

CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MAGNETRON SPUTTERING

H. Bustos Rodríguez, D. Oyola Lozano, Y. Rojas Martínez.
Departamento de Física, Universidad del Tolima, A.A. 546 Ibagué.

RESUMEN

En este trabajo reportamos el diseño, construcción y caracterización de un sistema Magnetron sputtering, para la obtención de películas delgadas y tratamiento de materiales en general. Se discuten las mediciones de calibración y optimización para la generación del plasma y las diferentes películas delgadas.

Para la caracterización electrónica se calcularon el potencial de ruptura, el de la descarga luminosa normal a baja corriente como una función de la distancia, de la geometría de los electrodos y la presión del gas.

Los parámetros del plasma de Argón obtenidos (η_i , η_e , T_i , T_e) se lograron mediante la optimización de un sistema de diagnóstico componente del método de Langmuir. Se realizaron deposiciones de Al-Ni sobre aceros comerciales de blancos preparados y caracterizados en el laboratorio.

ABSTRACT

In this work we report the design, construction and characterization of a system Magnetron sputtering, for the obtaining of thin films and treatment of materials in general. The calibration and optimization are discussed for the generation of the plasma and the different thin films.

For the characterization electrónica the ionization coefficients were calculated, the rupture potential, the one of the normal luminous discharge to average drop as a function of the distance, geometry of the electrodes and the pressure of the gas.

The parameters of the obtained plasma of Argon (η_i , η_e , T_i , T_e) they were achieved by means of the optimization of a system of component diagnosis of the method of Langmuir. They were carried out depositions of Al-Ni it has more than enough commercial steels of prepared targets and characterized in the laboratory.

INTRODUCCIÓN

El régimen de descargas luminiscentes utilizado desde hace dos décadas ha sido cada vez más experimentado. Numerosas investigaciones han contribuido con el perfeccionamiento del sistema operativo de éstos dispositivos con el propósito de facilitar su aplicación en procesos industriales como el tratamiento de materiales en general y la deposición de películas delgadas obtenidas en reactores plásmicos planares, de placas paralelas, magnetrones y fuentes plásmicas de bombeo electrónico, RF(13,6MHz) o DC[1]. Reportes disponibles muestran que los reactores plásmicos ayudados con campos magnéticos constituyen verdaderos espejos magnéticos capaces de confinar electrones con temperaturas T_e del orden de 1 a 4 eV, sin embargo las temperaturas iónicas T_i y las funciones de distribución iónicas y electrónicas aún son temas de recientes investigaciones. Dadas las

altas densidades reportadas (10^{14} - 10^{16}) en descargas obtenidas a presiones de 10^{-3} a 10 torr[2], hacen de éstos dispositivos fuentes de innumerables investigaciones en propiedades micro y macro de los plasmas generados y de la calidad de las películas obtenidas y del tratamiento deseado en el material. En el caso de magnetrones los electrones son atrapados en una región cerca del target debido al campo magnético colocado. Las concentraciones electrónicas inducidas en éste caso son mayores que las generadas en los diodos, y son forzadas a moverse sobre una trayectoria dentro del campo magnético. Debido a éstas concentraciones los átomos del gas que penetran dentro de la nube electrónica formada tiene mayor probabilidad de chocar con ellos y así aumentar el grado de ionización que se observa en caso del diodo. Los iones formados son los encargados de sputrear el material del blanco removiendo de éste cerca de 10 veces más que el material removido en caso del diodo. Teniendo en cuenta éstas ventajas, presentamos el diseño y la construcción de un magnetron sputtering de placas paralelas que puede ser operado con fuentes RF (13,6 MHz) o DC y utilizado en tratamiento de materiales.

DESCRIPCION EXPERIMENTAL

La cámara de descarga está construida por una cruz de cuarzo con diámetro interior de 60 mm y 186 mm de longitud. Está encamisada en sus cuatro puntas con cubiertas de teflón. Cada extremo es sellado por una brida de seguridad de vacío. Las dos bridas enfrentadas verticalmente sostienen los electrodos. Las otras dos bridas están enfrentadas horizontalmente. Una sostiene un pasamuro por cual se hace llegar a la cámara los diferentes elementos para adquisición de datos de funcionamiento, como la sonda y la termocupla. La otra se ajusta con el sistema de flujo de gas acoplado con una válvula de control de paso. El ánodo lo forma un tornillo sinfín de 90 mm de longitud y 30,5 mm de diámetro, provisto de un receptáculo para un horno de 26mm de longitud y 33,5mm de diámetro, regulado hasta 800°C mediante un controlador de temperatura Omega CN 3800 con relé externo(ver figura1) . El tornillo sinfín es girado por un motor paso a paso NPM 35s controlado mediante un PC a través de una interfaz, para regular la distancia entre los electrodos[3] (ver figura 2). El cátodo está construido de cobre electrolítico cilíndrico de longitud 165 mm, con diámetro interior de 25 mm y diámetro exterior de 33,5 mm, dentro del cual se han colocado un juego de imanes que producen un campo magnético de 22 Gauss. Está refrigerado mediante dos toberas y un tornillo paso a paso de rosca de que permite un flujo de agua de 0,821 gal./min.

Para la alimentación se utilizó una fuente D.C Kepco, BHK 1000-0.2MG, 0-1000V, 0-2 A. La potencia se controló mediante una IEEE, con su respectivo software que permite controlar el voltaje desde 0 voltios hasta obtener una descarga automantenida.



Figura 1. Cámara de electrodeposición

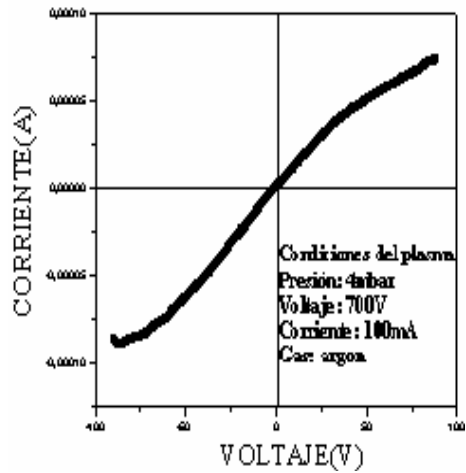


Figura 2. Característica de I – V

La presión se controló manualmente mediante una válvula MKS instruments, con un controlador de flujo.

El equipo de vacío acoplado al sistema es una bomba mecánica KNF Neuberger-Laboport. Para el diagnóstico se utilizó una sonda doble de Langmuir de tungsteno simétrica de 1,2 mm de diámetro, colocada dentro una varilla con dos perforaciones como aislante (ver figura 3). La sonda está controlada con una IEEE para obtener la característica I-V, a través de un multímetro KEITHLEY 197A y una fuente KEYTHLEY 617.

Tabla 1. Características del magnetron sputtering

Operación de vacío	$6,8 \cdot 10^{-1}$ hasta 8 mbar
Voltaje de ruptura	500 V
Corriente	150 mA
Distancia entre electrodos	20 mm
Campo magnético permanente	22 Gauss
Temperatura de operación	200 °C hasta 400 °C
Potencia requerida	750 W DC
Longitud cátodo	165 mm
Diámetro del cátodo	33,5 mm
Diámetro del target	25 mm
Espesor del target	2,5 mm
Flujo de refrigeración	0,821 gal./min.

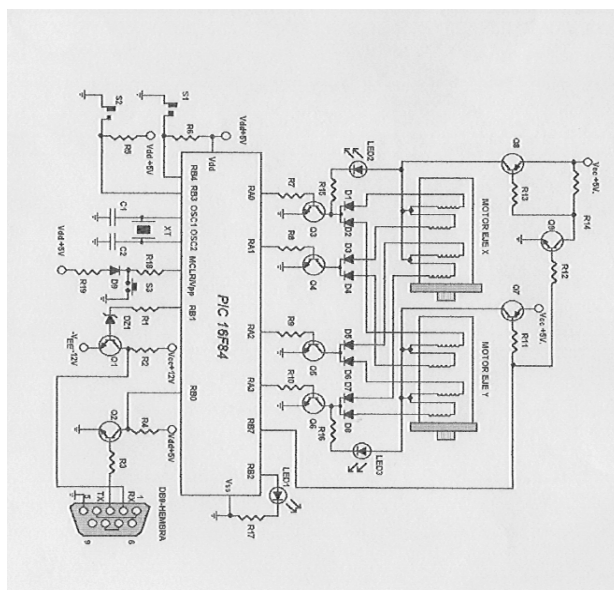


Figura. 3. Cámara de electrodeposición

CONCLUSIONES

Se ha diseñado y construido un magnetrón sputtering para la generación de plasma el cual se utiliza para el tratamiento de materiales en general. Se calcularon el potencial de ruptura, el de la descarga luminosa normal a baja corriente como una función de la distancia, de la geometría de los electrodos y la presión del gas.

Los parámetros del plasma de Argón obtenidos (η_i , η_e , T_i , T_e) se lograron mediante la optimización de un sistema de diagnóstico componente del método de la sonda doble de Langmuir. Se realizaron deposiciones de Al-Ni sobre aceros comerciales de blancos preparados y caracterizados en el laboratorio para futuros estudios de deposición.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima por la financiación de éste trabajo.

REFERENCIAS

- [1]. Michael S. Barnes, John C. Forster and John H. Keller. Appl. Phys. Lett. 62 (21), 24 May 1993.
- [2]. V. A. Godyka, R.B. Pijak y b. M. Alexandrovich. J. Appl. Phys. 73(8), 15 abril 1993.
- [3]. Bravo Ramos E. J. Y Mendieta J.F. Tesis: Diseño e implementación de un control de posicionamiento axial y radial de una sonda de Langmuir, a través de una interfase RS232.