

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 733**

21 Número de solicitud: 201431197

51 Int. Cl.:

G01K 11/20

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

05.08.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.02.2016

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI (100.0%)
C/ de l'Escorxador, s/n
43003 Tarragona ES**

72 Inventor/es:

**CARVAJAL MARTÍ, Joan Josep;
MASSONS BOSCH, Jaume;
SAVCHUK, Oleksandr ;
PUJOL BAIGES, Maria Cinta;
AGUILÓ DíEZ, Magdalena y
DÍAZ GONZÁLEZ, Francesc**

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

54 Título: **Dispositivo y método para medida remota de temperatura**

57 Resumen:

Dispositivo y método para medida remota de temperatura.

La invención se refiere a un dispositivo medida remota de temperatura que comprende: Una fuente luz infrarroja donde la fuente de iluminación está dispuesta para iluminar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura; un sistema de lentes para focalizar la fuente de luz infrarroja, un sensor de color RGB dispuesto para detectar la emisión de las partículas luminiscentes y suministrar simultáneamente una primera señal en una primera banda de longitudes de onda y una segunda señal en una segunda banda de longitudes de onda; un filtro para separar de la emisión de las partículas luminiscentes la reflexión de la fuente de iluminación de luz infrarroja, y una unidad de procesado configurada para calcular un valor de una relación entre la primera y la segunda señal suministradas por el sensor de color RGB y determinar la temperatura. Además, un método para medida remota de temperatura es provisto.

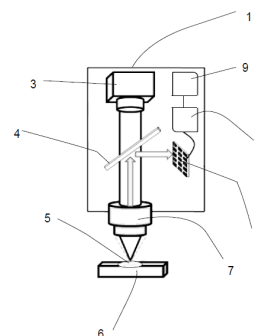


FIG. 3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para medida remota de temperatura

- 5 La presente invención se refiere a un método y dispositivo para la medida remota de la temperatura basado en la emisión visible de nanofósforos excitados con radiación infrarroja.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

- 10 Existen varias aplicaciones en las que es necesario detectar la temperatura de forma remota.

Por ejemplo, en la prevención de funcionamientos incorrectos en máquinas y dispositivos, la localización de singularidades térmicas, p.ej. incrementos de temperatura bien localizados, puede ser crucial para evitar daños catastróficos. La localización de este tipo de singularidades térmicas puede ser difícil de predecir "a priori", ya que no dependen del diseño de máquinas y/o dispositivos sino de la temperatura de los circuitos integrados y/o la interacción de los componentes durante condiciones reales de operación y, por lo tanto, la medida de la temperatura en remoto puede jugar un papel importante.

- 20 Otro campo en el que la medida remota de temperatura puede ser necesaria es el campo de la biomedicina: es bien conocido que la temperatura es esencial a la hora de determinar las características dinámicas de elementos biomédicos. Por ejemplo, la temperatura es uno de los parámetros críticos para determinar los índices de división celular. Por consiguiente, la monitorización de la temperatura en remoto es esencial para discernir el origen de ciertos comportamientos observados en este tipo de sistemas. Esto es básico para la detección temprana de ciertas enfermedades p.ej. inflamaciones y/o cáncer.

- 30 Para abordar estos problemas es bien conocido el uso de la termometría por fotoluminiscencia basada en el análisis del espectro de la emisión de nanofósforos. Sin embargo, esta técnica tiene una serie de limitaciones que hace que su aplicación no sea del todo satisfactoria y fiable fuera de las condiciones de medida controladas de laboratorio: la termometría por fotoluminiscencia basada en el análisis del espectro de la emisión de nanofósforos en general requiere de instrumentación compleja p.ej. monocromadores,

fotomultiplicadores sofisticados elementos mecánicos de alineamiento; además, la sensibilidad ante vibraciones y la sofisticación de la instrumentación hace difícil transferir esta metodología a un entorno industrial.

- 5 Para llevar a cabo la medida remota de temperatura son conocidos distintos tipos de dispositivos, por ejemplo cámaras termográficas, que se caracterizan por ser dispositivos configurados para, a partir de las emisiones de infrarrojos del espectro electromagnético de los cuerpos detectados, formar mapas de temperatura. Sin embargo, este tipo de dispositivos tiene diferentes inconvenientes que hacen que su uso no sea totalmente
10 conveniente: las cámaras termográficas en general no son capaces de reproducir de una manera lo suficientemente buena, para cierto tipo de aplicaciones, las emisiones de infrarrojos del espectro electromagnético de los cuerpos; también, muchos de este tipo de dispositivos, muestran una elevada dispersión en la respuesta que les hace perder exactitud; en otros casos, la sofisticación de este tipo de cámaras puede ser también una
15 desventaja, y otro inconveniente puede ser que este tipo de dispositivos da una imagen general de la temperatura de una zona, no de una temperatura focalizada en un solo punto y, por lo tanto, puede ser difícil o imposible extraer de esta imagen la información concreta de un punto a escala nanométrica.
- 20 Otros dispositivos son los espectrofotómetros. Los espectrofotómetros son equipos que se pueden utilizar para realizar un barrido del espectro de emisión de un material luminiscente a partir del cual su temperatura puede ser determinada. Sin embargo, estos aparatos presentan una serie de desventajas que hacen que su uso para las aplicaciones comentadas no sea del todo adecuado: en primer lugar la determinación de la temperatura
25 requiere operaciones manuales y sucesivas de selección de una parte del espectro y de integración para obtener un valor representativo de la temperatura. Por otro lado, son sensibles a vibraciones, de modo que la precisión puede verse afectada y pueden ser inadecuados para su uso en diferentes entornos, p.ej. industriales; además requieren buenas condiciones de iluminación, y consumen tiempos bastante largos en el escaneo del
30 espectro. Además, estos dispositivos no pueden ser integrados en microscopios. Finalmente, otro problema es la complejidad de diseño de este tipo de aparatos, y su elevado coste.

Otros dispositivos para la medida remota de temperatura pueden ser los pirómetros, pero este tipo de dispositivos no son aplicables en condiciones de miniaturización ni en medidas con resolución nanométrica; otro importante problema puede ser la constante necesidad de refrigeración, que dificulta su implantación en entornos de alta temperatura.

5

La presente invención proporciona un dispositivo de medida remota de la temperatura que resuelve al menos en parte las limitaciones de los dispositivos de medida remota conocidos.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

10

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención proporciona un dispositivo para medida remota de temperatura, que se caracteriza porque comprende: una fuente de iluminación de luz infrarroja donde la fuente de iluminación está dispuesta para iluminar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura; un sistema de lentes para focalizar la fuente de iluminación de luz infrarroja; un sensor de color RGB dispuesto para detectar la emisión de las partículas luminiscentes y suministrar simultáneamente una primera señal relacionada con una intensidad de emisión en una primera banda de longitudes de onda y una segunda señal relacionada con la intensidad de emisión en una segunda banda de longitudes de onda; un filtro para separar de la emisión de las partículas luminiscentes la reflexión de la fuente de iluminación de luz infrarroja, antes de que la emisión alcance el sensor de color RGB, y una unidad de procesamiento configurada para calcular un valor de una relación entre la primera y la segunda señal suministradas por el sensor de color RGB y determinar la temperatura de las partículas en función del valor obtenido.

25

Ha sido encontrado que esta combinación de elementos permite la medida remota de temperatura de modo fiable no sólo a nivel de laboratorio sino también a nivel industrial, y en particular en aplicaciones miniaturizadas y a escala nanométrica, y con un coste inferior al de soluciones conocidas.

30

Por ejemplo, para implementar un dispositivo de medida remota de temperatura en tiempo real, compacto y fiable, el sensor de color RGB puede ser el modelo S9806 de Hamamatsu.

A continuación se explica con más detalle de qué manera el dispositivo permite la medida remota de manera fiable.

El sensor de color RGB puede ser un sensor digital de color. El sensor de color RGB puede estar formado por una matriz de fotodiodos dispuestos en un circuito integrado; cada uno de los fotodiodos que componen el sensor de color RGB puede ser sensible a un color de la luz p.ej. rojo, azul y/o verde y, por lo tanto, se puede conseguir un filtro para una primera banda de longitudes de onda p.ej. rojo y un filtro para una segunda banda de longitudes de onda p.ej. azul o verde.

De esta manera, el sensor de color RGB puede detectar la intensidad de emisión de las partículas luminiscentes en dos bandas de longitudes de onda simultáneamente.

La emisión de luminiscencia de las partículas luminiscentes que se superpone con cada banda de longitudes de onda puede ser medida p.ej. integrada y, por lo tanto, una primera y una segunda señales del sensor de color RGB pueden ser obtenidas simultáneamente.

Finalmente, un valor representativo de la temperatura puede ser obtenido en tiempo real en función de una relación p.ej. una operación matemática del tipo cociente entre la primera y la segunda señal del sensor de color RGB por medio de la unidad de procesado.

El uso de un sensor de color RGB permite obtener de manera automática señales representativas de la temperatura del material luminiscentes en bandas de longitudes de onda predeterminadas, y en particular en varias bandas simultáneamente. De este modo se puede realizar con facilidad, rapidez y a tiempo real una medida fiable, ya que se basa en la relación entre dos señales representativas de la temperatura del material.

En realizaciones de la invención, la primera banda de longitudes de onda es una banda en el rojo y la segunda banda de longitudes de onda es una banda en el azul o en el verde.

En realizaciones, la primera banda de longitudes de onda es una banda en el azul, y la segunda banda de longitudes de onda es una banda en el verde.

En realizaciones de la invención, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede emitir en un rango de longitudes de onda de 800-1200 nm. Emitiendo en este rango la emisión de luminiscencia por parte de las partículas luminiscentes puede ser optimizada para partículas determinadas.

5

En otras realizaciones de la invención, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede ser un diodo láser o un LED. En los diodos láser, por ejemplo, la energía puede ser focalizada en una sola dirección, y por lo tanto la iluminación de las partículas luminiscentes puede ser mejorada; además, el rendimiento tanto del diodo láser como del LED puede ser muy alta por lo que el consumo de energía puede ser optimizado. Además, tanto el diodo láser como el LED tienen un peso y volumen reducidos, por lo que la usabilidad del dispositivo puede ser mejorada.

En todavía otras realizaciones de la invención, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede estar configurada para emitir a varias potencias distintas. De este modo, el usuario puede seleccionar la potencia más adecuada para cada tipo de aplicación. Por lo tanto, una señal luminiscente lo suficientemente energética para ser analizada por el equipo de procesamiento puede ser emitida.

En algunas realizaciones concretas, la relación entre la primera señal y la segunda señal se define como un cociente.

En todavía algunas realizaciones, el sistema de lentes para focalizar la fuente de luz puede comprender un objetivo de microscopio.

25

De acuerdo con realizaciones de la invención, el dispositivo de este primer aspecto puede comprender además un elemento de visionado configurado para mostrar la temperatura.

De acuerdo a un segundo aspecto de la invención se proporciona un método para medida remota de la temperatura. El método comprende: aplicar sobre una superficie a medir o bien en el interior de un cuerpo transparente a medir, unas partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura; iluminar las partículas luminiscentes por medio de una fuente de iluminación de luz infrarroja; detectar mediante un sensor de color RGB la emisión de las partículas luminiscentes en una primera banda de longitudes de onda y la

30

emisión de las partículas luminiscentes en una segunda banda de longitudes de onda; suministrar mediante el sensor, y de forma simultánea, una primera señal relacionada con la intensidad de emisión en la primera banda de longitudes de onda y una segunda señal relacionada con la intensidad de emisión en la segunda banda de longitudes de onda; 5 calcular un valor para una relación entre la primera señal y la segunda señal; y determinar la temperatura en función del valor obtenido.

Según realizaciones de la invención, en el método de este segundo aspecto se pueden seleccionar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia es tal que la primera 10 señal y la segunda señal tienen un comportamiento diferente con respecto a la temperatura, es decir frente a una variación de la temperatura.

Según realizaciones de la invención, en el método de este segundo aspecto se pueden seleccionar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia es tal que la primera 15 señal y la segunda señal tienen un comportamiento opuesto con respecto a la temperatura. De esta manera, la fiabilidad de la medida puede ser aumentada debido a la gran variación en la relación entre la primera y la segunda señal cuando varía la temperatura.

En algunas realizaciones, las partículas luminiscentes pueden estar dopadas con iones 20 lantánidos.

Las partículas dopadas con iones lantánidos pueden cumplir la condición que la señal relacionada con la emisión en la primera banda de longitudes de onda y la señal relacionada con la segunda banda de longitudes de onda tengan comportamientos opuestos, teniendo además una gran variación en la relación entre la primera y la segunda señal; en 25 consecuencia, la fiabilidad puede verse aumentada. Además, pueden ser adecuadas para absorber la radiación de la fuente de iluminación infrarroja y pueden emitir en los rangos de temperatura que pueden ser manejados habitualmente para algunas aplicaciones p.ej. temperaturas en el rango 10-70 °C que pueden ser manejadas habitualmente en aplicaciones biológicas. Este tipo de partículas pueden ser además biocompatibles 30 facilitando su aplicación en elementos de tipo biológico.

En algunas realizaciones concretas, los iones lantánidos pueden ser seleccionados entre el grupo que comprende Iterbio (Yb^{3+}), Erblio (Er^{3+}), Tulio (Tm^{3+}), o Holmio (Ho^{3+}).

En realizaciones de la invención, las partículas luminiscentes pueden tener una dimensión menor a 100 nm. De esta manera, se pueden aplicar en cierto tipo de organismos biológicos p.ej. células.

- 5 En realizaciones, la relación entre la primera señal y la segunda señal puede ser definida como un cociente.

En algunas realizaciones concretas, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede emitir en un rango de longitudes de onda de 800-1200 nm.

10

En realizaciones de la invención, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede ser seleccionada entre un diodo láser o un LED.

- 15 En todavía otras realizaciones, la fuente de iluminación de luz infrarroja puede estar configurada para emitir a varias potencias distintas.

En realizaciones, la temperatura se puede obtener comparando con un patrón predeterminado el valor de la relación entre la primera y la segunda señal suministradas por el sensor de color RGB simultáneamente.

20

En algunas realizaciones, el patrón predeterminado puede ser generado mediante una etapa de calibración.

- 25 En realizaciones de la invención, generar el patrón predeterminado mediante una etapa de calibración comprende: introducir las partículas luminiscentes en un horno, Aplicar sucesivamente una pluralidad de temperaturas a las partículas mediante el horno, y para cada temperatura seleccionada; detectar mediante el sensor de color RGB la emisión de las partículas luminiscentes en la primera banda de longitudes de onda y en la segunda banda de longitudes de onda; obtener del sensor de color RGB la primera señal y la segunda señal
30 relacionadas con la emisión de las partículas en las dos bandas de longitudes de onda de forma simultánea, y calcular el valor de la relación entre la primera y la segunda señal. Además el método comprende, generar el patrón con los valores obtenidos de la relación entre la primera y la segunda señal a las temperaturas seleccionadas.

En un tercer aspecto de la invención un kit puede ser provisto. El kit puede comprender partículas luminiscentes configuradas para variar la luminiscencia en función de la temperatura, en diferentes rangos de temperatura, y un dispositivo para medida remota de temperatura de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

5

Otros objetos, ventajas y características de realizaciones de la invención se pondrán de manifiesto para el experto en la materia a partir de la descripción, o se pueden aprender con la práctica de la invención.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán realizaciones particulares de la presente invención a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

15 La figura 1 es una gráfica que muestra la evolución de la intensidad de la emisión de las partículas luminiscentes con la temperatura en una realización de la invención;

La figura 2 es una gráfica que muestra la evolución de la intensidad de la emisión de las partículas luminiscentes con la temperatura en otra realización de la invención;

20

La figura 3 muestra una sección del sistema de medida remota de temperatura de acuerdo a una realización de la invención.

25 La figura 4 es una gráfica que muestra la superposición de la intensidad de la banda de emisión de las partículas luminiscentes para una determinada temperatura y una primera banda de emisión de longitudes de onda y una segunda banda de emisión de longitudes de onda del sensor de color RGB en una realización de la invención

30 La figura 5 es una gráfica de un patrón que se puede utilizar en la determinación de la temperatura en realizaciones de la invención;

La figura 6 es una gráfica que muestra la superposición de la intensidad de la banda de emisión de las partículas luminiscentes para una determinada temperatura y una primera

banda de emisión de longitudes de onda y una segunda banda de emisión de longitudes de onda del sensor de color RGB en otra realización de la invención;

La figura 7 es una gráfica de un patrón que se puede utilizar en la determinación de la temperatura en otras realizaciones de la invención.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

En realizaciones de la presente invención, se puede basar un método de medida remota de la temperatura en el uso de partículas luminiscentes, por ejemplo nanopartículas luminiscentes, cuyas propiedades de emisión de luz por fluorescencia varían con la temperatura.

Las partículas se aplican a una superficie o en el interior de un cuerpo transparente del cual se quiere medir la temperatura, de modo que adquieren la misma temperatura que la superficie o el cuerpo, y se iluminan con una fuente de iluminación de radiación infrarroja. Como consecuencia de esta iluminación, las partículas emiten un espectro, cuya intensidad depende de la temperatura, que puede ser detectado. Del espectro de emisión detectado se puede deducir la temperatura de las partículas, y por tanto de la superficie o del cuerpo a través del cociente entre las intensidades de la primera y la segunda señal suministradas por un sensor de color p.ej. un sensor del tipo RGB en dos bandas de longitudes onda.

A título de ejemplo, unas partículas luminiscentes adecuadas para ser utilizadas en una realización de un método de medida remota de la temperatura de acuerdo con la presente invención son nanopartículas cristalinas de GdVO_4 codopadas con Tm^{3+} (0.2-2%) y Yb^{3+} (15%).

La figura 1 es una gráfica que muestra la intensidad de la emisión de estas nanopartículas luminiscentes en función de la temperatura, en una zona del espectro entre 400 y 750 nm y para un rango de temperaturas de 301 y 673 K, cuando las partículas se iluminan con una fuente de iluminación de luz infrarroja con una longitud de onda de 980 nm.

Tres bandas de emisión pueden ser observadas: una primera banda relacionada con la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el rojo puede corresponder a

una transición entre los estados electrónicos $^3F_3 \rightarrow ^3H_6$ del ion Tm^{3+} , y está localizada alrededor de 700 nm. Una segunda banda relacionada con la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el azul puede corresponder a una transición entre los estados electrónicos $^1G_4 \rightarrow ^1H_6$ del ion Tm^{3+} , y está localizada alrededor de 475 nm.

5 Finalmente, una tercera banda puede corresponder a una transición entre los estados electrónicos $^1G_4 \rightarrow ^1F_6$, y está localizada alrededor de 650 nm.

Como muestra la gráfica, dependiendo de la temperatura de las partículas varía la intensidad de emisión, en particular la intensidad en la banda de longitudes de onda en el rojo y la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el azul. Por ejemplo, la

10 intensidad en la banda de longitudes de onda en el rojo (p.ej. a 700 nm) se incrementa con la temperatura. Sin embargo, a medida que se incrementa la temperatura de las partículas, la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el azul (p.ej. a 475 nm) decrece.

15 En consecuencia, la intensidad de emisión en el rojo y la intensidad de emisión en el azul tienen un comportamiento diferente p.ej. opuesto con respecto a la temperatura.

En otros ejemplos, las nanopartículas cristalinas podrían ser de $NaYF_4$ codopadas con Er^{3+} e

20 Yb^{3+} .

La figura 2 es una gráfica que muestra la intensidad de la emisión de estas nanopartículas luminiscentes en función de la temperatura, en una zona del espectro entre 520 y 690 nm y para un rango de temperaturas de 296 y 334 K, cuando las partículas se iluminan con una

25 fuente de iluminación de luz infrarroja con una longitud de onda de 980 nm.

Dos bandas de emisión pueden ser observadas: una primera banda relacionada con la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el verde puede corresponder a la transición entre los estados electrónicos $^4H_{11/2}, ^4S_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ del ion Er^{3+} , y está localizada

30 alrededor de 550 nm. Una segunda banda relacionada con la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el rojo puede corresponder a la transición entre los estados electrónicos $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ del ion Er^{3+} , y está localizada alrededor de 670 nm.

Como muestra la gráfica, dependiendo de la temperatura de las partículas varía la intensidad de emisión, en particular la intensidad en la banda de longitudes de onda en el rojo y la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el verde. Por ejemplo, la intensidad en la banda de longitudes de onda en el rojo (p.ej. a 670 nm) prácticamente no cambia con la temperatura. Sin embargo, a medida que se incrementa la temperatura de las partículas, la intensidad de emisión en la banda de longitudes de onda en el verde (p.ej. a 550 nm) decrece.

En consecuencia, la intensidad de emisión en el rojo y la intensidad de emisión en el verde tienen un comportamiento diferente con respecto a la temperatura.

A continuación se describirá una realización de la invención en la cual el uso de partículas de este tipo permite medir en remoto la temperatura de una superficie.

La figura 3 muestra parcialmente y de modo muy esquemático la estructura de un dispositivo 1 para medida de temperatura de acuerdo a una realización de la invención.

El elemento 3 representa una fuente de iluminación de luz infrarroja. Esta fuente de iluminación infrarroja 3 puede ser del tipo diodo laser aunque otras fuentes de iluminación infrarroja son posibles p.ej. LED, fuente de iluminación policromática (una bombilla incandescente con un filtro). Además, la fuente de iluminación infrarroja puede emitir en un rango de longitudes de onda de 800-1200 nm, típicamente por ejemplo a 980 nm, emitiendo en este rango las partículas luminiscentes pueden ser excitadas de manera adecuada. Además, la fuente de iluminación infrarroja 3 puede estar configurada para emitir a varias potencias distintas, por ejemplo entre 200 y 600 mW.

El elemento 7 representa un sistema de lentes para focalizar la fuente de iluminación de luz infrarroja 3 y recoger la fluorescencia emitida por las partículas fluorescentes. De esta manera, el haz de luz puede ser focalizado para mejorar la iluminación sobre las partículas luminiscentes y/o fluorescentes, y como resultado, la intensidad de las emisiones en una primera y una segunda banda de emisiones de longitudes de onda puede ser incrementada. El sistema de lentes 7 puede, además, ser un objetivo de microscopio.

El elemento 6 representa el cuerpo o superficie del que se quiere medir y/o sensor la temperatura. El elemento 6 puede ser de tipo biológico o metálico aunque realizaciones de la invención pueden aplicarse a otros materiales.

- 5 El elemento 5 representa las partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura. Las partículas luminiscentes 5 pueden estar formadas por una matriz de nanopartículas cristalinas de GdVO_4 dopado con Tm^{3+} y Yb^{3+} , como se describe más arriba. El resultado puede ser preparado mediante el uso de NH_4VO_3 y nitratos lantánidos como reactantes. El primer paso puede comprender un proceso de tipo sol-gel,
- 10 este proceso tipo sol-gel se refiere a la preparación de la solución (destilada en agua, 40 ml) de las cantidades que pueden ser requeridas de nitratos lantánidos y NH_4VO_3 . El pH puede ser ajustado a 7 adicionando NH_4OH . La dispersión resultante puede ser tratada hidrotérmicamente a 185 °C durante 24 horas. Las partículas luminiscentes 5 obtenidas pueden ser separadas por centrifugación y, además, pueden ser lavadas con agua destilada
- 15 y secadas a 120 °C.

Las partículas se aplican sobre la superficie del elemento 6, por ejemplo por adhesión, de modo que estén en cada momento a la misma temperatura que la superficie. Alternativamente, en cuerpos transparentes p.ej. elementos de naturaleza biológica tales

20 como células, las partículas luminiscentes pueden incorporarse en el interior del cuerpo transparente.

El elemento 8 representa un sensor de color RGB. El sensor de color RGB 8, p.ej. un sensor modelo S9806 de Hamamatsu, puede estar formado por una matriz de fotodiodos

25 dispuestos en un circuito integrado; cada uno de los fotodiodos que componen el sensor de color RGB es sensible a un color de la luz y, por lo tanto, el sensor presenta un filtro para una banda de longitudes de onda en el azul, un filtro para una banda de longitudes de onda en el rojo y un filtro para una banda de longitudes de onda en el verde.

30 El sensor de color RGB 8 puede tener 12 bits de salida digital y puede ser ajustado en dos modos sensibilidad, un modo de sensibilidad alto que puede permitir una matriz de 9 x 9 fotodiodos y un modo de sensibilidad bajo que puede permitir una matriz de 3 x 3 fotodiodos.

La banda de longitudes de onda en el rojo puede estar definida entre 590 y 720 nm. La banda de longitudes de onda en el verde puede estar definida entre 510 y 590 nm. La banda de longitudes de onda en el azul puede estar definida entre 400 y 510 nm. En otros ejemplos de sensores, las bandas de longitudes de onda en el rojo, verde y azul pueden estar
5 definidas en rangos distintos de longitudes de onda.

A título de ejemplo concreto y no limitativo, el sensor de color RGB puede tener las siguientes características:

- 10
 - 12 bits de salida digital;
 - Medida simultánea para longitudes de onda en el rojo, verde y azul;
 - Relación de sensibilidad 1 : 9;
 - Voltaje de operación de 3,3 V

15 El sensor 8 está dispuesto para detectar la emisión de las partículas 5, y emitir tres señales: una primera señal, relacionada con la intensidad de emisión detectada por el sensor en la banda de longitudes de onda en el rojo, una segunda señal, relacionada con la intensidad de emisión detectada por el sensor en la banda de longitudes de onda en el azul y una
20 tercera señal, relacionada con la intensidad de la emisión detectada por el sensor en la banda de longitudes de onda en el verde.

El elemento 4 representa un filtro, p.ej. un espejo dicróico, para separar de la emisión de las partículas luminiscentes la reflexión de la fuente de iluminación, de modo que la emisión suministrada al sensor 8 puede estar libre de ruido y/o interferencias.

25

El dispositivo 1 puede comprender también una unidad de procesamiento 2 para tratar las señales emitidas por el sensor de color RGB y determinar a partir de este tratamiento la temperatura de la superficie a medir.

30 La unidad de procesamiento 2 puede estar conectada a un elemento 9 de visionado, p.ej. una pantalla para mostrar la temperatura determinada y opcionalmente otros datos.

A continuación se describirá con más detalle un ejemplo del funcionamiento del sensor 8, así como el tratamiento de las señales del sensor para obtener la temperatura.

La figura 4 ilustra la superposición de los filtros del sensor RGB 8 para una primera banda de longitudes de onda en el azul y una segunda banda de longitudes de onda en el rojo con la intensidad de emisión de las partículas luminiscentes de GdVO_4 codopadas con Yb^{3+} y Tm^{3+} para una determinada temperatura en estas dos bandas. La gráfica es puramente ilustrativa ya que para facilitar la representación se ha dibujado una forma aproximada de la intensidad de emisión. Además los valores de emisión de las nanopartículas luminiscentes pueden cambiar dependiendo del tipo de material empleado. Los filtros para las bandas de longitudes de onda también pueden cambiar dependiendo del tipo de sensor de color utilizado. En este ejemplo concreto, la intensidad de emisión de longitudes de onda en el rojo no queda centrada con la máxima intensidad de detección del sensor de color RGB. Sin embargo, sí queda parcialmente dentro de la cola de detección del filtro, por lo que el filtro integrará parte de la emisión.

El sensor 8 integra la intensidad de emisión en cada banda (es decir, para cada banda de longitudes de onda calcula el área que queda bajo la curva de emisión), y emite señales representativas de los valores obtenidos: una primera señal S1 que corresponde a la integral de la emisión en el rojo, y una segunda señal S2 que corresponde a la integral de la emisión en el azul.

Estas dos señales pueden ser suministradas a la unidad de procesamiento 2, que puede calcular un valor para una relación entre la primera señal S1 y la segunda señal S2 y determinar la temperatura en función del valor obtenido.

Por ejemplo, la unidad de procesamiento 2 puede calcular el valor del cociente S1/S2 entre las dos señales. Para determinar la temperatura que corresponde al valor S1/S2 obtenido, la unidad de procesamiento puede comparar este valor con un patrón predeterminado: este patrón se ha obtenido previamente, por ejemplo en una etapa de calibración del dispositivo

La Figura 5 muestra a modo de ejemplo un patrón predeterminado, en este caso un patrón correspondiente a un dispositivo que comprende una fuente de iluminación a 980 nm y con una potencia de 600 mW, un sensor de color RGB con filtros como los representados en la figura 4, y utilizando partículas cristalinas de GdVO_4 codopadas con Tm^{3+} (0.2-2%) y Yb^{3+} (15%).

Como puede verse en la gráfica de la figura 5, si por ejemplo el valor del cociente $S1/S2$ entre las señales del sensor es de 1.045 entonces la temperatura de las partículas, y por tanto de la superficie, es de 500 K.

5

El proceso de calibrado del sistema puede ser realizado mediante etapas que se describen a continuación: En primer lugar se introducen las partículas en un horno que controla la temperatura con una precisión de ± 0.1 °C. A continuación se iluminan las partículas luminiscentes por medio de una fuente de iluminación de luz infrarroja. Mediante el sensor de color RGB se realizan un determinado número de medidas, a diferentes temperaturas que serán conocidas a través de la caracterización térmica del horno. De esta manera se obtiene la primera y la segunda señal relacionadas con la emisión.

10

En algunas realizaciones, la medida a una determinada temperatura puede ser repetida un número determinado de veces para mejorar la precisión de la medida. A partir de estos datos se representa la curva patrón que puede permitir determinar la temperatura a través de la emisión de estas partículas detectada con el sensor de color RGB en cualquier otra situación. Las figuras 5 y 7 son ejemplos de estas curvas patrón.

15

Cuando se utiliza una fuente de iluminación que puede emitir a distintas potencias, el patrón predeterminado comprenderá una curva por cada potencia, ya que la emisión de las partículas a una cierta temperatura depende entre otros parámetros de la potencia con la que se iluminan.

20

En el proceso de calibrado, el medio que envuelve a las partículas luminiscentes puede influir sobre la precisión con la que se puede determinar su temperatura, por lo que la operación de calibrado debe ser realizada en un solo medio p.ej. aire, líquido.

25

La figura 6 ilustra la superposición de los filtros del sensor digital 8 para una primera banda de longitudes de onda en el rojo y una segunda banda de longitudes de onda en el verde con la intensidad de emisión de las partículas luminiscentes de NaYF_4 codopadas con Yb^{3+} y Er^{3+} para una determinada temperatura en estas dos bandas. La gráfica es puramente ilustrativa ya que para facilitar la representación se ha dibujado una forma aproximada de la intensidad de emisión. Además los valores de emisión de las nanopartículas luminiscentes

30

pueden cambiar dependiendo del tipo de material empleado. Los filtros para las bandas de longitudes de onda también pueden cambiar dependiendo del tipo de sensor de color utilizado.

- 5 El sensor 8 integra la intensidad de emisión en cada banda (es decir, para cada banda de longitudes de onda calcula el área que queda bajo la curva de emisión), y emite señales representativas de los valores obtenidos: una primera señal S1 que corresponde a la integral de la emisión en el rojo, y una segunda señal S2 que corresponde en este caso a la integral de la emisión en el verde.

10

Estas dos señales pueden ser suministradas a la unidad de procesado 2, que puede calcular un valor para una relación entre la primera señal S1 y la segunda señal S2 y determinar la temperatura en función del valor obtenido.

- 15 Por ejemplo, la unidad de procesado 2 puede calcular el valor del cociente S1/S2 entre las dos señales. Para determinar la temperatura que corresponde al valor S1/S2 obtenido, la unidad de procesado puede comparar este valor con un patrón predeterminado: este patrón se ha obtenido previamente, por ejemplo en una etapa de calibración del dispositivo

- 20 La Figura 7 muestra a modo de ejemplo el patrón predeterminado, en este caso un patrón correspondiente a un dispositivo que comprende una fuente de iluminación a 980 nm y con una potencia de 600 mW, un sensor de color RGB con filtros como los representados en la figura 3, y utilizando partículas cristalinas de NaYF₄ codopadas con Er³⁺ e Yb³⁺.

- 25 Como puede verse en la gráfica de la figura 7, si por ejemplo el valor del cociente S1/S2 entre las señales del sensor es de 1.035 entonces la temperatura de las partículas, y por tanto de la superficie, es de 425 K aproximadamente.

- 30 La estructura y la operación de la etapa de calibrado puede ser la misma que la descrita para la figura 5.

Como se puede ver, el patrón se genera como una gráfica entre la temperatura y la relación entre la primera y la segunda señal. En algunos casos la relación entre la primera y la

segunda señal podría no ajustarse a una recta. También se puede utilizar como patrón la función matemática, si ésta es conocida.

5 A pesar de que se han descrito aquí sólo algunas realizaciones y ejemplos particulares de la invención, el experto en la materia comprenderá que son posibles otras realizaciones alternativas y/o usos de la invención, así como modificaciones obvias y elementos equivalentes. Además, la presente invención abarca todas las posibles combinaciones de las realizaciones concretas que se han descrito. El alcance de la presente invención no debe
10 limitarse a realizaciones concretas, sino que debe ser determinado únicamente por una lectura apropiada de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para medida remota de temperatura, caracterizado porque comprende:

- 5 - Una fuente de iluminación de luz infrarroja donde la fuente de iluminación está dispuesta para iluminar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura;
- Un sistema de lentes para focalizar la fuente de iluminación de luz infrarroja;
- Un sensor de color RGB dispuesto para detectar la emisión de las partículas
- 10 luminiscentes y suministrar simultáneamente una primera señal relacionada con una intensidad de emisión en una primera banda de longitudes de onda y una segunda señal relacionada con una intensidad de emisión en una segunda banda de longitudes de onda;
- Un filtro para separar de la emisión de las partículas luminiscentes la reflexión de la
- 15 fuente de iluminación de luz infrarroja, antes de que la emisión alcance el sensor de color RGB; y
- Una unidad de procesamiento configurada para calcular un valor de una relación entre la primera y la segunda señal suministrada por el sensor de color RGB y determinar la temperatura de las partículas en función del valor obtenido.

20

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera banda de longitudes de onda es una banda en el rojo, y la segunda banda de longitudes de onda es una banda en el azul o en el verde.

25 3 Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera banda de longitudes de onda es una banda en el azul, y la segunda banda de longitudes de onda es una banda en el verde.

30 4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja emite en un rango de longitudes de onda de 800-1200 nm.

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja es seleccionada entre un diodo láser o un LED.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja está configurada para emitir a varias potencias distintas.

5 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque la relación entre la primera señal y la segunda señal se define como un cociente.

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado porque el sistema de lentes para focalizar la fuente de luz comprende un objetivo de microscopio.

10

9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado porque comprende además un elemento de visionado configurado para mostrar la temperatura.

10. Método para medida remota de la temperatura que comprende:

15

Aplicar sobre una superficie a medir, o bien en el interior de un cuerpo transparente a medir, unas partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura;

20

Iluminar las partículas luminiscentes por medio de una fuente de iluminación de luz infrarroja;

25

Detectar mediante un sensor de color RGB la emisión de las partículas luminiscentes en una primera banda de longitudes de onda y la emisión de las partículas luminiscentes en una segunda banda de longitudes de onda;

30

Suministrar mediante el sensor una primera señal relacionada con la intensidad de emisión en la primera banda de longitudes de onda y una segunda señal relacionada con la intensidad de emisión en la segunda banda de longitudes de onda, de forma simultánea;

Calcular un valor para una relación entre la primera señal y la segunda señal; y

Determinar la temperatura en función del valor obtenido.

11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque se seleccionan partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia es tal que la primera señal y la segunda señal tienen un comportamiento diferente con respecto a la temperatura.

5

12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque se seleccionan partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia es tal que la primera señal y la segunda señal tienen un comportamiento opuesto con respecto a la temperatura.

10 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-12, caracterizado porque las partículas luminiscentes están dopadas con iones lantánidos.

14. Método según la reivindicación 13, caracterizado porque los lantánidos se seleccionan entre el grupo que comprende Iterbio (Yb^{3+}), Erblio (Er^{3+}), Tulio (Tm^{3+}), o Holmio (Ho^{3+}).

15

15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-14, caracterizado porque las partículas luminiscentes tienen una dimensión menor a 100 nm.

16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-15, caracterizado porque la relación
20 entre la primera señal y la segunda señal se define como un cociente.

17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-16, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja emite en un rango de longitudes de onda de 800-1200 nm.

25 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-17, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja es seleccionada entre un diodo láser o un LED.

19. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-18, caracterizado porque la fuente de iluminación de luz infrarroja está configurada para emitir a varias potencias distintas.

30

20. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10-19, caracterizado porque la temperatura se obtiene comparando con un patrón predeterminado el valor de la relación entre la primera y la segunda señal suministrado por el sensor de color RGB simultáneamente.

21. Método según la reivindicación 20, caracterizado porque comprende generar el patrón predeterminado mediante una etapa de calibración.

5 22. Método según la reivindicación 21, caracterizado porque generar el patrón predeterminado mediante una etapa de calibración comprende:

Introducir las partículas luminiscentes en un horno;

10 Iluminar las partículas dentro del horno mediante una fuente de iluminación de luz infrarroja;

Aplicar sucesivamente una pluralidad de temperaturas a las partículas luminiscentes mediante el horno y, para cada temperatura:

15 Detectar mediante el sensor de color RGB la emisión de las partículas luminiscentes en la primera banda de longitudes de onda y en la segunda banda de longitudes de onda,

20 Obtener del sensor de color RGB la primera señal y la segunda señal relacionadas con la emisión de las partículas en las dos bandas de longitudes de onda de forma simultánea, y

Calcular el valor de la relación entre la primera y la segunda señal; y

25 Generar el patrón con los valores obtenidos de la relación entre la primera y la segunda señal a las temperaturas seleccionadas.

23. Un kit caracterizado porque comprende:

30 Partículas luminiscentes configuradas para variar la luminiscencia en función de la temperatura en diferentes rangos de temperatura, y
Un dispositivo para medida remota de temperatura según cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

35

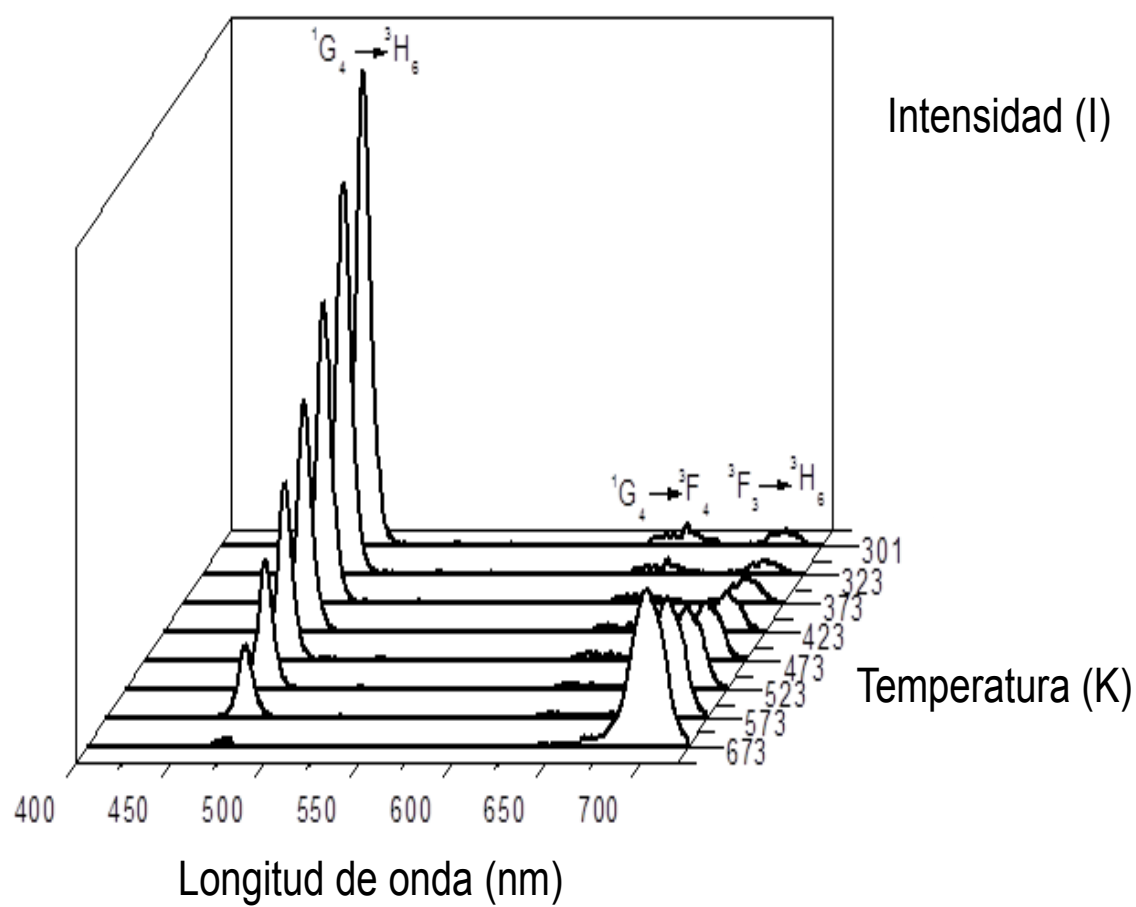


FIG. 1

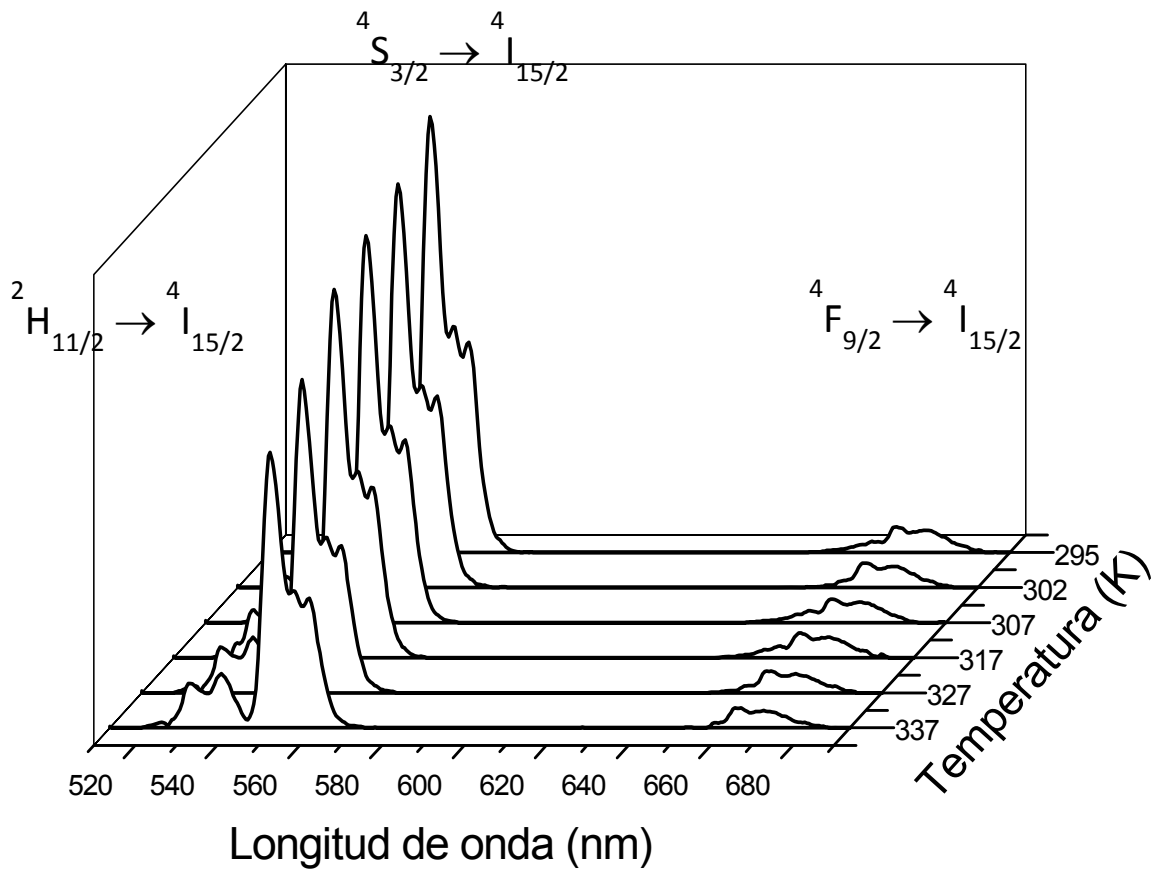


FIG. 2

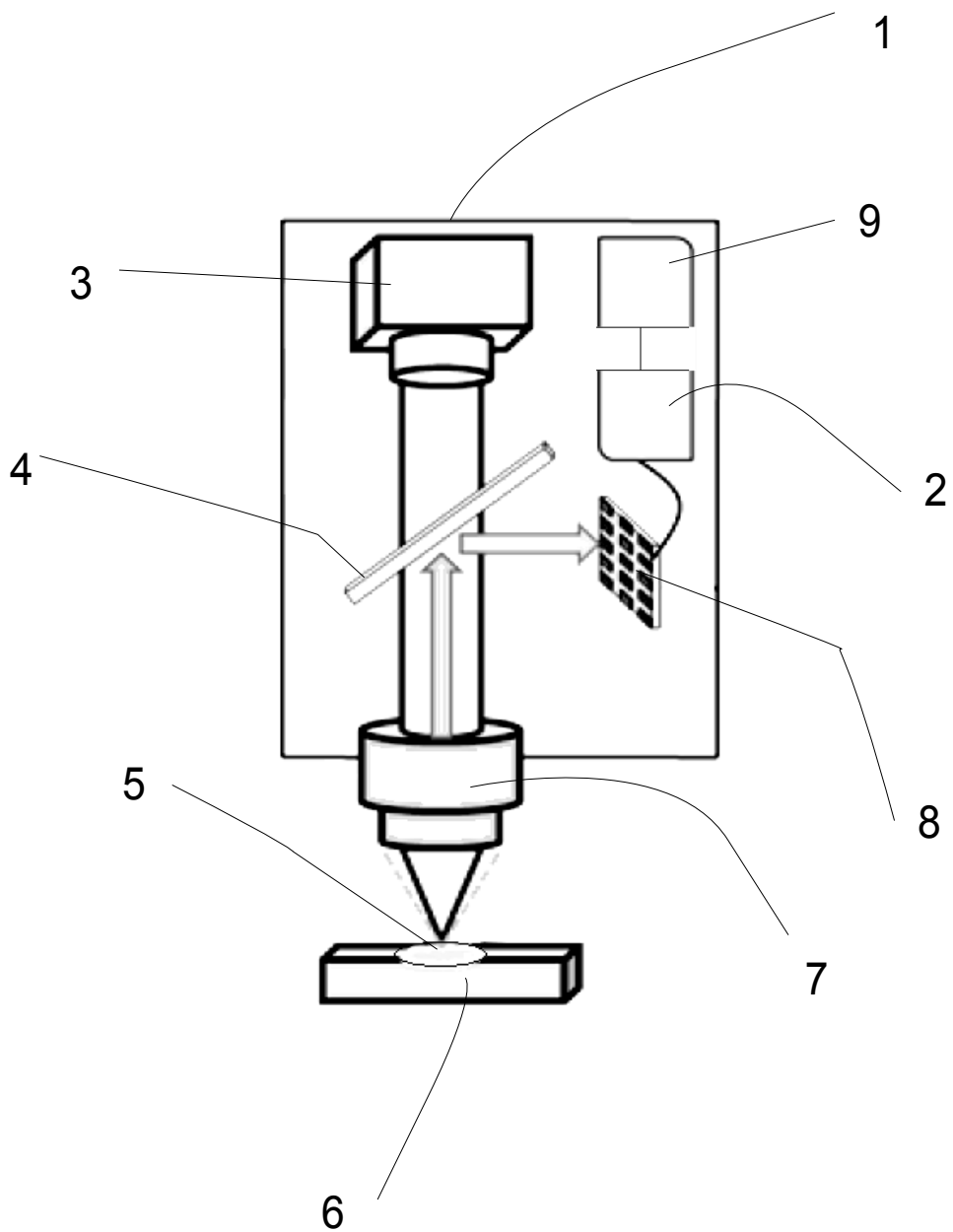


FIG. 3

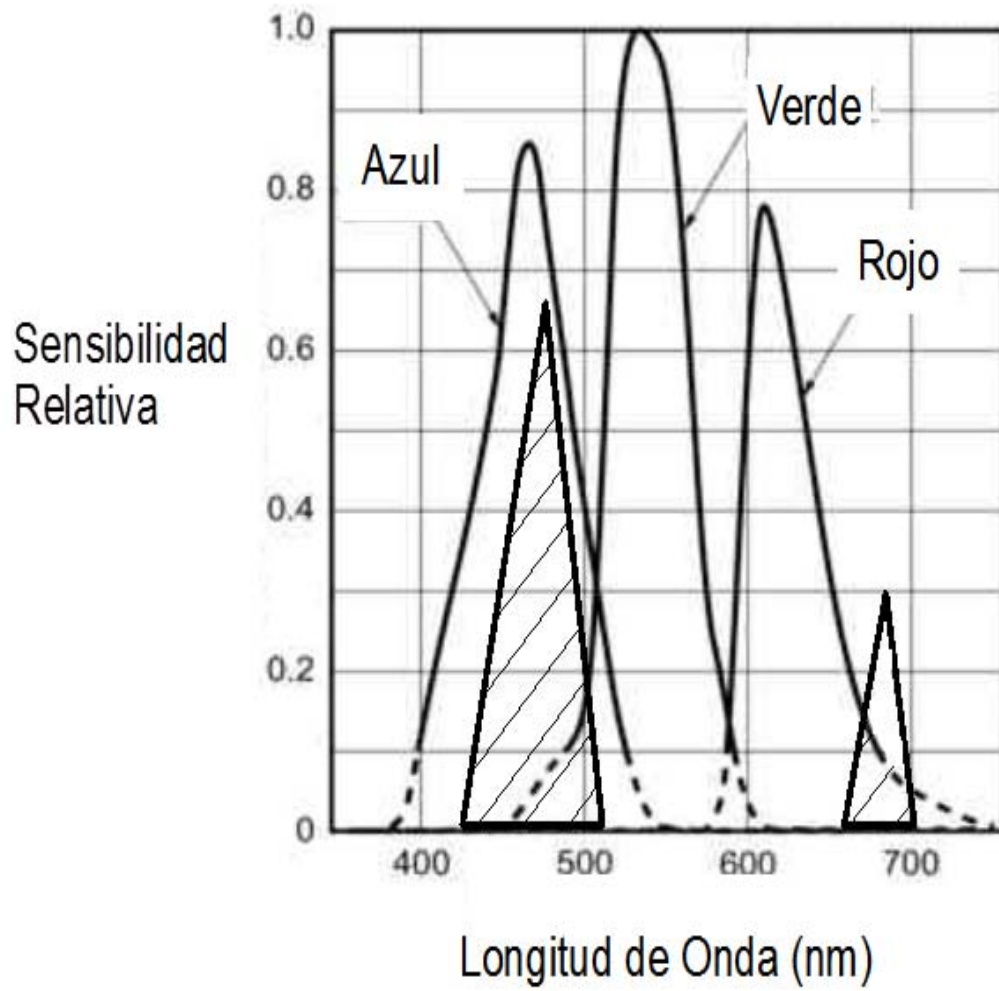


FIG. 4

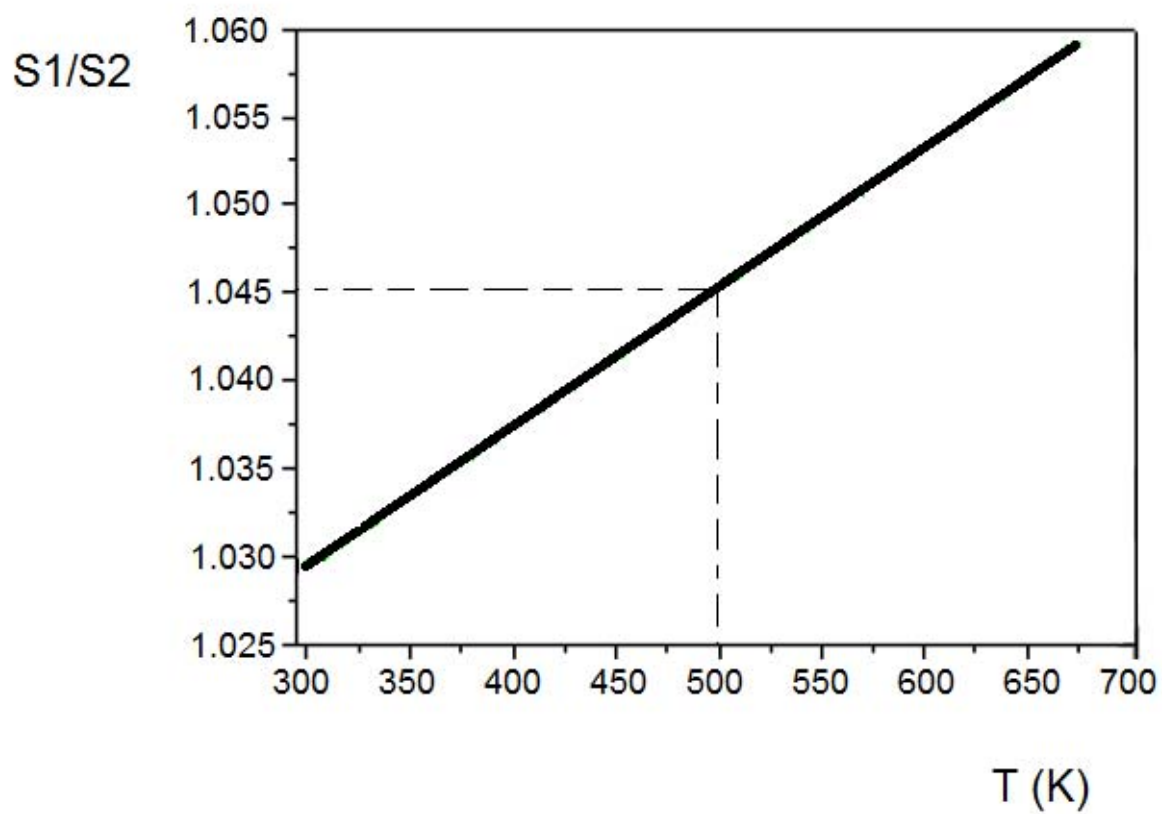


FIG. 5

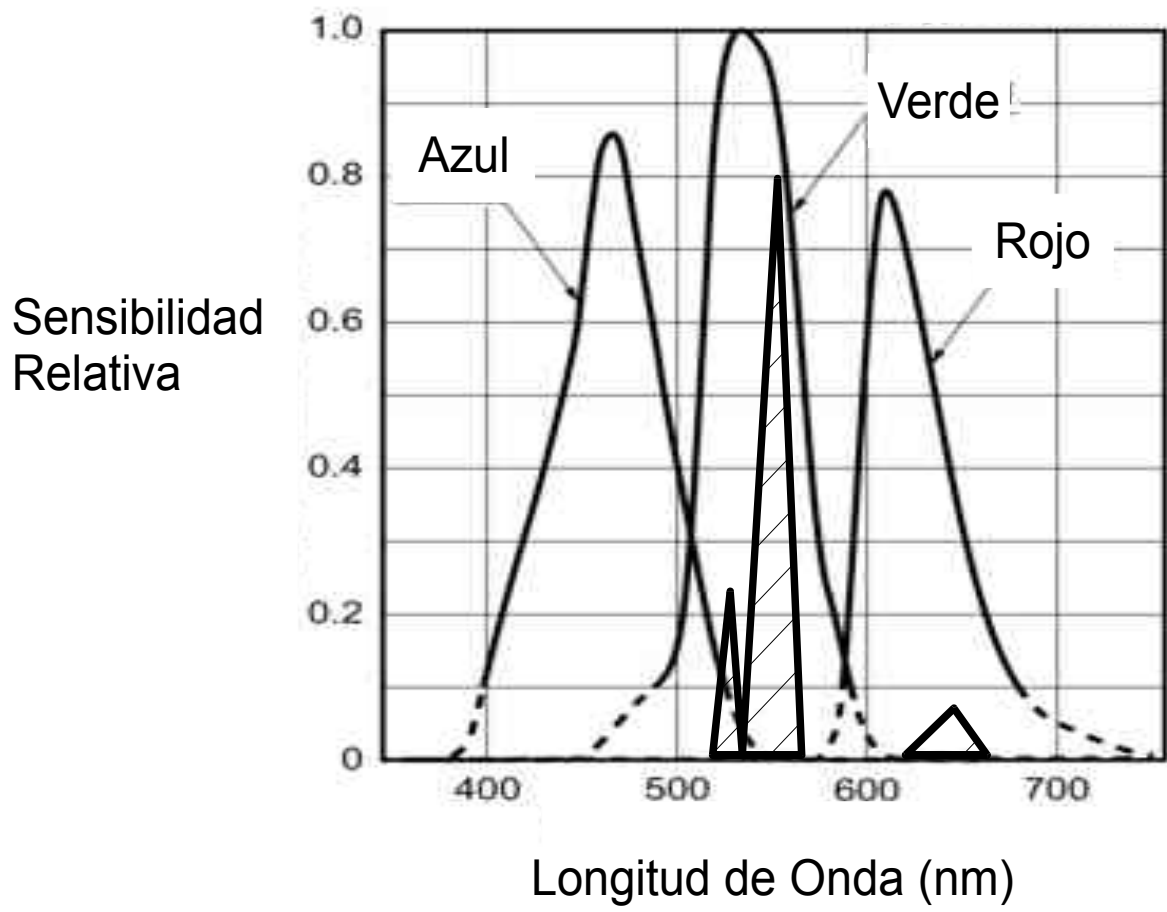


FIG. 6

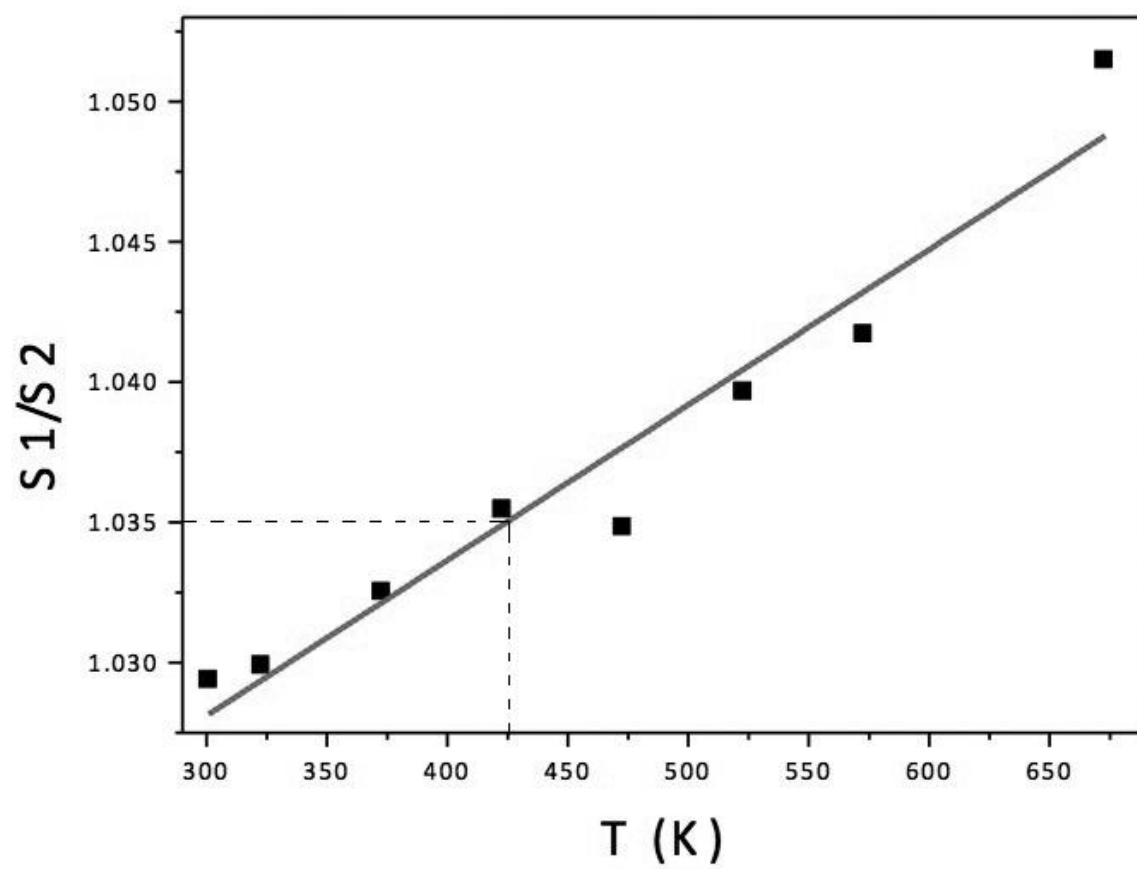


FIG. 7



- ②① N.º solicitud: 201431197
②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.08.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01K11/20** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2005169348 A1 (CHEN et al.) 04.08.2005, párrafos [4,6,10-12,23,24,31,34,35,37,40,41,54,55,57,58,68-70,82,88-91,97-99,122,125,126,131,142-149]; reivindicaciones 1,2,5,6,13,16-18,20; figuras 1,4a,4b,10a-c,18,23; resumen.	1-7,10-23
Y		8,9
A	SAVCHUK et al.: "(Ho, Tm, Yb): KLuW nanoparticles, an efficient thermometry sensor in the biological range". Proceedings of the SPIE Vol. 8594, Págs. 859406 1-8. 2013 ISSN 0277-786X; Doi:10.1117/12.2003915.	1-23
A	HAO SHUWEI et al.: "Sensing Using Rare-Earth-Doped Upconversion Nanoparticles". Theranostics 2013, Vol. 3, N° 5, Págs. 331-345; especialmente apartado 3.4. 2013 ISSN1838-7640(impreso) ISSN 1838-7640(electrónico) Doi:10.7150/thno.5305.	1-23
Y	US 5283433 A (TSIEN) 01.02.1994, columna 2, líneas 17-65; columna 6, líneas 46-59.	8,9
A	EP 1391708 A1 (SONY et al.) 25.02.2004, párrafos [5,6,12-17,23-29,44-47,53-57]; reivindicaciones 8-13; figuras 1c,1d,2.	1-23
A	EP 1936345 A1 (SONY) 25.06.2008, párrafos [4-7,18-52]; figuras 2,3.	1-23
A	XUE et al.: "Size-dependent upconversion luminescence and quenching mechanism of LiYF ₄ :Er³⁺/Yb³⁺ nanocrystals with oleate ligand adsorbed". Optical Materials Express 2013 Vol. 3 N° 7, Págs. 989-999. 2013 ISSN 2159-3930 (electronic) Doi:10.1364/OME.3.000989.	1-23
A	SPIGULIS et al.: "Multi-spectral skin imaging by a consumer photo-camera". Proceedings of SPIE, Vol. 7557, Págs. 75570M1-9. 23.01.2010 ISSN 0277-786X. Doi:10.1117/12.845492.	1,10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
13.04.2015

Examinador
F. J. Olalde Sánchez

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01K11

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, XPESP, COMPENDEX, BIOSIS, EMBASE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.04.2015

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 3,4,8,9,17,23

SI

Reivindicaciones 1,2,5-7,10-16,18-22

NO**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones

SI

Reivindicaciones 3,4,8,9,17,23

NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2005169348 A1	04.08.2005
D02	(Ho, Tm, Yb): KLuW nanoparticles, an efficient thermometry sensor in the biological range.	2013
D03	Sensing Using Rare-Earth-Doped Upconversion Nanoparticles.	2013
D04	US 5283433 A	01.02.1994
D05	EP 1391708 A1	25.02.2004
D06	EP 1936345 A1	25.06.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/86 de Patentes se considera, preliminarmente y sin compromiso, que los objetos definidos por las reivindicaciones 1-23 no cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes (LP), y/o de actividad inventiva en el sentido del artículo 8.1 LP, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha Ley. En concreto,

La solicitud contiene tres reivindicaciones independientes que definen un dispositivo para la medida remota de temperatura (reivindicación 1); un método para la medida remota de temperatura (reivindicación 10); y un sistema ("kit") de medida (reivindicación 23).

REIVINDICACIONES INDEPENDIENTES:

Reivindicación 1 (R1): El documento D01 divulgó un dispositivo para la medida remota de temperatura (p.ej. reivindicaciones 2, 6) que comprende

- Una fuente de luz infrarroja (párrafos 24,53, 89) dispuesta para iluminar partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura (p.ej. párrafo 89, reivindicación 1);
- Un sistema de lentes para focalizar la fuente de iluminación de luz infrarroja (párrafo 90);
- Un sensor de color RGB dispuesto para detectar la emisión de las partículas luminiscentes y suministrar simultáneamente una primera señal relacionada con una intensidad de emisión en una primera banda de longitudes de onda y una segunda señal relacionada con una intensidad de emisión en una segunda banda de longitudes de onda (párrafos 90; 125, 131; reivindicación 6);
- Un filtro para separar de la emisión de las partículas luminiscentes la reflexión de la fuente de iluminación de luz infrarroja, antes de que la emisión alcance el sensor de color RGB (párrafo 90); y
- Una unidad de procesamiento configurada para calcular un valor de una relación entre la primera y la segunda señal suministradas por el sensor de color RGB y determinar la temperatura de las partículas en función del valor obtenido (párrafo 89; reivindicación 6).

Por tanto, el objeto definido por la reivindicación 1 carece aparentemente de novedad frente a lo divulgado en D01.

Reivindicación 10 (R10): El documento D01 divulgó un método para la medida de temperatura (resumen; reivindicaciones 2, 6) que comprende las etapas de:

Aplicar sobre una superficie a medir, o bien en el interior de un cuerpo transparente a medir, unas partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia depende de la temperatura (p.ej. resumen; párrafo 41; reivindicación 13); Iluminar las partículas luminiscentes por medio de una fuente de iluminación de luz infrarroja (resumen; párrafos 24,53, 89); Detectar mediante un sensor de color RGB la emisión de las partículas luminiscentes en una primera banda de longitudes de onda y la emisión de las partículas luminiscentes en una segunda banda de longitudes de onda (párrafos 90; 121,131; reivindicación 6); Suministrar mediante el sensor una primera señal relacionada con la intensidad de emisión en la primera banda de longitudes de onda, de forma simultánea (párrafo 89); Calcular un valor para una relación entre la primera señal y la segunda señal de onda y una segunda señal relacionada con la intensidad de emisión en la segunda banda de; y Determinar la temperatura en función del valor obtenido (párrafos 89; 125,131; reivindicación 6).

Por tanto, el objeto definido por la reivindicación 10 carece aparentemente de novedad frente a lo divulgado en D01.

Reivindicación 23 (R23): D01 no divulgó proporcionar un "kit" con partículas luminiscentes configuradas para variar la luminiscencia en función de la temperatura en diferentes rangos de temperatura junto con el dispositivo para la medida remota de temperatura. No obstante, resulta obvio para el experto en la materia proporcionar las partículas adecuadas para cada necesidad concreta, no considerándose que el objeto definido por la reivindicación 10 implique actividad inventiva frente a las enseñanzas de D01.

REIVINDICACIONES DEPENDIENTES:

- **R2:** D01 divulgó explícitamente la utilización de una primera banda en el rojo y una segunda banda en el azul o en el verde (párrafos 70, 82)
 - **R3:** D01 no divulgó explícitamente la utilización de una primera banda en el azul y una segunda banda en el verde, resultando una elección arbitraria de las posibles combinaciones primarias del rojo, verde y azul de uso común en el campo de la luminiscencia (p.ej D02) a la que, por otro lado, se llegaría por mera experimentación.
 - **R4; R17:** D01 no divulgó explícitamente la utilización de una fuente de infrarrojo cercano en un rango de longitudes de onda de 800-1200, resultando de uso común en el campo de la luminiscencia por "Up-conversion" (p.ej, D02, D03, D05)
 - **R5; R18:** D01 divulgó explícitamente una fuente de infrarroja seleccionada entre un diodo láser o un LED (párrafo 90)
 - **R6, R19:** D01 divulgó la utilización de una fuente de potencia constante o de una potencia variable conocida (párrafo 89). Adicionalmente, la utilización de potencias de excitación variables fue explícitamente divulgada en D04 y D05.
 - **R7; R16:** D01 divulgó un cociente como relación entre la primera y segunda señales (párrafos 125,131; reivindicación 6.
 - **R8:** La focalización mediante microscopio fue divulgada en los documentos D04 y D06
 - **R9:** La utilización de un medio de visionado configurado para mostrar la temperatura resulta de uso común en la técnica. Adicionalmente, fue divulgada explícitamente en el documento D04.
- R11, R12:** D01 divulgó la selección de partículas luminiscentes cuya emisión de luminiscencia es tal que la primera señal y la segunda señal tienen un comportamiento opuesto con respecto a la temperatura (párrafos 97, 99).
- R13, R14:** D01 divulgó la utilización de partículas luminiscentes dopadas con Erbio. Adicionalmente, el dopaje con lantánidos resulta de uso común en la técnica (D02, D03, D07).
- R15:** D01 divulgó la utilización de nanopartículas, esto es, por definición, partículas con una dimensión menor de 100 nm. Adicionalmente, el numeral "100" fue explícitamente divulgado en D02.
- R20-R22:** D01 divulgó la obtención de la temperatura mediante la comparación con un patrón obtenido en una etapa de calibración como la definida en la reivindicación 22 (párrafos 142-149)