

Seminario del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias

Título: *Fabricación de nanoestructuras con pulsos láser de nanosegundos.*

Expositora: Dra. Citlali Sánchez Aké del ICAT-UNAM

Existen diversos métodos para la fabricación de nanoestructuras con láseres pulsados en esta plática se hizo referencia a los métodos de ablación láser PLD, un método que consiste en irradiar una película delgada de material metálico por un tiempo del orden de nanosegundos con el objetivo de que el material se funda y como resultado se obtengan nanopartículas (vease la Figura 1) o bien dependiendo de las condiciones del depósito puede llegar a obtenerse un arreglo ordenado para sus potenciales usos como en Fotocatalis en particular degradación de medicamentos en agua.

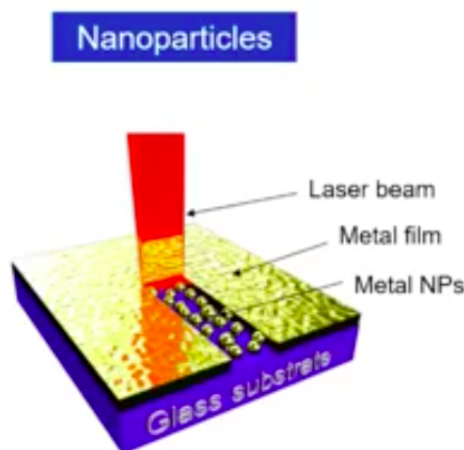


Figura 1: Formación de nanopartículas a partir de irradiación de una película delgada metálica (oro) con un láser pulsado. Imagen tomada de la página web: CienciasTV

El método anteriormente descrito posee ciertas ventajas como desventajas las cuales son:

Ventajas:

- Las nanopartículas tienen la misma composición de la película delgada de la que proceden, con esto se asegura un alto grado de pureza.
- Las propiedades físicas de la película delgada las hereda la nanopartícula.
- Bajo ciertas condiciones no se daña el sustrato que está debajo de la película delgada.
- Las nanopartículas quedan adheridas al sustrato con posibles usos tecnológicos.
- Pueden alcanzar diferentes escalas para una producción en serie.

Desventajas:

- Distribución ancha de nanopartículas.
- El perfil de incidencia del láser que incide sobre la película delgada afectará en gran medida el producto final.

1. Formación de nanopartículas

Lo que forma las nanopartículas es la incidencia de Láser sobre la película delgada metálica, la cual alcanza su punto de fusión por el incremento de la temperatura.

Por tanto se hace importante determinar la temperatura del punto de fusión del material metálico del que esta hecho la película delgada para conseguir esto se resuelve ecuación de calor

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t} = I(z,t)\alpha + \frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial T}{\partial z}\right) \quad (1)$$

Donde:

- c : calor específico
- ρ : densidad de masa
- I : Intensidad potencia láser
- α : Coeficiente de absorción
- k : conductividad térmica

para dicha solución se debe de considerar que el punto de fusión depende las propiedades ópticas, térmicas y de la forma del perfil de incidencia del láser. Posteriormente el material que fue fundido empezara a desplazarse sobre el sustrato hasta encontrar la morfología de mínima energía la cual es una esfera.

La esfera ya solida posee las mismas propiedades que la película delgada, esto se sabe ya que este método se ha venido aplicando durante una década en diversos estudios sobre películas delgadas con espesores ~ 5 -20 nm con densidades de energía del láser de $<700 \frac{mJ}{cm^2}$, todo esto partiendo del supuesto de que no existe evaporación del metal.

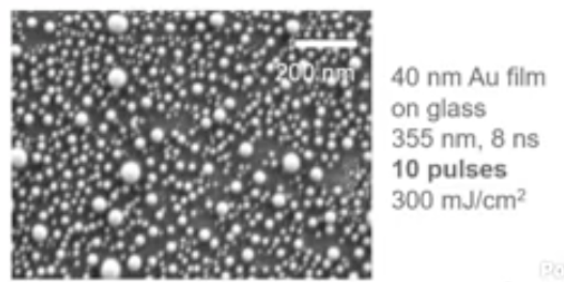


Figura 2: Nanopartículas de Oro(Au) de una película delgada de Au con un espesor de 40nm, *Imagen tomada de la pagina web: CienciasTV*

2. Formación de nano-Arreglos

Siguiendo la misma mecánica se puede alcanzar a formar arreglos simétricos(vease figura 3) que conocen como estructuras bi-capa esto por que la estructura no estaría formada por dos materiales. Lo que abre un abanico de posibilidades para las aplicaciones.

Durante el estudio de la fabricación de estas nanoestructuras el equipo de la Dr. Citlali se han encontrado varias interrogantes como por ejemplo la perdida de material al momento de se fundido, teniendo en cuenta que este método de fabricación supone que no existe evaporación, por lo que se realizo un experimento para determinar si había o no evaporación y con base a esto saber en que porcentaje estaban perdiendo material, el estudio arrojo que la cantidad de material "perdido" era de un 60 %.

Otra interrogante que surgió fue el limite con el que podían irradiar a la película delgada sin afectar el sustrato de bajo de ella ya que cuando se irradiaba más de una vez el sustrato empezaba a presentar nano-perforaciones esto representa un problema si lo que se quiere es no afectar la morfología del sustrato.

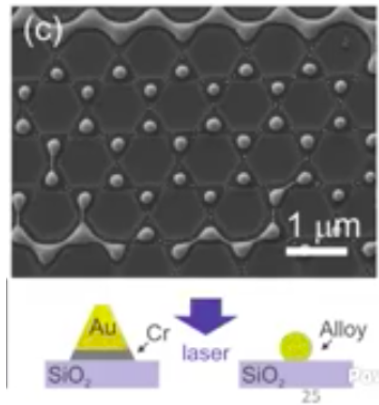


Figura 3: Arreglo periódico metálico, obtenido a partir de la irradiación de una película delgada. *Imagen tomada de la pagina web: [CienciasTV](#)*

En principio las nano-perforaciones no se deberían de dar ya que la longitud de onda de la radiación láser en operación, son teóricamente invisibles al material del que esta hecho el sustrato la explicación que se encontró es que las perforaciones son causadas por las nano-partículas cuando están a alta temperatura a causa de la irradiación, lo que causa que el material del que esta hecho el sustrato se reblandezca y formen las nano-perforaciones.

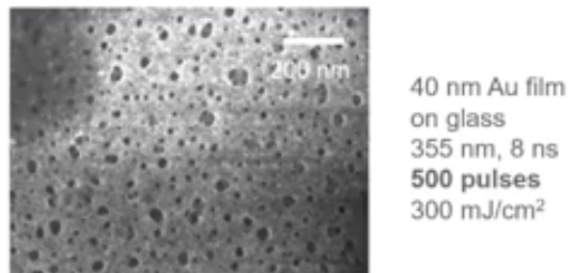


Figura 4: Nano-perforaciones. *Imagen tomada de la pagina web: [CienciasTV](#)*