

Instrumentación Raman portátil para aplicaciones SERS

Espectroscopia Raman mejorada de superficie (SERS) ha atraído una atención significativa en los últimos años debido al creciente interés en la detección de nivel de trazas en el campo para aplicaciones tales como seguridad ambiental, seguridad alimentaria y seguridad nacional. El número mundial de publicaciones SERS ha saltado de aproximadamente 3000 a 25 000 entre los años 2000 y 2011[1]. El desarrollo de la tecnología SERS está siendo impulsado por la necesidad de superar la barrera técnica del límite de detección inferior con la espectroscopia Raman, así como la necesidad de detección a nivel de trazas de compuestos explosivos, residuos químicos y diagnósticos biomédicos.

Se cree ampliamente que los mecanismos de mejora de la superficie son principalmente el resultado de resonancias electromagnéticas entre las oscilaciones colectivas de los plasmones en las partículas metálicas y el campo óptico incidente o la mejora química a través del aumento de la polarización de la molécula después del acoplamiento con la superficie del metal.[2]. Con los avances en nanotecnología, la tecnología SERS ha entrado en una era en la que los chips SERS se fabrican con nanoestructuras altamente controladas sobre un sustrato que utiliza metales como el oro o la plata. Otro tipo de SERS está basado en soluciones que utiliza soluciones coloidales de partículas de plata u oro.

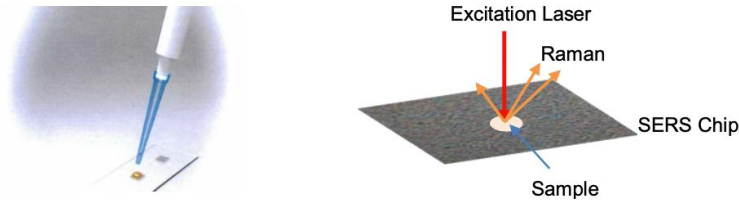


Figure 1. Ilustración de una medición Raman utilizando un chip SERS

INSTRUMENTOS RAMAN PARA SERS

Para los desarrolladores de SERS o los usuarios finales de SERS que estén interesados en una aplicación SERS específica, la pieza central de su plataforma experimental o tecnológica debe ser una configuración Raman que brinde un rendimiento de laboratorio confiable y que sea asequible y portátil, lo que les permite abordar problemas del mundo real. La nueva generación de espectrómetros Raman portátiles dispersivos ha llevado a SERS un paso más cerca de las aplicaciones del mundo real. Debido a la pequeña área del sustrato SERS ($\sim 5 \times 5 \text{ mm}^2$) donde se deposita una pequeña gota de solución de muestra, un láser preciso que se enfoque en la superficie es un requisito esencial para la instrumentación Raman. Si bien los sistemas Raman microscópicos de sobremesa cumplen con este requisito, el hecho de que dichos

instrumentos no se puedan mover impide que los desarrolladores de SERS transfieran sus tecnologías a entornos como líneas de producción, pruebas de campo o ubicaciones de diagnóstico donde se pretende llevar a cabo el análisis SERS. El alto costo de un micro-Raman de sobremesa también limita la adopción de SERS para aplicaciones del mundo real.

La Tek B&N [i-Raman Plus](#) sistema Raman portátil junto con un [BAC151](#) El accesorio de muestreo de videomicroscopio dentro de un gabinete BAC152 láser Clase 1 es una configuración ideal para el análisis SERS. Para SERS basados en solución, si la medición se realiza directamente a través del vial de solución, el [BCR100A](#) El portacubetas Raman se puede utilizar con el i-Raman Plus.



i-Raman Plus



BAC151



BAC152



BCR100A

Alta relación señal/ruido para el mejor límite de detección

El B&W Tek i-Raman Plus cuenta con un detector CCD de adelgazamiento posterior con enfriamiento TE a $-2 \text{ }^\circ\text{C}$. En comparación con un CCD convencional con iluminación frontal con una eficiencia cuántica del 50 %, la eficiencia cuántica del CCD de reducción posterior puede alcanzar hasta el 90 %. Debido a la baja eficiencia del fenómeno Raman (10^{-8}), es importante que el ruido electrónico de los detectores CCD se encuentre en niveles muy bajos en relación con la señal Raman. El enfriamiento TE del dispositivo

CCD reduce efectivamente el ruido: el ruido oscuro se reduce a la mitad por cada $7 \text{ }^\circ\text{C}$ de disminución en la temperatura del dispositivo. El detector refrigerado del i-Raman Plus permite largos tiempos de integración de hasta 30 minutos. Esto aumenta considerablemente el límite de detección y hace factibles las aplicaciones de bajo nivel de luz como SERS. Debe utilizarse la longitud de onda del láser de 785 nm para la reducción de la fluorescencia.

Alta resolución para resolver picos del sustrato y la muestra

Para algunos chips SERS, existen picos Raman intrínsecos de la superficie SERS en blanco. Cuando los picos Raman del material de muestra están cerca de los picos del sustrato SERS en blanco, es fundamental que los picos Raman de la muestra se puedan separar de los picos del chip SERS. La resolución espectral del sistema i-Raman Plus 785S es

de $4,5 \text{ cm}^{-1}$, que proporciona una capacidad de resolución adecuada para diferenciar dos picos muy próximos. **Figura 2** muestra un ejemplo de dos picos muy cercanos, con un pico (641 cm^{-1}) asociado con el SERS en blanco y un pico (625 cm^{-1}) asociado con la solución de muestra mejorada por SERS.

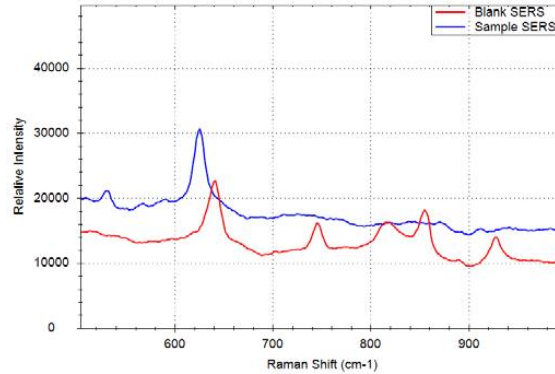


Figure 2. Espectros Raman de una superficie SERS en blanco (rojo) y un material de muestra en SERS

Tamaño de rayo láser pequeño y control de enfoque preciso

Debido al hecho de que los chips SERS suelen tener un tamaño muy pequeño, se necesita un tamaño de rayo láser pequeño y un control preciso del enfoque del láser. Los [BAC151](#) accesorio de muestreo de microscopio de video junto con el [i-Raman Plus](#)

proporciona un tamaño de rayo láser desde $21 \mu\text{m}$ hasta $210 \mu\text{m}$ cuando se utilizan objetivos con diferentes aumentos. **tabla 1** muestra el tamaño del rayo láser y la distancia de trabajo cuando el aumento de la lente del objetivo cambia de 10x a 100x.

tabla 1: Tamaño del punto láser de BAC151

Ampliación de la lente objetiva	Distancia de trabajo (mm)	Tamaño del punto del rayo láser (μm)
10x	16	210
20x	12	105
50x	9,15	42
100x	3,2	21

Seguridad láser y bloqueo de interferencias de luz ambiental

Debido a que muchos tipos de chips SERS generarán luz reflectante especular cuando el rayo láser de excitación se dirija sobre la superficie del SERS, es necesario tener una carcasa que pueda proteger los rayos láser reflejados y al mismo tiempo bloquear la

interferencia de la luz ambiental. Para esto, el BAC152 proporciona una carcasa de láser Clase 1 para la seguridad del láser y también el bloqueo necesario de la luz ambiental.

CONCLUSIONES

El sistema Raman portátil B&W Tek i-Raman Plus junto con un accesorio de muestreo de videomicroscopio BAC151 dentro de una carcasa de clase 1 láser BAC152 proporciona una configuración ideal para aplicaciones SERS. La configuración proporciona no solo una alta relación señal/ruido para el mejor límite de detección y alta resolución para resolver los picos,

sino también el tamaño pequeño y ajustable del rayo láser junto con un control de enfoque preciso. Por último, pero no menos importante, la carcasa del láser Clase 1 proporciona la seguridad láser necesaria y, al mismo tiempo, elimina la interferencia de la luz ambiental.

OTRAS LECTURAS

[Raman vs SERS... ¿Cuál es la diferencia?](#)

REFERENCIAS

1. B. Sharma, RR Frontera, AI Enrique, e. Timbre y RP Van Duyne, *Materials Today*, 2012, 15(1-2), 16-25.
2. S. Botti, S. Almaviva, L. Cantarini, A. Palucci, A. Puiu y A. Rufoloni, *J. Espectroscopía Raman*, 2013, 44, 463–468.

CONTACT

Metrohm Hispania
Calle Aguacate 15
28044 Madrid

mh@metrohm.es

CONFIGURACIÓN



Espectrómetro Raman portátil i-Raman Plus 785S

El i-Raman® Plus 785S forma parte de nuestra serie premiada de espectrómetros Raman portátiles i-Raman con nuestra innovadora tecnología de espectrómetro inteligente. Este espectrómetro Raman portátil utiliza un detector equipado con una matriz de CCD con una alta eficiencia cuántica, refrigeración termoeléctrica y elevado rango dinámico, y proporciona un funcionamiento excepcional con poco ruido, incluso con tiempos de integración de hasta 30 minutos. Por lo tanto, también se pueden medir las señales Raman débiles.

El i-Raman Plus 785S ofrece una combinación única de amplio rango espectral y alta resolución con configuraciones que permiten medidas de 65 cm^{-1} a 3350 cm^{-1} . El pequeño tamaño del sistema, su diseño ligero y su bajo consumo de energía permiten el análisis Raman en el ámbito de investigación en todas partes. El i-Raman Plus está equipado con una sonda de fibra óptica para facilitar el muestreo y se puede utilizar con un soporte de cubeta, un microscopio de vídeo, un carro de rodillos dobles XYZ con soporte de sonda y nuestro software de análisis multivariado BWIQ® y el software de identificación BWID®. Con el i-Raman Plus, siempre tendrá una solución Raman de alta precisión para el análisis cualitativo y cuantitativo.



Sistema de toma de muestras Raman con microscopio de vídeo (785 nm)

Sistema de toma de muestras con microscopio de vídeo para uso con sondas Raman de B&W Tek para laboratorio e industria. Incluye un objetivo con 20 aumentos a una distancia de trabajo de 16 mm. Proporciona ajuste manual grueso y fino en los ejes X, Y y Z, iluminación LED coaxial para la alineación del objetivo, cámara de vídeo para la visualización de muestras y es compatible con objetivos de microscopios estándar. La sonda no se incluye, sino que se vende por separado. Configuración de 785 nm.

BAC151C-785



Envoltura para el sistema de toma de muestras Raman

Una envoltura para un sistema de toma de muestras Raman (compuesto de microscopio y soporte de sonda) para proteger los ojos y la piel de las emisiones directas del láser. La carcasa está diseñada ergonómicamente para facilitar la inserción de la muestra y el funcionamiento del sistema. Para el uso a una longitud de onda de 532 nm, 785 nm y 1064 nm.



Soporte de cubetas Raman para sonda de medida de 9,5 mm

El soporte de cubetas Raman BCR100A le permite medir fácilmente el espectro Raman de líquidos y polvos mediante la fijación de una sonda Raman al soporte. Este accesorio utiliza un espejo interno con un bloqueo de precisión de tres puntos para una reproducibilidad insuperable, amplificando la señal Raman hasta tres veces más que los soportes de cubetas convencionales. Está diseñado para que el eje de la sonda no toque directamente la cubeta e incluye una trampa de luz para reducir la fluorescencia de fondo. El BCR100A está disponible en versiones de modelo para sondas con un diámetro de 9,5 mm o 12 mm y se puede utilizar con cualquier cubeta estándar de 12,5 mm x 12,5 mm de diámetro exterior (recorrido de 1 cm) para líquidos o polvos de muestreo.