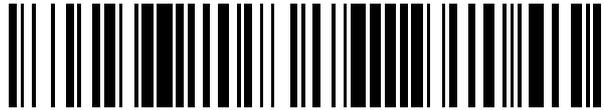


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 077**

21 Número de solicitud: 201400585

51 Int. Cl.:

**G05D 23/27** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

**18.07.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**08.04.2016**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**06.07.2016**

Fecha de la concesión:

**03.03.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**10.03.2017**

73 Titular/es:

**ADARVE LOZANO, Alberto (100.0%)  
C/ Río Sella, 31 B  
28023 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**ADARVE LOZANO, Alberto**

74 Agente/Representante:

**MONZON DE LA FLOR, Luis Miguel**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie. El sistema comprende un subsistema láser (1) que a través de una fibra óptica (3) y tras un elemento de control (8) envía un patrón de anillo o corona circular mediante una lente cónica (5) pudiendo dicho anillo cambiar de diámetro gracias a una lente de enfoque variable (8) comprendiendo además un diafragma con colimador adicional (7), todo ello de manera tal que los patrones en anillo generados de potencia y radio variables se controlan en función de las imágenes obtenidas mediante una cámaras térmicas (10) para conseguir mediante un algoritmo o procedimiento adecuado, una zona de temperatura constante sobre la muestra lo que nos facilitará caracterizar el comportamiento en temperatura de una muestra o probeta (9) de material a estudiar.

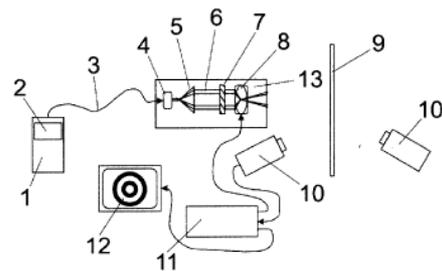


Fig. 1

ES 2 566 077 B2

## DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie.

5

### Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un sistema capaz de generar una zona de temperatura constante en la superficie de un material. A grandes rasgos, el sistema está compuesto por un subsistema láser junto con una óptica de adaptación y un subsistema de control unido a un sensor de imagen que capta la temperatura de la superficie a calentar. El sistema de control incluye un software de reconocimiento y para comandar la óptica de adaptación.

La principal característica del sistema junto con el procedimiento a seguir es que crea una superficie, en principio circular, con una distribución de temperatura en su interior que presenta un gradiente próximo a cero lo que se traduce en una temperatura prácticamente constante a lo largo de toda la zona interior que en una implementación preferida se ha elegido como un círculo.

20

El sistema está previsto para su aplicación preferentemente en la caracterización de probetas de materiales y dentro de estos los compuestos o composites, plásticos y otros en los que dicha caracterización se realiza generando un pico de energía en una zona previamente mantenida a una temperatura constante. El comportamiento de dicho material al impulso de energía generada por un segundo láser o bien por el mismo láser concentrado en la zona central de la zona anterior permite determinar las propiedades del material frente a la temperatura en base a ciertos modelos físico-matemáticos que se salen del interés de este documento.

El objeto de la invención es crear de forma eficiente y no costosa una zona, preferentemente circular, en la superficie de un material a estudiar con una temperatura constante. Tras ello una segunda excitación, esta vez más pequeña pero de mayor energía permitirá una subida instantánea de la temperatura en el centro de la zona bajo estudio desde la inicial que se había obtenido con anterioridad. La subsiguiente evolución del pulso central generado nos proporcionará en un estudio posterior las características del material excitado.

De esta forma el experimento de caracterización del material podrá hacerse de forma rápida y limpia con un sistema relativamente simple que permitirá los objetivos enunciados. Esto es, obtener inicialmente una zona de temperatura constante sobre la que generar un pulso de temperatura cuyos resultados serán el objeto de estudio que permitirá caracterizar al material en cuanto a sus propiedades y comportamiento frente a la temperatura.

### Antecedentes de la invención

En determinadas circunstancias como puede ser en aquellos casos cuando se desea determinar el comportamiento de un material frente a la temperatura, es necesario poder calentar el material o una zona del mismo hasta alcanzar un valor concreto de ésta y mantener dicho valor constante en una zona suficientemente amplia con el fin de que, una vez logrado esto, se pueda proceder a generar un pulso de temperatura de menor

50

alcanza superficial que permita estudiar la difusión del calor en el material que estaba a la temperatura de partida frente a este pulso; ese comportamiento permitirá determinar las propiedades del material. Este calentamiento se puede realizar mediante diversos métodos pero el que aquí proponemos está basado en el uso de un subsistema láser y constituye el objeto de esta invención.

Cuando una superficie se excita con un spot o círculo láser, la temperatura de la misma evoluciona generando una distribución gaussiana en la que la parte central adquiere una temperatura significativamente superior debido a que el calor no puede evacuarse de la misma forma que en las zonas internas que en la periferia.

Pruebas realizadas incluso con una forma de tipo "top hat" en la superficie de la muestra, generan con el tiempo una distribución gaussiana que no es la más conveniente para el estudio que se pretende. Una manera de obtener un círculo de temperatura constante sería disponer de un láser de muy alta energía y distribución constante que instantáneamente hiciera subir dicha temperatura al valor deseado de base, previo a la excitación puntual a realizar para la caracterización del material. No obstante esta solución es demasiado costosa por la energía requerida en el láser que crea la zona de temperatura constante.

### **Descripción de la invención**

El sistema que se preconiza, está previsto para generar excitaciones de temperatura en la superficie de determinados materiales con el fin de poder caracterizarlos en cuanto a su comportamiento frente a dicha temperatura.

El objetivo del sistema y el procedimiento que se exponen es crear como forma preferida y no excluyente, una zona circular en cuyo interior la temperatura se va a mantener constante.

El procedimiento comienza por generar inicialmente una corona de temperatura constante, con forma de anillo centrado en un punto arbitrario P y con un radio máximo  $R_{max}$  que va a determinar el tamaño de nuestra zona de excitación. (Fuera de ésta se va a producir una distribución gaussiana que no será de interés para el proceso).

La zona inicial es generada por el sistema objeto de esta invención mediante el empleo de un subsistema láser que en una implementación preferida y sin pérdida de generalidad puede ser un láser basado en fibra óptica con una longitud de onda que en general dependerá del material a caracterizar y que en nuestro caso hemos elegido en unos 800 nm, sin perjuicio de otras longitudes de onda según el caso.

La salida de la fibra óptica es colimada en un colimador para eliminar la dispersión del haz que a continuación es enfocado en el centro de una lente cónica generadora de una radiación de luz en forma de anillo. En esta lente también denominada normalmente axicom, debe incidir el haz colimado y concentrado, proyectándose sobre la parte cóncava de la misma de forma precisa, para generar un cono de luz que daría lugar a un anillo o superficie con forma de corona circular si se proyecta sobre una pantalla plana ortogonal al eje del mismo.

Una vez obtenido el anillo el cono generado atraviesa un conjunto formado por una lente de colimación adicional y una lente de enfoque controlada eléctricamente, que permite

modificar su foco, y cuya misión es cambiar el diámetro del anillo o corona circular generada en la fase anterior.

5 Hasta este momento hemos descrito el sistema que nos permite obtener una corona circular, sobre la superficie de una muestra, cuyo radio podemos variar electrónicamente.

Además de los elementos ópticos descritos, el sistema se compone de un procesador o de un ordenador encargado de controlar la lente anterior de forma que así pueda controlar el diámetro de la corona circular a que nos hemos referido. También el sistema  
10 comprende una placa digitalizadora de la imagen y un software que analizará las imágenes obtenidas por una cámara térmica enfocada a la zona radiada de la muestra que queremos caracterizar.

**Procedimiento:**

15 Como se ha esbozado anteriormente, el procedimiento comienza por generar con el láser la corona circular  $C_0$  más grande posible en la superficie de la muestra. Dicha corona podrá ser vista por una cámara sensible al calor (térmica) que generará un número de frames o cuadros de imagen por segundo. Cada imagen obtenida será digitalizada por el  
20 frame grabber anterior y enviada a un software encargado de determinar el círculo más frío de todos los que estén dentro de la corona inicial generada.

Proyectada  $C_0$  el procedimiento continúa hallando mediante análisis de la imagen de la cámara, el punto de menor temperatura dentro de esa corona anterior lo que nos dará el  
25 radio de la nueva corona a proyectar.

Tras hallar el radio  $R_1$  de la nueva corona se procede a controlar la lente variable con el fin de generar dicha  $C_1$  sobre la muestra centrada (con el mismo centro que) con la  $C_0$  inicial con un nuevo radio igual al hallado. Probablemente el radio de  $C_1$  sea cero. En ese  
30 caso la corona será un spot en el centro de la corona inicial.

A partir de este momento el proceso se repite indefinidamente: Se procede a calcular el punto de menor temperatura dentro de la  $C_0$  inicial y a partir de él, el radio  $R_n$  de la corona  $C_n$  que posea la mínima temperatura. El resultado será una  $C_n$  que tendrá un  
35 radio mayor que cero e inferior al de  $C_1$ . De nuevo generaremos esa corona con el láser gracias al sistema de control y continuaremos así sucesivamente para obtener finalmente una sucesión de coronas centradas todas en un mismo centro y con radios correspondientes a los puntos interiores que estén con la temperatura mínima en el momento de hallarlas.  
40

El software nos permitirá, entre otras funcionalidades, presentar la imagen obtenida en cada fracción de segundo para poder visualizarla en la pantalla del ordenador o para su tratamiento como se explicará a continuación.

45 El tratamiento de imagen que aquí se propone consiste en determinar el punto, interior al de la corona de diámetro máximo, que se encuentra con la menor temperatura en un instante dado.

Una calibración inicial permitirá fijar en la imagen el radio de la corona circular inicial así como la ubicación del punto que constituye el centro de la misma.  
50

Para cada frame o imagen de cuadro obtenida por la placa digitalizadora, el sistema determina la localización del punto de menor temperatura y a partir de este y del punto correspondiente al centro de la corona, el radio o distancia a dicho punto que servirá para determinar  $C_n$ .

5

El procesador donde tiene lugar todo ese cálculo estará conectado a la lente de foco variable para poder controlar su enfoque y así fijar el radio de cualquier nueva corona circular que se pretenda generar. En este sentido otra calibración debe realizarse precisamente para ajustar el control de la lente de foco variable al tamaño que se determine en el proceso de cálculo del radio mencionado anteriormente. Esta calibración debe ser tal que fijado un punto se pueda generar una nueva corona de forma que la misma esté sobre dicho punto.

10

En la muestra que se pretende caracterizar, irán proyectándose una serie de coronas sucesivas desde la máxima inicial, que generarán una serie de anillos todos concéntricos cuyas diferencias de temperatura irán decreciendo conforme el proceso tiene lugar.

15

Como se ha comentado, el procedimiento continúa indefinidamente buscando el punto de mínima temperatura interior al anillo máximo y generando un nuevo anillo de excitación con un radio igual a la distancia de ese punto al centro de los anillos.

20

Al cabo de un tiempo, la cámara mostrará un círculo en cuyo interior la temperatura es muy constante (fuera del círculo la temperatura decrecerá paulatinamente) con un error que dependerá de varios factores tales como grosor de la corona circular generada, velocidad de conmutación del sistema para generar una nueva corona o anillo, etc. Estos a su vez dependerán de otros factores como la calidad de la lente cóncava empleada, tipo de lente automática, etc. Controlando adecuadamente estos factores se puede conseguir una precisión o uniformidad cada vez mayor en la constancia de temperatura pretendida.

25

El control del radio de anillo de excitación viene determinado por una lente con distancia focal variable como la referida en la patente WO 2013126042 A2.

30

Es importante señalar que tenemos control de la distancia focal de la lente de enfoque del anillo, de la intensidad de la salida del láser y del tiempo de exposición de cada anillo. Igualmente tenemos información de la cámara termográfica que puede darnos la imagen de la cara fría y de la cara caliente de la muestra o probeta empleada. De esta forma la caracterización de un material se simplifica drásticamente, abaratando así el proceso y el tiempo del mismo.

35

Finalmente, decir que en el procedimiento, el algoritmo de generación de una zona de temperatura constante consiste en irradiar con el anillo de radio máximo sobre la zona de interés denominado "círculo inicial", de acuerdo con las siguientes fases:

40

a. Detectar el punto de menor temperatura dentro de la zona interior al círculo inicial generado.

45

b. Determinar el radio del anillo sobre el que se encontraría el punto detectado en el punto anterior.

c. Crear un anillo de irradiación con el radio determinado en el punto anterior.

50

d. Irradiar durante un tiempo  $T = \text{constante}$ .

e. Volver al punto a).

5 Con la particularidad de que el algoritmo de generación incluye intervalos  $t$  de irradiación que son directamente proporcionales al gradiente o diferencia de temperatura con los anillos adyacentes, dependiendo dichos intervalos  $t$  de radiación de la distancia al centro del anillo irradiador.

## 10 Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra un esquema correspondiente al diagrama de bloques en que se materializa el sistema de la invención.

20

La figura 2.- Muestra una representación esquemática de perfil y frontal de la temperatura que se produce en base al patrón generado según el sistema de la invención.

## Realización preferente de la invención

25

Como se puede ver en las figuras referidas, el sistema de la invención se constituye a partir de un subsistema láser (1), con un elemento de control de potencia (2) que genera luz a través de una fibra óptica (3) que alcanza un colimador (4) previsto en el interior de una caja (13), de manera que el rayo saliente de la fibra óptica (3) alcanza el colimador (4), para evitar así la dispersión de la luz generada, es decir concentrando el rayo para ser dirigido hacia un lente cónica (5), generadora de un patrón en forma de anillo (6), siendo la salida obstaculizada por un diafragma (7) que forma parte de lo que es un colimador adicional, pudiendo ser manual o automático y cuya finalidad es proteger al sistemas de salidas indeseables al formar parte del mismo el colimador adicional.

35

El rayo, tras el paso por ese diafragma (7) y colimador adicional alcanza una lente de enfoque variable (8), efectuándose la variación electrónicamente mediante el sistema de control (11) para dirigir dicho anillo directamente a la muestra o probeta (9) que se pretende estudiar, todo ello de manera tal que una o varias cámaras térmicas (10) de visión infrarroja, permiten obtener información de la distribución de la temperatura de cada elemento de superficie de la muestra (9), efectuándose el análisis mediante un procesador u ordenador (11), que permite adoptar el algoritmo más adecuado para obtener una distribución constante de la temperatura.

40

El sistema se complementa además con una tarjeta digitalizadora de imágenes (12) que facilita el análisis de las mismas y la determinación de los radios de las sucesivas coronas a generar.

45

Mediante el control del tiempo de exposición, de la potencia o energía entregada por el sistema láser (1) y el diámetro del anillo generado, junto con el procedimiento explicado en esta invención, se puede generar una zona circular de temperatura constante que

50

servirá para tener una zona representativa de la muestra de material a dicha temperatura homogénea, y que permitirá la caracterización del material frente a la temperatura.

5 Por último decir que en cuanto al sistema, el mismo se complementa con un software asociado al ordenador o procesador (11) para el análisis de las imágenes termográficas obtenidas por las cámaras térmicas (10), pudiendo disponerse además de un telémetro adicional para medir la distancia a la muestra (9).

10 En la figura 2, se muestra concretamente la representación esquemática de perfil y frontal de la excitación mostrada por el patrón generado mediante el sistema anteriormente descrito.

15 En tal figura 2 puede observarse como la excitación inicial en forma de anillo se representa en la gráfica D para pasar después a la E y después a la G obteniéndose finalmente la F.

20 La figura A representa el perfil la excitación inicial en forma de corona generando una circunferencia de perfil gaussiano de la que la figura A es el corte. La siguiente figura representa el pulso en el instante siguiente con una gaussiana central. Tras todo el proceso explicado en este documento la temperatura alcanzará un perfil del tipo indicado en la figura C, donde puede verse como la meseta de la curva representada es prácticamente plana dentro del radio designado.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie de un material, se **caracteriza** porque comprende:

5

- Un subsistema de generación láser (1);

- Un colimador (4);

10

- Una lente cónica (5) generadora de un anillo (6) o corona circular;

- Una lente de foco variable eléctricamente (8)

- Una o más cámaras térmicas (10);

15

- Un subsistema electrónico compuesto por un ordenador o procesador (11), una tarjeta de digitalizadora de imágenes (12) y software de análisis de imágenes y de control de la lente variable (8),

20

y donde el ordenador o procesador está dotado de medios para controlar el radio del anillo o de la corona circular.

2. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie, según reivindicación 1, **caracterizado** porque se incluye un diafragma (7) con colimador adicional, que colabora en focalizar el rayo láser generado sobre la lente de foco variable (8).

25

3. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el colimador (4), lente cónica (5), diafragma con colimador adicional (7) y lente de foco variable (8), van montadas en el interior de una caja (13).

30

4. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el subsistema láser va montado en el interior de una caja (13).

35

5. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el subsistema láser (1) está acoplado a una fibra óptica (3).

40

6. Procedimiento para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie, basado en un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que consiste en irradiar con un anillo de radio máximo sobre la zona de interés de la muestra o "círculo inicial", de acuerdo con las siguientes fases:

45

a. Detectar el punto de menor temperatura dentro de la zona interior al círculo inicial generado.

b. Determinar el radio del anillo sobre el que se encontraría el punto detectado en el punto anterior.

50

c. Crear un anillo de irradiación con el radio determinado en el punto anterior.

d. Irradiar durante un tiempo  $T = \text{constante}$ .

5 e. Volver al punto a).

7. Procedimiento, según reivindicación 6, **caracterizado** porque se definen intervalos  $t$  de irradiación que son directamente proporcionales al gradiente o diferencia de temperatura con los anillos adyacentes.

10

8. Procedimiento, según reivindicación 6, **caracterizado** porque los intervalos de radiación dependen de la distancia al centro del anillo irradiado.

9. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie de un material, de acuerdo con la reivindicación 1 y que siguiendo algún procedimiento de los indicados en las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** porque incluye además con un procesador o un ordenador junto con una electrónica digitalizadora de imágenes o frame grabber para la adquisición de imágenes y para automatizar los cálculos indicados en el procedimiento por medio de un programa dedicado.

20

10. Sistema para la generación de una zona de temperatura constante en una superficie de un material, de acuerdo con la reivindicación 1 y que siguiendo algún procedimiento de los indicados en las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** porque incorpora una pantalla y un teclado exteriores a una caja que incluye todos los elementos necesarios para el muestreo análisis y cálculo de parámetros que directamente genera la información del material caracterizándolo en cuanto a su comportamiento en temperatura.

25

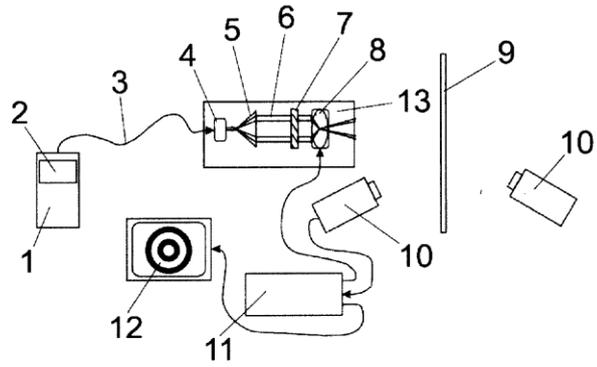


Fig. 1

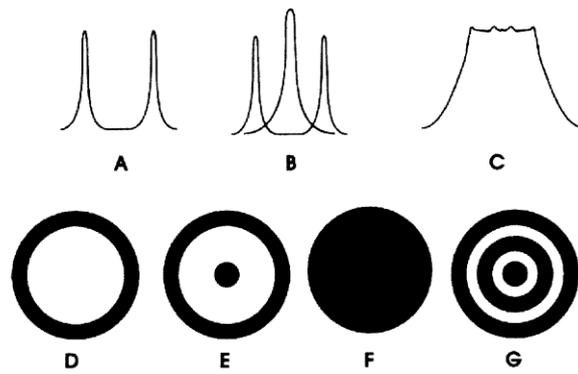


Fig. 2



- ②① N.º solicitud: 201400585  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.07.2014  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G05D23/27** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	US 5647667 A (BAST, U. et al.) 15.07.1997, resumen; columna 1, líneas 23-25; columna 2, línea 18 – columna 3, línea 5; columna 3, líneas 13-27,42-56; columna 3, línea 66 – columna 4, línea 34; columna 4, línea 56 – columna 5, línea 12; figuras.	1-5,9,11 6-8
Y A	US 4275288 A (MAKOSCH, G. et al.) 23.06.1981, resumen; columna 1, líneas 4-20,34-46; columna 2, líneas 6-10,26-40; columna 2, línea 57 – columna 4, línea 11; figuras.	1-5,9,11 6
A	US 20010036219 A1 (CAMM, D. et al.) 01.11.2001, resumen; párrafos [0003]-[0029],[0048]-[0059],[0075]-[0184]; figuras 1-11.	1-11
A	US 5460451 A (WADMAN, S.) 24.10.1995, todo el documento.	1-11
A	US 5998768 A (HUNTER, I. et al.) 07.12.1999, todo el documento.	1,3,4,6,9-11
A	DE 3934640 C1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 28.02.1991, todo el documento.	1,6,9-11
A	US 4636611 A (PENNEY, C.) 13.01.1987, resumen; columna 1, línea 56 – columna 2, línea 42; columna 3, líneas 4-50; figura 2b.	1
A	JP H0554414 A (SANYO ELECTRIC CO.) 05.03.1993, todo el documento.  JP H06318558 A (HITACHI VLSI ENG) 15.11.1994	1

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  
24.11.2014

Examinador  
Ó. González Peñalba

Página  
1/5

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

G05D, H05B

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

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.11.2014

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-11	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 6-8, 10	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-5, 9, 11	<b>NO</b>

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 5647667 A (BAST, U. et al.)	15.07.1997
D02	US 4275288 A (MAKOSCH, G. et al.)	23.06.1981
D03	US 4636611 A (PENNEY, C.)	13.01.1987

**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**

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1-5, 9 y 11 de la presente Solicitud carece de actividad inventiva por poder ser deducida de un modo evidente del estado de la técnica por un experto en la materia.

En efecto, partiendo del documento D01, citado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) con la categoría Y para dichas reivindicaciones y considerado el antecedente tecnológico más próximo al objeto en ellas definido, se describe en él un sistema para la generación de una zona con una distribución de temperaturas deseada (véase, por ejemplo, el resumen) en la superficie de un material, que comprende:

- un subsistema de generación de láser ("fuente de radiación SQ", por ejemplo, un láser de Nd:YAG -columna 4, líneas 10-11-), acompañado de una óptica de guiado y conformación del haz (referencia 4 -columna 4, línea 15),
- uno o más sensores térmicos de resolución superficial (columna 2, línea 29),
- un subsistema electrónico compuesto por una computadora que recibe datos de los sensores térmicos y controla el láser mediante la óptica de guiado y conformación.

Las diferencias técnicas de la primera reivindicación con respecto al documento D01 son, por tanto:

1. Que D01 no recoge expresamente la generación de una zona de temperatura constante en la superficie.
2. Que el sistema de D01 tan solo alude a una óptica genérica para la conformación y el guiado del haz láser, sin detallarla en componentes como el colimador, la lente cónica o la lente de foco variable eléctricamente especificados en dicha primera reivindicación de la invención.
3. Que D01 utiliza sensores térmicos en general, tampoco detallados como las cámaras térmicas especificadas en la invención.
4. Que, en consecuencia, dado que no se alude a cámaras térmicas, no se contempla en D01 el tratamiento y análisis de las imágenes proporcionadas por estas.

Ahora bien, la primera diferencia implica tan solo el paso de un caso genérico (la generación de cualquier distribución deseada de temperaturas) a un caso particular de éste (una temperatura constante) sobradamente conocido y de extenso uso en la inspección y el tratamiento de superficies, como se recoge, por ejemplo, en el documento D02. Este documento, citado también en el IET con la categoría Y, en combinación con D01, para las reivindicaciones antes mencionadas, contempla la generación de una distribución de temperatura prácticamente constante en una zona superficial de una pieza de trabajo (Figura 3). Un experto de la técnica podrá, por tanto, utilizar el sistema de D01 en la consecución de este efecto particular conocido, para lo que dicho sistema cuenta con los medios necesarios.

En cuanto a la diferencia en la óptica asociada al láser, sin detallar en D01 y especificada como un colimador, una lente cónica y una lente de foco variable en la invención, esta se encuentra también similarmente recogida, con un mismo efecto técnico de conformación y guiado en anillo del haz láser de calentamiento, en D02: las lentes 3 y 4 (columna 2, líneas 58 y 59; Figura 1) son asimilables, por su efecto sobre el haz, a un colimador, al que sigue una lente cónica (5) que "reparte" el haz en forma de anillo sobre la superficie. No menciona D02, sin embargo, ninguna lente de foco variable (accionada, por lo común, eléctricamente) pero aporta, como solución para un mismo efecto técnico de enfoque variable del haz, el equivalente técnico evidente de modificar (habitualmente por medios eléctricos) la distancia relativa entre la lente cónica y una lente de enfoque 6 (columna 2, línea 61; Figura 1). Un experto de la técnica podrá pasar de forma evidente de uno a otro equivalentes según lo exija la aplicación particular y, en todo caso existen ya sistemas análogos en la técnica que utilizan lentes de foco variable eléctricamente, o lentes de zum, en combinación con axiconos para el enfoque de haces láser en el tratamiento de superficies materiales (véase, por ejemplo, el documento D03, citado en el IET con la categoría A).

La tercera diferencia, por su parte, es también una particularización evidente del caso general de sensores térmicos recogido en D01, de los que se requiere además que tengan resolución superficial. Un experto recurrirá de forma evidente a cámaras térmicas para cumplir en la práctica tal cometido.

Y, por último, la cuarta diferencia, referida al tratamiento computerizado de imágenes térmicas, aunque no se recoge en D01, es evidente del uso de cámaras térmicas en el contexto de este documento, en el que, si los sensores térmicos con resolución superficial y controlados por computadora son materializados, como se ha visto, por dichas cámaras térmicas, se hacen necesarios tales elementos, sobradamente conocidos, de tarjeta digitalizadora y software para el control que se pretende. Se constata, por tanto, del estudio de todas las anteriores diferencias que estas pueden deducirse de forma evidente, bien de D01 por sí solo o bien de la combinación de D01 y D02, por lo que cabe concluir que la invención definida en la reivindicación 1 de esta Solicitud carece de actividad inventiva con respecto a dicha combinación de D01 y D02, de acuerdo con el Artículo 8 de la vigente Ley de Patentes.

Un razonamiento similar puede hacerse para los elementos de procesamiento añadidos en las reivindicaciones 9 y 11, que se refieren de un modo genérico a procesos ya conocidos en la técnica, sin aportar características diferenciadoras que los distinguen de estos. Así, por ejemplo, se alude en la reivindicación 9 a la automatización de cálculos, y en la reivindicación 11 al muestreo y caracterización, pero los medios que los permiten no se detallan o son sobradamente conocidos en el campo técnico del análisis y tratamiento de materiales. Estas reivindicaciones carecen también, en consecuencia de actividad inventiva según el mencionado Art. 8 LP.

El colimador adicional de la reivindicación 2, por su parte, abunda redundantemente en la solución al problema de la conformación del haz ya aportada por el primer colimador, por lo que no es inventivo con respecto a este, y, por último, en cuanto a las cajas de las reivindicaciones 3 y 4, y a la fibra óptica de la reivindicación 5, constituyen soluciones evidentes a problemas secundarios (aislamiento, conducción del haz generado, protección de elementos ópticos, conservación,...) concomitantes con el esencial de la invención e igualmente resueltos en el estado de la técnica, con respecto al que dichas reivindicaciones carecen también, en consecuencia, de actividad inventiva con arreglo a dicho Art. 8 LP.