



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 336 166**

⑫ Número de solicitud: 200700949

⑬ Int. Cl.:
G01N 25/72 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **11.04.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **08.04.2010**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
08.04.2010

⑰ Solicitante/s: **FUNDACIÓN CENTRO DE
TECNOLOGÍAS AERONÁUTICAS**
Juan de la Cierva, s/n
Parque Tecnológico de Álava
01510 Miñano, Álava, ES

⑱ Inventor/es: **Vela Martínez, Juan Pedro;**
Sáez de Ocáriz Granja, Idurre;
Arroyo Gradillas, Pedro y
Alonso Polanco, Fernando

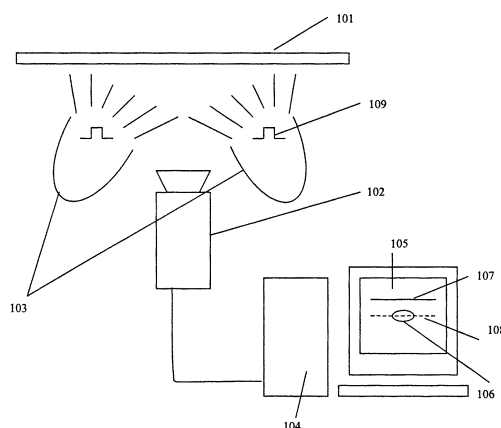
⑲ Agente: **Urizar Barandiarán, Miguel Ángel**

⑳ Título: **Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación.**

㉑ Resumen:

Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación, en el que se coloca una cámara termográfica (102) y lámparas (103) para calentar el material mediante un pulso de luz (termografía infrarroja pulsada) (109) frente al espécimen (101) a inspeccionar, y los datos se transfieren al ordenador o sistema de adquisición (104), y se determina la existencia de defectos por la aparición de contrastes en los termogramas obtenidos.

FIGURA 1



ES 2 336 166 A1

DESCRIPCIÓN

Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación.

La aplicación prioritaria de este método de inspección no destructiva es la detección de defectos en material compuesto fabricado con fibra de carbono debidos a pinchazos en bolsas de vacío utilizadas en dicha fabricación (tanto de partes monolíticas como de partes sándwich con piel de compuesto de fibra de carbono). Se trata de aplicar la técnica de termografía infrarroja activa con excitación lumínica u óptica, para localizar de forma no destructiva y sin contacto zonas del material compuesto donde se encuentra el defecto. Las zonas defectuosas pueden ser zonas críticas por las que comience una rotura por fatiga o por otras sollicitaciones estáticas así como por impactos.

El campo de aplicación de los materiales de compuestos con fibra de carbono es muy extenso, siendo asimismo la detección de los defectos mediante la técnica termográfica aplicable a procesos de control de calidad en la fabricación de piezas y componentes con este tipo de materiales (monolíticos y de tipo sándwich):

- En aviones y helicópteros: los materiales compuestos de fibra de carbono se utilizan en fuselajes, alas y superficies de control (elevadores, flaps, timones, etc.)
- Coches: en automóviles de uso urbano y de competición deportiva (por ejemplo en Fórmula 1, rallies, etc.) en piezas de carrocería, carenados, asientos, cascos, cockpit, etc.
- Barcos: junto a la fibra de vidrio, se usan materiales con fibra de carbono en cascos, estructura interna, mástiles, timones, etc.
- Aerogeneradores: palas principalmente.

Sector de la técnica

El método de inspección mediante termografía infrarroja puede ser aplicado al control de calidad de las piezas y productos fabricados en material compuesto con fibra de carbono dentro de las industrias:

- Aeronáutica
- Automoción
- Naval
- Eólica.

Estado de la técnica y justificación de la necesidad

En el sector aerospacial principalmente, pero también en el de automoción, en el eólico y en el naval, cada vez son más utilizados los materiales compuestos con fibra de carbono. Este uso es debido a la ventaja que ofrecen estos materiales respecto a los tradicionalmente utilizados como son los metales (aceros, aluminios,...). Esta ventaja radica en la reducción de peso que ofrecen, junto con unas elevadas prestaciones mecánicas además de una gran capacidad para ser moldeados como superficies de formas complejas.

Estos materiales compuestos pueden ser de tipo monolítico (únicamente formados por el laminado de telas de fibra de carbono embebidas en resina) o de tipo sándwich (piel de laminado y núcleo de diferentes materiales). Las técnicas de fabricación empleadas son muy variadas, escogiéndose normalmente según la responsabilidad estructural de la pieza. Una de las técnicas de fabricación más importantes es la de los preimpregnados. En estos casos el laminado se fabrica superponiendo tejidos o cinta de fibra de carbono que se encuentran preimpregnados en resina y que son sometidas a un curado bajo presión (si el curado es en estufa no se utiliza presión exterior, pero sí en curado en autoclave). En primer lugar se cierra el conjunto de telas preimpregnadas con la forma deseada en una bolsa de plástico que es sellada en su contorno, a la que se une una bomba de vacío que extrae el aire de la bolsa produciendo vacío. Entonces la pieza es sometida a un curado: temperatura y presión externa. Si por cualquier motivo se rompe o pincha la bolsa, en esa zona existirá una variación de presión a la que está sometida la pieza. Esto puede provocar cambios en las propiedades mecánicas del material, afectando a su resistencia y comportamiento a fatiga.

El problema de pérdida de vacío o lo que es lo mismo de entrada de presión por rotura, grande o pequeña de la bolsa de vacío, representa un riesgo para la pieza variable en función del momento del proceso de curado en el que se produce y debido, a la variación de presión y a la temperatura del aire que entra en contacto con la pieza a través de la perforación.

La entrada de presión o rotura de bolsa puede generar defectos, en algunos casos difíciles de detectar por técnicas de inspección convencionales: desde falta o excesos de resina y existencia de porosidad en la pieza hasta el quemado

de la resina en zonas más o menos amplias. En esas zonas puede llegar a no existir o que esté debilitada la matriz que aglutine a las fibras frente a cargas mecánicas, con lo que esas fibras no trabajan al faltarles la matriz que transmite los esfuerzos de capa a capa de la pieza.

Existen numerosas técnicas de ensayos no destructivos (END) utilizadas en las industrias aeronáutica, naval y de automoción. Las técnicas clásicas son los ultrasonidos, rayos-x, eddy-currents, partículas magnéticas, líquidos penetrantes, tap-coin, etc. De los métodos tradicionalmente usados en materiales metálicos solamente los ultrasonidos y la radiografía se aplican de forma extensiva en el control de calidad de elementos fabricados con materiales compuestos. En muchas ocasiones, los procesos de inspección basados en estos métodos son lentos (sobre todo en la inspección de grandes superficies como pueden encontrarse en la industria aeronáutica, eólica y naval) y tienen un elevado coste, siendo además ineficaces en estos materiales para algunos defectos.

Los ultrasonidos son el métodos más utilizado en el control de calidad de las piezas y componentes fabricados con estos materiales compuestos de fibra de carbono. No obstante, encuentran dificultades para detectar defectos en este tipo de materiales. Otra desventaja de los ultrasonidos es que suelen necesitar un medio acuoso para su aplicación y los composites pierden sus propiedades si captan humedad.

En cambio, la termografía infrarroja activa, con excitación óptica o lumínica, es un método de inspección no destructiva que además de ser una alternativa eficaz a los métodos de ensayo no destructivo clásicos aporta una serie de ventajas como:

- Inspección sin necesidad de contacto.
- Tecnología limpia por lo que se reducen los riesgos de absorción de líquidos de los compuestos con el consiguiente deterioro de las características estructurales
- Rapidez de inspección
- Equipo sencillo y manejable
- Sin riesgo de radiaciones peligrosas (no como con los rayos-x); no necesita medidas especiales de seguridad.
- Capacidad de inspección de grandes superficies o zonas de pequeñas dimensiones.
- Registros en imágenes (sencilla interpretación) y en soporte informático (mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos, además de hacer que sea un método ideal para su automatización).

La termografía infrarroja es eficaz para laminados de fibra de carbono (como elementos monolíticos o como piel de estructuras sándwich) hasta una profundidades pequeñas (varios milímetros). Esto hace que sea un método apto para una gran parte de las piezas y componentes fabricados en estos materiales, ya que suelen tener un espesor reducido. Además la inspección puede realizarse por ambas caras del material cubriendo un espesor mayor.

Figura 1

Configuración de ensayo de termografía infrarroja pulsada de acuerdo al invento.

Figura 2

Representación de la evolución de valor digital (VD) o temperatura (T) respecto al tiempo (t) en dos puntos (uno en zona sana y otro en zona con defecto) en un ensayo de termografía pulsada según invento.

La línea continua significa sin defecto, la línea de puntos significa con defecto y $\Delta DV/\Delta T$ es el contraste.

Figura 3

Configuración ensayo de termografía infrarroja modulada según invento.

Figura 4

Representación del valor digital (VD) o temperatura (T) o fase (F) o amplitud (A) o parte real (R) o parte imaginaria (I) a lo largo de la longitud (l) de una línea que atraviesa una zona sana y de otra que atraviesa una zona con defecto según invento.

La línea continua significa ensayo sin defecto, la línea discontinua significa ensayo con defecto indicándose por su separación el contraste ($\Delta VD/\Delta T/\Delta F/\Delta A/\Delta R/\Delta I$).

Descripción del invento

Los elementos de identificación son los siguientes:

- 5 (101) Pieza, espécimen
- (102) Cámara termográfica
- (103) Lámparas (excitación lumínica)
- 10 (104) Ordenador (sistema de adquisición y tratamiento de datos)
- (105) Pantalla (visualización de datos en termogramas/imágenes)
- 15 (106) Contraste (defecto)
- (107) Línea perfil en zona sin defecto
- (108) Línea perfil en zona con defecto
- 20 (109) Representación de pulso de luz
- (301) Pieza, espécimen
- 25 (302) Cámara termográfica
- (303) Lámparas (excitación lumínica)
- (304) Dispositivo Lockin (sincronización)
- 30 (305) Ordenador (sistema de adquisición y tratamiento de datos)
- (306) Pantalla (visualización de datos en termogramas/imágenes)
- 35 (307) Contraste (defecto)
- (308) Línea perfil en zona sin defecto
- (309) Línea perfil en zona con defecto
- 40 (310) Representación de modulación de luz.

45 A continuación se detalla el método de inspección de termografía infrarroja para la detección de variaciones en el material por pinchazo en bolsa.

El equipo utilizado es el siguiente:

50 Cámara de termografía infrarroja (102, 302): una matriz de sensores recoge la radiación infrarroja emitida por la superficie observada, dependiente de la emisividad y la temperatura de la superficie, y transforma la cantidad de energía recogida por cada sensor en un valor digital, que a través de la aportación de la emisividad de la superficie puede transformarse en valores de temperatura. De este modo se obtiene un mapa del área vista en niveles digitales o en valores de temperaturas, denominado termograma (105, 306).

55 Lámparas (103, 303): las lámparas son el elemento utilizado para excitar (en este caso calentar) el material inspeccionado, lo que hace que sea una técnica activa. Para el método de termografía infrarroja pulsada se utilizan lámparas de tipo flash fotográfico de alta energía. Para el método de termografía Lock-in se utilizan lámparas de luz continua junto con un sistema para modular la potencia emitida (310), de forma sinusoidal, a la que otro sistema de toma de datos estará sincronizado (Lock-in) (304, 305).

60 Sistema de adquisición de datos (104, 305): los datos son adquiridos por un computador que los almacena y los trata mediante un software para su visualización (105, 306), cálculo de imágenes de amplitud y fase, etc. (valores que son representados en colores en los termogramas e imágenes de estos valores) y detección de forma automatizada:

65 El método a seguir es el siguiente:

(a) Formación de personal en utilización del equipo de inspección y en los procesos de fabricación de materiales compuestos de fibra de carbono.

ES 2 336 166 A1

(b) Ensayo de inspección inicial sobre una pieza tipo mediante las técnicas de termografía pulsada y modulada con excitación óptica (Figuras 1 y 3), para caracterización de la pieza y calibración de los parámetros del sistema y aprendizaje del sistema inteligente para detección automatizada de los defectos.

- 5 (c) Tras finalizar el proceso de fabricación de la pieza o componente, retirar la bolsa que envuelve la pieza (101, 301) tras el curado y situarla en una base que la soporte.

(d) En los criterios resultantes de la inspección inicial (b):

- 10 Situar la cámara termográfica y las lámparas frente al espécimen a inspeccionar.

Programar los parámetros de ensayo adecuados a la pieza a inspeccionar: tipo de ensayo (pulsado o Lock-in), amplitud, duración, frecuencia, distancias, posicionamiento de cámara y lámparas, características térmicas del material, etc.

- 15 (e) Calentar el espécimen mediante las lámparas (de forma que no se superen temperaturas que puedan dañar el material) y capturar la evolución de la temperatura de la superficie:

- 20 (f) Para el método de termografía infrarroja pulsada (Figura 1): emitir un flash de luz (calentamiento de duración del rango de milisegundos) (109) grabando la evolución de la temperatura de la superficie durante el calentamiento y el enfriamiento de la misma.

- 25 (g) Para el método de la termografía infrarroja Lock-in (Figura 3): calentar de forma modulada (sinusoidal) (310) definiendo la amplitud y frecuencia de la excitación y grabando el proceso de calentamiento de forma sincronizada a la excitación.

- 30 (h) Procesar de forma automática los datos adquiridos (104, 305). Para la termografía pulsada determinar contrastes de valores (digitales o de temperatura) entre zonas sanas y zonas con defecto, así como los tiempos de contraste máximo, contraste medio, etc. que determinen las características del defecto (Figuras 2 y 4). Alternativamente se podrán aplicar algoritmos de Fourier para realizar un estudio matemático para la obtención de imágenes de amplitud y fase. Para la termografía Lock-in obtener las imágenes de amplitud y fase de calentamiento, y alternativamente las de parte real e imaginaria (obtenidas por la evolución de la desincronización entre excitación y variación de temperatura superficial) (Figura 4).

- 35 (i) Determinar de forma automática la existencia de zonas defectuosas por el contraste característico entre zona defectuosa y zona sana en base a valores de niveles digitales, temperatura, amplitud, fase, parte real y/o parte imaginaria (valores que son representados en colores en los termogramas e imágenes de estos valores) (Figura 4).

- 40 (j) Criterio de aceptación automática: la pieza será aceptada si las imágenes resultantes (i) son homogéneas o al menos no hay ninguna variación brusca de estos valores. En caso de la existencia de un contraste que determine la existencia de defecto, se aceptará o desechará la pieza en función del tamaño del área afectada por el defecto según requisitos de fabricación.

- 45 (k) Archivo de las grabaciones para futura referencia y mejora del aprendizaje del sistema (para una más precisa identificación de los distintos defectos que puedan detectarse en la misma inspección).

- 50 En el proceso de la inspección termográfica óptica pueden aparecer contrastes debidos a otro tipo de defectos como delaminaciones, descolados y uniones defectuosas, objetos extraños (pedazos de film protector, teflón, metal, etc.), agua, porosidad, aplastamiento de núcleo, falta o acumulación de resina, etc. El tipo de defecto se determinará por la evolución característica de la temperatura o del contraste de temperaturas observada en la zona del contraste (Figuras 2 y 4), así como por contrastes de los valores calculados de fase, amplitud, parte real y/o imaginaria (Figura 4). Se podrán utilizar otros métodos de ensayo no destructivo *a posteriori* en la zona en la que se ha apreciado la existencia de defecto para validar de modo certificado el tipo de defecto (sin tener que inspeccionar toda la superficie, sino estrictamente la zona en la que ya se ha determinado la existencia de defecto previamente).

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación, que se **caracteriza** porque:

(a) se retira la bolsa que envuelve la pieza tras el curado (tras la finalización de la fabricación de la pieza), y

(b) se coloca una cámara termográfica (102) y lámparas (103) para calentar el material mediante un pulso de luz (termografía infrarroja pulsada) (109) frente al espécimen (101) a inspeccionar, y

(c) se calienta el espécimen mediante las lámparas y se captura mediante la cámara termográfica la evolución de la temperatura de la superficie durante su calentamiento y enfriamiento, los datos se transfieren al ordenador o sistema de adquisición (104), y

(d) se determina la existencia de defectos por la aparición de contrastes en los termogramas obtenidos: contrastes de valores digitales o en valores de temperaturas o en valores de contrastes de temperaturas (valores que son representados en colores en los termogramas).

2. Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación, según reivindicación anterior, que se **caracteriza** porque se agrega el tratamiento de los datos valores digitales, temperaturas o contrastes de temperaturas de forma que se obtengan valores e imágenes de amplitud, fase, parte real y/o imaginaria, y/o sus contrastes, mediante análisis matemático de Fourier calculados a partir de los datos adquiridos desde la cámara termográfica al ordenador durante el ensayo.

3. Método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono por pinchazo en bolsa durante el proceso de fabricación, que se **caracteriza** porque:

(a) Se retira la bolsa que envuelve la pieza tras el curado (tras la finalización de la fabricación de la pieza), y

(b) se coloca frente al espécimen a inspeccionar una cámara termográfica (302) y lámparas de luz continua (303) moduladas en amplitud para diferentes posibles frecuencias para calentar el material de forma sinusoidal (310) y mediante la cámara termográfica se realiza la adquisición de forma Lock-in (sincronizada) con la excitación (termografía infrarroja Lock-in) (304) durante el calentamiento. Los datos se transfieren al ordenador o sistema de adquisición (305), y

(c) se determina la existencia de defectos por la aparición de contrastes de valores de temperaturas en los termogramas obtenidos y en los valores e imágenes de amplitud, fase, parte real y/o parte imaginaria (y/o sus contrastes) calculados a partir de los datos adquiridos desde la cámara termográfica al ordenador durante el ensayo.

FIGURA 1

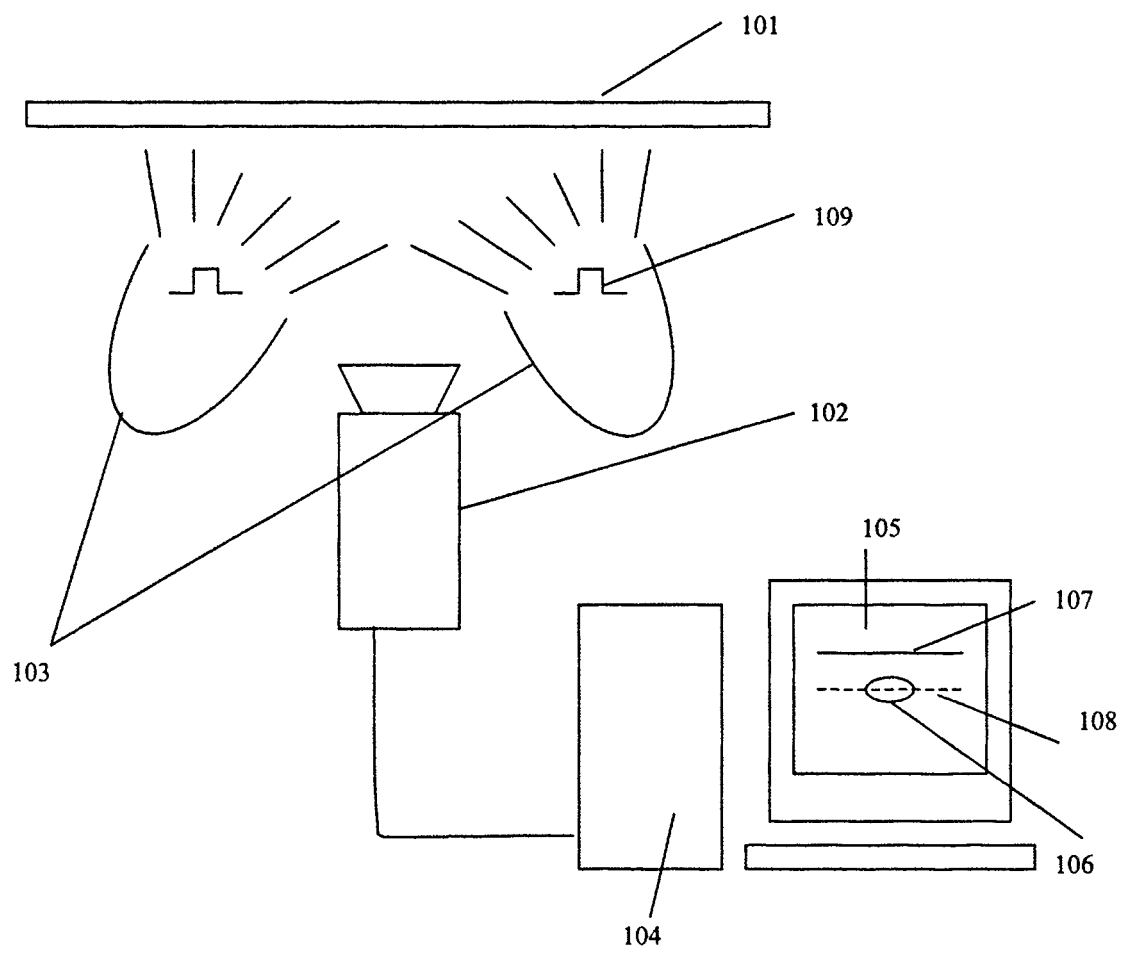


FIGURA 2

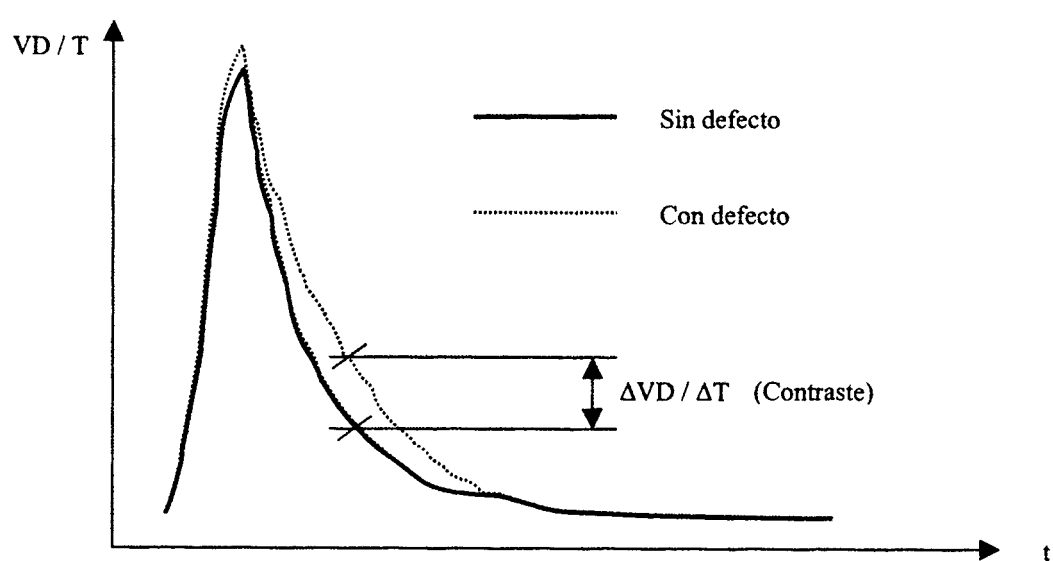


FIGURA 3

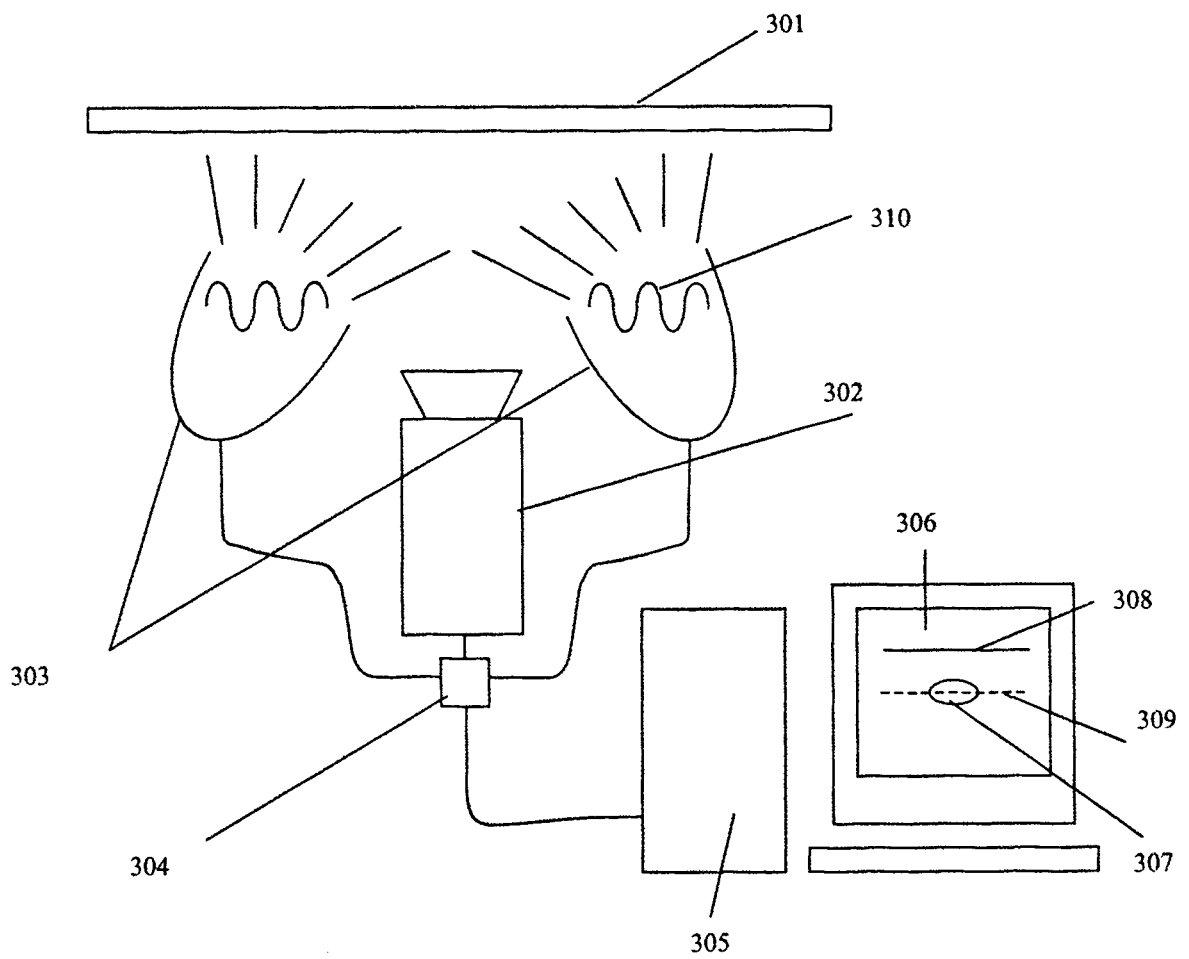
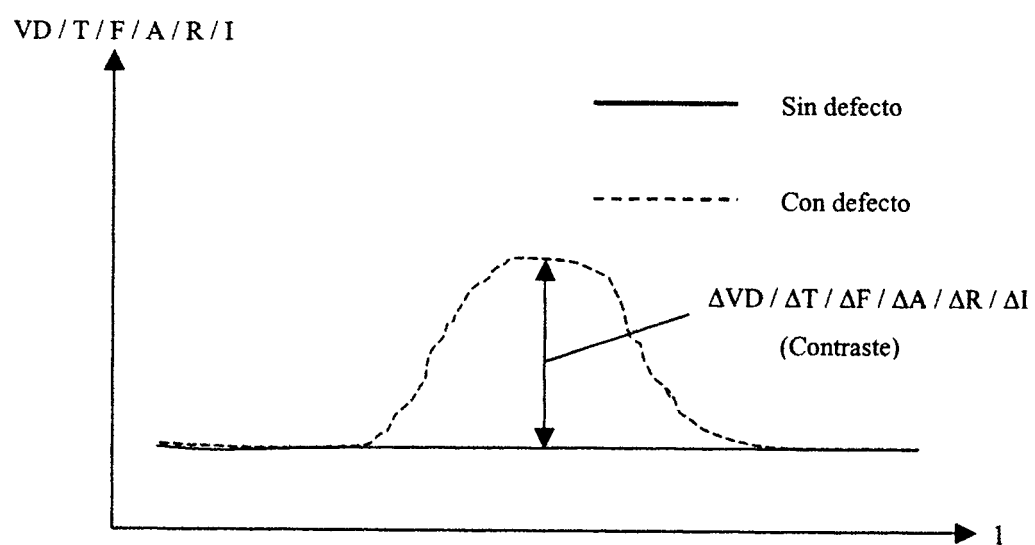


FIGURA 4





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 336 166

⑫ Nº de solicitud: 200700949

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 11.04.2007

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: G01N 25/72 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	SAEZ DE OCARIZ I. et al. "Termografía infrarroja como ensayo no destructivo: detección de defectos en componentes aerospaciales". 15-Agosto-2005. Recuperado de Internet: URL: <http://www.interempresas.net/metalmecanica/Articulos/Articulo.asp?A=11149>, todo el documento.	1-3
X	MALDAGUE X et al. "Pulse phase infrared thermography". Journal of Applied Physics, American Institute of Physics. Volumen 79, numero 5, páginas 2694-2698. 1-marzo-1996. apartados 1-4; figura 1.	1-3
X	ES 2262168 T3 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 16.11.2006, página 3, línea 65 - página 4, línea 39.	1
X	WU D. et al. "Lock-in thermography for nondestructive evaluation of materials". Revue Generale de Thermique, Volumen 37, Issue 8, Septiembre 1998, Páginas 693-703, ISSN 0035-3159. Apartados 3 y 4.2; figura 6.	3

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

20.03.2010

Examinador

J. Cotillas Castellano

Página

1/5

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

G01N

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

INVENES, EPODOC, NPL, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.03.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-3	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		SÍ
	Reivindicaciones	1-3	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 ha sido publicada.

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	SÁEZ DE OCÁRIZ et al.	15-08-2005
D02	MALDAGUE X et al.	01-03-1996
D03	ES 2262168 T3	16-11-2006

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

El documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica al objeto de las reivindicaciones 1 a 3. Este documento parece afectar a la actividad inventiva de dichas reivindicaciones, tal y como se explica a continuación:

Reivindicación independiente 1:

Siguiendo la redacción de la solicitud, el documento D01 describe un método para la inspección de defectos en material compuesto de fibra de carbono, que comprende las etapas de (ver apartado "Termografía activa" y figura 1):

- colocar una cámara termográfica y lámparas frente al espécimen a inspeccionar para calentar el material mediante un pulso de luz;
- calentar el espécimen mediante las lámparas y capturar mediante la cámara termográfica la evolución de la temperatura de la superficie, transfiriendo los datos al ordenador;
- determinar la existencia de defectos por la aparición de contrastes en los termogramas obtenidos.

La principal diferencia entre la invención reivindicada y el documento D01 es que en este último no se detalla la etapa en la que se retira la bolsa que envuelve la pieza tras el curado de la misma durante el proceso de fabricación. El efecto técnico producido por esta diferencia es que se permite la realización de la termografía directamente sobre la superficie de la pieza a estudiar. Sin embargo, esta es una etapa necesaria en dicho proceso de fabricación (el cual es un ampliamente utilizado y, por lo tanto, conocido), por lo que para un experto en la materia, sería evidente retirar la bolsa que recubre la pieza antes de realizar un termograma de la superficie de la misma.

Otra diferencia entre la invención reivindicada y el documento D01 es que en éste no se especifica que el defecto estudiado con los termogramas sea el producido por el pinchazo de la bolsa durante el proceso de fabricación. Sin embargo, la utilización de la técnica de termografía infrarroja es comúnmente utilizada para la inspección de defectos en materiales compuestos de fibra de carbono (ver D01, apartado "Ejemplos de detección de defectos en materiales aeronáuticos"; D02, columna 2, líneas 12 y 13; D03, página 4, línea 24). Se considera que el hecho de aplicar una técnica conocida de detección de defectos, para detectar un tipo concreto de defecto no supone un esfuerzo inventivo.

Por lo tanto, la reivindicación 1 carecería de actividad inventiva (Artículo 8.1 LP).

Reivindicación independiente 3:

El documento D01 describe asimismo un método de inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono que comprende las etapas de (ver párrafo 4 en apartado "Termografía activa" y figura 1):

- colocar frente al espécimen a inspeccionar una cámara termográfica y lámparas de luz continua moduladas en amplitud para diferentes posibles frecuencias calentando el material de forma sinusoidal, adquiriendo los datos mediante la cámara termográfica de forma lock-in y transfiriéndolos al ordenador;
- determinar la existencia de defectos por la aparición de contrastes de valores de temperaturas en los termogramas obtenidos y en los valores e imágenes de amplitud, fase parte real y/o imaginaria.

Hoja adicional

De nuevo, las diferencias entre esta reivindicación y el documento D01 es que en éste no se detalla la etapa en la que se retira la bolsa que envuelve a la pieza, ni especifica que el defecto inspeccionado sea el producido por el pinchazo de dicha bolsa durante el proceso de fabricación. Por las mismas razones ya comentadas para la reivindicación 1, se considera que estas diferencias no dotan de actividad inventiva al método reivindicado en esta reivindicación.

De este modo, la reivindicación 3 también carecería del requisito de actividad inventiva (Artículo 8.1 LP).

Reivindicación dependiente 2:

El documento D01 describe también (ver párrafo 4 en apartado "Termografía activa") el tratamiento de los datos digitales mediante análisis matemático de Fourier, obteniendo valores e imágenes de amplitud y fase (y en consecuencia parte real e imaginaria) calculados a partir de los datos adquiridos desde la cámara termográfica al ordenador durante el ensayo.

Por lo tanto, esta reivindicación tampoco cumpliría con el requisito de actividad inventiva (Artículo 8.1 LP).

Por otro lado, el documento D02 también afectaría a la actividad inventiva de las reivindicaciones 1 a 3. En concreto, este documento describe (ver apartado 2, "pulsed infrared thermography") un método para la inspección de defectos producidos en material compuesto de fibra de carbono, que incluye las etapas de colocar frente al espécimen a inspeccionar una cámara termográfica y lámparas para calentar el material mediante un pulso de luz; calentar el espécimen mediante las lámparas y capturar mediante la cámara termográfica la evolución de la temperatura de la superficie, transfiriendo los datos a un ordenador; y determinar la existencia de defectos por la aparición de contrastes en los termogramas obtenidos. Asimismo, también describe (ver apartado 4, párrafo 2) el tratamiento de los datos digitales obtenidos mediante análisis matemático de Fourier obteniendo los valores e imágenes de amplitud, fase, parte real e imaginaria.

Finalmente, este documento describe (ver apartado 3, "Modulated infrared thermography") la posibilidad de utilizar lámparas de luz continua moduladas en amplitud para diferentes frecuencias, de modo que se calienta el material de forma sinusoidal y adquiriendo los datos de forma sincronizada con la excitación durante el calentamiento.

De nuevo, la diferencia entre este documento y la invención reivindicada radica en la etapa de retirar la bolsa que envuelve la pieza tras el curado y el hecho de utilizar este método para inspeccionar defectos producidos por el pinchazo de la bolsa durante el proceso de fabricación. De modo que, por las mismas razones ya comentadas en cuanto al documento D01, las reivindicaciones 1 a 3 carecerían del requisito de actividad inventiva a la vista del documento D02.

En conclusión, teniendo en cuenta el estado de la técnica anterior, la invención tal y como se define en las reivindicaciones 1 a 3 carecería de los requisitos de patentabilidad establecidos en el Art. 4.1 de la Ley de Patentes.