

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 381**

51 Int. Cl.:

G01N 25/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2017 PCT/EP2017/066204**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18002263**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2017 E 17734090 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3479107**

54 Título: **Procedimiento de inspección de una superficie metálica y dispositivo asociado**

30 Prioridad:

30.06.2016 FR 1656226

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

17.02.2021

73 Titular/es:

**FRAMATOME (100.0%)
1 Place Jean Millier Tour Areva
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

CAULIER, YANNICK

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 806 381 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de inspección de una superficie metálica y dispositivo asociado

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de inspección de una superficie metálica de una pieza.
- [0002]** El documento FR 3020678 describe un procedimiento de inspección fototérmica de una pieza.
- 10 **[0003]** El artículo "Laser active thermography for non-destructive testing" de A. Semerok y col., publicado en Proceedings of SPIE (ISSN 0277-786X), vol. 9065 (2013), páginas 90650A-1-90650A-20, describe un procedimiento y un dispositivo de inspección de un objeto (que tiene una superficie metálica) con una fuente de láser (Nd:YAG) que tiene una longitud de onda de 1.064 nm con una potencia de hasta 200 W, una óptica para iluminar y calentar la superficie del objeto con el haz de láser y una cámara IR para adquirir una imagen IR emitida por la superficie.
- 15 **[0004]** Según este procedimiento, la superficie es barrida por dos dispositivos de barrido similares que comprenden cada uno un elemento de aporte de calor. Para ello, cada dispositivo comprende una fuente de láser prevista para emitir un haz de láser y un goniómetro adaptado para reflejar el haz de láser hacia la superficie.
- 20 **[0005]** Esto permite realizar un control no destructivo de una superficie metálica de una pieza.
- [0006]** Normalmente, este procedimiento implementa haces de láser que tienen una longitud de onda sustancialmente igual a 1.064 nm, que se usa en general para aplicaciones que necesitan altas potencias de calentamiento.
- 25 **[0007]** Sin embargo, dicho haz de láser presenta riesgos para un posible manipulador. Más en particular, el haz de láser puede deteriorar de manera irreversible el ojo de un manipulador que no estuviera equipado de manera adaptada. Así, a todos los manipuladores se les exige llevar un equipo de protección y en general se implanta un dispositivo de protección durante el tiempo de la inspección.
- 30 **[0008]** Esto complica la implementación del procedimiento de inspección y puede representar un freno para su implementación, sobre todo en un lugar de explotación, y por tanto una inspección regular de las piezas en cuestión.
- [0009]** Un objeto de la invención es así proponer un procedimiento de inspección de una superficie metálica de una pieza cuya implementación se vea facilitada.
- 35 **[0010]** A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de inspección del tipo citado anteriormente, que comprende las etapas siguientes:
- 40 - procurarse una primera fuente de láser dispuesta para generar un primer haz de láser que tiene una primera longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W;
- procurarse una segunda fuente de láser dispuesta para generar un segundo haz de láser que tiene una segunda longitud de onda comprendida entre 1.500 nm y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W;
- 45 - procurarse una óptica que comprende una entrada para un haz de láser, y un dispositivo dispuesto para proyectar el haz de láser sobre la superficie metálica y para barrer la superficie metálica con el haz de láser;
- activar una de las fuentes de láser primera y segunda y transmitir el primer o el segundo haz de láser hasta la entrada de la óptica;
- barrer la superficie metálica con el primer o el segundo haz de láser proyectado por la óptica;
- adquirir al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica.
- 50 **[0011]** La presencia de dos fuentes de láser permite elegir la que esté más adaptada para el uso que se desea. Las longitudes de onda comprendidas entre 1.500 nm y 1.800 nm no penetran en el ojo, lo que permite así simplificar los elementos de protección dispuestos durante el procedimiento de inspección.
- 55 **[0012]** Un procedimiento de inspección según la invención puede comprender una o varias de las características siguientes, tomadas en solitario o según todas las combinaciones técnicamente posibles:
- durante el barrido, la superficie metálica es calentada por el haz de láser proyectado por la óptica;
- 60 - la óptica comprende elementos ópticos, teniendo los elementos ópticos las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda;
- el procedimiento comprende una etapa de tratamiento de una superficie óptica de al menos uno de los elementos ópticos, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda;
- 65 - el procedimiento está previsto para la inspección de piezas nuevas en un lugar de fabricación, de manera que la primera fuente de láser está activada y el primer haz de láser es transmitido hasta la entrada de la óptica,

- el procedimiento está previsto para la inspección de piezas ya en explotación, de manera que la segunda fuente de láser está activada y el segundo haz de láser es transmitido hasta la entrada de la óptica; y/o
- la imagen de la radiación infrarroja es adquirida por un mismo sensor para la primera fuente de láser y la segunda fuente de láser.

5

[0013] La invención se refiere además a un dispositivo de inspección de una superficie metálica de una pieza, comprendiendo el dispositivo:

- una primera fuente de láser dispuesta para generar un primer haz de láser que tiene una primera longitud de onda comprendida entre 1.000 y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W;
- una segunda fuente de láser dispuesta para generar un segundo haz de láser que tiene una segunda longitud de onda comprendida entre 1.500 y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W;
- una óptica que comprende una entrada para un haz de láser y un dispositivo dispuesto para proyectar el haz de láser sobre la superficie metálica y para barrer la superficie metálica con el haz de láser;
- un sensor capaz de adquirir al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica

[0014] de manera que los haces de láseres primero y segundo pueden ser transmitidos uno u otro hasta la entrada de la óptica.

20 **[0015]** Un dispositivo de inspección según la invención puede comprender una o varias de las características siguientes, tomadas en solitario o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- la óptica comprende elementos ópticos, teniendo los elementos ópticos las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda; y/o
- al menos uno de los elementos ópticos presenta una superficie óptica tratada, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.

30 **[0016]** La invención se entenderá mejor a partir de la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y hecha en referencia a las figuras anexas entre las que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de inspección según una realización de la invención, y
- la figura 2 es una representación esquemática de un procedimiento de inspección según una realización de la invención.

40 **[0017]** El procedimiento descrito es un procedimiento de examen de tipo fototérmico activo. El procedimiento se dice activo porque la pieza que se va a caracterizar se somete a un calentamiento. El procedimiento se dice fototérmico porque se basa en la adquisición de imágenes infrarrojas de la pieza calentada.

[0018] Este procedimiento está adaptado especialmente a la detección de defectos perforantes o no perforantes en componentes industriales. Está adaptado en particular a las piezas metálicas, especialmente a los componentes metálicos de centrales nucleares.

45 **[0019]** El procedimiento de inspección está destinado a realizar la inspección mecanizada, automatizada o robotizada de dichas piezas, en fabricación o en mantenimiento.

[0020] La figura 1 representa un dispositivo de inspección 10 según una realización de la invención.

50 **[0021]** El dispositivo 10 está previsto para la inspección de una superficie metálica 12 de una pieza 13.

[0022] El dispositivo 10 comprende una primera fuente de láser 14, una segunda fuente de láser 16, una óptica 18 y un sensor 20.

55 **[0023]** La primera fuente de láser 14 está dispuesta para generar un primer haz de láser 15 que tiene una primera longitud de onda comprendida entre 1.000 y 1.100 nm, más en particular igual a 1.064 nm, y una potencia superior a 1 W.

60 **[0024]** Ventajosamente, la primera fuente de láser 14 es capaz de controlar y modificar la potencia del primer haz de láser en un intervalo dado.

[0025] La primera fuente de láser 14 presenta un estado activado, en el que la fuente genera el primer haz de láser, y un estado apagado, en el que la fuente no genera haz de láser.

65 **[0026]** El primer haz de láser 15 está orientado, por ejemplo, según una dirección longitudinal X.

- 5 **[0027]** La segunda fuente de láser 16 está dispuesta para generar un segundo haz de láser 17 que tiene una segunda longitud de onda comprendida entre 1.500 y 1.800 nm y una potencia suficiente para crear una diferencia de temperatura en caso de presencia de al menos un defecto. La potencia es en general superior a 1 W, y más en particular superior a 10 W.
- [0028]** El segundo haz de láser tiene una geometría particular. Por ejemplo, es divergente.
- 10 **[0029]** Ventajosamente, la segunda fuente de láser 16 es capaz de controlar y modificar la potencia del segundo haz de láser en un intervalo dado.
- [0030]** La segunda fuente de láser 16 presenta un estado activado, en el que la fuente genera el segundo haz de láser, y un estado apagado, en el que la fuente no genera haz de láser.
- 15 **[0031]** El segundo haz de láser 17 está orientado, por ejemplo, según una dirección transversal Y, perpendicular a la dirección longitudinal X.
- [0032]** El primer haz de láser 15 y el segundo haz de láser 17 están orientados de tal manera que, si se encienden al mismo tiempo, se cruzarían en un punto de coincidencia.
- 20 **[0033]** En el punto de coincidencia está previsto un elemento óptico 21 para dirigir al menos parcialmente el primer haz de láser 15 y el segundo haz de láser 17 hacia la óptica.
- [0034]** El elemento óptico 21 es, por ejemplo, un espejo semirreflectante.
- 25 **[0035]** El primer haz de láser 15 atraviesa al menos parcialmente el espejo semirreflectante sin ser desviado, estando la óptica 18 sustancialmente alineada con la primera fuente de láser 14 según la dirección longitudinal X.
- [0036]** El segundo haz de láser 17 es reflejado al menos parcialmente por el espejo semirreflectante según un ángulo sustancialmente igual a 45°.
- 30 **[0037]** Después del punto de coincidencia, los caminos ópticos del primer haz de láser 15 y del segundo haz de láser 17 se confunden entre sí, en este caso según la dirección longitudinal X.
- 35 **[0038]** La óptica 18 comprende una entrada 22 para un haz de láser 26 y un dispositivo 24 dispuesto para proyectar el haz de láser 26 sobre la superficie metálica 12 y para barrer la superficie metálica 12 con el haz de láser 26.
- [0039]** Los haces de láseres primero y segundo 15, 17 pueden ser transmitidos uno u otro hasta la entrada 22 de la óptica 18, especialmente gracias al elemento óptico 21 al punto de coincidencia.
- 40 **[0040]** La óptica 18 comprende elementos ópticos.
- [0041]** La óptica 18 comprende un dispositivo de barrido 28 del haz de láser que comprende al menos uno de los elementos ópticos, por ejemplo, un espejo o un goniómetro cuya orientación con respecto a la superficie 12 es variable. Así, el dispositivo de barrido 28 es capaz de barrer el haz de láser 26 sobre la superficie metálica.
- 45 **[0042]** El haz de láser transmitido a la entrada 22 de la óptica 18 presenta un camino óptico en la óptica 18 delimitado por los elementos ópticos.
- 50 **[0043]** Los elementos ópticos tienen las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
- [0044]** Al menos uno de los elementos ópticos presenta una superficie óptica tratada, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
- 55 **[0045]** El tratamiento de dicha superficie óptica consiste, por ejemplo, en la deposición de una capa o de un sustrato de borosilicato o de vidrio de borosilicato corona, por ejemplo, comercializado con el nombre N-BK7 o BK7 (marcas registradas). De forma alternativa o adicional, al menos uno de los elementos ópticos tiene por naturaleza las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
- 60 **[0046]** Así, el primer haz de láser y el segundo haz de láser tienen un camino óptico similar en la óptica 18.
- 65

[0047] En la figura 1 se representa un ejemplo de elementos ópticos, así como el camino óptico asociado.

[0048] La óptica 18 comprende, por ejemplo, en el orden del camino óptico de un haz de láser, los elementos ópticos siguientes:

- una óptica de generación de una hoja de láser 32,
- un espejo reflectante 34,
- una lámina dicroica 36, y
- el dispositivo de barrido 28, en este caso un goniómetro.

[0049] La óptica de generación de una hoja de láser 32 sirve especialmente para generar un haz de láser que presenta una geometría en forma de línea según un plano de corte perpendicular al haz a partir de un haz de láser que presenta una geometría en forma de punto según un plano de corte perpendicular al haz. El haz forma así en tres dimensiones una hoja.

[0050] La óptica de generación de una hoja de láser comprende, por ejemplo, una lente cilíndrica.

[0051] El espejo 34 refleja el haz.

[0052] La lámina dicroica 36 refleja cualquier haz que presenta una longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm o 1.500 nm y 1.800 nm.

[0053] La lámina dicroica transmite además las longitudes de onda comprendidas en un espectro dado, que corresponden por ejemplo al espectro de funcionamiento del sensor 20.

[0054] El espejo 34 y la lámina dicroica 36 forman un ángulo sustancialmente igual a 45° con el camino óptico del haz de láser. Así, el espejo 34 y la lámina dicroica 36 reflejan el haz de láser según un ángulo recto.

[0055] El dispositivo de barrido 28 forma un ángulo comprendido entre 45° menos un ángulo de barrido y 45° más el ángulo de barrido. La abertura total del dispositivo de barrido está comprendida entre -45° y +45°.

[0056] Son posibles otras realizaciones en la naturaleza y la disposición de los elementos ópticos.

[0057] El haz de láser 26 está orientado por el dispositivo de barrido 28 hacia la superficie 12 y crea un aporte de calor 30 sobre la superficie 12.

[0058] El sensor 20 es capaz de adquirir al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica 12.

[0059] El sensor 20 detecta las longitudes de onda para el espectro de funcionamiento comprendido entre 2.000 nm y 0,1 mm, más en particular entre 3 μm y 5 μm o entre 8 μm y 12 μm.

[0060] El sensor 20 es, por ejemplo, una cámara infrarroja digital que presenta un eje óptico O.

[0061] Una parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica 12 es transmitida a la óptica a la altura de la salida, es reflejada por el dispositivo de barrido 28 y es transmitida por la lámina dicroica 36. El sensor 20 está colocado, por ejemplo, de manera que dicha parte de la radiación sea captada por el sensor 20 después de la transmisión por la lámina dicroica. Su eje óptico O forma un ángulo de 45° con la lámina dicroica.

[0062] El haz de láser 26 en salida de la óptica 18 es colimado con el eje óptico O del sensor 20, es decir, el haz de láser 26 es paralelo al eje óptico O.

[0063] La lámina dicroica permite especialmente proteger el sensor de un retorno de láser. De hecho, sucede que el haz de láser se refleja parcialmente o genera un haz secundario en interacción con la superficie y forma un retorno. Si este retorno llega al sensor, puede dañarlo. La lámina dicroica no transmite las longitudes de onda primera y segunda y así evita que un posible retorno de haz de láser llegue al sensor 20.

[0064] El sensor 20 es capaz de adquirir una pluralidad de imágenes en una pluralidad de instantes.

[0065] En una realización, el sensor 20 está previsto para adquirir imágenes, cada una de ellas del conjunto de la superficie 12 para su inspección.

[0066] Como variante, el sensor 20 es capaz de adquirir una imagen de una zona de la superficie, estando el sensor 20 previsto para barrer la zona en el conjunto de la superficie para su inspección. La zona comprende o está cerca del aporte de calor sobre la superficie 12 por el haz de láser 26.

[0067] A continuación, se describirá un procedimiento de inspección de una superficie metálica de una pieza en referencia a la figura 2.

5 **[0068]** El procedimiento es implementado, por ejemplo, por el dispositivo de inspección descrito anteriormente.

[0069] El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- 10 - procurarse una primera fuente de láser 100;
- procurarse una segunda fuente de láser 102;
- procurarse una óptica 104;
- activar una de las fuentes de láser primera y segunda y transmitir el primer o el segundo haz de láser hasta la entrada de la óptica 106;
- barrer 108 la superficie metálica con el primer o el segundo haz de láser proyectado por la óptica;
- 15 - adquirir 110 al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica.

[0070] La óptica, la primera fuente de láser y la segunda fuente de láser son similares a lo descrito anteriormente.

20 **[0071]** Además, el procedimiento comprende en su caso una etapa de tratamiento de una superficie óptica de al menos uno de los elementos ópticos de la óptica, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.

25 **[0072]** Se activa una única fuente de láser entre la primera fuente de láser y la segunda fuente de láser, de manera que se transmite un único haz de láser, entre el primer haz de láser y el segundo haz de láser, tal como se describe anteriormente, hasta la entrada 22 de la óptica 18.

30 **[0073]** El haz de láser transmitido 26 presenta así en entrada 22 una longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W, o bien una longitud de onda comprendida entre 1.500 nm y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W, ventajosamente superior a 10 W.

[0074] El haz transmitido en la entrada 22 de la óptica 18 está adaptado particularmente a la implementación del procedimiento.

35 **[0075]** En una realización, el procedimiento está previsto para la inspección de piezas nuevas en un lugar de fabricación. En este caso, la primera fuente de láser está activada y el primer haz de láser es transmitido hasta la entrada de la óptica.

40 **[0076]** El primer haz de láser presenta una longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W.

[0077] Como variante, el procedimiento está previsto para la inspección de piezas ya en explotación. Entonces, la segunda fuente de láser está activada y el segundo haz de láser es transmitido hasta la entrada de la óptica.

45 **[0078]** La pieza es, por ejemplo, una rueda Pelton o un disco de turbina.

[0079] El segundo haz de láser presenta una longitud de onda comprendida entre 1.500 nm y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W, preferentemente superior a 10 W.

50 **[0080]** El procedimiento necesita un dispositivo de inspección tan importante solo cuando el haz de láser presenta una longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm. Así se facilita la implementación de la inspección en un lugar en explotación.

[0081] El haz de láser 26 es proyectado y barrido por la óptica 18 sobre la superficie 12.

55 **[0082]** El barrido se realiza, por ejemplo, según una pluralidad de líneas sustancialmente paralelas a una primera dirección D1.

60 **[0083]** Durante el barrido, el haz de láser 26 proyectado por la óptica 18 genera un aporte de calor 30 sobre la superficie 12.

[0084] El aporte de calor 30 tiene cualquier tipo de forma.

65 **[0085]** El aporte de calor es, por ejemplo, un segmento alargado que sigue direcciones perpendiculares a la primera dirección D1, siendo generado el segmento alargado gracias a la óptica de generación de hoja de láser 32. El

segmento presenta una longitud comprendida entre 10 mm y 30 mm y un grosor comprendido entre 1 mm y 3 mm sobre la superficie 12.

- 5 **[0086]** Como variante, el aporte de calor 30 es un punto que se desplaza a gran velocidad perpendicularmente de forma que la primera dirección D1 constituya un segmento. Así se realiza, por ejemplo, con ayuda del haz de láser barrido por una parte a una primera velocidad según una dirección perpendicular a la primera dirección D1 y por otra parte a una segunda velocidad según la primera dirección D1 en el marco del barrido 108, de manera que entonces la óptica 18 no presenta óptica de generación de hoja de láser 32. La primera velocidad es muy superior a la segunda velocidad.
- 10 **[0087]** El aporte de calor 30 puede tener igualmente la forma de un círculo, de una elipse, de un rectángulo o cualquier otra forma adaptada.
- 15 **[0088]** El barrido 108 se realiza con un recubrimiento del aporte de calor, de tal manera que cada punto de la superficie experimenta en el curso del procedimiento un aporte de calor debido al haz de láser transmitido 26.
- [0089]** Al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie 12 es adquirida por el sensor 20.
- 20 **[0090]** La imagen de la radiación infrarroja es adquirida por el mismo sensor 20 que el haz de láser transmitido, ya sea el primer haz de láser o el segundo haz de láser.
- [0091]** En una realización, el sensor 20 adquiere una imagen del conjunto de la radiación infrarroja emitida por la superficie 12 en cada adquisición. En el curso del barrido 108 se adquiere una pluralidad de imágenes de la radiación infrarroja de la superficie 12.
- 25 **[0092]** Alternativamente, el sensor 20 adquiere una imagen de la radiación infrarroja emitida por una zona de la superficie en cada adquisición. La zona es barrida con recubrimiento en el conjunto de la superficie para su inspección, simultáneamente al haz de láser transmitido 26. El barrido de la zona es realizado, por ejemplo, según una pluralidad de líneas sustancialmente paralelas a la primera dirección D1.
- 30 **[0093]** La zona comprende o está cerca del aporte de calor sobre la superficie 12 por el haz de láser 26. El sensor 20 adquiere una pluralidad de imágenes de la radiación infrarroja en el curso de su barrido y del barrido 108 de la superficie metálica por el haz de láser.
- 35 **[0094]** A continuación, las imágenes adquiridas son tratadas de manera que detecten posibles defectos en la pieza. En el estado de la técnica se conocen métodos que permiten tratar las imágenes así adquiridas, por ejemplo, a partir del documento FR 3020678.
- 40 **[0095]** La presencia de dos fuentes de láser que tienen características diferentes permite elegir el haz de láser más adaptado para el uso previsto. En un lugar de explotación, por ejemplo, puede ser complicado implantar el conjunto de medidas de seguridad implementadas habitualmente para un láser que tiene una longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm sin perjudicar excesivamente la explotación. Así, es más apropiado el uso de un haz de láser que tiene una longitud de onda comprendida entre 1.500 nm y 1.800 nm, de manera que dicho haz de
- 45 láser limita los riesgos y por tanto el equipamiento necesario. La potencia superior a 1 W, preferentemente superior a 10 W, permite además penetrar en la superficie 12.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de inspección de una superficie metálica (12) de una pieza (13), comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
 - 5 - procurarse una primera fuente de láser (14) dispuesta para generar un primer haz de láser que tiene una primera longitud de onda comprendida entre 1.000 nm y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W;
 - procurarse una segunda fuente de láser (16) dispuesta para generar un segundo haz de láser que tiene una segunda longitud de onda comprendida entre 1.500 nm y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W;
 - 10 - procurarse una óptica (18) que comprende una entrada (22) para un haz de láser, y un dispositivo dispuesto para proyectar el haz de láser sobre la superficie metálica y para barrer la superficie metálica (12) con el haz de láser (26);
 - activar una de las fuentes de láser primera y segunda y transmitir el primer o el segundo haz de láser hasta la entrada de la óptica;
 - 15 - barrer la superficie metálica (12) con el primer o el segundo haz de láser proyectado por la óptica;
 - adquirir al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica (12).
2. Procedimiento de inspección según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, durante el barrido, la superficie metálica (12) es calentada por el haz de láser (26) proyectado por la óptica (18).
- 20 3. Procedimiento de inspección según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la óptica (18) comprende elementos ópticos, teniendo los elementos ópticos las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
- 25 4. Procedimiento de inspección según la reivindicación 3, que comprende una etapa de tratamiento de una superficie óptica de al menos uno de los elementos ópticos, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
5. Procedimiento de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, previsto para la inspección de piezas nuevas en un lugar de fabricación, de manera que la primera fuente de láser (14) está activada y el primer haz de láser es transmitido hasta la entrada (22) de la óptica (18).
- 30 6. Procedimiento de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, previsto para la inspección de piezas ya en explotación, de manera que la segunda fuente de láser (16) está activada y el segundo haz de láser es transmitido hasta la entrada (22) de la óptica (18).
- 35 7. Procedimiento de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la imagen de la radiación infrarroja es adquirida por un mismo sensor (20) para la primera fuente de láser y la segunda fuente de láser.
- 40 8. Dispositivo de inspección de una superficie metálica de una pieza, el dispositivo comprende:
 - una primera fuente de láser (14) dispuesta para generar un primer haz de láser que tiene una primera longitud de onda comprendida entre 1.000 y 1.100 nm y una potencia superior a 1 W;
 - 45 - una segunda fuente de láser (16) dispuesta para generar un segundo haz de láser que tiene una segunda longitud de onda comprendida entre 1.500 y 1.800 nm y una potencia superior a 1 W;
 - una óptica (18) que comprende una entrada (22) para un haz de láser y un dispositivo dispuesto para proyectar el haz de láser sobre la superficie metálica y para barrer la superficie metálica con el haz de láser;
 - un sensor capaz de adquirir al menos una imagen de la radiación infrarroja emitida por la superficie metálica
 - 50 siendo los haces de láseres primero y segundo capaces de ser transmitidos uno u otro hasta la entrada (22) de la óptica (18).
9. Dispositivo de inspección según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la óptica (18) comprende elementos ópticos, teniendo los elementos ópticos las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.
- 55 10. Dispositivo de inspección según la reivindicación 9, **caracterizado porque** al menos uno de los elementos ópticos presenta una superficie óptica tratada, de manera que dicho elemento óptico tiene las mismas propiedades de absorción y de transmisión para la primera longitud de onda y para la segunda longitud de onda.

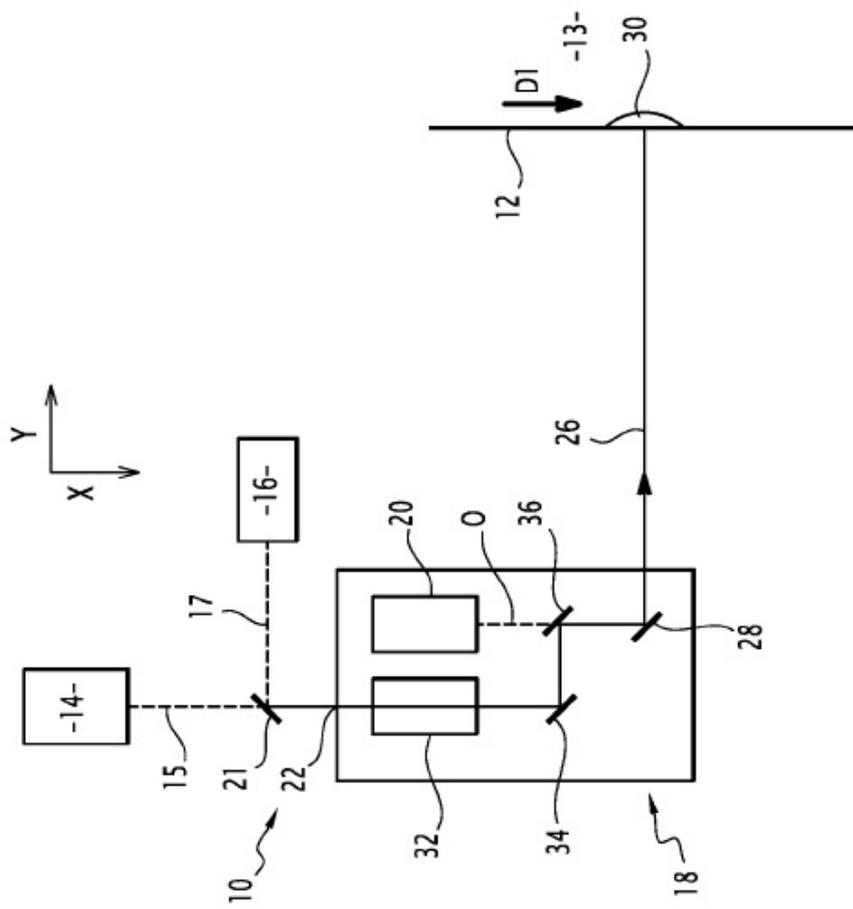


FIG. 1

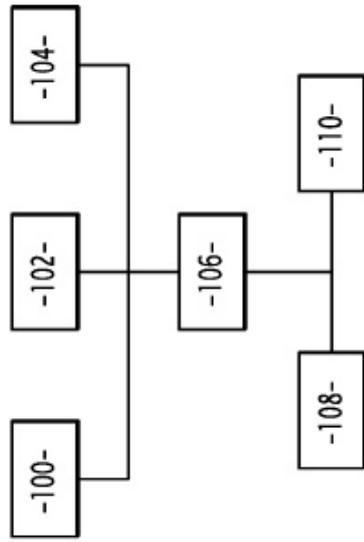


FIG. 2