

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 587**

51 Int. Cl.:

G01N 21/65

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2019** **PCT/CN2019/120051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020** **WO20192153**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2019** **E 19921372 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025** **EP 3940372**

54 Título: **Aparato de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente**

30 Prioridad:

27.03.2019 CN 201910236685

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2025

73 Titular/es:

WEIPENG (SUZHOU) MEDICAL DEVICES CO., LTD. (100.00%)

**Unit 207, Building B2, Biobay, No.218 Xinghu Street, Suzhou Industrial Park
Suzhou, Jiangsu 215123, CN**

72 Inventor/es:

**XIA, YAN;
YANG, BIN y
LI, RUI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 018 587 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a una técnica de obtención de imágenes microscópicas ópticas, en particular a un aparato de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente.

10 **Antecedentes**

El sistema de obtención de imágenes con microscopio óptico se ha utilizado ampliamente en el campo de la ciencia de los materiales y el campo biomédico debido a su alta resolución espacial.

15 En los últimos años, el microscopio de dispersión Raman anti-Stokes coherente (microscopio CARS, "coherent anti-Stokes Raman Scattering Microscope"), que se basa en las características de la vibración interna de las moléculas, se ha convertido en una poderosa herramienta para la investigación molecular debido a sus ventajas de no utilizar sondas fluorescentes y su alta sensibilidad. En referencia a la figura 4 de los dibujos adjuntos, el proceso CARS es un proceso óptico no lineal de mezcla de cuatro ondas basado en el efecto óptico no lineal de tercer orden. Normalmente se utilizan dos pulsos láser de femtosegundo/picosegundo con diferentes frecuencias centrales como luz de bombeo (ω_P) y luz de Stokes (ω_S) para excitar la resonancia de enlace molecular de la muestra que se va a medir. Cuando la diferencia de frecuencia (ω_{vib}) de los dos haces de luz coincide con la frecuencia de vibración natural de la molécula de la muestra que se desea medir, la frecuencia de vibración natural de la molécula aumenta, y entonces se genera la señal anti-Stokes (ω_{CARS}) con la acción de la luz de sondeo (ω_{PR}). El sistema tradicional de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente utiliza un láser pulsado de Ti:zafiro de infrarrojo cercano como fuente de láser, que tiene un tamaño relativamente voluminoso y una trayectoria óptica relativamente compleja, y que no favorece el desarrollo comercial y la aplicación de esta tecnología. La tecnología relacionada se conoce por el documento JP 2019 035859 A.

30 **Sumario**

Por consiguiente, es necesario proporcionar un dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente con una estructura compacta. La presente invención se expone en las reivindicaciones adjuntas.

35 Un dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye una fuente de luz láser, un conjunto galvanométrico bidimensional, un primer espejo dicróico, una lente del objetivo, una plataforma de traslación de muestras, un colector y un módulo de tratamiento de datos; la fuente de luz láser está configurada para generar un primer haz láser y un segundo haz láser; el primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente; el primer haz láser y el segundo haz láser inciden en el conjunto galvanométrico bidimensional, el conjunto galvanométrico bidimensional ajusta las trayectorias ópticas del primer haz láser y del segundo haz láser; el primer haz láser y el segundo haz láser que salen del conjunto galvanométrico bidimensional atraviesan sucesivamente el primer espejo dicróico y la lente del objetivo; la lente del objetivo enfoca el primer haz láser y el segundo haz láser sobre la plataforma de traslación de muestras; una luz de señal generada por la plataforma de traslación de muestras pasa a través de la lente del objetivo, el primer espejo dicróico refleja la luz de señal hacia el colector, y el colector genera datos iniciales en función de la luz de señal, y envía los datos iniciales al módulo de tratamiento de datos.

50 El mencionado dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente genera el primer haz láser y el segundo haz láser a través de la fuente de luz láser, el primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente, y el primer haz láser se utiliza como luz de bombeo, el segundo haz láser se utiliza como luz de Stokes, lo que simplifica la estructura de la trayectoria óptica entre el láser y la lente del objetivo, evita la necesidad de dividir la luz y ajustar la longitud de onda para el haz láser de longitud de onda única emitido por el láser, facilitando así la mejora de la compacidad del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente y reduciendo el volumen, que favorecen el desarrollo comercial.

60 En la invención, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además un mecanismo de enfoque automático, y el mecanismo de enfoque automático incluye una unidad de detección del enfoque, un segundo espejo dicróico y un conjunto móvil; el segundo espejo dicróico está dispuesto en correspondencia con el primer espejo dicróico y la lente del objetivo, respectivamente; el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en la lente del objetivo a través del segundo espejo dicróico después de pasar por el primer espejo dicróico; la luz de señal se refleja en el primer espejo dicróico a través del segundo espejo dicróico después de pasar por la lente del objetivo; la unidad de detección del enfoque genera un tercer haz láser que se transmite a través del segundo espejo dicróico; el tercer haz láser se enfoca en la plataforma de traslación de muestras a través de la lente del objetivo, y el tercer haz láser genera una luz reflejada en la plataforma de traslación de muestras; la luz reflejada vuelve a la unidad de detección del enfoque a lo largo de la trayectoria original del tercer haz láser; la unidad de

detección del enfoque detecta la luz reflejada; la lente del objetivo está montada en el conjunto móvil; el conjunto móvil desplaza la lente del objetivo en función de un resultado de detección de la unidad de detección del enfoque.

En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además un conjunto de enfoque manual, en donde el conjunto de enfoque manual incluye una fuente de luz indicadora, una primera lente convexa y una cámara CCD; la fuente de luz indicadora está dispuesta en un lado de la plataforma de traslación de muestras; la fuente de luz indicadora genera una luz de referencia que atraviesa la lente del objetivo y el segundo espejo dicróico; la primera lente convexa enfoca la luz de referencia hacia la cámara CCD.

En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además una carcasa principal; la fuente de luz láser, el conjunto galvanométrico bidimensional, el primer espejo dicróico, la lente del objetivo, la plataforma de traslación de muestras, el colector, el mecanismo de enfoque automático y el conjunto de enfoque manual están instalados en la carcasa principal.

En una de las realizaciones, el mecanismo de enfoque automático comprende además un primer reflector, el primer reflector está dispuesto en correspondencia con el segundo espejo dicróico y la unidad de detección del enfoque, respectivamente, y el tercer haz láser y la luz reflejada se reflejan en el primer reflector.

En una de las realizaciones, el primer reflector está recubierto con oro o plata.

En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además un espejo dicróico de banda estrecha dispuesto entre el primer espejo dicróico y el colector; la luz de señal se transmite al espejo dicróico de banda estrecha y entra en el colector; el espejo dicróico de banda estrecha absorbe o refleja el primer haz láser y el segundo haz láser.

En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además un sistema 4F situado entre el conjunto galvanométrico bidimensional y el primer espejo dicróico.

En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente incluye además un conjunto de ajuste, y después de que el primer haz láser y el segundo haz láser se emitan desde la fuente de luz láser, el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional a través del conjunto de ajuste.

En una de las realizaciones, el conjunto de ajuste incluye un segundo reflector y un tercer reflector, y el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional a través del segundo reflector y del tercer reflector sucesivamente.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente según una realización de la presente divulgación;

la figura 2 es una vista esquemática del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente mostrado en la figura 1 después de añadir un mecanismo de enfoque automático;

la figura 3 es una vista esquemática del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente mostrado en la figura 2 después de añadir un conjunto de enfoque manual;

la figura 4 es un diagrama esquemático de un microscopio de dispersión Raman anti-Stokes coherente.

Descripción detallada de las realizaciones

Para facilitar la comprensión de la presente divulgación, la presente divulgación se describirá más detalladamente a continuación. Sin embargo, la presente divulgación se puede realizar de muchas formas diferentes y no se limita a las realizaciones descritas en el presente documento. Más bien, estas realizaciones se proporcionan para que la comprensión de la divulgación de la presente divulgación sea más exhaustiva y completa.

La figura 1 es un dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 según una realización útil para comprender la invención, que se utiliza para obtener información de imágenes microscópicas de una muestra 800. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye una fuente de luz láser 21, un conjunto galvanométrico bidimensional 22, un primer espejo dicróico 23, una lente del objetivo 24, una plataforma de traslación de muestras 25, un colector 26, y un módulo de tratamiento de datos. La fuente de luz láser 21 está configurada para generar un primer haz láser y un segundo haz láser. El primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente. El primer haz láser se utiliza como luz

de bombeo y el segundo como luz de Stokes. El primer haz láser y el segundo haz láser inciden sobre el conjunto galvanométrico bidimensional 22, y el conjunto galvanométrico bidimensional 22 ajusta las trayectorias ópticas del primer haz láser y del segundo haz láser. El primer haz láser y el segundo haz láser que salen del conjunto galvanométrico bidimensional 22 atraviesan sucesivamente el primer espejo dicróico 23 y la lente del objetivo 24. El primer haz láser y el segundo haz láser se transmiten a través del primer espejo dicróico 23. La lente del objetivo 24 enfoca el primer haz láser y el segundo haz láser sobre la plataforma de traslación de muestras 25. La muestra 800 en la plataforma de traslación de muestras 25 genera una luz de señal por la acción del primer haz láser y del segundo haz láser. Después de que la luz de señal atraviese la lente del objetivo 24, el primer espejo dicróico 23 refleja la luz de señal hacia el colector 26, el colector 26 genera datos iniciales en función de la luz de señal, y los datos iniciales se emiten al módulo de tratamiento de datos.

El primer haz láser y el segundo haz láser se generan a través de la fuente de luz láser 21. El primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente, y el primer haz láser se utiliza como luz de bombeo, el segundo haz láser se utiliza como luz de Stokes, lo que simplifica la estructura de la trayectoria óptica entre el láser y la lente del objetivo 24, evita la necesidad de dividir la luz y ajustar la longitud de onda para el haz láser de longitud de onda única emitido por el láser, facilitando así la mejora de la compacidad del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 y reduciendo el volumen, que favorecen el desarrollo comercial.

Haciendo referencia a la figura 2, en la invención, para enfocar con precisión el primer haz láser y el segundo haz láser sobre la muestra 800 en la plataforma de traslación de muestras 25 a través de la lente del objetivo 24, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 también incluye un mecanismo de enfoque automático. El mecanismo de enfoque automático incluye una unidad de detección del enfoque 32, un segundo espejo dicróico 31, y un conjunto móvil. El segundo espejo dicróico 31 está dispuesto en correspondencia con el primer espejo dicróico 23 y la lente del objetivo 24, respectivamente. El primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en la lente del objetivo 24 a través del segundo espejo dicróico 31 después de atravesar el primer espejo dicróico 23. La luz de señal se refleja en el primer espejo dicróico 23 a través del segundo espejo dicróico 31 después de pasar por la lente del objetivo 24. La unidad de detección del enfoque 32 genera un tercer haz láser. El tercer haz láser se transmite al segundo espejo dicróico 31, y el tercer haz láser es paralelo o colineal con el primer haz láser y el segundo haz láser después de transmitirse a través del segundo espejo dicróico 31. El tercer haz láser se enfoca en la plataforma de traslación de muestras 25 a través de la lente del objetivo 24, y el tercer haz láser genera una luz reflejada en la plataforma de traslación de muestras 25. La luz reflejada vuelve a la unidad de detección del enfoque 32 a lo largo de la trayectoria original del tercer haz láser. La unidad de detección del enfoque 32 detecta la luz reflejada. La lente del objetivo 24 está montada en el conjunto móvil. El conjunto móvil desplaza la lente del objetivo 24 en función de un resultado de detección de la unidad de detección del enfoque 32 para ajustar la distancia entre la lente del objetivo 24 y la plataforma de traslación de muestras 25.

Específicamente, la luz reflejada está formada por el tercer haz láser reflejado en la superficie de la muestra 800. Ajustando la lente del objetivo 24, el tercer haz láser tiene un buen efecto de enfoque sobre la muestra 800. Al mismo tiempo, puesto que el tercer haz láser es paralelo o colineal con el primer haz láser y el segundo haz láser después de transmitirse a través del segundo espejo dicróico 31, el primer haz láser y el segundo haz láser también pueden tener un buen efecto de enfoque sobre la muestra 800 una vez finalizado el ajuste de la lente del objetivo 24. Opcionalmente, la unidad de detección del enfoque 32 puede generar el resultado de la detección en función de la intensidad de la luz reflejada o de la claridad de la imagen, etc. El segundo espejo dicróico 31 está dispuesto en correspondencia con el primer espejo dicróico 23 y la lente del objetivo 24, respectivamente, y el mecanismo de enfoque automático ajusta la posición de la lente del objetivo 24 antes de que la fuente de luz láser 21 emita el primer haz láser y el segundo haz láser, generando así la coexistencia del enfoque automático y la luz de señal anti-Stokes, acortando el tiempo de recogida de datos, y beneficiando la detección de muestras de gran superficie 800, y el proceso de uso es sencillo y ahorra tiempo, lo que resulta cómodo para el operario. Además, la lente del objetivo 24 puede programarse y controlarse a distancia.

En una de las realizaciones, para organizar racionalmente el mecanismo de enfoque automático y mejorar la compacidad del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100, el mecanismo de enfoque automático incluye además un primer reflector 33, que está dispuesto en correspondencia con el segundo espejo dicróico 31 y la unidad de detección del enfoque 32, respectivamente. El tercer haz láser y la luz reflejada se reflejan en el primer reflector 33; por tanto, la posición de la unidad de detección del enfoque 32 puede ajustarse para mejorar la compacidad general del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100. Específicamente, la primera lente convexa 42 y el tercer espejo dicróico 44 están situados entre la unidad de detección del enfoque 32 y el primer reflector 33, y una luz de referencia que atraviesa la lente del objetivo 24 se refleja en la primera lente convexa 42 a través del primer reflector 33.

En una de las realizaciones, para mejorar el efecto de reflexión del primer reflector 33 sobre el tercer haz láser, la luz reflejada o la luz de referencia, el primer reflector 33 está recubierto con oro o plata. Para mejorar aún más la capacidad de reflexión del primer reflector 33, el primer reflector 33 también está recubierto con una película dieléctrica especial.

En una de las realizaciones, para mejorar la eficacia de recepción del colector 26, el dispositivo de obtención de

- imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye además un espejo dicróico de banda estrecha 261 dispuesto entre el primer espejo dicróico 23 y el colector 26. La luz de señal se transmite al espejo dicróico de banda estrecha 261 y entra en el colector 26. El espejo dicróico de banda estrecha 261 absorbe o refleja el primer haz láser y el segundo haz láser, evitando así que el primer haz láser y el segundo haz láser afecten al muestreo del colector 26 y mejorando la calidad de la emisión de datos inicial. Específicamente, el espejo dicróico de banda estrecha 261 está recubierto con una película dieléctrica para conseguir una alta transmitancia de la luz de señal y una baja transmitancia de la luz de bombeo y la luz de Stokes. En esta realización, el diámetro exterior del espejo dicróico de banda estrecha 261 está comprendido entre 6 y 8.
- En una de las realizaciones, para hacer coincidir el punto de emisión de la fuente de luz láser 21 con la lente del objetivo 24, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye además un sistema 4F 60 situado entre el conjunto galvanométrico bidimensional 22 y el primer espejo dicróico 23. El punto de emisión de la fuente de luz láser 21 se amplifica a través del sistema 4F 60, de forma que el tamaño del punto de emisión de la fuente de luz láser 21 coincida con la abertura de la lente del objetivo 24, de manera que el tamaño del punto obtenido mediante el enfoque a través de la lente del objetivo 24 tenga un tamaño adecuado para mejorar el efecto microscópico del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100. El sistema 4F 60 incluye al menos dos lentes convexas para lograr la expansión del primer haz láser y del segundo haz láser y su proyección a la lente del objetivo 24. En esta realización, el sistema 4F 60 incluye una segunda lente convexa 61 y una tercera lente convexa 62. La distancia focal de la segunda lente convexa 61 es menor que la distancia focal de la tercera lente convexa 62. La distancia entre la segunda lente convexa 61 y la tercera lente convexa 62 debe ser la suma de sus distancias focales.
- En una de las realizaciones, para que el primer haz láser y el segundo haz láser entren con precisión en el conjunto galvanométrico bidimensional 22, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye además un conjunto de ajuste 70. Después de que el primer haz láser y el segundo haz láser se emitan desde la fuente de luz láser 21, el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional 22 a través del conjunto de ajuste 70.
- En una de las realizaciones, para hacer que el primer haz láser y el segundo haz láser entren en el conjunto galvanométrico bidimensional 22 en un ángulo predeterminado, el conjunto de ajuste 70 incluye un segundo reflector 71 y un tercer reflector 72. El primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional 22 a través del segundo reflector 71 y del tercer reflector 72 sucesivamente. Durante el proceso de montaje del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100, después de fijar la fuente de luz láser 21, los puntos de reflexión del primer haz láser y del segundo haz láser en el tercer reflector 72 pueden ajustarse mediante el ajuste del ángulo del segundo reflector 71, y el ángulo del primer haz láser y del segundo haz láser que entran en el conjunto galvanométrico bidimensional 22 pueden ajustarse mediante el ajuste del ángulo del tercer reflector 72. Específicamente, las superficies del segundo reflector 71 y del tercer reflector 72 están recubiertas con una película dieléctrica para mejorar la reflectividad del primer haz láser y del segundo haz láser.
- Haciendo referencia a la figura 3, en una de las realizaciones, para ajustar el enfoque manualmente cuando sea necesario, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye además un conjunto de enfoque manual. El conjunto de enfoque manual incluye una fuente de luz indicadora 41, una primera lente convexa 42, y una cámara CCD 43. La fuente de luz indicadora 41 está dispuesta en un lado de la plataforma de traslación de muestras 25. La fuente de luz indicadora 41 genera la luz de referencia, y la luz de referencia pasa a través de la lente del objetivo 24 y el segundo espejo dicróico 31. La primera lente convexa 42 enfoca la luz de referencia para que entre en la cámara CCD 43. Cuando se ajusta manualmente el enfoque, la cámara CCD 43 obtiene la imagen de la muestra 800 en la plataforma de traslación de muestras 25 en función de la luz de referencia, y el personal de depuración determina si el ajuste manual del enfoque es preciso en función de la nitidez de la imagen de la muestra 800; específicamente, la fuente de luz indicadora 41 es un dispositivo LED de luz blanca. La distancia focal y la posición de instalación de la primera lente convexa 42 coinciden con el tamaño de la unidad de detección de la cámara CCD 43. Específicamente, el tamaño y la resolución de la unidad de detección de la cámara CCD 43 están dispuestos en correspondencia con la resolución de la lente del objetivo 24.
- Además, para mejorar la compacidad del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100, el conjunto de enfoque manual incluye además un tercer espejo dicróico 44. La primera lente convexa 42 y el tercer espejo dicróico 44 están situados en la trayectoria óptica del tercer haz láser, y el tercer espejo dicróico 44 está situado entre la unidad de detección del enfoque 32 y la primera lente convexa 42. El tercer haz láser y la luz reflejada se transmiten a través del tercer espejo dicróico 44, respectivamente. Después de que la luz de referencia sea enfocada por la primera lente convexa 42, el tercer espejo dicróico 44 refleja la luz de referencia y hace que la luz de referencia entre en la cámara CCD 43, de modo que las trayectorias ópticas del tercer haz láser, la luz reflejada y la luz de referencia se superponen.
- En una de las realizaciones, el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente 100 incluye además una carcasa principal. La fuente de luz láser 21, el conjunto galvanométrico bidimensional 22, el primer espejo dicróico 23, la lente del objetivo 24, la plataforma de traslación de muestras 25, el

colector 26, el módulo de tratamiento de datos, el mecanismo de enfoque automático y el conjunto de enfoque manual están instalados en la carcasa principal; por tanto, se proporciona una protección eficaz a los conjuntos o mecanismos importantes.

Específicamente, con el fin de utilizar la refrigeración por aire para reducir la temperatura y mejorar la compacidad, la fuente de luz láser 21 es un láser de fibra pulsada de femtosegundos o un láser de fibra pulsada de picosegundos. En una de las realizaciones, la fuente de luz láser 21 es un láser de color dual de Refined Laser Company, Alemania. El primer haz láser y el segundo haz láser se emiten de forma sincrónica en el tiempo y en el espacio; en esta realización, el primer haz láser se utiliza también como luz de sondeo.

En una de las realizaciones, la fuente de luz láser 21 emite el primer haz láser de 800 nm como luz de bombeo y el segundo haz láser de 1040 nm como luz de Stokes, y la luz de señal obtenida tiene una longitud de onda de 652 nm. Esta realización puede realizar la detección y la obtención de imágenes de sustancias que contienen enlaces químicos C-H.

En una de las realizaciones, la fuente de luz láser 21 puede emitir el primer haz láser con una longitud de onda ajustable de 780-900 nm como luz de bombeo, y emitir el segundo haz láser con una longitud de onda de 1040 nm como luz de Stokes. Esta realización puede lograr la detección y la obtención de imágenes de sustancias que contienen enlaces químicos C-H y C-D.

En una de las realizaciones, la fuente de luz láser 21 puede emitir un segundo haz láser con una longitud de onda ajustable de 930-1030 nm como luz de Stokes, y emitir un primer haz láser con una longitud de onda de 780 nm como luz de bombeo. Esta realización puede lograr la detección y la obtención de imágenes de sustancias que contienen enlaces químicos C-H y C-D. En esta realización, el primer espejo dicróico 23 y el tercer espejo dicróico 44 son espejos dicróicos de onda larga, y la superficie del primer espejo dicróico 23 está recubierta con una película dieléctrica para conseguir una alta transmitancia de la longitud de onda larga y reflexión de la longitud de onda corta, para garantizar que la luz de bombeo y la luz de Stokes puedan pasar y la luz de señal anti-Stokes pueda reflejarse. En la invención, el segundo espejo dicróico 31 es un espejo dicróico de onda corta, y la superficie del segundo espejo dicróico 31 está recubierta con una película dieléctrica para conseguir la reflexión del primer haz láser, el segundo haz láser y la luz de señal, mientras se realiza el paso del tercer haz láser, la luz reflejada y, en una realización, la luz de referencia. La distribución de longitudes de onda del tercer haz láser coincide con el segundo espejo dicróico 31 y el tercer espejo dicróico 44.

La muestra 800 se coloca en la plataforma de traslación de muestras 25. La muestra 800 puede desplazarse a una zona de exploración del conjunto galvanométrico bidimensional 22 mediante el movimiento de la plataforma de traslación de muestras 25, y la zona de exploración de la plataforma de traslación de muestras 25 puede ajustarse en función del tamaño de la muestra 800 y de los requisitos reales de la aplicación. Además, la plataforma de traslación de muestras 25 puede programarse y controlarse a distancia. El tamaño de la superficie del espejo del conjunto galvanométrico bidimensional 22 debe ser mayor que el tamaño del punto de la fuente de luz láser 21, y el ángulo de exploración puede ajustarse en función de la zona de exploración de la muestra 800. El conjunto galvanométrico bidimensional 22 ajusta las trayectorias ópticas del primer haz láser y del segundo haz láser, de forma que el primer haz láser y el segundo haz láser puedan transmitirse a diferentes partes dentro de la zona de exploración de la superficie de la muestra 800. El colector 26 genera datos iniciales correspondientes a diferentes partes de la muestra después de cada ajuste del conjunto de exploración bidimensional 800.

Específicamente, el colector 26 es un tubo fotomultiplicador, y tiene la función de apagado por sobresaturación, apertura manual y apertura a distancia; el módulo de tratamiento de datos integra los datos iniciales recogidos por el colector 26 en una información de imagen completa, y, en esta realización, el módulo de tratamiento de datos es un ordenador.

En esta realización, el primer haz láser y el segundo haz láser se generan a través de la fuente de luz láser, el primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente, y el primer haz láser se utiliza como luz de bombeo, el segundo haz láser se utiliza como luz de Stokes, lo que simplifica la estructura de la trayectoria óptica entre el láser y la lente del objetivo, evita la necesidad de dividir la luz y ajustar la longitud de onda para el haz láser de longitud de onda única emitido por el láser, facilitando así la mejora de la compacidad del dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente y reduciendo el volumen, que favorecen el desarrollo comercial.

Los ejemplos mencionados sólo expresan varias realizaciones de la presente divulgación, y las descripciones de las mismas son más específicas y detalladas, pero no pueden entenderse como una limitación del alcance de la presente invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100), que comprende: una fuente de luz láser (21), un conjunto galvanométrico bidimensional (22), un primer espejo dicróico (23), una lente del objetivo (24), una plataforma de traslación de muestras (25), un colector (26), y un módulo de tratamiento de datos; en donde la fuente de luz láser (21) está configurada para generar un primer haz láser y un segundo haz láser; el primer haz láser y el segundo haz láser se emiten colinealmente; el primer haz láser y el segundo haz láser inciden en el conjunto galvanométrico bidimensional (22), el conjunto galvanométrico bidimensional (22) ajusta las trayectorias ópticas del primer haz láser y del segundo haz láser; el primer haz láser y el segundo haz láser que salen del conjunto galvanométrico bidimensional (22) atraviesan sucesivamente el primer espejo dicróico (23) y la lente del objetivo (24); la lente del objetivo (24) enfoca el primer haz láser y el segundo haz láser sobre la plataforma de traslación de la muestra (25); una luz de señal generada por la plataforma de traslación de muestras (25) pasa a través de la lente del objetivo (24), el primer espejo dicróico (23) refleja la luz de señal hacia el colector (26), y el colector (26) genera datos iniciales en función de la luz de señal, y envía los datos iniciales al módulo de tratamiento de datos;

caracterizado por que

el dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) comprende además un mecanismo de enfoque automático, en donde el mecanismo de enfoque automático comprende una unidad de detección del enfoque (32), un segundo espejo dicróico (31), y un conjunto móvil; el segundo espejo dicróico (31) está dispuesto en correspondencia con el primer espejo dicróico (23) y la lente del objetivo (24), respectivamente; el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en la lente del objetivo (24) a través del segundo espejo dicróico (31) después de atravesar el primer espejo dicróico (23); la luz de señal se refleja en el primer espejo dicróico (23) a través del segundo espejo dicróico (31) después de atravesar la lente del objetivo (24); la unidad de detección del enfoque (32) genera un tercer haz láser que se transmite a través del segundo espejo dicróico (31); el tercer haz láser se enfoca en la plataforma de traslación de la muestra (25) a través de la lente del objetivo (24), y el tercer haz láser genera una luz reflejada en la plataforma de traslación de la muestra (25); la luz reflejada vuelve a la unidad de detección del enfoque (32) a lo largo de una trayectoria original del tercer haz láser; la unidad de detección del enfoque (32) detecta la luz reflejada; la lente del objetivo (24) está montada en el conjunto móvil; el conjunto móvil desplaza la lente del objetivo en función de un resultado de detección de la unidad de detección del enfoque (32);

en donde el segundo espejo dicróico (31) es un espejo dicróico de onda corta, y la superficie del segundo espejo dicróico (31) está recubierta con una película dieléctrica para conseguir la reflexión del primer haz láser, el segundo haz láser y la luz de señal, mientras se realiza el paso del tercer haz láser y la luz reflejada.
2. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además un conjunto de enfoque manual, en donde el conjunto de enfoque manual comprende una fuente de luz indicadora (41), una primera lente convexa (42), y una cámara CCD (43); la fuente de luz indicadora (41) está dispuesta en un lado de la plataforma de traslación de muestras (25); la fuente de luz indicadora (41) genera una luz de referencia que atraviesa la lente del objetivo (24) y el segundo espejo dicróico (31); la primera lente convexa (42) enfoca la luz de referencia hacia la cámara CCD (43).
3. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además una carcasa principal; en donde la fuente de luz láser (21), el conjunto galvanométrico bidimensional (22), el primer espejo dicróico (23), la lente del objetivo (24), la plataforma de traslación de muestras (25), el colector (26), el mecanismo de enfoque automático y el conjunto de enfoque manual están instalados en la carcasa principal.
4. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de enfoque automático comprende además un primer reflector (33), el primer reflector (33) está dispuesto en correspondencia con el segundo espejo dicróico (31) y la unidad de detección del enfoque (32), respectivamente, y el tercer haz láser y la luz reflejada se reflejan en el primer reflector (33).
5. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el primer reflector (33) está recubierto con oro o plata.
6. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un espejo dicróico de banda estrecha (261) dispuesto entre el primer espejo dicróico (23) y el colector (26), en donde la luz de señal se transmite al espejo dicróico de banda estrecha (261) y entra en el colector (26); el espejo dicróico de banda estrecha (261) absorbe o refleja el primer haz láser y el segundo haz láser.
7. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un sistema 4F (60) situado entre el conjunto galvanométrico bidimensional (22) y el primer espejo dicróico (23).

- 5 8. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un conjunto de ajuste (70), en donde después de que el primer haz láser y el segundo haz láser se emitan desde la fuente de luz láser (21), el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional (22) a través del conjunto de ajuste (70).
- 10 9. El dispositivo de obtención de imágenes por microscopía de dispersión Raman anti-Stokes coherente (100) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el conjunto de ajuste (70) comprende un segundo reflector (71) y un tercer reflector (72), el primer haz láser y el segundo haz láser se reflejan en el conjunto galvanométrico bidimensional (22) a través del segundo reflector (71) y del tercer reflector (72) sucesivamente.

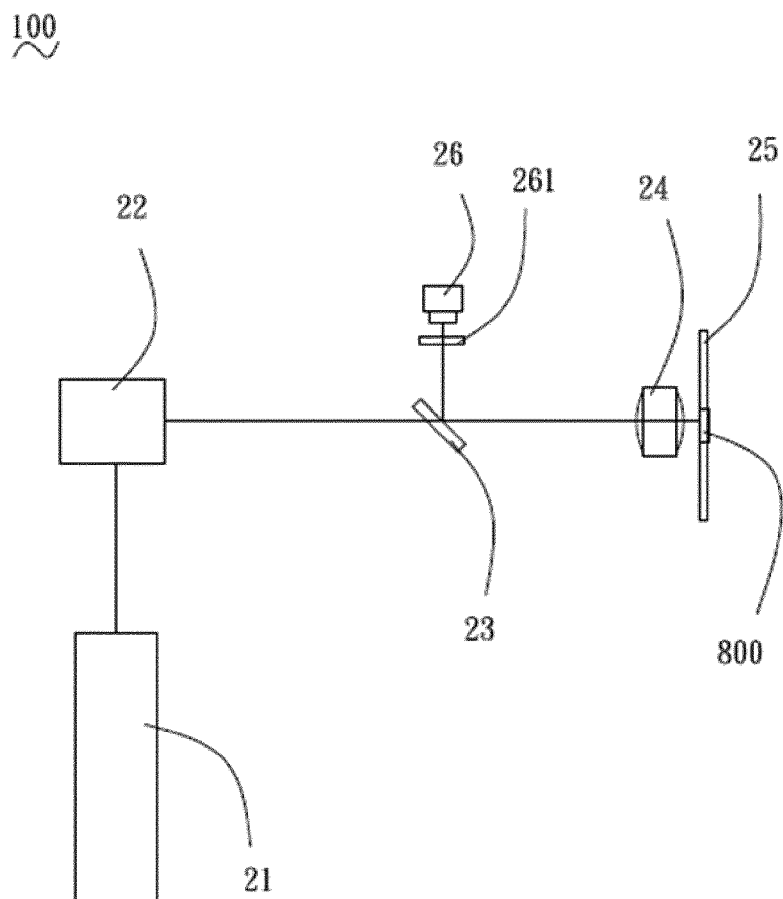


FIG. 1

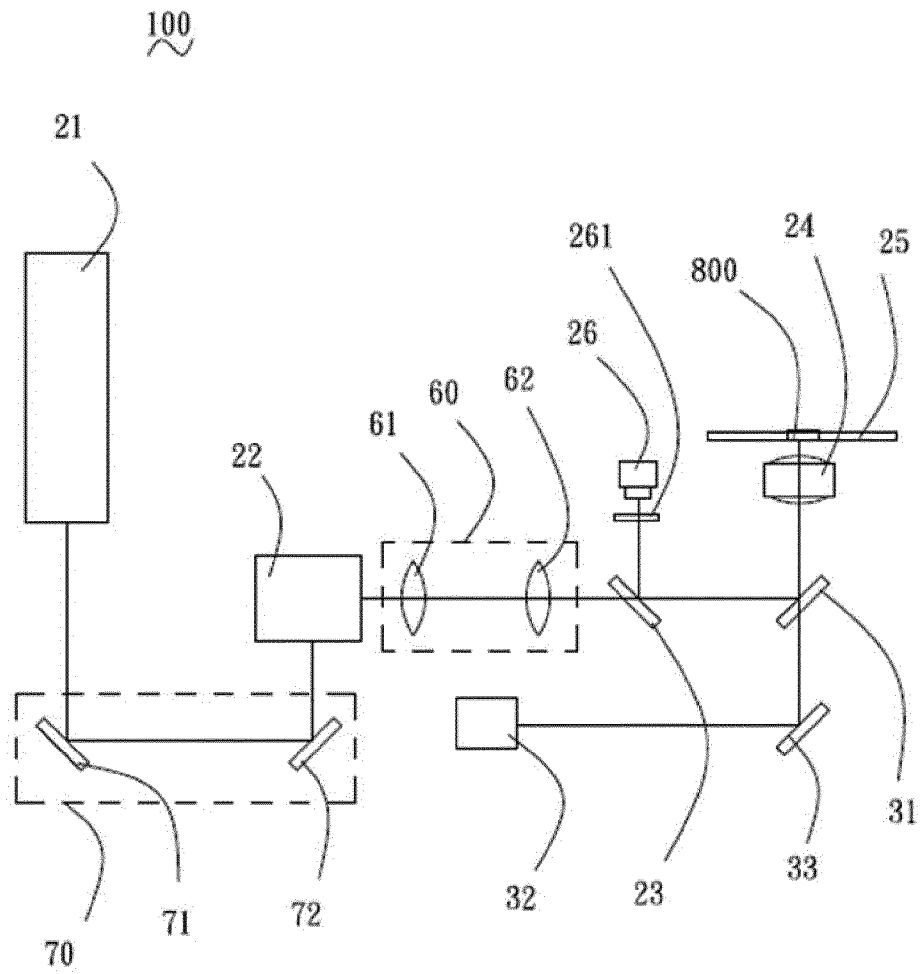


FIG. 2

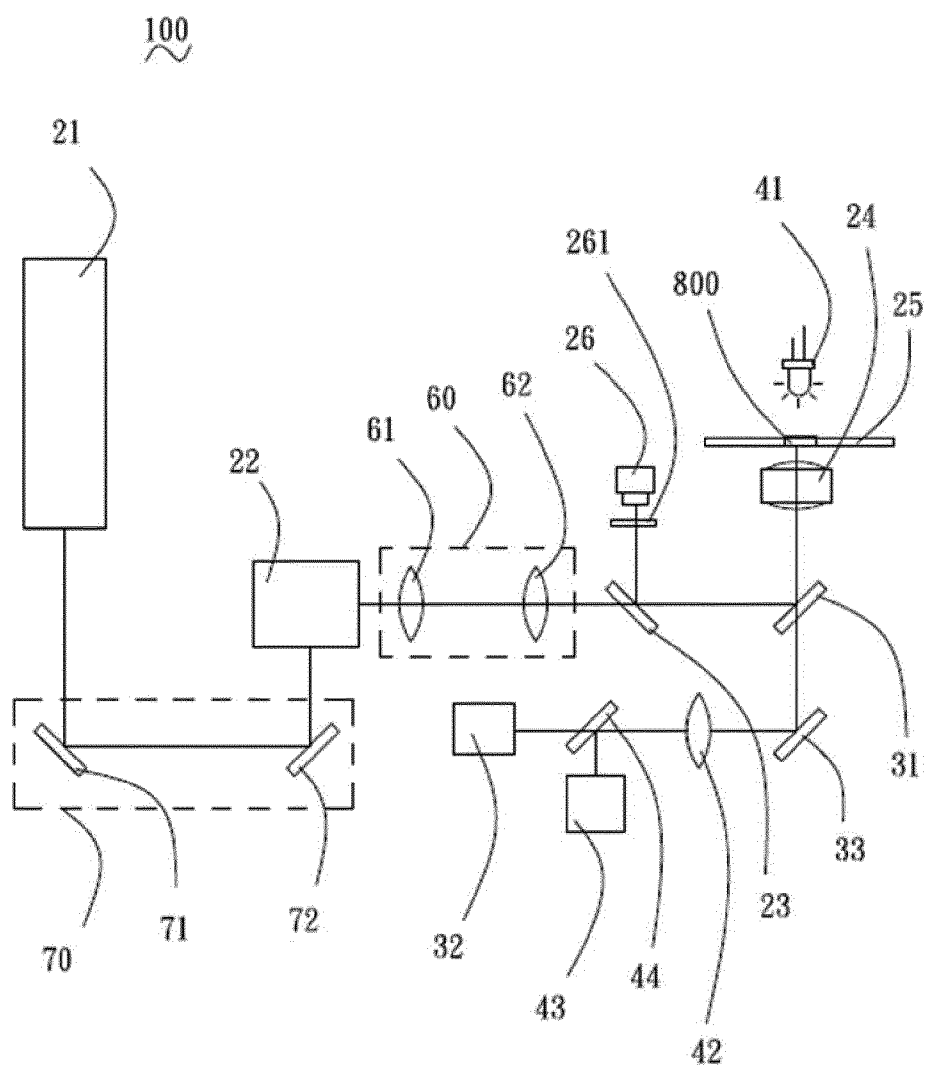


FIG. 3

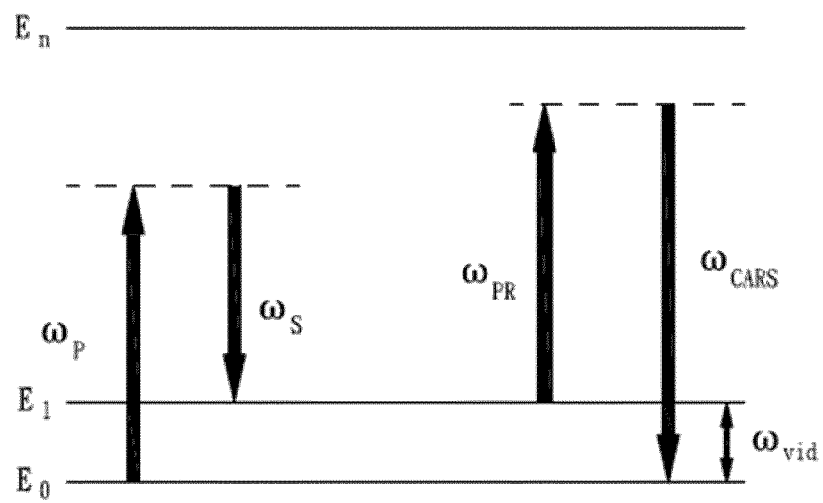


FIG. 4