

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA CÁMARA PARA EL DEPÓSITO DE PELÍCULAS DELGADAS POR ABLACIÓN LÁSER.

Chirino Ortega S.*, Escobar Alarcón L., Camps Carvajal E., García Esquivel J.L.

Dpto. de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

*Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería de la UAEM.



MX0100088

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que existen métodos bien establecidos para la producción de películas delgadas de alta calidad, existe considerable interés en métodos alternativos que puedan ser menos caros, más confiables, eficientes y capaces de producir películas delgadas con propiedades nuevas o mejoradas. La técnica de ablación láser es una alternativa que ha dado respuesta a algunas de estas necesidades y se ha convertido en los últimos años en una alternativa para la obtención de películas delgadas teniendo algunas ventajas respecto a procesos convencionales[1].

Una de las componentes más importantes que forman un sistema de ablación láser, es la cámara de vacío dentro de la cual se colocan el blanco y el sustrato donde se depositará la película delgada; usualmente a dicha cámara se le conoce como cámara de ablación. En general no existe un estándar de cámara de ablación, ya que dependiendo de la aplicación específica que se le vaya a dar, cada grupo de investigación diseña y construye sus cámaras de tal manera que satisfagan sus necesidades.

2. DISEÑO DE LA CÁMARA DE ABLACIÓN

La cámara de ablación tiene como propósitos generales los siguientes:

- Llevar a cabo estudios del plasma, tales como: espectroscopía de emisión óptica y mediciones por deflectometría.
- Llevar a cabo un monitoreo *in situ* del crecimiento de la capa a través de mediciones de reflectividad de la combinación sustrato-película, con el

propósito de monitorear el crecimiento de la película en tiempo real.

- Depositar películas delgadas de diferentes materiales como óxidos, carbono, metales, etc.

Para cumplir con las funciones anteriormente señaladas, la cámara cuenta con los siguientes accesorios:

- Un atravesador para alto vacío, en el cual se montará el porta-sustrato donde se coloca el material donde se depositará la película.
- Un atravesador para alto vacío, en el cual se montará el porta-blanco donde se coloca el material del cual se va a obtener la película.
- Un atravesador para entrada de gases, lo que permitirá realizar depósitos en atmósferas reactivas o inertes.
- Un atravesador para alimentar eléctricamente un horno que permita calentar al sustrato, así como para medir la temperatura de éste.
- La cámara cuenta con un conjunto de bridas, en las cuales se acoplan los medidores de vacío.

El parámetro más importante requerido en la cámara de ablación, es la presión que debe existir en ésta. Su importancia radica en el hecho de que dentro de la cámara, se produce el plasma a partir del cual se obtienen las películas delgadas utilizando la técnica denominada ablación láser, resultando fundamental poder aumentar el recorrido libre medio de las especies que constituyen al plasma y que es función del grado de vacío alcanzado.

Para el diseño de la cámara debe tomarse en cuenta que por un lado sus superficies estarán sometidas a presión atmosférica, mientras que del otro estarán sometidas a un vacío. Esto hace que las paredes de la cámara tengan que soportar cargas del

orden de 75×10^3 Pa, que corresponde a la presión atmosférica. Por consiguiente, los materiales utilizados en su fabricación deben tener buena resistencia mecánica.

Otra consideración importante es que las superficies de los materiales no deben alterar el vacío, en la fabricación de equipo para alto vacío se usan metales que tienen una baja presión de vapor y velocidad de desgasificación: los más utilizados son el acero inoxidable, el cobre, el bronce y el aluminio. Aunado a lo anterior, para unir las componentes y formar un sistema de vacío, es necesario considerar el tipo de materiales que nos pueden servir para soldar, fundir o enlazar de manera que no tengamos una reacción química desfavorable en nuestro sistema.

Los materiales usados con más frecuencia en las técnicas de vacío se presentan a continuación: [2]

- a) El material para la construcción de la cámara es el acero inoxidable AISI 304 que es una aleación de cromo y acero. Este acero es más resistente a la corrosión que el acero comercial.
- b) Para la ventana de la cámara, los materiales que se pueden usar son el vidrio Pyrex y el cuarzo. Se utiliza el vidrio Pyrex, aunque el cuarzo es el material más recomendado debido a que su estructura cristalina presenta una desgasificación más baja que en los vidrios, aunque su costo es más elevado que un vidrio Pyrex.
- c) Para sellar las diferentes partes de la cámara, se usarán "o-rings" de vitón y anillos centradores de aluminio con vitón. Los sellos de vitón soportan temperaturas hasta de 200° C. Estos sellos son comúnmente usados ya que presentan una baja desgasificación comparada con la de otros materiales.

Los centradores que se utilizarán en diversas bridas de las cámaras serán de aluminio con o-ring de vitón. Algunas características del aluminio son: es un material de poco peso, fuerte, resistente a la corrosión con una baja presión de vapor, barato, fácil de trabajar, y

fácilmente obtenible en las formas más comunes. [3]

Para el sistema de alto vacío se requerirá del uso de dos bombas. Una bomba para reducir la presión de la atmosférica a la presión de trabajo de la bomba de alto vacío (bomba para prevacío), la bomba de alto vacío y una bomba que evacue el gas de la salida de la bomba de alto vacío a la atmósfera (bomba de apoyo), en este caso se utilizará la misma bomba de prevacío como bomba de apoyo. Cabe señalar que todas las mangueras plásticas con las cuales se conectarán las bombas a la cámara deberán ser especiales para trabajar con vacío, si no lo son, corren el riesgo de colapsarse o desprender gases y como consecuencia contaminar el sistema.

Como bomba de prevacío y de apoyo, se utiliza una bomba mecánica ALCATEL 20151SD, que puede manejar grandes gastos pero no puede llegar a altos vacíos, es decir, a menos de 1×10^{-2} Pa que es su presión última.

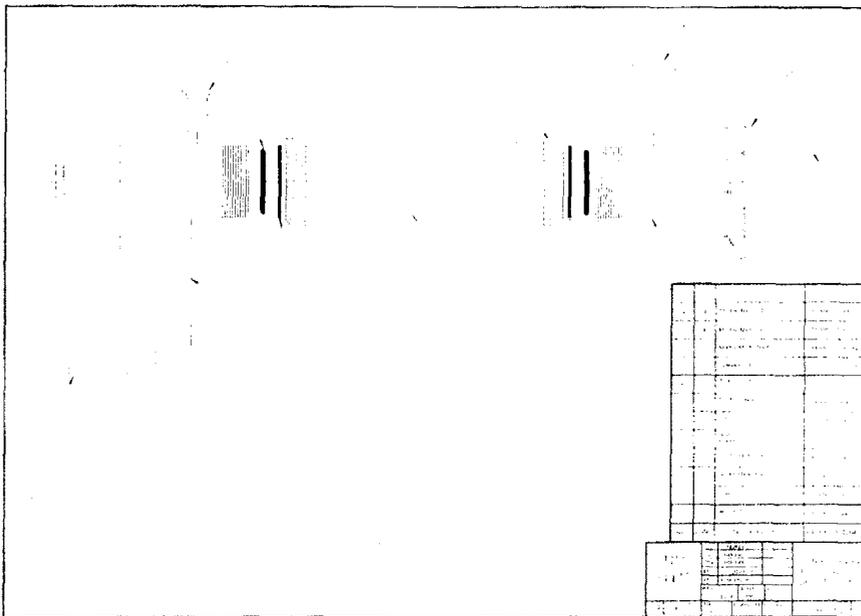
Para el alto vacío se utiliza una bomba de difusión VEECO con una velocidad de bombeo de 400 l/s, lográndose alcanzar presiones del orden de 2×10^{-4} Pa.

Para medir el vacío mecánico, de hasta 1×10^{-2} Pa, se usa un medidor tipo Pirani marca Balzer modelo TPR-010, mientras que para medir el alto vacío, hasta 1.3×10^{-5} Pa, se utiliza un sensor de vacío tipo cátodo frío marca Balzer modelo IKR-050.

En la figura 1 se presentan los componentes de la cámara diseñada, mostrándose el conjunto para su ensamble final. Para la elaboración de los planos se siguieron los lineamientos establecidos en la referencia [4].

3. EVALUACIÓN DE LA CÁMARA DISEÑADA

Con el propósito de probar el funcionamiento de la cámara una vez construida, se realizaron como primer paso mediciones del tiempo de bombeo para alcanzar la presión última que existirá en la cámara de vacío, este valor depende de la desgasificación de las superficies de los materiales empleados y



de la capacidad de la bomba.

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos, donde los puntos representan mediciones experimentales. Como se observa después de un tiempo de 2 horas, se alcanza una presión de 4×10^{-4} Pa, que es la presión última lograda con este sistema.

propiedades físicas son similares a las de películas depositadas previamente [6] en otra cámara de ablación, por lo que consideramos que el sistema diseñado y construido en el ININ, cumple de manera satisfactoria con los requerimientos planteados originalmente. En la figura 3 se muestra la cámara ya fabricada, durante la realización de un experimento.

4. CONCLUSIONES

Se diseño y fabrico una cámara de vacío para realizar el depósito de películas delgadas por ablación láser y para caracterizar el plasma formado como resultado del proceso de ablación. Los experimentos preliminares realizados hasta ahora, han mostrado que la cámara cumple con el propósito para el que fue diseñada. Adicionalmente el diseño planteado es suficientemente versátil y permitirá agregarle mas accesorios haciendo modificaciones simples. Cabe destacar que el costo de la misma es del orden de 1/20 de una cámara comercial con características semejantes.

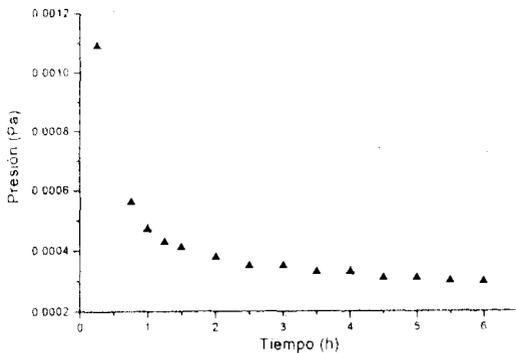


Figura 2. Presión última como función del tiempo de bombeo.

Posteriormente se depositaron películas delgadas de carbono y se realizaron mediciones para caracterizar el plasma formado [5]. Las películas de carbono depositadas fueron caracterizadas encontrándose que sus

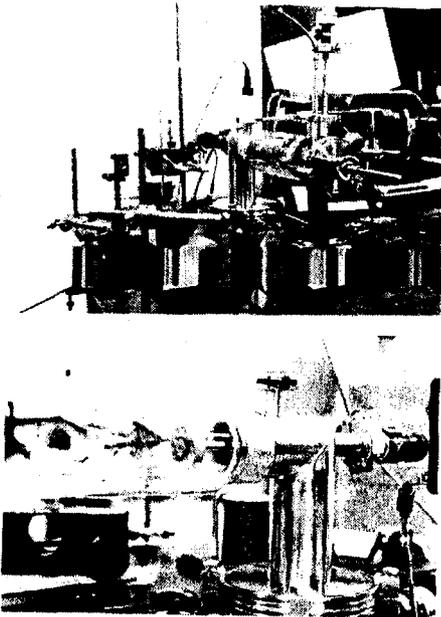


Figura 3. Se muestra a la cámara de ablación construida.

Agradecimientos

Agradecemos al Sr. Sabino Hernández por su apoyo con los tubos de vidrio usados en la cámara aquí reportada. También queremos agradecer a los compañeros de Talleres Generales, Simón de la Cruz, Raúl Martínez, Juan Carlos Martínez, Guillermo Corona y Telésforo Flores, por su apoyo en la fabricación de la cámara de vacío.

REFERENCIAS

[1] D.B. Chrisey y G.K. Hubler, *Pulsed laser deposition of thin films*, John Wiley & Sons 1994.
 [2] O'Hanlon John, *A User's Guide to Vacuum Technology*, John Wiley & Sons 1980.

[3] M. Pirani, J. Yarwood, *Principles of Vacuum Engineering*, Reinhold Publishing Corporation, 1a Edición, N.Y., 1961.
 [4] Villanueva Pruneda Sergio A., Ramos Watanave Jorge, *Manual de métodos de fabricación metalmeccánica*, AGT Editor, 4ª Edición, México D.F. 1994.
 [5] M. Villagran, L. Escobar Alarcón, E. Camps; *Velocidades de ondas de choque en plasmas de ablación láser por deflectometría*, XLIII Congreso Nacional de Física, Puebla, Méx., pag 156, octubre de 2000.
 [6] L. Escobar Alarcón, E. Camps, B. Rebollo, E. Haro Poniatowski, M.A. Camacho López, S. Muhl, *Thin film deposition of amorphous carbon by laser ablation*, Superficies y Vacío, aceptado para su publicación.