

## **Crecimiento de películas delgadas de polianilina por la técnica de ablación láser**

<sup>1</sup>E. Rodríguez-Rodríguez, <sup>2</sup>J. Morales, <sup>3</sup>J.A. Arcos-Casarubias, <sup>1</sup>R. Barrales-Guadarrama, <sup>2</sup>R. Olayo

1 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

2 Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Apdo Postal 55-534, Iztapalapa, México, D.F., CP 09340.

3 Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

email: [err@correo.azc.uam.mx](mailto:err@correo.azc.uam.mx)

### **1. Resumen**

En este trabajo se muestran los resultados del crecimiento de películas delgadas de polianilina (PANI) utilizando la técnica de ablación láser. Entre las aplicaciones de dichas películas delgadas se encuentra el desarrollo de sensores químicos así como la fabricación de dispositivos microelectrónicos, para la obtención de dichas películas se utilizó un sistema de ablación láser, con una longitud de onda de 355 nm correspondiente al ultravioleta, una distancia blanco sustrato de 3 cm. así como diferentes tiempos de exposición del láser sobre el blanco. La caracterización eléctrica de la película delgada se hizo mediante medidas de resistencia eléctrica. La caracterización de su estructura se realizó por medio de la técnica IR de reflectancia total atenuada IR-ATR.

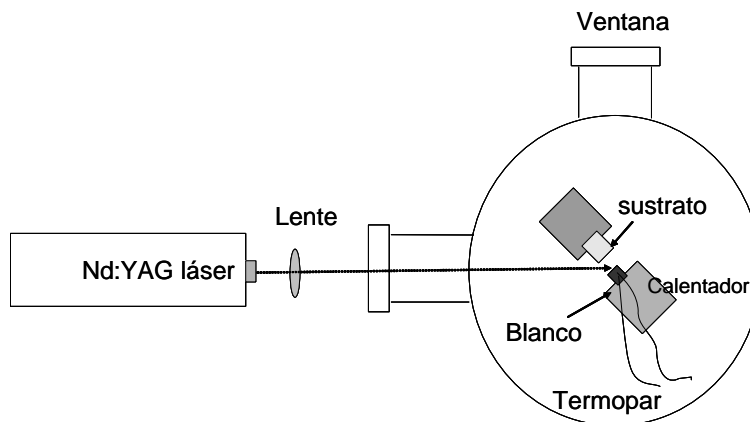
### **2. Introducción**

Los polímeros conductores, como la polianilina (PANI), han llamado la atención para la fabricación de dispositivos electrónicos debido a que son flexibles y económicos. Presentan una alternativa viable a los dispositivos tradicionales hechos de silicio, estos dispositivos tienen potencial aplicación en displays, microelectrónica, baterías y sensores moleculares [1,2].

Para su uso como dispositivos microelectrónicos la PANI de estar en forma de película delgada. Algunos métodos de fabricación de películas delgadas de PANI son: evaporación al vacío, polimerización por plasma, deposición de vapor químico, fotodescomposición, sputtering [3] y deposición por láser (PLD) pulsado.

En comparación a otros métodos PLD tiene dos ventajas. La primera es su fidelidad en la transferencia del material del blanco al sustrato. La película delgada del material ablacionado es similar en propiedades electrónicas que el blanco. La segunda ventaja, los radicales energéticos

en la pluma ablacionada permiten la formación de estructuras cristalinas ideales en las películas delgadas depositadas. [4]



*Figura 1. Sistema de ablación láser*

### 3. Experimental

#### 3.1 Síntesis química de Polianilina

La polianilina (PANI) fue dopada con ácido p-toluensulfónico. En la síntesis se usaron Anilina ( $C_6H_5NH_2$ ) Aldrich, 99.5 % de pureza, Persulfato de amonio  $(NH_4)_2S_2O_8$ , Aldrich, 98.4 % de pureza y Ácido p-toluensulfónico monohidratado ( $C_7H_8SO_3H_2O$ ) Aldrich, 98 % de pureza. La reacción se llevó a cabo en medio disperso en una relación 1:0.5 de anilina y persulfato de amonio, en presencia de ácido p-toluensulfónico y dispersos en agua destilada, a temperatura del laboratorio. Posteriormente se filtró mediante un dispositivo de vacío y el sólido retenido en el filtro se colocó en un desecador al vacío para eliminar la humedad.

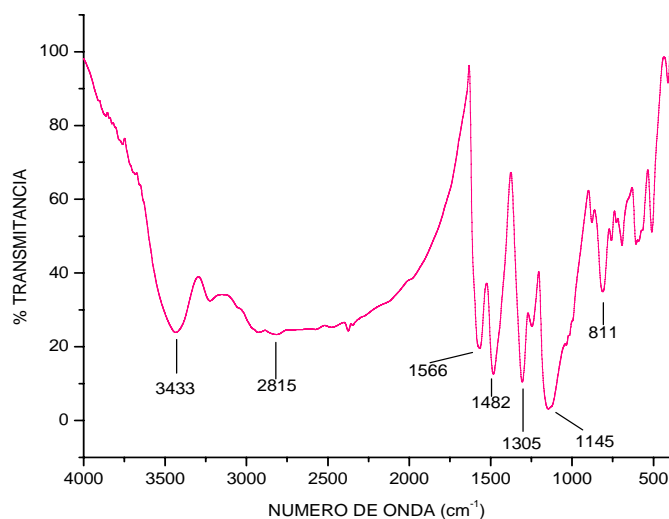
#### 3.2 Deposito por ablación láser

El blanco para la ablación láser fue una pastilla de PANI. El polvo de PANI obtenido en la síntesis química se molió en un mortero de ágata y se empastilló con un dado usado para la preparación de pastillas de KBr a 8 Tn de presión. La pastilla se colocó en el portablancos y se calentó a 70 °C. El sustrato utilizado para el depósito por ablación fue una placa de cobre de circuito impreso a la cual se le formó un canal para retirar el cobre quedando solamente la base del circuito impreso, esto se hizo con el fin de poder medir la conductividad de la película de polianilina una vez que se ha depositado. Para el crecimiento de la película delgada se utilizó la técnica de láser pulsado el cual consta de láser Nd:Yag Ekspla, bomba de vacío mecánica y turbomolecular, medidores de vacío, lente convergente, entre otros aditamentos. La disposición del sistema de ablación se muestra en la Fig. 1. Se obtuvieron tres películas delgadas a diferentes

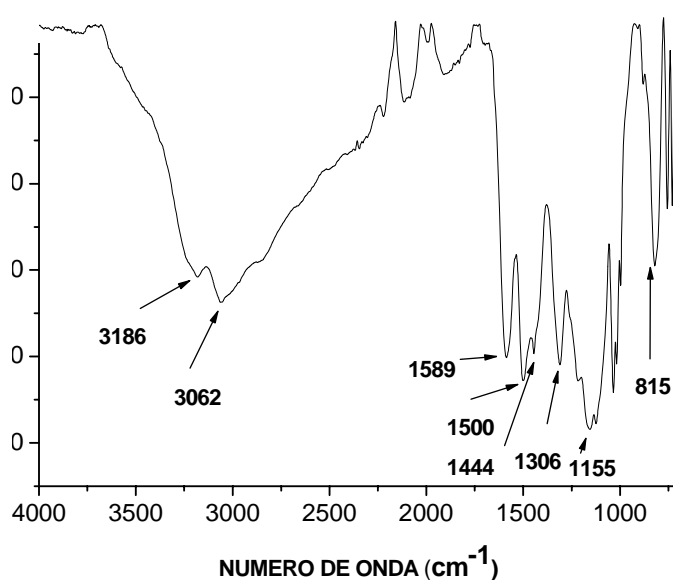
tiempos de incidencia del láser utilizando longitud de onda de 355 nm (ultravioleta) y un tiempo de ablación de 3, 4 y 5 minutos con 50 % de energía del láser (energía nominal de 1 joule).

#### 4. Resultados y discusión

Las medidas de resistencia eléctrica se realizaron por la técnica de cuatro puntas. La resistencia promedio de las tres películas de PANI fue de 10 K $\Omega$  en promedio. En la Fig. 2 se muestra el espectro IR-ATR de la película de PANI depositada a una longitud de onda de 355 nm, un tiempo de ablación de 5 minutos con una energía nominal de 1 joule del láser. Los espectros de las películas depositadas a 3 y 4 minutos son similares al de la Fig.2 b.



a



b

*Figura 2. Espectros de IR (a) PANI después de la polimerización (b) IR-ATR de PANI depositada por ablación láser.*

En la Figura 2 se pueden apreciar los espectros de la PANI después de la síntesis y PANI depositada por ablación láser, ambas muestran bandas complejas de absorción. Destacan el pico de las vibraciones N-H, aminas primarias en  $3186\text{ cm}^{-1}$ . La dispersión en la pastilla de KBr hace que el espectro (a) tenga una mayor dispersión pero se puede ver que esencialmente tenemos el mismo polímero. Los picos en  $1306$  y  $1155\text{ cm}^{-1}$  se deben a las interacciones de los enlaces C=C y C-C que pueden provenir del anillo de benceno de la polianilina, también sugieren la presencia de grupos alifáticos en la cadena principal del material. El pico en  $815\text{ cm}^{-1}$  sugiere la disubstitución 1-4 en el anillo de benceno. El pico en  $767\text{ cm}^{-1}$  indica la presencia de enlaces C-N de la difenil amina.

## 5. Conclusiones

Mediante la técnica de ablación láser se puede lograr el depósito de una película delgada de polianilina semiconductora sobre casi cualquier sustrato. La película depositada tiene aproximadamente las mismas propiedades eléctricas y estructurales de la PANI sintetizada químicamente.

## 6. Referencias

- [1] M. M. Castillo-Ortega, D. E. Rodriguez, J. C. Encinas, M Plascencia, F. A. Mendez-Velarde, R. Olayo. *Sensors and Actuators B* 85 (2002) 19.
- [2] Manju Gerard, B.D. Malhotra. *Biosensors and Bioelectronics* 17 (2003) 345.
- [3] M. M. Castillo-Ortega, T. Del Castillo-Castro, J. C. Encinas, M. Perez-Tello, Marco-A. De Paoli, R. Olayo, *J. App. Pol. Sci.* 89 (2003) 179.
- [4] H. Lim, Jong-Ho Choi. *J. Chem. Phys* 124 (2006).