



REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 13, N.º 38, Mayo-Agosto 2025

**EL SLS DE LA NASA:
EL COHETE QUE HARÁ HISTORIA
EN EL ESPACIO**

***LA INGENIERIA
DE LOS VILLANOS***

**Avances en electrónica orgánica:
el diseño de transistores orgánicos flexibles**

Dedícate, aprende y crece... sin dejar de divertirte • Arrecifes inteligentes • Descifrando el código de la Generación Z: neuromarketing y comportamiento del consumidor para su propia toma de decisiones • Los teléfonos móviles, su origen y evolución • El cambio sustentable sobre ruedas • Optimiza con Ergoniza • Nanomateriales producidos mediante plasmas generados por láser • La robótica social y su papel emergente en el entretenimiento



NANOMATERIALES PRODUCIDOS MEDIANTE PLASMAS GENERADOS POR LÁSER

LAURA PATRICIA RIVERA RESÉNDIZ, ARMANDO PÉREZ CENTENO, ARTURO CHÁVEZ CHÁVEZ,
GILBERTO GÓMEZ ROSAS, ISRAEL CEJA ANDRADE, MIGUEL ÁNGEL SANTANA ARANDA,
JOSÉ GUADALUPE QUIÑONES GALVÁN*

Los autores colaboran en el Departamento de Física,
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

*Contacto para correspondencia: jose.quinones@academicos.cucei.udg.mx

Un láser es un dispositivo capaz de generar luz monocromática (un solo color), basado en un principio de amplificación de luz mediante la estimulación de emisiones a través de radiación. Una de las principales características de la luz generada por estos dispositivos es que puede concentrarse una gran cantidad de fotones (partículas de luz) en el haz de salida, lo que todos conocemos como *rayo láser*. Es precisamente esta propiedad la que nos lleva a decir que la luz emitida por un láser es de alta intensidad o de alta energía.

Existen en la actualidad muchísimas aplicaciones para dispositivos láser, por ejemplo, lectores de códigos de barras, lectores de discos compactos, relojes inteligentes, etc. Dentro de las múltiples aplicaciones, existen aquellas que conllevan a la remoción de material, como lo es la depilación láser, proceso en el cual el vello corporal es removido de la piel gracias a la interacción de esta con la luz de alta intensidad proveniente del láser. Este proceso se conoce como ablación láser, que, en términos más técnicos, consiste en hacer incidir un haz láser pulsado de alta energía sobre un material (al que llamamos *blanco*), generando un gas compuesto por el material desprendido de la superficie del blanco.

El gas generado se conoce como *pluma de plasma*, contiene átomos, moléculas, electro-

nes e iones (átomos que pierden electrones) y se expande en dirección perpendicular al blanco. Dependiendo de las condiciones del medio en el que se ablaciona, el plasma puede ser condensado en una película delgada sobre un sustrato (PLD, depósito por láser pulsado), o bien puede condensarse en forma de nanopartículas en un medio líquido (ALSL, ablación láser de sólidos en líquidos). Ambos procesos requieren una configuración especial del sistema.

El proceso de PLD requiere de un sistema de alto vacío (ausencia de aire), dentro del cual se coloca el blanco a partir del que se desea obtener una película delgada; frente al blanco se coloca un sustrato sobre el cual será depositada la película. Existen diferentes vertientes para realizar PLD, esto es, se puede utilizar un solo blanco, ya sea de un solo elemento, o algún compuesto de dos o más elementos. Los depósitos pueden ser llevados a cabo en vacío o en una atmósfera inerte, usando un gas como Ar; si se introducen gases que contengan por ejemplo O_2 o N_2 , se tendrá un proceso de PLD reactivo, en el cual las especies en el plasma pueden reaccionar con el gas en el ambiente para dar paso al crecimiento de un nuevo compuesto. Existe la posibilidad de introducir dos blancos diferentes en el sistema para generar un proceso conocido como depósito por láser pulsado de haces cruzados,



en el que se ablacionan simultáneamente los dos blancos, produciendo una combinación de dos plasmas, dando lugar al crecimiento de una película delgada con especies pertenecientes a ambos blancos. Adicionalmente, este proceso también puede ser reactivo si se introducen gases que contengan O_2 o N_2 . La Figura 1 muestra una representación esquemática del proceso de PLD.

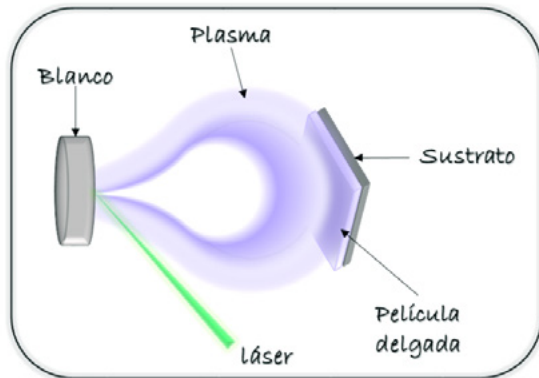


Figura 1. Representación esquemática del proceso de PLD.

Los plasmas producidos durante el proceso de ablación, se pueden caracterizar por medio de una sonda electrostática; que no es más que una pieza metálica (electrodo) colocada en presencia del plasma y polarizada negativamente. La carga negativa del electrodo atrae a los iones del plasma, que son átomos a los que se les removieron electrones y, por tanto, se convierten en partículas con carga positiva; estos iones, al entrar en contacto con el electrodo, generan una corriente eléctrica que viaja a través de un alambre conectado a un resistor (dispositivo que se opone al paso de corriente), en el cual se mide la caída de energía potencial. Con los datos obtenidos se puede calcular la energía cinética y la densidad de iones del plasma; al conocer estos dos parámetros, se puede estudiar su influencia en las propiedades de las películas obtenidas, convirtiéndose en un método de control preciso y reproducible.

Por otra parte, el proceso de ALSL consiste en ablacionar un sólido dentro de un medio líquido; mediante el control de la energía del láser,

el tamaño de la huella del haz, la longitud de onda o el tiempo de ablación, se pueden generar nanopartículas con diferentes propiedades. Cuando el haz incide sobre el blanco, se genera un plasma; al estar confinado en un medio líquido, dicho plasma se condensa muy rápido, generando la formación de partículas con dimensiones nanométricas. El líquido utilizado tiene una influencia sumamente importante en el proceso de formación de las nanopartículas. Una representación esquemática del proceso de ALSL se puede observar en la Figura 2.

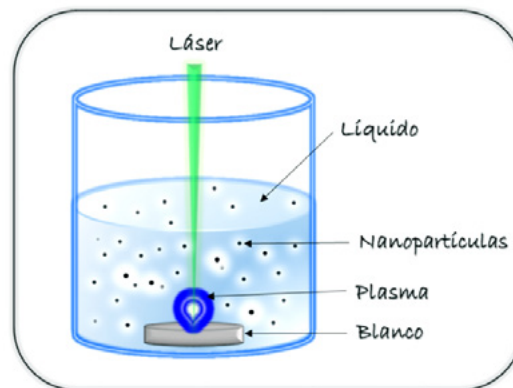


Figura 2. Representación esquemática del proceso de ALSL.

Si se utilizan líquidos reactivos, es posible formar compuestos diferentes al material del que se compone el blanco. Una vez generadas las nanopartículas, se pueden integrar a películas delgadas con aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos buscando mejorar o modificar sus propiedades.

El Laboratorio de Procesamiento Láser del Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías en la Universidad de Guadalajara cuenta con los sistemas de PLD y ALSL; además, la Universidad de Guadalajara posee la infraestructura necesaria para realizar la caracterización de los materiales obtenidos, brindando así una excelente oportunidad para que los estudiantes que se involucren conozcan las actividades de investigación llevadas a cabo por investigadores del Cuerpo Académico de Física de Materiales del Departamento de Física.