(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 726 154**

(51) Int. CI.:

B32B 5/18 (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01)
B32B 15/18 (2006.01)
F16P 1/02 (2006.01)
B23K 26/70 (2014.01)
F16P 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2015 E 15197759 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3047936**

(54) Título: **Procedimiento para apantallar una fuente de rayo láser**

(30) Prioridad:

16.12.2014 DE 102014118739

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2019

(73) Titular/es:

BERGMANN & STEFFEN GMBH (100.0%)
Raiffeisenstrasse 176
32139 Spenge, DE

(72) Inventor/es:

BERGMANN, UWE y
WOHNER, ANDREAS

(74) Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

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 para apantallar una fuente de rayo láser.

La invención se refiere a un procedimiento para apantallar una zona de seguridad que contiene una fuente de rayo láser por medio de una pared de protección, que presenta una capa de absorción de un material carbonizable y una capa de metal en el lado de la capa de absorción opuesto a la fuente de rayo láser.

Las fuentes de rayo láser y los rayos láser se utilizan en un alto grado para el mecanizado de material, por ejemplo, para soldar, cortar o tratar superficies de metales y otros materiales. En este caso, la fuente de rayo láser está dispuesta en la mayoría de los casos en un manipulador, por ejemplo, un brazo robótico, con el que puede dirigirse el rayo láser a los puntos de las piezas de trabajo que deben mecanizarse.

Sin embargo, en este caso, pueden producirse funcionamientos incorrectos, con la consecuencia de que la radiación láser se emite de manera descontrolada al entorno, o en su caso también debido a una reflexión involuntaria del rayo láser en una superficie de la pieza de trabajo o de otro objeto que se encuentre cerca.

Dado que los rayos láser utilizados habitualmente presentan una alta potencia en el orden de magnitud de algunos kW y una alta densidad de energía en el orden de magnitud de algunos MW/mm^2 en el foco, las fuentes de rayo láser representan un peligro potencial considerable.

Por tanto, se requiere que alrededor de la estación de mecanizado por láser se forme una zona de seguridad, que se apantalle con paredes de protección impenetrables para la radiación láser.

Por motivos de coste se intenta mantener las dimensiones de la zona de seguridad lo más pequeñas posible. Sin embargo, esto tiene como consecuencia que los rayos láser apenas estén desenfocados y presenten todavía una alta densidad de energía, cuando inciden sobre la pared de protección. Por tanto, la pared de protección tiene que estar hecha de tal manera que se impida de manera fiable una penetración del rayo láser, también en el caso de una irradiación permanente siempre del mismo punto, por lo menos durante un cierto tiempo. En muchos casos se exige un tiempo de exposición de 100 s (clase de protección T2).

Las paredes de protección, que cumplen estos requisitos, tienen que presentar un grosor suficiente y estar compuestas de materiales resistentes y por tanto son relativamente pesadas y caras.

Por el documento US 2004022296 A1 se conoce una pared de protección frente al láser, que presenta una capa de plástico relativamente gruesa como cuerpo de base de soporte, sobre la que está colocada una capa de metal en el lado opuesto al rayo láser. En este caso, la capa de metal está dimensionada de tal manera que resiste al rayo láser durante un tiempo suficiente. La capa de plástico sirve solo para el refuerzo mecánico y para el aislamiento térmico, para que la pared de protección tampoco se caliente demasiado en el caso de una irradiación permanente local sobre el lado externo

Por el documento DE 196 29 037 C1 se conoce una pared de protección, que está formada por dos chapas de metal dispuestas en paralelo y separadas entre sí, de las cuales la que está opuesta a la fuente de rayo láser, presenta un recubrimiento que absorbe la radiación láser, mientras que la chapa de metal dispuesta en el lado externo está hecha de tal manera que refleja lo mejor posible la radiación térmica generada. También en este caso, la chapa de metal tiene que estar dimensionada en el lado interno de tal manera que resista al rayo láser.

Por el documento DE 10 2006 003 450 A1 se conoce una pared de protección frente al láser, que presenta un núcleo de material espumoso, en el que a ambos lados están colocadas unas capas de metal así como en su caso unas capas adicionales para la absorción de la radiación láser.

Por el documento GB 1 595 201 A se conoce una pared de protección de policarbonato, que se carboniza bajo la acción de la radiación láser.

El problema de la invención es indicar un procedimiento que posibilite un apantallamiento seguro de la fuente de rayo láser con una pared de protección más delgada, más ligera y/o más económica.

Este problema se alcanza según la invención por que la capa de metal se dimensiona, en función de la densidad de energía del rayo láser, de tal manera que resiste al rayo láser en el caso de una irradiación permanente hasta que en la capa de absorción adyacente se haya iniciado una carbonización debido al calor generado por el rayo láser en la capa de metal, y el rayo láser haya atravesado entonces la capa de metal.

Por consiguiente, en el procedimiento según la invención el apantallamiento no tiene lugar mediante la capa de metal en el lado interno de la pared de protección, sino en última instancia mediante la capa de absorción de material carbonizable. En este caso, como “carbonizable” pretende designarse un material, que se transforma químicamente bajo la acción del calor y a este respecto forma un residuo sólido, carbonoso. Este residuo

carbonoso absorbe la radiación láser mejor que el material original, pero por otro lado presenta una conductividad térmica muy reducida, de modo que, una vez que se ha formado una capa carbonizada, el material subyacente se protege de manera eficaz contra la radiación láser. La capa de metal presenta el propósito de iniciar el proceso de carbonización e impedir un escape del material carbonizado. Para ello es suficiente una capa de metal relativamente delgada, de modo que se ahorran costes y peso. Por el contrario, la capa de absorción presenta en general un grosor mayor, de modo que se consigue un tiempo de exposición elevado con respecto a la radiación láser y al mismo tiempo una alta estabilidad mecánica de la pared de protección, pero a este respecto puede presentar una densidad relativamente reducida, de modo que el peso por unidad de superficie de la pared de protección se mantiene globalmente bajo.

Las configuraciones y los perfeccionamientos ventajosos de la invención se obtienen de las reivindicaciones subordinadas.

A continuación se explicará más detalladamente un ejemplo de realización de la invención mediante las figuras.

Muestran:

la figura 1, un corte esquemático a través de una zona de seguridad apantallada con paredes de protección, que contiene una fuente de rayo láser;

la figura 2, un corte ampliado a través de una de las paredes de protección en un punto de incidencia de un rayo láser; y

la figura 3 un corte análogo al de la figura 2 para un estado, en el que el rayo láser ha penetrado más profundamente en la pared de protección.

En la figura 1 se muestra como ejemplo de una estación de mecanizado por láser un robot 10 de soldadura, que presenta una fuente de rayo láser 12 como cabezal de soldadura. Para impedir que un rayo láser 14 emitido por la fuente de rayo láser 12, cuando por algún motivo no incide sobre la pieza de trabajo que debe mecanizarse, se irradie de manera descontrolada al entorno, alrededor del robot 10 de soldadura se forma una zona 16 de seguridad, que está apantallada hacia fuera mediante paredes de protección 18. Las paredes de protección 18 forman una celda 20 de protección cerrada por todas partes, que precisamente es suficientemente grande como para alojar la estación de mecanizado por láser y las piezas que deben mecanizarse.

La pared de protección 18 presenta una capa de absorción 22 de un material carbonizable. Una capa de metal 24 está colocada de manera directamente adyacente a esta capa de absorción 22, en el lado interno de la pared de protección. En el ejemplo mostrado, en el lado externo de la pared de protección está colocada una capa de metal adicional 26.

En la construcción de la celda de protección para la fuente de rayo láser 12 se seleccionan los materiales y grosores de la capa de absorción 22 y de la capa de metal 24 en función del espectro y de la potencia o de la densidad de energía del rayo láser 14, de tal manera que la pared de protección 18 resista al rayo láser también en el caso de una irradiación permanente durante un tiempo de exposición predeterminado, por ejemplo, 100 s. En este caso, por una irradiación permanente debe entenderse una situación en la que el rayo láser 14 incide de manera permanente sobre el mismo punto en la capa de metal 24. La pared de protección 18 se concibe de tal manera que el rayo láser 14 pueda atravesar ciertamente la capa de metal 24, pero el rayo láser no pueda quemar completamente a través de la capa de absorción 26 en el plazo del tiempo de exposición predeterminado. El principio de funcionamiento se explicará a continuación mediante las figuras 2 y 3.

La figura 2 ilustra una situación en la que el rayo láser 14 incide en primer lugar sobre una pared de protección 18 todavía intacta en principio. En la capa de metal 24 se absorbe una parte de la energía del rayo láser incidente, de modo que la capa de metal se calienta localmente. Dado que la capa de metal 24 tiene solo un grosor limitado, la conducción térmica en el plano de la capa de metal es limitada. Por tanto, globalmente las pérdidas de calor por conducción térmica e irradiación térmica en el punto de incidencia del rayo láser son menores que el aporte de energía mediante el rayo láser, de modo que la capa de metal 24 sigue calentándose en el punto de incidencia. Esto tiene como consecuencia que debido a la acción del calor en la zona superficial adyacente de la capa de absorción 22 se inicie un proceso de carbonización.

En este caso, el material de la capa de absorción se descompone térmicamente. Por un lado se generan gases de combustión o vapores que, dado que la capa de metal 24 está todavía intacta, se difunden en el material preferentemente poroso de la capa de absorción 22. Además, se forma un residuo sólido carbonoso, que permanece en el sitio del proceso de carbonización y forma allí un tapón 28 sólido.

La conductividad térmica de este tapón 28 es claramente menor que la del material original de la capa de absorción 22, de modo que el calor del rayo láser puede evacuarse aún peor de la capa de metal 24. Por tanto, tras un determinado tiempo, por ejemplo, después de 1 a 10 segundos, el rayo 14 láser ha fundido un orificio 30

en la capa de metal 24, tal como se muestra en la figura 3. El rayo láser 14 incide ahora directamente sobre el tapón 28 carbonoso, que presenta una alta capacidad de absorción para la radiación láser y por tanto se calienta adicionalmente. Esto tiene como consecuencia que el proceso de carbonización en la capa de absorción 22 avance y que el tapón 28 crezca. Dado que el material carbonoso generado es poroso y/o quebradizo, una parte de los gases generados pueden salir ahora también por el orificio 30, de modo que el rayo láser 14 tiene que propagarse tanto directamente antes de la capa de metal 24 como también dentro del tapón 28 por humo o gas caliente, que absorbe una parte de la radiación láser y además desenfoca el rayo láser.

Sin embargo, dado que el diámetro del orificio 30 apenas es mayor que la sección transversal del rayo láser, la capa de metal 24 en el borde del orificio 30 sigue pudiendo retener en posición el material carbonizado del tapón 28, de modo que este material no se expulsa con la corriente del gas, sino que sigue permaneciendo en el tapón 28 y por consiguiente absorbe una parte cada vez mayor de la radiación láser.

Además, la conductividad térmica reducida del material carbonoso del tapón 28 se encarga de que la energía térmica del rayo láser pueda propagarse solo lentamente en dirección al lado externo de la pared de protección. Por tanto, con una profundidad cada vez mayor del tapón 28 se retarda cada vez más el proceso de carbonización, y el desprendimiento de gas que se produce en este caso no es tan fuerte como para que se expulsen cantidades grandes de material carbonizado a través del orificio 30.

Cuando el tapón 28 ha alcanzado una determinada profundidad, todavía a una distancia significativa de la capa de metal 26 en el lado externo, el rayo láser 14 se debilita tanto que el proceso de carbonización se detiene (por lo menos en dirección al lado externo de la pared de protección). El tapón 28 crece entonces solo en anchura y el calor del rayo láser se evacúa mediante radiación térmica, mediante conducción térmica y evaporación del material todavía no carbonizado de la capa de absorción 22 y en parte mediante conducción térmica en la capa de metal 24.

Por consiguiente, el mecanismo expuesto provoca que el rayo láser 14 “se quede enganchado” finalmente en la capa de absorción 22, de modo que en principio puede alcanzarse un tiempo de exposición infinito. En este caso, resulta esencial que la capa de metal 24 inicie la generación del tapón 28 en la fase representada en la figura 2 e impida que el material sólido de este tapón se arrastre inmediatamente debido al desprendimiento de gas. También, en el transcurso siguiente del proceso, la capa de metal 24 mantiene el material carbonizado en posición y por consiguiente provoca un autorefuerzo de la absorción de láser.

En el caso del material de la capa de absorción 22 se trata preferentemente de un plástico, que es absorbente en la longitud de onda de la luz láser, en particular un plástico espumoso, por ejemplo, una espuma dura porosa, que también en el estado no carbonizado presenta solo una conductividad térmica reducida. Son especialmente adecuados, por ejemplo, el poliuretano y el poliisocianurato. Sin embargo, también pueden utilizarse sustancias naturales carbonizables como capa de absorción. El término “carbonizable” no debe implicar por lo demás, que el material tenga que contener carbono. Solo es decisivo que en el caso de una descomposición térmica se genere un residuo sólido, que a la frecuencia del rayo láser presente una alta capacidad de absorción. Además, la conductividad térmica no debe ser demasiado grande.

El grosor de la capa de absorción 22 puede ascender, por ejemplo, a un valor de 40 a 100 mm.

En el caso de la capa de metal 24 se trata, por ejemplo, de una chapa de acero. El grosor puede ascender, según el material de la capa de metal y la potencia del rayo láser, por ejemplo, a un valor entre 0,1 y 3 mm. Cuanto mayor sea la potencia del rayo láser, mayor deberá elegirse el grosor de la capa de metal 24 y también el grosor de la capa de absorción 22.

La capa de metal 26 en el lado externo de la pared de protección tiene esencialmente solo el propósito de proteger el material de plástico espumoso de la capa de absorción 22 frente a un daño mecánico y frente a la penetración de humedad (la capa de metal 24 en el lado interno presenta también la misma función entre otras). El grosor de la capa de metal 26 está en el mismo orden de magnitud que el grosor de la capa de metal 24 y puede coincidir con el mismo o también ser mayor o menor.

Ejemplo de ensayo

Como fuente de rayo láser 12 se utilizó un láser de fibra con una longitud de onda de 1070 nm y una potencia de 5,8 kW. La óptica tenía una distancia focal de 460 mm. La intensidad máxima del rayo láser sobre la pared de protección ascendía a 3,1 MW/m^2.

La pared de protección 18 era una placa sándwich con un relleno de espuma de PIR de 80 mm de grosor como capa de absorción 22, una chapa de acero de 0,4 mm de grosor como capa de metal 24 en el lado interno y una chapa de acero de 0,6 mm de grosor como capa de metal 26 en el lado externo. A este respecto, se tenía un peso por unidad de superficie de la pared de protección de aproximadamente 12 kg/m^2.

La distancia entre la fuente de rayo láser 12 y la pared de protección 18 ascendió en un ensayo a 920 mm y en otro ensayo a 1380 mm, lo que correspondía a una construcción de prueba según la norma y a la distancia focal sencilla o doble.

El rayo láser se dirigió de manera permanente sobre el mismo punto de la pared de protección. Tras una duración (estimada) de aproximadamente 10 s, el rayo láser había atravesado la capa de metal 24. Tras una duración de irradiación total de 5 min se interrumpieron en cada caso los ensayos. En ese momento, el rayo láser no había atravesado en ningún caso la pared de protección.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para apantallar una zona de seguridad (16) que contiene una fuente de rayo láser (12) por medio de una pared de protección (18), que presenta una capa de absorción (22) de un material carbonizable y una capa de metal (24) en el lado de la capa de absorción opuesto a la fuente de rayo láser (12), caracterizado por que la capa de metal (24) se dimensiona en función de la densidad de energía del rayo láser (14), de tal manera que resista al rayo láser en el caso de una irradiación permanente, hasta que en la capa de absorción adyacente (22) se haya iniciado una carbonización debido al calor generado por el rayo láser en la capa de metal, y el rayo láser atraviesa entonces la capa de metal (24).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el material carbonizable de la capa de absorción (22) es un plástico.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el material de la capa de absorción (22) es un material espumoso.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de metal (24) es una chapa de acero.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de la capa de absorción (22) para un rayo láser con una potencia de entre 3 y 10 kW asciende a un valor de entre 40 y 100 mm.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el grosor de la capa de absorción (22) para un rayo láser con una potencia de entre 5 y 6,5 kW asciende a un valor de entre 70 y 80 mm.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de la capa de metal (24) para un rayo láser con una potencia de entre 3 y 10 kW asciende a un valor de entre 0,1 y 1,0 mm.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el grosor de la capa de metal (24) para un rayo láser con una potencia de entre 5 y 6,5 kW asciende a un valor de entre 0,3 y 0,6 mm.

Fig. 1

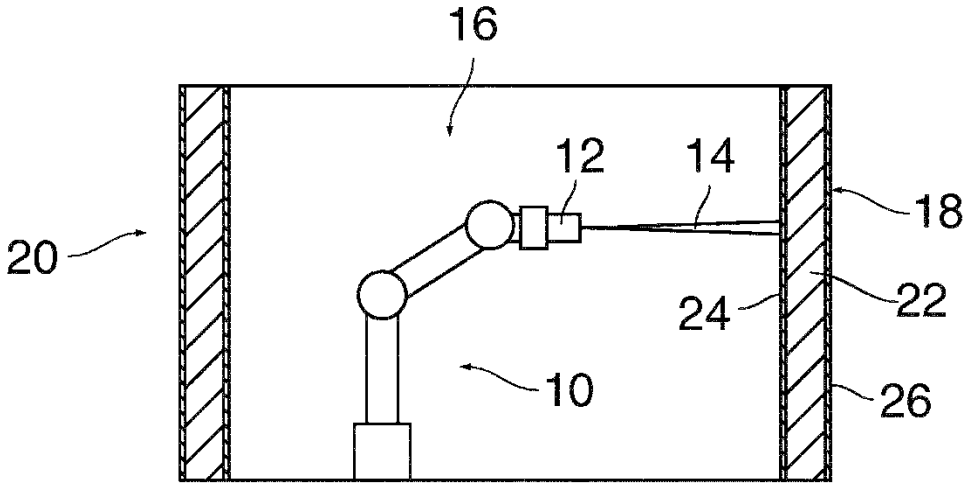

Fig. 2

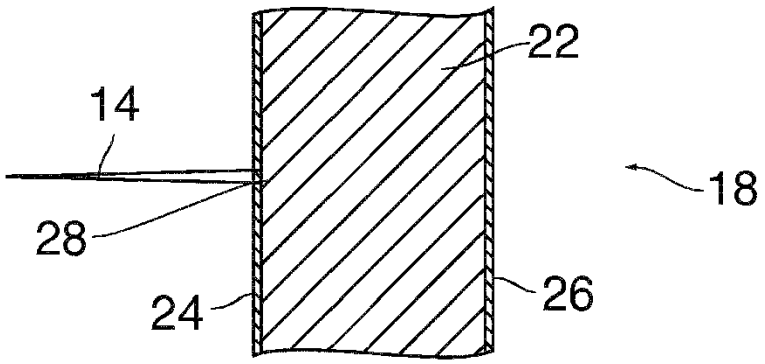
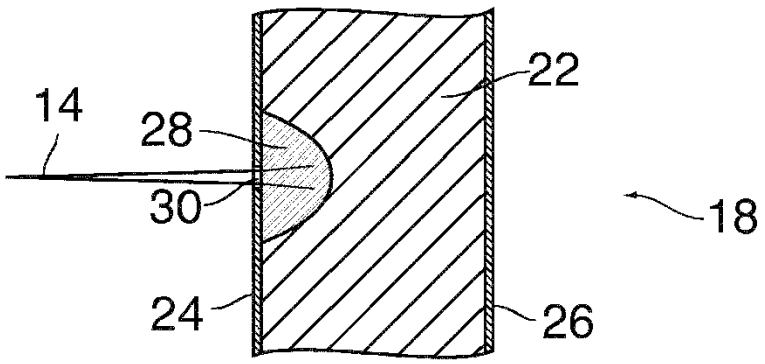
Fig. 3