

# NOVEDOSO MÉTODO DE FABRICACIÓN DE SUPERFICIES METÁLICAS ESTRUCTURADAS PARA USO EN DIFERENTES ESPECTROSCOPIAS

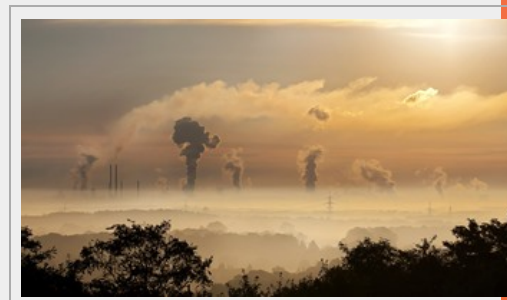
**P** PATENTED TECHNOLOGY

## CONTACT DETAILS:

Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## ABSTRACT

El grupo de investigación 'Electrocatalisis y Electroquímica de Polímeros' del Instituto Universitario de Materiales y del Departamento de Química Física de la Universidad de Alicante ha desarrollado un método novedoso que permite fabricar estructuras metálicas activas en espectroscopia Raman o espectroscopias relacionadas (infrarrojo, fluorescencia ultravioleta-visible, etc.) aumentadas por la superficie mediante ablación láser con interferencia, que se puede aplicar a diferentes soportes de manera sencilla y aumenta considerablemente la intensidad de la señal de las moléculas analizadas (aplicable en la detección de contaminantes, sensores de moléculas biológicas, identificación de polímeros, etc.). El grupo de investigación busca empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial.



## INTRODUCTION

Sin embargo, la espectroscopia Raman tiene una baja sensibilidad debido a la dispersión inelástica. Para solucionar este problema, se puede usar la **espectroscopia Raman con aumento de señal por superficies (SERS)**. Para obtener este efecto, se deben conformar centros de absorción de luz.

La espectroscopia Raman es una técnica analítica basada en la detección de cambios en estados vibracionales en moléculas a través de la detección de la dispersión inelástica de la luz. La luz que se utiliza abarca una amplia región del espectro electromagnético (200-3000 nm.).

La **espectroscopia Raman tiene las siguientes ventajas** respecto a la espectroscopia infrarroja (IR):

- El uso de luz visible permite trabajar en sistemas biológicos y en presencia de agua.
- La resolución de un microscopio Raman es del orden de 500-3000 nm. (mayor que la de los microscopios para IR).
- El equipo utiliza materiales ópticos estables al ambiente (cuarzo, vidrio, etc.), a diferencia del IR, que utiliza materiales higroscópicos.

Para ello, se pueden:

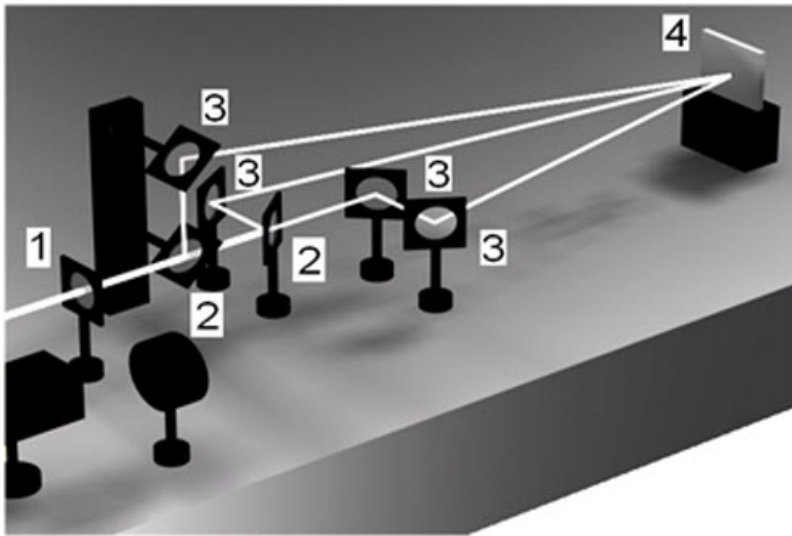
- Usar partículas nanométricas de metales.
- Usar superficies metálicas con cavidades nanométricas o micrométricas. La utilidad de esta técnica ha permitido el desarrollo de diversas superficies para el aumento de la señal:
  - Capas de nanopartículas metálicas.

- Metales corrugados electroquímicamente.
- Metales estructurados durante su depósito.
- Otros...

Muchos de estos métodos son de difícil aplicación práctica o de baja reproducibilidad. Otros, como la fotolitografía convencional de metales, son muy complejos y tienen un alto coste económico.

#### TECHNICAL DESCRIPTION

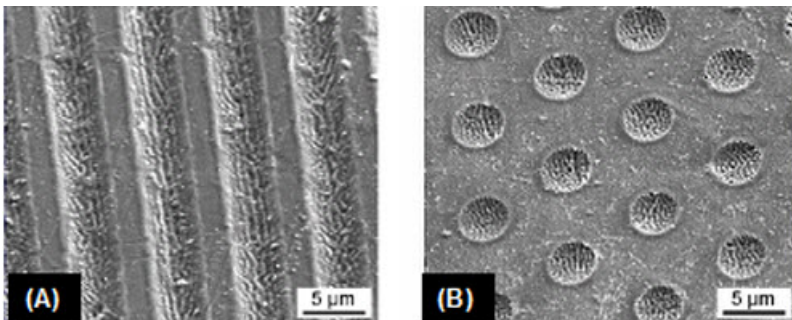
Con el objetivo de superar las limitaciones anteriormente descritas, la presente invención proporciona un nuevo método que permite fabricar superficies activas en espectroscopia Raman aumentada por la superficie (SERS) y otras espectroscopias relacionadas (infrarroja, fluorescencia ultravioleta-visible, etc.) usando la estructuración de una superficie sólida mediante ablación por láser con interferencia. Para crear esta interferencia, se necesita dividir el haz del láser coherente de alta potencia en varios haces que posteriormente serán superpuestos con un ángulo de incidencia específico. Esta superposición de haces genera un determinado patrón de interferencia.



Esquema del sistema usado para hacer la interferencia láser, usando: (1) lente, (2) divisores de haz, (3) espejos, (4) material a ablacionar.

Esta interferencia también puede lograrse con otros dispositivos equivalentes tales como: redes de difracción, lentes, prismas, etc.

Las estructuras generadas tienen diferentes formas según la cantidad de haces láser y la energía de cada uno de éstos. Por ejemplo, si se usan dos haces, se obtiene un patrón regular de líneas; mientras que si se usan tres haces, se obtiene un patrón regular de huecos esféricos.



Microscopías SEM de superficies de poliimida estructuradas por interferencia, usando dos haces (A), ó tres haces (B).

Como material para ablacionar, es posible formar estructuras sobre monocapas o multicapas de los siguientes materiales:

- Polímeros: poliestireno, policarbonato, polianilina, poliimida...
- Copolímeros de estireno y metacrilato de metilo...
- Metales: cobre, oro, plata...
- Semiconductores: silicio.
- Óxidos: óxido de estaño.
- Cerámicos: nitruro de silicio.
- Otros materiales sensibles a la luz láser.

El láser, es pulsado y tiene energía suficiente para producir la ablación de la superficie. La longitud de onda de la luz utilizada dependerá del material a ablacionar y de la resolución requerida.

Como el material a estructurar no está en contacto con la molécula a estudiar, pueden usarse materiales dopados con sustancias que aumentan la absorción de la luz (pigmentos o colorantes orgánicos, nanopartículas metálicas, nanotubos de carbono, etc.).

Se requiere que la estructura superficial esté cubierta por una capa de metal activo en SERS (plata, oro, cobre, platino, paladio, etc.), que sea lo suficientemente fina para no rellenar totalmente las estructuras superficiales. Para depositar esta capa, se pueden usar los siguientes procesos convencionales:

- Depósito por evaporación.
- Sputtering (depósito por arrancado con plasma).
- Depósito de nanopartículas desde dispersión.
- Electroless (depósito electroquímico sin electrodo).

Posteriormente, la molécula bajo estudio se deposita de forma distribuida sobre la superficie metálica mediante:

- Adsorción física.
- Adsorción química.
- Autoensamblado.
- Evaporación de soluciones.
- Otros...

El espectro SERS se mide haciendo incidir una luz monocromática sobre las moléculas inmovilizadas en la superficie estructurada. El tamaño de la zona de incidencia de la luz puede ser del orden de centímetros cuadrados hasta micrómetros cuadrados.

## TECHNOLOGY ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

### PRINCIPALES VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

- Se pueden producir **superficies estructuradas homogéneas**, lo que asegura la **reproducibilidad**.
- Los sustratos producidos son **muy estables**.
- Pueden prepararse familias de sustratos y elegir aquél que tenga un máximo de sensibilidad en la detección.
- La señal del espectro Raman obtenida con estas superficies tiene una intensidad tres órdenes de magnitud más grande respecto a la superficie sin estructurar. Se observan resultados similares en espectroscopías relacionadas (infrarroja, fluorescencia de ultravioleta-visible, etc.).
- Periodicidad: permite crear estructuras periódicas con un orden perfectamente definido en el intervalo de los nano/micrómetros usando un solo pulso láser.
- Rapidez: permite generar estructuras periódicas en áreas que van desde mm<sup>2</sup> a cm<sup>2</sup> en **pocos segundos**.
- Simplicidad: no es necesario el uso de instalaciones especiales (ambientes ultralimpios, condiciones de vacío, etc.).
- El proceso se lleva a cabo a **temperatura ambiente**.
- Economía: los sustratos pueden estructurarse de **forma rápida y simple**, pudiendo comercializarse a **precios muy bajos**.

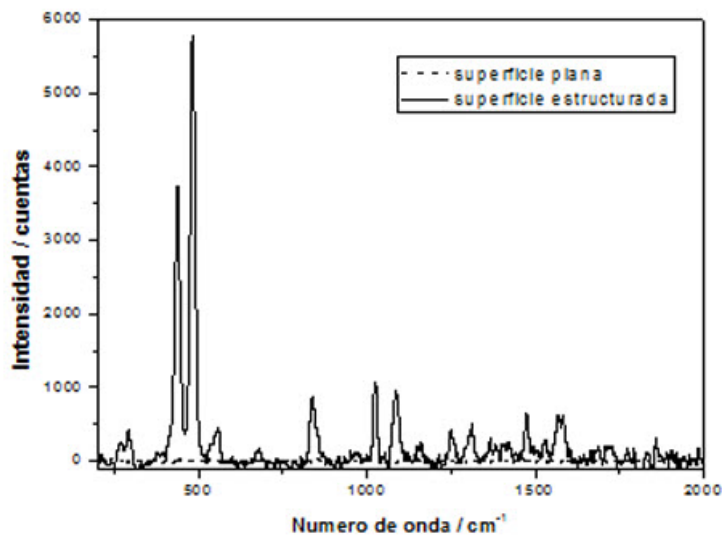
### ASPECTOS INNOVADORES

La técnica de ablación láser con interferencia no ha sido anteriormente utilizada para producir superficies activas en SERS para aumentar la señal Raman. La señal del espectro Raman obtenida con estas superficies tiene una **intensidad tres órdenes de magnitud más grande respecto a una señal obtenida a partir de una superficie sin estructurar**. Se observan resultados similares en espectroscopías relacionadas (infrarroja, fluorescencia de ultravioleta-visible, etc.), lo que amplía los sectores de aplicación.

## CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

Se ha estructurado una superficie de poliimida por iluminación con la imagen de interferencia de un láser de alta potencia. A continuación, se ha depositado una fina película metálica de oro mediante evaporación física en ultra alto vacío. Finalmente, se ha adsorbido el analito (p-tioanilina) sobre la película polimérica metalizada.

Tras obtener el correspondiente espectro Raman para el analito en cuestión, se ha observado una intensidad en la señal tres órdenes de magnitud superior al control (analito depositado sobre una superficie sin estructurar).



*Espectro Raman de p-tioanilina adsorbida sobre una superficie estructurada (línea continua), o sobre una superficie plana (línea punteada).*

#### MARKET APPLICATIONS

Las superficies estructuradas se pueden usar para aumentar la señal, tanto en la espectroscopia Raman aumentada por la superficie (SERS), como en otras espectroscopias relacionadas (infrarroja, fluorescencia ultravioleta-visible, etc.), ya que la absorción depende del tamaño de la estructura, y la facilidad para fabricar estructuras nanométricas o micrométricas cambiando únicamente la geometría de este sistema **permite fabricar superficies específicas para cada espectroscopia**.

Estas superficies pueden utilizarse en diferentes sectores de aplicación:

- Detección de contaminantes ambientales (relacionado con la protección del medioambiente).
- Sensores de moléculas biológicas.
- Identificación de polímeros.
- Otros...

#### COLLABORATION SOUGHT

El grupo de investigación busca empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial a través de los distintos canales de transferencia de tecnología.

#### INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Esta tecnología se encuentra protegida bajo patente.

- Número de solicitud: P201000031.
- Fecha de solicitud: 12/01/2010.

#### MARKET APPLICATION (7)

Biología  
 Biología Molecular y Biotecnología  
 Contaminación e Impacto Ambiental  
 Farmacéutica, Cosmética y Oftalmológica  
 Materiales y Nanotecnología  
 Medicina y Salud  
 Tecnología Química

