

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 831**

51 Int. Cl.:

B23K 26/03 (2006.01)

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 31/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2020** **E 20214971 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2024** **EP 3838471**

54 Título: **Método de tratamiento por láser**

30 Prioridad:

20.12.2019 IT 201900025093

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

31.10.2024

73 Titular/es:

**ADIGE S.P.A. (100.0%)
Via per Barco, 11
38056 Levico Terme (TN), IT**

72 Inventor/es:

**PACHER, MATTEO;
TANELLI, MARA;
STRADA, SILVIA;
PREVITALI, BARBARA;
SAVARESI, SERGIO MATTEO y
SBETTI, MAURIZIO**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 984 831 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

Método de tratamiento por láser

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de tratamiento por láser para cortar y/o perforar una pieza de trabajo. En particular, la presente invención se refiere a un método de tratamiento por láser en modo continuo y con un control de bucle cerrado de la calidad de un corte o una perforación durante una etapa de corte o perforación, y todavía más particularmente un control de procedimiento de tratamiento para garantizar una calidad de tratamiento predeterminada.

La presente invención también se refiere a una máquina de tratamiento por láser configurada para ejecutar un método por láser para cortar y/o perforar una pieza de trabajo. En particular, la presente invención se refiere a una máquina de tratamiento por láser configurada para ejecutar un método de tratamiento por láser en modo continuo y con control de bucle cerrado de la calidad de corte o perforación durante una etapa de corte o perforación, y todavía más particularmente un control de bucle cerrado del tratamiento para garantizar una calidad de tratamiento predeterminada.

Antecedentes de la invención

Se conocen máquinas de tratamiento por láser para cortar y/o perforar piezas de trabajo. Una máquina de tratamiento por láser típica comprende una fuente de emisión de un haz de láser, un soporte para la pieza de trabajo, un grupo óptico para controlar la posición del foco del haz de láser, un dispositivo de generación configurado para crear un chorro de gas para dirigir compuestos creados durante el procesamiento de la pieza de trabajo alejándolos de la propia pieza de trabajo y un dispositivo de movimiento para realizar un movimiento relativo entre el haz de láser y la pieza de trabajo.

En uso, el resultado cualitativo del corte o la perforación de la pieza de trabajo depende, por ejemplo, de la intensidad del haz de láser, la presión del chorro de gas o la velocidad del movimiento relativo entre el haz de láser y la pieza de trabajo.

Por ejemplo, se conoce la formación de una escoria en el borde inferior de la porción cortada o perforada de la pieza de trabajo.

En teoría, es concebible establecer los parámetros respectivos de tal manera que se obtenga la máxima calidad alcanzable, es decir, por ejemplo, la ausencia de escoria. Sin embargo, para obtener tal resultado es necesario controlar los parámetros de procesamiento de tal manera que al mismo tiempo se provoca una reducción de la productividad.

Por consiguiente, es necesario obtener, por ejemplo mediante simulaciones o estimaciones prácticas o mediante mediciones, información para optimizar los parámetros de tal manera que se maximice la productividad de procesamiento al tiempo que se garantice de ese modo la calidad de tratamiento. Debe observarse que la optimización de los parámetros da como resultado la determinación de un conjunto de parámetros optimizados que, sin embargo, son estáticos, es decir, que no cambian durante el tratamiento de la pieza de trabajo. Esto significa que, en algunas circunstancias, este conjunto de parámetros optimizados da como resultado un tratamiento no óptimo ni en cuanto a la productividad ni en cuanto a la calidad.

Debe observarse que se conocen máquinas de tratamiento equipadas con medios que pueden obtener, a partir del análisis de algunas medidas de procedimiento, una estimación aproximada de la escoria que se crea durante el corte y/o la perforación. En particular, estas estimaciones son generalmente en umbrales discretos y clasifican la escoria, por ejemplo, como "ausente" o "presente", pero no pueden estimar un valor continuo que representa la escoria que está realmente presente en la pieza cortada. Además de esto, en ausencia de un control, en particular un control de bucle cerrado, la tendencia es llevar a cabo una calibración empírica de los parámetros de procedimiento que garanticen la ausencia de escoria, lo cual conduce a una condición de trabajo no óptima en cuanto a la productividad.

En este contexto, por ejemplo y tal como se da a conocer en el documento EP-A-2357057, se conoce el uso de fotodiodos para monitorizar el avance del tratamiento.

Sin embargo, por ejemplo, el uso de fotodiodos no permite obtener información fiable sobre la formación de la escoria. El documento EP1886757 da a conocer un procedimiento de corte por láser en el que una imagen del procedimiento por láser que se observa mediante una matriz fotosensible es una recopilación de líneas cerradas concéntricas, que, de hecho, representan las isotermas del procedimiento por láser. La forma y las dimensiones de estas isotermas hacen posible medir los parámetros en procedimiento. Ejemplos de tales parámetros de calidad son arrastre de estrías, conexión de escoria, aparición de defectos de quemado, anchura de corte y la cualidad de cuadrado del borde, (pérdida de) penetración completa, rugosidad del borde cortado, etc. A su vez, estos parámetros se usan con el fin de optimizar los parámetros iniciales del procedimiento por láser tales como velocidad, potencia de láser y presión de gas.

Por tanto, en el sector existe la necesidad de mejorar adicionalmente los métodos de tratamiento por láser y/o las máquinas de tratamiento por láser para cortar y/o perforar las piezas de trabajo con la posibilidad de monitorizar y regular, en particular en modo continuo y en línea, todavía más particularmente, una variable estimada continua obtenida en línea, la calidad del tratamiento.

Sumario de la invención

El propósito de la presente invención es la realización de un método de tratamiento por láser para cortar y/o perforar y una máquina de tratamiento por láser que permitan, de una manera sencilla y económica, superar al menos uno de los inconvenientes anteriormente mencionados.

En particular, el propósito de la presente invención es la realización de un método de tratamiento por láser para cortar y/o perforar y una máquina de tratamiento por láser que permitan un control de calidad y el control de los parámetros de procedimiento de la máquina en función de la calidad obtenida.

Los objetivos anteriores se logran por la presente invención, dado que se refiere a un método de tratamiento por láser tal como se define en la reivindicación independiente. Realizaciones alternativas preferidas quedan protegidas por las reivindicaciones dependientes respectivas.

Los objetivos anteriores también se logran por la presente invención, dado que se refiere a una máquina de tratamiento por láser según la reivindicación 14.

Breve descripción de los dibujos

Características y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra de una manera esquemática y parcial una máquina de tratamiento por láser según la presente invención;

- la figura 2a ilustra un ejemplo de una imagen adquirida obtenida durante el accionamiento de la máquina de tratamiento de la figura 1;

- las figuras 2b y 2c ilustran etapas de análisis de la imagen de control de la figura 2a;

- la figura 3 ilustra un transcurso de tiempo de un parámetro característico obtenido a partir del análisis de una pluralidad de imágenes adquiridas; y

- la figura 4 ilustra distribuciones del parámetro característico obtenidas a partir de los transcurros de tiempo respectivos del parámetro característico durante el accionamiento de la máquina de tratamiento de la figura 1 en dos condiciones diferentes.

Descripción detallada de la invención

En la figura 1, 1 indica de manera general, en su conjunto, una máquina de tratamiento por láser configurada para cortar y/o perforar una pieza de trabajo 2.

Preferiblemente, la pieza de trabajo 2 está realizada de un material metálico. En particular, la pieza de trabajo 2 tiene una forma plana y/o tubular.

En más detalle, la máquina de tratamiento por láser 1 comprende:

- una unidad de control 3 para controlar el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1;

- una fuente de emisión 4 de un haz de láser 5 operativamente conectada a la unidad de control 3 y configurada para emitir el haz de láser 5;

- un grupo óptico 6 (operativamente conectado a la unidad de control 3) para controlar el haz de láser 5, en particular para dirigir el haz de láser 5 a lo largo de un eje óptico A sobre la pieza de trabajo 2 y en una zona de trabajo 7;

- un dispositivo de movimiento operativamente conectado a la unidad de control 3 y configurado para realizar un movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2 a una velocidad determinada, en particular para definir la forma del corte y/o la perforación.

En particular, debe observarse que la zona de trabajo 7 es la zona de la pieza de trabajo 2 que está expuesta, en uso, al haz de láser 5 y que, por consiguiente, se corta y/o perfora. Es dinámica, en uso, debido al movimiento relativo entre

el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2.

Preferiblemente, la máquina de tratamiento por láser 1 también comprende:

- 5 - un dispositivo de generación (no ilustrado y conocido en sí mismo) operativamente conectado a la unidad de control 3 y configurado para crear un chorro de gas para dirigir compuestos creados durante el corte y/o la perforación de la pieza de trabajo 2 alejándolos de la pieza de trabajo 2.

10 Según algunas realizaciones no limitativas preferidas, la unidad de control 3 está configurada para controlar parámetros de procedimiento de la máquina de tratamiento por láser 1, en particular una intensidad del haz de láser 5 y/o una frecuencia de láser del haz de láser 5 y/o una posición de foco del haz de láser 5 y/o una velocidad determinada del movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2 y/o el chorro de gas y/o una presión de gas del chorro de gas.

15 Preferiblemente, la unidad de control 3 está configurada para controlar los parámetros de procedimiento en modo de realimentación.

Debe observarse que los parámetros de procedimiento son (sustancialmente) todos los parámetros que definen el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1.

20 Ventajosamente, la máquina de tratamiento por láser 1 también comprende un dispositivo de monitorización 8 configurado para monitorizar el procedimiento de tratamiento, en particular el corte y/o la perforación. En particular, el dispositivo de monitorización 8 está configurado para adquirir una pluralidad de imágenes adquiridas 9 (en la figura 2a se ilustra una imagen adquirida a modo de ejemplo) de la zona de trabajo 7.

25 En particular, el dispositivo de monitorización 8 está operativamente conectado a la unidad de control 3, que está configurada para controlar el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 al menos en función de información extraída y/u obtenida a partir de las imágenes adquiridas 9.

30 En particular, el dispositivo de monitorización 8 está configurado para adquirir las imágenes adquiridas 9 durante el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 (dicho de otro modo, el dispositivo de monitorización 8 está configurado para funcionar en un modo en línea).

35 Según algunas realizaciones no limitativas preferidas, el dispositivo de monitorización 8 está configurado para adquirir la emisión de procedimiento, es decir, la emisión térmica de calor presente en la zona de trabajo 7.

Preferiblemente, la fuente de emisión 4 comprende un láser de ND:YAG, en particular del tipo de fibra o un láser de dióxido de carbono.

40 En más detalle, el grupo óptico 6 está configurado para dirigir el haz de láser 5 sobre la pieza de trabajo 2 y para determinar el foco del haz de láser 5.

45 Preferiblemente, el grupo óptico 6 está configurado para definir una trayectoria óptica P desde la fuente de emisión 4 sobre la pieza de trabajo 2, que comprende una primera porción transversal P1, en particular perpendicular al eje óptico A, y una segunda porción P2 coaxial al eje óptico A. Dicho de otro modo, el haz de láser 5 se propaga a lo largo de la porción P1 y la porción P2, respectivamente, en el que P1 es perpendicular a P2, en el que, preferiblemente, la porción P2 coincide con el eje óptico A.

50 Preferiblemente, el grupo óptico 6 comprende al menos una lente de enfoque 14 configurada para determinar el foco del haz de láser 5, en particular la lente de enfoque 14 está dispuesta en la porción P2.

Todavía más particularmente, el grupo óptico 6 también comprende una lente de colimación 15 y un espejo dicróico 16 configurado para desviar el haz de láser 5 desde la porción P1 hasta la porción P2. En particular, la lente de colimación 15 está dispuesta en la porción P1.

55 Preferiblemente, el espejo dicróico 16 está dispuesto de tal manera que el haz de láser 5 se desvía desde una propagación a lo largo de la primera porción P1 hasta una propagación a lo largo de la segunda porción P2.

60 En más detalle, el dispositivo de movimiento está configurado para controlar un movimiento del haz de láser 5 con respecto a la pieza de trabajo 2 en una dirección de avance relativo D1.

Preferiblemente, el dispositivo de movimiento comprende un soporte (no ilustrado y conocido en sí mismo) configurado para soportar la pieza de trabajo 2, en particular el soporte puede moverse para establecerse en movimiento para obtener el movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2.

65 Alternativa o adicionalmente, al menos una porción del dispositivo de movimiento está integrada en y/o asociada con

el soporte para mover la pieza de trabajo 2 para obtener un movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2.

5 Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de movimiento comprende una base de soporte móvil que porta la fuente de emisión 4 y/o el grupo óptico 6 y/o una porción del grupo óptico 6 para mover el haz de láser 5.

10 En más detalle, el dispositivo de monitorización 8 comprende al menos una cámara de vídeo 17, por ejemplo del tipo CCD o CMOS, configurada para adquirir las imágenes adquiridas 9. En particular, la cámara de vídeo 17 está configurada para adquirir de manera continua las imágenes adquiridas 9 para obtener una secuencia temporal de las imágenes adquiridas 9. Incluso más particularmente, la cámara de vídeo 17 está configurada para adquirir las imágenes adquiridas 9 a una frecuencia de al menos 1000 fotogramas por segundo, en particular al menos 1500 fotogramas por segundo.

15 En particular, la cámara de vídeo 17 está configurada para adquirir un haz de luz 18 que se origina desde la zona de trabajo 7, haz de luz 18 que se propaga, en uso, en una tercera dirección (opuesta a la segunda dirección P2).

Todavía más particularmente, el haz de luz 18 corresponde a las emisiones de procedimiento en la zona de trabajo 7.

20 Preferiblemente, el haz de luz 18 pasa a través de al menos una porción del grupo óptico 6, en particular la lente de enfoque 14 y el espejo dicroico 16.

Preferiblemente, la cámara de vídeo 17 está dispuesta coaxial al eje óptico A. En particular, el haz de luz 18 se propaga en paralelo a la porción P2.

25 En más detalle, el dispositivo de monitorización 8 también comprende un grupo de filtrado óptico 19 configurado para garantizar que la cámara de vídeo 17 recibe luz en una banda de longitudes de onda definidas. En particular, el grupo de filtrado óptico 19 funciona en el infrarrojo cercano (es un filtro de infrarrojo cercano).

30 En particular, el grupo de filtrado óptico 19 está dispuesto aguas arriba de la cámara de vídeo 17 con respecto a la tercera dirección.

En particular, el grupo de filtrado óptico 19 comprende un filtro de banda baja (por ejemplo, a 750 nm) y un filtro de paso bajo (por ejemplo, a 1000 nm).

35 Debe observarse que, durante el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1, el haz de láser 5 corta, en particular mediante calentamiento, el material de la pieza de trabajo 2 en la zona de trabajo 7, creando una ranura que se extiende a lo largo de todo el grosor de la pieza de trabajo 2. En particular, el haz de láser 5 corta la pieza de trabajo 2 desde una primera superficie 20 de la pieza de trabajo 2 hasta una segunda superficie 21 de la pieza de trabajo 2 opuesta a la primera superficie 20. Incluso más particularmente, se forman un primer borde de la ranura en la superficie 20 y un segundo borde de la ranura opuesto al primer borde en la superficie 21.

También se sabe que el chorro de gas debe retirar y/o alejar los compuestos que se crean durante el corte y/o la perforación de la pieza de trabajo 2 en la zona de trabajo 7 antes de su enfriamiento.

45 Además, se sabe que puede formarse escoria en el segundo borde durante el procesamiento de la pieza de trabajo 2. En particular, esto se produce porque el material retirado por el haz de láser 5 se enfría y, por consiguiente, se detiene antes de retirarse de la pieza de trabajo 2, creando por tanto escoria.

50 En particular, la creación de la escoria se produce en función de uno o más parámetros de procedimiento, tales como la intensidad del haz de láser 5 y/o la frecuencia de láser del haz de láser 5 y/o la posición del foco del haz de láser 5 y/o la velocidad determinada del movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2 y/o el chorro de gas y/o la presión de gas del chorro de gas.

55 El control de los parámetros de procedimiento habitualmente tiene lugar de tal manera que se suprime sustancialmente la formación de escoria. Sin embargo, esto da como resultado una disminución de la productividad, posiblemente provocando también un aumento de los costes.

60 El solicitante ha constatado que no tiene que suprimirse necesariamente la formación de escoria, sino que la presencia y cantidad tolerable de la misma dependen de la aplicación específica.

Por este motivo, y tal como se describe a continuación, en primer lugar, la máquina de tratamiento por láser 1 está equipada con medios para controlar el corte y/o la perforación calidad y/o la presencia y cantidad de escoria (de manera cuantitativa y continua tanto a lo largo del tiempo como en cuanto a la cantidad de la escoria producida).

65 Ventajosamente, la unidad de control 3 está configurada para determinar un valor de calidad a partir de las imágenes adquiridas 9, en particular a partir del análisis de las imágenes adquiridas 9.

En particular, el valor de calidad es indicativo de la calidad del corte y/o la perforación. Incluso más particularmente, el valor de calidad describe la presencia y/o cantidad de escoria formada en la zona de trabajo 7.

5 Según algunas realizaciones no limitativas preferidas, la unidad de control 3 está configurada para determinar el valor de calidad durante el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 de una manera continua, en particular tanto en cuanto al tiempo como a la cantidad de escoria producida. De esta manera, se garantiza un control de la calidad de corte y/o perforación durante todo el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1.

10 Preferiblemente, la unidad de control 3 comprende una unidad de análisis 22 configurada para analizar y/o para determinar el valor de calidad a partir de las imágenes adquiridas 9.

En particular, el grupo de análisis 22 está configurado para determinar al menos un parámetro característico (véase la figura 2c), preferiblemente una pluralidad de parámetros característicos, a partir de cada imagen adquirida 9.

15 Teniendo en cuenta el hecho de que las imágenes adquiridas 9 se determinan en diferentes momentos temporales, el grupo de análisis 22 también está configurado para determinar un transcurso de tiempo respectivo (véase, por ejemplo, la figura 3) del parámetro o parámetros característicos de las imágenes adquiridas 9.

20 Preferiblemente, el grupo de análisis 22 también está configurado para calcular al menos un parámetro estadístico, preferiblemente una pluralidad de parámetros estadísticos, a partir de los transcurso de tiempo respectivos del parámetro característico o los parámetros característicos y para establecer un valor de calidad empezando a partir del parámetro estadístico o los parámetros estadísticos. En particular, cada transcurso de tiempo se considera durante un tiempo definido, en particular siendo este tiempo definido constante.

25 En más detalle, el grupo de análisis 22 está configurado para transformar cada imagen adquirida 9 (independientemente de las demás) en una imagen transformada 23 (véase la figura 2b), en particular por medio de una segmentación, para obtener una imagen binaria respectiva.

30 Preferiblemente, cada imagen transformada 23 (imagen binaria) comprende un primer color (por ejemplo, blanco) y un segundo color (por ejemplo, negro).

35 Debe considerarse que cada imagen adquirida 9 presenta información sobre la intensidad de las emisiones procesadas. En particular, el primer color y el segundo color están asociados con las zonas respectivas de cada imagen transformada 23, que corresponden a zonas respectivas de la imagen transformada 23 respectiva, que tienen intensidades respectivamente iguales o superiores a un umbral de intensidad determinado.

40 Según algunas realizaciones preferidas, cada imagen adquirida 9 y, por consiguiente, las imágenes transformadas 23 respectivas comprenden una zona de alta intensidad 24 respectiva que tiene a su vez una porción principal 25 respectiva, en particular que puede aproximarse y/o describirse mediante una forma circular, y una o más porciones alargadas 26 respectivas que se extienden desde la porción principal 25 respectiva, en particular que se extienden en una dirección D2 paralela a la dirección de avance relativo D1. En particular, cada zona de alta intensidad 24 (y, por consiguiente, también las porciones principales 25 respectivas y las porciones alargadas 26 respectivas) está definida por las zonas de la imagen adquirida 9 respectiva, que tienen intensidades que son superiores o iguales al umbral de intensidad determinado.

Haciendo referencia particular a la figura 2c, cada parámetro característico se define por o en función de una anchura w y/o una longitud l y/o una intensidad de la zona de alta intensidad 24 respectiva, en particular de la porción principal 24 respectiva y de las porciones alargadas 26 respectivas.

50 En particular, el grupo de análisis 22 está configurado para determinar la anchura respectiva w y/o la longitud respectiva l y/o la intensidad respectiva a partir de cada imagen adquirida 9 y/o a partir de cada imagen transformada 23, preferiblemente a partir de cada imagen transformada 23.

55 En particular, la anchura respectiva w de cada zona de alta intensidad 24 está definida por una extensión máxima de la zona de alta intensidad 24 en una dirección D3 perpendicular a la dirección de avance relativo D1.

Más particularmente, la extensión máxima en la dirección D3 corresponde a una extensión máxima de la porción principal 24 respectiva en la dirección D3.

60 En particular, la longitud respectiva l de cada zona de alta intensidad 24 se define como una extensión máxima de la zona de alta intensidad 24 en la dirección D2 desde un centro de gravedad c de la zona de alta intensidad 24. En particular, la longitud respectiva l corresponde a una extensión máxima de la porción alargada respectiva 26 que es la más alejada del centro de gravedad c.

65 Debe observarse que cada parámetro característico puede definirse no sólo por la longitud respectiva l, por la anchura

respectiva w o por la intensidad respectiva, sino también por las combinaciones de las mismas y/o las derivadas en el tiempo respectivas de las mismas.

En más detalle, el grupo de análisis 22 también está configurado para determinar una distribución de probabilidad respectiva (véase la figura 4) a partir del transcurso de tiempo respectivo de cada parámetro característico y para determinar el/los parámetro(s) estadístico(s) a partir de la distribución de probabilidad respectiva. En particular, los parámetros estadísticos respectivos se eligen del grupo que consiste en un valor medio respectivo, una varianza respectiva y una asimetría respectiva de la distribución de probabilidad.

En particular, la figura 4 muestra dos ejemplos de distribuciones de probabilidad determinadas durante el corte de las piezas de trabajo 2 respectivas. La distribución de probabilidad en línea discontinua resulta de un corte por láser con una calidad superior a la distribución de probabilidad trazada con una línea continua.

Queda claro que la diferencia que muestran las distribuciones de probabilidad ilustradas puede describirse mediante valores medios respectivos, varianzas respectivas y diferentes asimetrías respectivas.

En más detalle, el grupo de análisis 22 está configurado para determinar el valor de calidad a partir del/de los parámetro(s) estadístico(s) a partir de una función no lineal o una lineal, en particular a partir de una función no lineal. Preferiblemente, la función no lineal se aproxima mediante una red neuronal, que recibe, en uso, el/los parámetro(s) estadístico(s) para determinar el valor de calidad.

Preferiblemente, el grupo de análisis 22 está configurado para funcionar en modo continuo, en particular tanto en cuanto al tiempo como en cuanto a la cantidad, de tal manera que se determina un transcurso de tiempo del valor de calidad. En particular, el grupo de análisis 22 está configurado de tal manera que, para la determinación de cada valor de calidad, se analiza una pluralidad de imágenes adquiridas 9, adquiridas en sucesión entre ellas y durante el tiempo definido. Todavía más particularmente, el grupo de análisis 22 está configurado para analizar una primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 y una segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 para determinar, respectivamente, un primer valor de calidad y un segundo valor de calidad posterior al primer valor de calidad; y al menos la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 y la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 se solapan parcialmente.

Preferiblemente, la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 comprende el mismo número de imágenes adquiridas 9 que la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9. La segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 comprende un número definido de imágenes adquiridas 9 adicionales, que se han adquirido (con respecto al transcurso de tiempo) después de las imágenes adquiridas 9 de la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 (dicho de otro modo, el número definido de imágenes adquiridas 9 siguen, con respecto al transcurso de tiempo, a la última imagen adquirida 9 de la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9). Además, la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 no comprende un número idéntico al número definido de las imágenes adquiridas 9 de la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9, que se adquieren antes que las otras (es decir, las imágenes adquiridas 9 más antiguas de la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 no están incluidas en la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9). En particular, el número definido es igual o superior a 1.

Dicho de otro modo, la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 y la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 cubren un intervalo de tiempo idéntico, en particular igual al tiempo definido. Mientras que la secuencia de la primera pluralidad de imágenes adquiridas 9 comprende imágenes adquiridas 9, que se adquieren antes que todas las demás, la segunda pluralidad de imágenes adquiridas 9 comprende una secuencia de imágenes adquiridas 9 de las que al menos una imagen adquirida 9 se adquirió después de todas las demás de la primera pluralidad.

En más detalle, la unidad de control 3 también está configurada para recibir y/o permitir la definición de un valor de calidad deseado, por ejemplo por medio de una interfaz hombre-máquina de la máquina de tratamiento por láser 1. El valor de calidad deseado es indicativo de la calidad de corte y/o perforación deseada. Por ejemplo, el valor de calidad deseado es indicativo de la presencia y/o cantidad de escoria. En particular, el valor de calidad deseado describe la cantidad de escoria tolerable.

Preferiblemente, la unidad de control 3 está configurada para controlar los parámetros de procedimiento en función del/de los valor(es) de calidad determinado(s) y el valor de calidad deseado, en particular para obtener, al continuar el corte y/o la perforación, un valor de calidad que es (sustancialmente) idéntico al valor de calidad deseado.

Debe observarse que, en el contexto de esta descripción, el término "valor de calidad" describe un nivel de calidad obtenido.

También debe observarse que, en el contexto de la presente descripción, el término "valor de calidad deseado" indica que el valor de calidad deseado puede elegirse y/o controlarse, por ejemplo por un operario. El valor de calidad deseado también puede elegirse para obtener un corte y/o una perforación de la máxima calidad (por ejemplo, para minimizar o incluso evitar la formación de escoria), sin embargo, la máquina de tratamiento por láser 1 y el accionamiento de la misma permiten un control y/o una elección arbitraria del valor de calidad deseado.

En particular, el valor de calidad deseado describe el nivel de calidad deseado, es decir, el nivel de calidad que va a obtenerse mediante el corte y/o la perforación.

En uso, la máquina de tratamiento por láser 1 corta y/o perfora la pieza de trabajo 2.

En particular, el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 comprende al menos las siguientes etapas:

a) dirigir el haz de láser 5 sobre la pieza de trabajo 2 en la zona de trabajo 7 de la pieza de trabajo 2 con el fin de realizar el corte y/o la perforación;

b) realizar el movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2 a una velocidad determinada, en particular para definir la forma del corte y/o la perforación;

c) adquirir una pluralidad de imágenes adquiridas 9 de la zona de trabajo 7;

d) determinar el transcurso de tiempo de uno o más parámetros característicos a partir de las imágenes adquiridas 9;

e) calcular al menos un parámetro estadístico respectivo a partir del transcurso de tiempo de cada parámetro característico;

f) establecer un valor de calidad a partir del/de los parámetro(s) estadístico(s); y

g) controlar, en particular en realimentación, uno o más parámetros de procedimiento (de la máquina de tratamiento por láser 1), tales como, por ejemplo, una intensidad del haz de láser 5, una frecuencia de láser del haz de láser 5, una posición del foco del haz de láser 5, una velocidad determinada del movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2, el chorro de gas o una presión de gas del chorro de gas, en función del valor de calidad.

Preferiblemente, el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 comprende una o más etapas de repetición durante las cuales se repiten al menos las etapas c) - f), preferiblemente las etapas a) - f).

Preferiblemente, las etapas c) - g) se llevan a cabo durante las etapas a) y b).

En más detalle, durante la etapa de dirigir el haz de láser 5 sobre la pieza de trabajo 2, la fuente de emisión 4 emite el haz de láser 5 y la unidad óptica 6 dirige el haz de láser 5 sobre la pieza de trabajo 2. En particular, la unidad de control 2 controla, por medio de un control del grupo óptico 6, en particular la lente de enfoque, el foco del haz de láser 5.

Preferiblemente, durante la etapa b), se mueve la pieza de trabajo 2 y/o el haz de láser 5. En particular, durante la etapa b), se mueve o se mueven el soporte que porta la pieza de trabajo 2 y/o la base de soporte que porta la fuente de emisión 4 y/o el grupo óptico 6. Más preferiblemente, sólo se gestiona el soporte para mover únicamente la pieza de trabajo 2.

Preferiblemente, durante la etapa b), también se realiza un movimiento relativo entre el dispositivo de monitorización 8 y la pieza de trabajo 2. En particular, no se realiza ningún movimiento relativo entre el haz de láser 5 y el dispositivo de monitorización 8.

Debe observarse que, debido al movimiento relativo entre el haz de láser 5 y la pieza de trabajo 2, la zona de trabajo 7 también varía con respecto a la pieza de trabajo 2 a lo largo del tiempo.

En más detalle, durante la etapa c), las imágenes adquiridas 9 se determinan mediante el dispositivo de monitorización 8, en particular mediante la cámara de vídeo 17.

En particular, durante la etapa c), la cámara de vídeo 17 adquiere las emisiones de procedimiento (es decir, calor).

En particular, durante la etapa c), cada imagen adquirida 9 se adquiere en un tiempo diferente de las otras. Por consiguiente, cada imagen adquirida 9 también corresponde a una zona de trabajo 7 diferente.

Preferiblemente, durante la etapa c), las imágenes adquiridas 9 se adquieren, en particular mediante el dispositivo de monitorización 8, todavía más particularmente mediante la cámara de vídeo 17, a una frecuencia de al menos 1000 fotogramas por segundo, en particular al menos 1500 fotogramas por segundo.

En más detalle, durante la etapa d), el transcurso de tiempo de cada parámetro característico se determina durante un tiempo definido, en particular definido y constante (dicho de otro modo, el número de imágenes adquiridas 9 que se usan para determinar cada parámetro característico es constante y predefinido).

Preferiblemente, durante la etapa d), se realiza una etapa secundaria de transformación, durante la cual se transforma cada imagen adquirida 9 en una imagen transformada 23 respectiva. Después de eso, se obtiene cada parámetro

característico a partir de la imagen transformada 23.

En particular, la etapa de transformación es una fase secundaria de determinación de umbral durante la cual se segmenta cada imagen adquirida 9 con el fin de obtener una imagen binaria respectiva (imagen transformada 23).

En particular, y haciendo referencia particular a la figura 2b, durante la fase secundaria de determinación de umbral se asocia el primer color (por ejemplo, blanco) con las zonas respectivas de cada imagen transformada 23 (imagen binaria), que corresponden a las zonas respectivas de la imagen adquirida 9 respectiva, que tienen intensidades que son respectivamente iguales o superiores al umbral de intensidad determinado, y se asocia el segundo color (por ejemplo, negro) (imagen binaria) a zonas respectivas de la imagen adquirida 9 respectiva que tienen intensidades que están respectivamente por debajo del umbral de intensidad determinado.

En particular, durante la fase secundaria de determinación de umbral, se asocia cada pixel de la imagen adquirida 9 respectiva con el primer color o el segundo color para obtener la imagen transformada 23 respectiva basándose en el umbral de intensidad determinado. El primer color se asocia con los píxeles que tienen una intensidad igual o superior al umbral de intensidad determinado y el segundo color se asocia con los píxeles que tienen una intensidad inferior al umbral de intensidad determinado.

Preferiblemente, durante la etapa d), se analiza cada imagen transformada 23 (imagen binaria) para determinar uno o más parámetros característicos definidos por o en función de la anchura y/o la longitud y/o intensidad de la zona de alta intensidad 24.

En particular, durante la etapa d), se determina la anchura respectiva w de cada zona de alta intensidad 24 mediante la extensión máxima de la zona de alta intensidad 24, en particular de la porción principal 25 respectiva, en la dirección D3.

En particular, durante la etapa d), se determina la longitud respectiva l de cada zona de alta intensidad 24 mediante la extensión máxima de la zona de alta intensidad 24, en particular de las porciones alargadas, en la dirección D2 desde el centro de gravedad c de la zona de alta intensidad 24.

En más detalle, durante la etapa e), se determina una distribución de probabilidad respectiva (véase la figura 4) a partir del transcurso de tiempo de cada parámetro característico y se determina(n) el/los parámetro(s) estadístico(s) mediante la distribución de probabilidad respectiva. En particular, cada parámetro estadístico se elige del grupo que consiste en el valor medio respectivo, la varianza respectiva y la asimetría respectiva de la distribución de probabilidad respectiva.

En más detalle, durante la etapa f), se obtiene el valor de calidad a partir del/de los parámetro(s) estadístico(s) a partir de una función no lineal o una lineal, preferiblemente a partir de una función no lineal.

En particular, la función no lineal se aproxima por medio de una red neuronal artificial, que recibe uno o más parámetros estadísticos como parámetros.

Según realizaciones no limitativas preferidas, el/los parámetro(s) estadístico(s) y el valor de calidad caracterizan una presencia y/o formación y/o cantidad de escoria.

Preferiblemente, el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser 1 también incluye una etapa de definir el valor de calidad deseado. Este valor de calidad deseado define la calidad de corte y/o perforación deseada. En particular, durante esta etapa, se le da al usuario la posibilidad de definir la calidad del corte y/o la perforación que es suficiente para los fines específicos y de optimizar la relación calidad-precio.

En más detalle, durante la etapa g), se comprueban los parámetros de procedimiento en función del valor de calidad determinado y el valor de calidad deseado.

Preferiblemente, durante la etapa g), se controla(n) el/los parámetro(s) de procedimiento de tal manera que se obtiene un valor de calidad sustancialmente igual al valor de calidad deseado.

A partir de un examen de las características de la máquina de tratamiento por láser 1 y del método de accionamiento de la misma según la presente invención, las ventajas que permite obtener resultan evidentes.

En particular, la máquina de tratamiento por láser 1 y el accionamiento de la misma permiten una monitorización continua, en particular tanto en cuanto al tiempo como en cuanto a la cantidad, de la calidad de corte o perforación y controlar el accionamiento en función de la calidad, expresada en términos cuantitativos a partir de un valor de calidad determinado.

Una ventaja adicional se encuentra en el hecho de usar parámetros estadísticos, que se obtienen a partir de un procesamiento de transcurso de tiempo de parámetros característicos. Esto permite obtener información no discreta

que sólo puede determinarse para una posición específica y un momento temporal específico, sino obtener información que refleja un conjunto de datos mayor. De esta manera, se aumenta la precisión de la determinación.

5 Otra ventaja se encuentra en la posibilidad de determinar el valor de calidad deseado. De esta manera, se le da a un operario la posibilidad de optimizar la relación calidad-precio de la pieza de trabajo 2.

Por último, queda claro que pueden realizarse modificaciones y variaciones en la máquina de tratamiento por láser 1 y en el método de accionamiento descritos e ilustrados en el presente documento, que no se alejan del alcance de protección definido por las reivindicaciones.

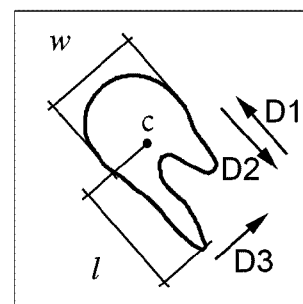
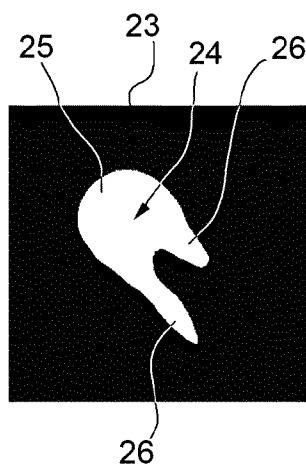
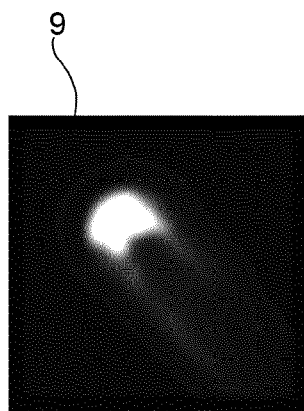
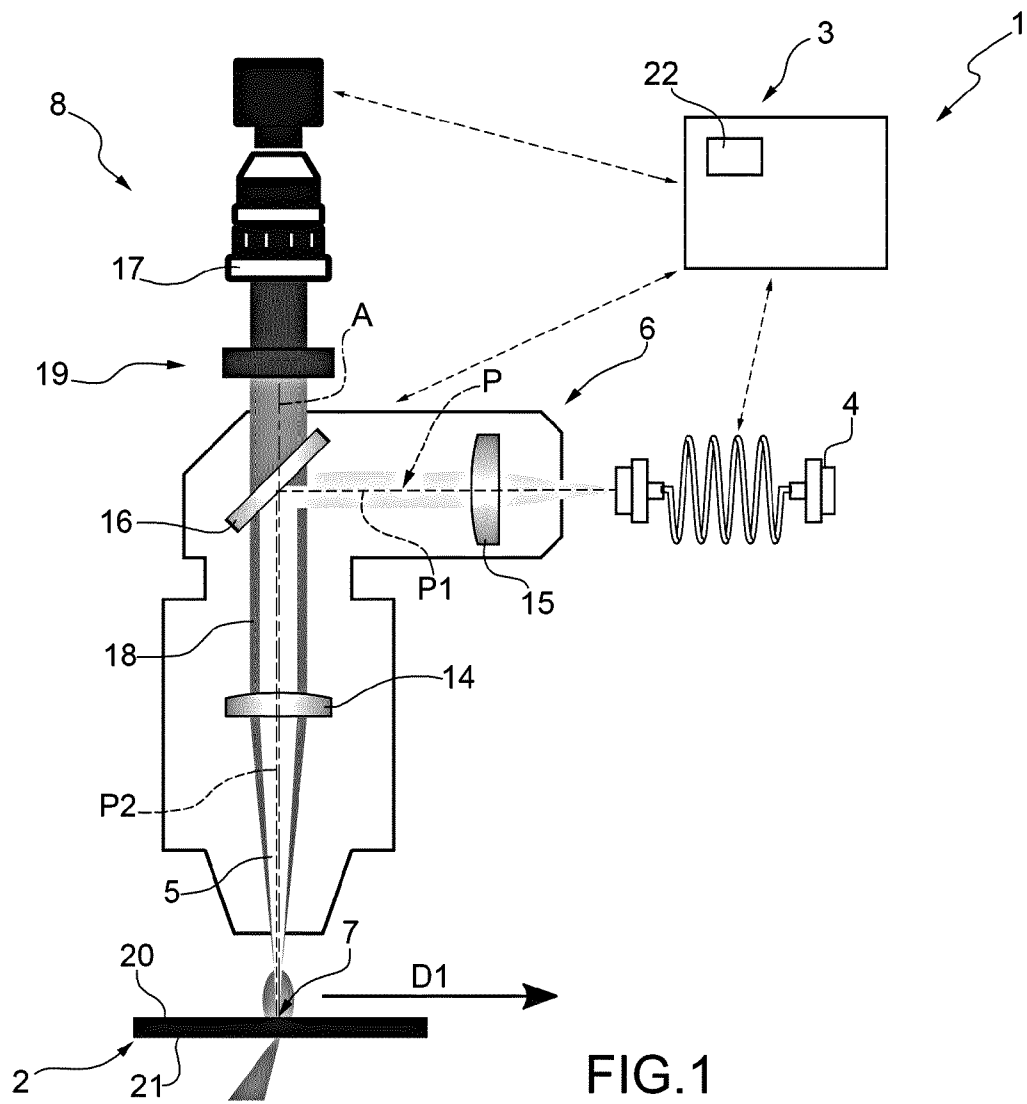
10

REIVINDICACIONES

1. Un método de tratamiento por láser de una pieza de trabajo metálica (2) que comprende al menos las etapas de:
5
a) dirigir un haz de láser (5) sobre la pieza de trabajo (2) en una zona de trabajo (7) de la pieza de trabajo (2) con el fin de realizar un corte y/o una perforación;
10
b) realizar un movimiento relativo entre el haz de láser (5) y la pieza de trabajo (2) a una velocidad determinada;
15
c) adquirir una pluralidad de imágenes adquiridas (9) de la zona de trabajo (7);
y caracterizado por las etapas de:
15
d) determinar un transcurso de tiempo de al menos un parámetro característico a partir de las imágenes adquiridas (9);
20
e) calcular al menos un parámetro estadístico a partir del transcurso de tiempo del parámetro característico;
20
f) establecer un valor de calidad a partir del parámetro estadístico;
25
g) controlar uno o más parámetros de procedimiento, en particular al menos una intensidad del haz de láser (5) y/o una frecuencia de láser del haz de láser (5) y/o una posición del foco del haz de láser (5) y/o la velocidad determinada y/o un chorro de gas y/o una presión de gas del chorro de gas, en función del valor de calidad.
25
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además al menos una etapa h) de repetición durante la cual se repiten al menos las etapas c) - f), en particular las etapas a) - f).
30
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que, durante la etapa d), se determina el transcurso de tiempo durante un tiempo determinado.
35
4. Método según la reivindicación 3, en el que el tiempo determinado es constante.
35
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa e), se determina una distribución de probabilidad a partir del transcurso de tiempo del parámetro característico y se determina el parámetro estadístico a partir de la distribución de probabilidad, en particular el parámetro estadístico se elige del grupo de un valor medio respectivo, una varianza respectiva y una asimetría respectiva de la distribución de probabilidad.
40
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el parámetro estadístico y el valor de calidad caracterizan una presencia y/o una formación y/o una cantidad de escoria.
45
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de definir un valor de calidad deseado;
50
en el que, durante la etapa de control, el parámetro de procedimiento o los parámetros de procedimiento se controlan en función del valor de calidad y el valor de calidad deseado.
50
8. Método según la reivindicación 7, en el que, durante la etapa g), el parámetro de procedimiento o los parámetros de procedimiento se controlan de manera que se obtiene un valor de calidad igual al valor de calidad deseado.
55
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada imagen adquirida (9) es una imagen térmica.
60
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa d), se ejecuta una fase secundaria de determinación de umbral durante la cual se segmenta cada imagen adquirida (9) con el fin de obtener una imagen transformada (23) respectiva.
60
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada imagen adquirida (9) comprende una zona de alta intensidad (24), en particular que tiene una porción principal (25) y una o más porciones alargadas (26) que se extienden desde la porción principal (25);
65
en el que el parámetro característico se define por o en función de una anchura y/o una longitud y/o una

intensidad de la zona de alta intensidad (24).

- 5 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa f), el valor de calidad se obtiene a partir del parámetro estadístico a partir de una función lineal o una función no lineal.
13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa c), las imágenes adquiridas (9) se adquieren a una tasa de al menos 1000 fotogramas por segundo, en particular de al menos 1500 fotogramas por segundo.
- 10 14. Máquina de tratamiento por láser (1) configurada para cortar y/o perforar una pieza de trabajo (2), que comprende:
- 15 - una unidad de control (3) para controlar el accionamiento de la máquina de tratamiento por láser (1);
- una fuente de emisión (4) de un haz de láser (5) operativamente conectada a la unidad de control (3) y configurada para emitir el haz de láser (5);
- 20 - un grupo óptico (6) para controlar el haz de láser (5); y
- un dispositivo de movimiento operativamente conectado a la unidad de control (3) y configurado para realizar un movimiento relativo entre el haz de láser (5) y la pieza de trabajo (2) a una velocidad determinada;
- 25 un dispositivo de monitorización (8) configurado para adquirir una pluralidad de imágenes adquiridas (9) de la zona de trabajo (7);
- 30 caracterizada porque la máquina de tratamiento por láser (1) con la unidad de control está configurada para determinar un transcurso de tiempo de al menos un parámetro característico a partir de las imágenes adquiridas (9); calcular al menos un parámetro estadístico a partir del transcurso de tiempo del parámetro característico; establecer un valor de calidad a partir del parámetro estadístico; y controlar uno o más parámetros de procedimiento, en particular al menos una intensidad del haz de láser (5) y/o una frecuencia de láser del haz de láser (5) y/o una posición del foco del haz de láser (5) y/o la velocidad determinada y/o un chorro de gas y/o una presión de gas del chorro de gas, en función del valor de calidad.



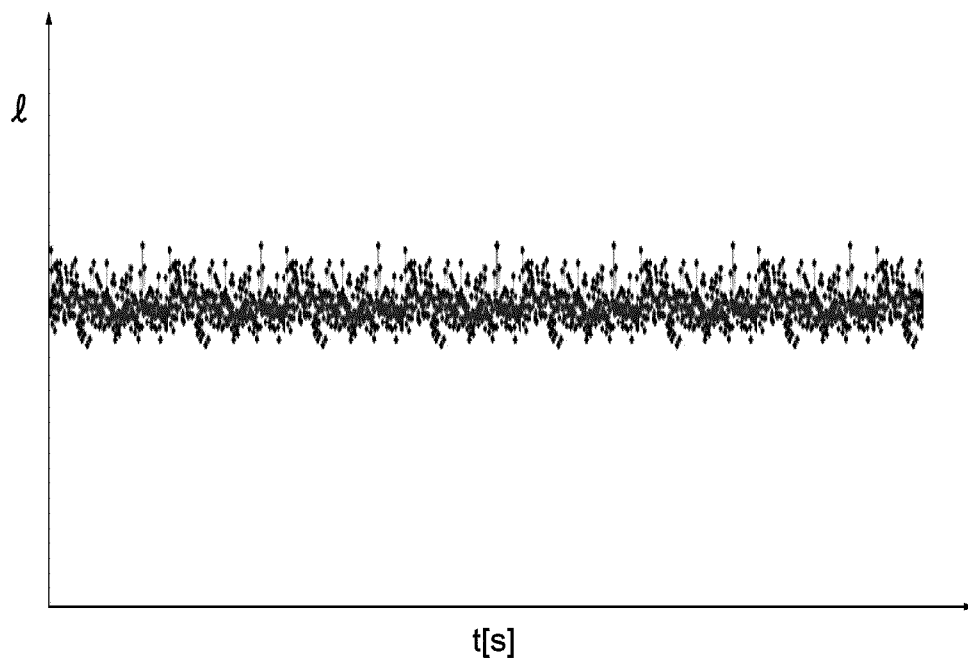


FIG.3

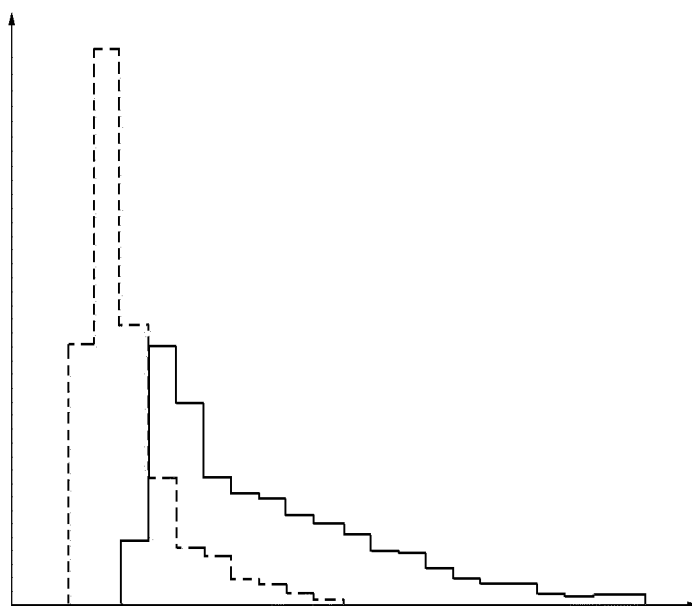


FIG.4