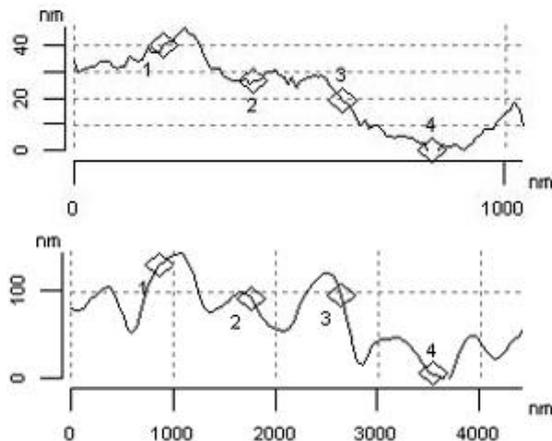


Fig. 2. Distintos perfiles de superficies de: a) 66 seg (50 nm) y 660 seg (500 nm).

En la figura 3 se observa la sección de una muestra de Al con un depósito uniforme de titanio de aproximadamente 3000nm.

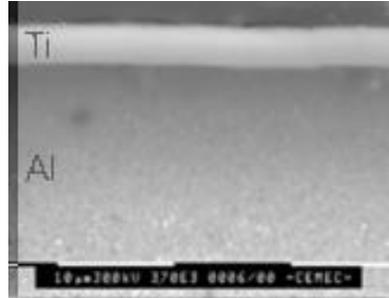


Fig. 3. Micrografía electrónica de barrido de la sección de una muestra de Aluminio con un depósito de Ti de 3000nm.

## 4.- CONCLUSIONES

El espesor de la película depositada tuvo una relación directamente proporcional con el tiempo de proceso.

Para las muestras con un mayor tiempo de deposición se observó un aumento de la rugosidad y tamaño de *features*.

El análisis de las películas de distintos espesores muestra un crecimiento en forma columnar, que corresponde a la zona de transición (T) de los modelos propuestos por Thornton<sup>[3]</sup>.

Se deduce que la técnica AFM es más adecuada que la Microscopía Electrónica de Barrido para la caracterización topográfica de depósitos menores a 500 nm.

## 5.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial y el Laboratorio de Materiales de la FI-UBA.

## 6.- REFERENCIAS

- [1] J.Musil, J. Vlcek, V. Jezek, M. Benda, *Surf. And Coat. Technol.*, **76-77** (1995)341-347.
- [2] Jwo-Huei Jou, Cheng-Sheng Chung, *Thin Solid Films*, **235** (1993) 149-155.
- [3] *Thin Film Processes*

Para mayor información contactarse con:

Pablo Corengia – [surfaces@inti.gov.ar](mailto:surfaces@inti.gov.ar)