

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 470**

51 Int. Cl.:

**B23K 37/02** (2006.01)

**B23K 26/08** (2014.01)

**B23K 26/12** (2014.01)

**B25J 19/00** (2006.01)

**G02B 6/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2014 PCT/EP2014/077320**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086724**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014 E 14809862 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 3079855**

54 Título: **Máquina de rayos láser para el procesamiento térmico de piezas de trabajo con un sistema de guía de cable que presenta una unidad de desviación montada**

30 Prioridad:

**12.12.2013 DE 102013113912**

**06.03.2014 DE 102014102955**

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

**06.06.2018**

73 Titular/es:

**MESSER CUTTING SYSTEMS GMBH (100.0%)**

**Otto-Hahn-Strasse 2-4**

**64823 Gross-Umstadt, DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, TOBIAS;**

**SCHRÖDER, ROBERT;**

**DÜNZKOFER, THOMAS y**

**GÖLLER, INGO**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 671 470 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).

**MÁQUINA DE RAYOS LÁSER PARA EL PROCESAMIENTO TÉRMICO DE PIEZAS DE TRABAJO CON UN SISTEMA DE GUÍA DE CABLE QUE PRESENTA UNA UNIDAD DE DESVIACIÓN MONTADA**

5 **Descripción**

Antecedentes técnicos

La presente invención se refiere a una máquina de rayos láser que incluye

10

- un cabezal láser para emitir un rayo láser sobre una pieza de trabajo que se ha de procesar;
- una unidad de movimiento para el movimiento tridimensional del cabezal láser, que presenta un pórtico de máquina que se puede mover en dirección lineal, en el que está sujeto un carro transversal de modo que se puede desplazar transversalmente y en el que está montado el cabezal láser;
- 15 • un cable de fibra flexible con un radio de curvatura mínimo admisible, que transmite el rayo láser al cabezal láser y que entra en un punto de entrada situado en el extremo superior del cabezal láser; y
- un sistema de guía de cable para guiar el cable de fibra al menos a lo largo de una parte de su longitud.

20

El procesamiento térmico utilizando una máquina de rayos láser sirve para separar, soldar, erosionar, perfilar, endurecer o marcar automáticamente piezas de trabajo. En este contexto, un rayo láser se mueve en relación con la superficie de la pieza de trabajo que se ha de procesar.

Estado de la técnica

25

Las máquinas de rayos láser disponen de una fuente de láser para generar el rayo láser y de un cabezal láser. El rayo láser de la fuente de láser es conducido al cabezal láser y dirigido sobre la pieza de trabajo que se ha de procesar. En la carcasa del cabezal láser están alojados y protegidos los componentes necesarios para enfocar el rayo láser.

30

Por regla general, el movimiento relativo entre el cabezal láser y la pieza de trabajo se realiza gracias a que el cabezal láser se puede mover en todas las direcciones espaciales mediante una unidad de movimiento, de modo que durante el procesamiento de la pieza de trabajo se puede recorrer de forma regulada un patrón almacenado en un control de máquina.

35

Como fuentes de láser se utilizan láseres de alta potencia en forma de láseres de gas, de fibra, de disco y de diodos, utilizándose principalmente radiación láser polarizada circularmente o no polarizada para evitar una dependencia de la dirección en el comportamiento de absorción en cortes de contorno. En la técnica de producción industrial son usuales principalmente los láseres de gas de dióxido de carbono (láseres de CO<sub>2</sub>), láseres de granate de itrio-aluminio dopado con neodimio (láseres Nd:YAG) y últimamente osciladores de vidrio de sílice dopado con iterbio como láseres de disco o en forma de fibras (láser de iterbio).

40

5 Para la transmisión del rayo láser al cabezal láser entran en consideración sistemas de espejos o cables de fibra óptica en forma de fibras ópticas flexibles; por regla general, las ópticas de fibras son más fáciles de manejar que los sistemas de espejos. En este contexto, el rayo láser se conduce al cabezal láser dentro de una única fibra óptica o en varias fibras ópticas reunidas en un haz. En adelante, los conceptos "fibra óptica" o "cable de fibra" representan tanto una fibra individual como un haz de fibras ópticas.

10 El cable de fibra se fija en el extremo superior del cabezal láser y sigue los movimientos transversales y verticales de éste. Por lo tanto, el cable de fibra se ha de tender de tal modo que pueda acompañar todo el recorrido de desplazamiento potencial del cabezal láser sin que se forme un radio de curvatura menor que un radio de curvatura mínimo predeterminado, lo cual conduciría a la rotura del cable de fibra.

15 Para sostener el cable de fibra en caso de áreas de procesamiento pequeñas o de bajas potencias de láser son suficientes unas suspensiones de cable usuales. En este contexto pueden estar previstas envolturas adicionales para la protección mecánica del cable de fibra y para el mantenimiento de un radio de curvatura admisible. Por ejemplo, el documento DE 39 06 571 A1 da a conocer envolturas de este tipo.

20 Sin embargo, en caso de procesos de corte de alta velocidad se pueden producir vibraciones mecánicas e intensas fuerzas centrífugas. Éstas pueden influir desfavorablemente en la calidad del rayo e incluso conducir a la rotura del cable de fibra, con lo que sale luz láser al entorno.

25 Para reducir este riesgo, en el documento DE 196 07 327 B4, que se considera el estado de la técnica más próximo, se propone una máquina de rayos láser del tipo mencionado en la introducción. Ésta presenta una fuente de láser para generar un rayo láser, un cabezal láser para el procesamiento térmico de una pieza de trabajo y un cable de fibra para transmitir el rayo láser al cabezal láser. Una unidad de movimiento sirve para desplazar el cabezal láser en un plano horizontal por encima de la superficie de la pieza de trabajo y para ajustar su distancia vertical con respecto a la pieza de trabajo. Para la realización del movimiento horizontal, la unidad de movimiento dispone de un sistema de guía lineal con cinemática de desplazamiento en serie de dos ejes que permite un desplazamiento de traslación del cabezal láser a lo largo de dos ejes de desplazamiento perpendiculares entre sí, que están realizados constructivamente de modo usual como un pórtico de máquina desplazable con carro transversal.

35 El cable de fibra se extiende a lo largo de todo el sistema de guía lineal hasta un punto de entrada situado en el extremo superior del cabezal láser, al que es conducido con un arco libre suficientemente grande. En secciones longitudinales sometidas a deformaciones intensas está rodeado por una camisa protectora flexible, instalada en forma de U, que limita la deformación. Entre las secciones longitudinales sometidas a deformaciones intensas se encuentran las transiciones desde un punto estacionario al pórtico de máquina móvil y desde éste al carro transversal móvil. Durante el movimiento de traslación del cabezal láser varían las longitudes de los lados de la camisa protectora en forma de U, pero no el radio de la forma de U, de modo que con el movimiento del cabezal láser el radio de curvatura del cable de fibra guiado dentro de dicha camisa no puede ser inferior al radio de curvatura mínimo. Dentro de la camisa protectora, que también se designa como cable de arrastre o cadena de energía, pueden estar alojadas otras líneas de control, de datos y de suministro.

5 El documento DE 10 2010 004 193 A1 describe un dispositivo para conectar térmicamente componentes electrónicos o mecánicos sobre una placa de circuitos impresos utilizando un rayo láser. La placa de circuitos impresos se posiciona sobre una mesa plana móvil, junto a la que está dispuesto un generador de láser y sobre la que está dispuesta una óptica de desviación para el rayo láser. El rayo láser es guiado mediante un cable de fibra óptica flexible desde el generador láser hasta un colimador que está dispuesto directamente delante de la óptica de desviación. Mediante el colimador, los rayos láser están alineados en paralelo y dirigidos hacia el sustrato. El cable de fibra óptica sigue el movimiento de la óptica de desviación sobre la mesa plana y se coloca en forma de lazo en un cable de arrastre.

10 El documento US 2010/0147810 A1 da a conocer una máquina de rayos láser CNC con un cabezal láser para la emisión de un rayo láser y una unidad de movimiento para el movimiento tridimensional del cabezal láser con pórtico de máquina móvil linealmente y carro transversal. El rayo láser se genera mediante un generador de láser de fibra (*fiberlaser*). El láser de fibra está rodeado por una envoltura protectora de plástico y es guiado dentro de una cadena de energía con radio de curvatura mínimo predeterminado. La envoltura protectora de plástico se fija al principio y al final de la cadena de energía para evitar que el láser de fibra se separe de la cadena de energía.

20 El documento US 2008/124032 A1 describe una guía de cable mecánica para un cable de fibra, que está conectada a un aparato óptico. La guía de cable es rígida y predetermina un radio de curvatura fijo para el cable de fibra. El cable de fibra se lleva desde arriba u horizontalmente a la guía de cable y describe dentro de ésta aproximadamente un cuarto de círculo (aproximadamente 90 grados) hacia abajo.

25 El documento JP 2012-194355 A da a conocer un dispositivo similar para la guía de cables de fibra. En este sistema de guía de cable de fibra también está prevista una guía de cable mecánica para un cable de fibra, conectada a un aparato óptico. La guía de cable es rígida y predetermina un radio de curvatura fijo para el cable de fibra; éste llega a la guía de cable en dirección horizontal y describe dentro de ésta un cuarto de círculo (aproximadamente 90 grados) hacia abajo.

30 Objetivo técnico

35 Sin embargo, las máquinas de rayos láser utilizables de forma flexible y adecuadas por ejemplo para el corte de bisel no solo requieren un rayo láser dirigido perpendicularmente sobre la superficie de la pieza de trabajo, sino también un procesamiento con rayo láser incidente oblicuamente. En este contexto puede ser necesario poder inclinar el cabezal láser con respecto a la vertical, lo que está asociado con una carga de flexión o torsión del cable de fibra.

La invención tiene como objetivo poner a disposición una máquina de rayos láser en la que también sean posibles posiciones oblicuas del cabezal láser sin que el cable de fibra sea sometido a una carga excesiva.

40 Descripción general de la invención

Este objetivo se resuelve según la invención a partir de una máquina de rayos láser del tipo mencionado en la introducción, en la que el sistema de guía de cable presenta una unidad de desviación montada en el cabezal láser que predetermina un arco de desviación mecánico que se extiende por encima del punto de

5 entrada y que se ajusta al punto de entrada, a través del cual el cable de fibra es guiado hacia el punto de entrada y cuyo radio es mayor que el radio de curvatura mínimo admisible del cable de fibra, siendo el cable de fibra conducido hasta el arco de desviación desde abajo, guiado sobre el arco de desviación, y llevado en sentido descendente por un lado del arco de desviación cercano al cabezal láser más o menos en línea recta o en todo caso con una pequeña curvatura hacia el punto de entrada.

10 En el cabezal láser de la máquina de rayos láser según la invención está fijada una unidad de desviación a través de la cual el cable de fibra es guiado hacia el cabezal láser. A causa de esta fijación, la unidad de desviación acompaña todos los movimientos del cabezal láser en el espacio, en particular todas las inclinaciones con respecto a la vertical. El arco del cable de fibra que se extiende hacia el punto de entrada en el extremo superior del cabezal láser está predeterminado de forma fija por un arco de desviación mecánico rígido. Por consiguiente, el arco del cable de fibra no se produce por una formación de arco libre del cable en el espacio (como en el caso de la máquina de rayos láser conocida), sino que el arco está predeterminado mecánicamente y es invariable en el tiempo. Este arco del cable de fibra también se designa en adelante como "arco estático" o "arco apoyado", a diferencia del "arco dinámico" libre del estado de la técnica. El arco estático tiene las siguientes ventajas:

- 20 • La posición del cable de fibra se estabiliza mecánicamente hasta el punto de entrada en el cabezal láser. Las fuerzas centrífugas que se pueden producir sobre todo en caso de procesos de corte con cambios de dirección rápidos se mantienen apartadas del cable de fibra y son suprimidas exclusivamente por la unidad de desviación.
- 25 • El radio de curvatura predeterminado por el arco de desviación rígido mecánico puede ser considerablemente más pequeño que el radio de curvatura admisible para el cable de fibra en caso de una formación de arco dinámica libre. El radio de curvatura más pequeño es menos saliente, requiere menos espacio y por lo tanto permite un modo de construcción más compacto. En particular está sometido a una menor aceleración centrífuga en caso de cambios de dirección o de rotación del cabezal láser que un arco libre más saliente.

30 La unidad de movimiento incluye un pórtico de máquina que se puede mover en una dirección longitudinal de una mesa de trabajo. La construcción a modo de pórtico se caracteriza por una alta estabilidad mecánica y permite que un carro transversal con el cabezal láser montado sobre el mismo se mueva en una dirección transversal (perpendicular a la dirección longitudinal). De este modo, el cabezal láser se puede mover sobre toda la superficie de la mesa de trabajo por medio de la unidad de movimiento.

35 La unidad de desviación está fijada en el cabezal láser directamente o indirectamente a través de uno o más elementos intermedios. Incluye el arco de desviación que se extiende al menos en parte por encima del punto de entrada del cable de fibra en el cabezal láser y que se ajusta al punto de entrada en una vertical, de modo que el cable de fibra, al salir del arco de desviación, incide sobre el punto de entrada del cabezal láser extendiéndose en línea recta o en todo caso con una pequeña curvatura.

40 Con este fin, el arco de desviación está preferiblemente configurado y dispuesto con respecto al cabezal láser de tal modo que el cable de fibra incida sobre el arco de desviación en un punto de contacto alejado del cabezal láser y salga del arco de desviación en sentido descendente hacia el punto de entrada en un punto de contacto cercano al cabezal láser.

De acuerdo con la invención, el cable de fibra es conducido hasta el arco de desviación desde abajo, guiado sobre el arco de desviación, y llevado en sentido descendente por el lado del arco de desviación cercano al cabezal láser en dirección más o menos recta o en todo caso con una pequeña curvatura hacia el punto de entrada. El arco de desviación está dispuesto lo más cerca posible del eje longitudinal del cabezal láser y de este modo asegura la extensión lateral más corta posible (= pequeño saliente lateral) de la unidad de desviación con un radio de curvatura determinado. Por lo tanto, en caso de un movimiento de giro del cabezal láser alrededor de su punta de soplete, el denominado "Tool Center Point" (TCP), o en caso de una rotación del cabezal láser alrededor de su eje de giro, el cable de fibra ha de realizar un recorrido de movimiento más pequeño.

A esto también contribuye el que, como ya se ha explicado más arriba, el arco de desviación predetermina un radio estático para la curvatura del cable de fibra, que puede ser comparativamente más pequeño y que preferiblemente está dentro del intervalo de 100 a 150 mm.

La ventaja de un saliente lateral más pequeño del cable de fibra y de la unidad de desviación se incrementa en una forma de realización especialmente ventajosa de la máquina de rayos láser, en la que una distancia (A) del punto de contacto alejado del cabezal láser a un eje de suministro de rayo que se extiende a través del punto de entrada es más pequeña que el diámetro del arco de desviación.

El eje de suministro de rayo está situado en el eje de herramienta del cabezal de corte por láser. El cable de fibra describe más de solo un semicírculo alrededor del arco de desviación, por ejemplo describe tres cuartos de círculo. No incide sobre el arco de desviación en el lugar situado a una distancia máxima del eje de herramienta (que correspondería al diámetro del arco de desviación), sino que incide sobre el arco de desviación en un punto más cercano al eje de herramienta y después es guiado alrededor del arco de desviación hasta el punto de contacto cercano al cabezal láser, donde abandona de nuevo el arco de desviación.

Mediante el guiado estrecho junto al cabezal láser, el cable de fibra se extiende cerca del punto de rotación del eje de herramienta (o también llamado eje C) y en caso de cambios rápidos de la dirección de movimiento está sometido a una fuerza centrífuga y una torsión lo más pequeñas posible.

Se ha comprobado que resulta ventajoso que la unidad de desviación presente un estribo y un adaptador que está fijado al cabezal láser a través del estribo y que une el arco de desviación con un tubo protector para el cable de fibra.

En caso necesario, el cable de fibra puede estar rodeado por un tubo protector flexible, como por ejemplo un tubo ondulado de metal o de plástico. Dentro de éste es guiado de forma protegida el cable protector a un adaptador, que dispone por un lado de un alojamiento para el tubo protector flexible y por otro lado de un alojamiento para el arco de desviación rígido. Por lo tanto, el cable de fibra se coloca sobre el arco de desviación a través del adaptador. El punto de contacto alejado del cabezal láser, mencionado más arriba, en el que el cable de fibra entra en el arco de desviación está situado en el adaptador o en las inmediaciones de éste.

El propio adaptador se sujeta en un estribo que está unido con el cabezal láser directamente o a través de uno o más elementos intermedios de tal modo que acompaña todos los movimientos del cabezal láser, en particular también inclinaciones con respecto a la vertical. En este contexto, el estribo, el adaptador y el arco de desviación son partes de la unidad de desviación.

5

En particular en relación con un saliente lateral pequeño y un guiado estrecho de la unidad de desviación en el cabezal láser resulta ventajoso que el estribo tenga un eje central de estribo que defina un ángulo de menos de 30 grados con el eje longitudinal del cabezal láser.

10

De este modo, el eje central del estribo y el eje longitudinal del cabezal láser (eje de herramienta) no son paralelos, sino que se extienden en un ángulo agudo entre sí, lo cual influye menos en la dinámica de la máquina que un estribo que se aleje lateralmente del cabezal láser en un ángulo obtuso (de por ejemplo 90 grados). En este contexto, por el "eje central del estribo" se ha de entender la línea recta imaginaria que une la sujeción de estribo en el cabezal láser y el adaptador.

15

El tubo protector se extiende por secciones por un espacio de movimiento definido en el área entre el pórtico de máquina y el cabezal láser, y está unido por un extremo al adaptador y por el otro extremo al pórtico de máquina.

20

El tubo protector para el cable de fibra está sujeto al carro transversal del pórtico de máquina, desde donde se tiende flojo en uno o más arcos a través de dicho espacio de movimiento. El espacio de movimiento se encuentra en el mismo lado del pórtico de máquina que la pieza de trabajo que se ha de procesar y el cabezal láser. Desde allí, el cable de fibra se guía en sentido ascendente hacia el adaptador. El cable de fibra tendido en el espacio de movimiento sigue los movimientos del cabezal láser. Cuanto más cerca del eje de herramienta se guíe el cable de fibra, más pequeñas serán las amplitudes de movimiento. En este sentido, a pesar de que el cable se tiende flojo, la longitud de tendido del cable de fibra en el espacio de movimiento es lo más corta posible.

25

30

Se ha comprobado que resulta favorable que el tubo protector esté realizado como un tubo aletado metálico flexible y que el arco de desviación sea de aluminio o de un material reforzado con fibra de carbono.

35

El arco de desviación presenta preferiblemente una pared que en algunas secciones está cerrada en forma de tubo y/o que en algunas secciones está realizada en sección transversal en forma de semicoquilla.

40

Las paredes tubulares laterales parcialmente cerradas contribuyen a la fijación del cable de fibra en el arco de desviación y como protección contra daños mecánicos. En el caso más sencillo, el arco de desviación consiste en dos paredes laterales curvadas que están unidas entre sí a través de puentes transversales o puntales.

#### Ejemplo de realización

La invención se describe más detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización y dibujos. En este contexto las figuras muestran en representación esquemática lo siguiente:

**Figura 1** vista tridimensional de una forma de realización de la máquina de rayos láser según la invención con una unidad de posicionamiento y una unidad de desviación;

5

**Figura 2** una representación tridimensional ampliada de un fragmento de la máquina de rayos láser con la unidad de desviación; y

**Figura 3** la unidad de desviación en una vista frontal sobre el cabezal láser.

10

En el ejemplo de realización, la máquina de rayos láser según la invención es una máquina de corte por láser y el cabezal láser está realizado como soplete de corte por láser 3. El soplete de corte por láser 3 está compuesto por una unidad de suministro de rayo 27 y el cabezal de corte por láser 24 propiamente dicho unido a la misma.

15

La **Figura 1** muestra una vista de conjunto de la unidad de movimiento de la máquina de corte por láser y de la guía para el cable de fibra hacia el soplete de corte por láser 3.

20

Los componentes básicos y las funciones de la unidad de movimiento son conocidos por el documento DE 10 2012 008 122 A1. Ésta incluye un pórtico de máquina 1 y un carro transversal 2 en el que está montado el soplete de corte por láser 3. El pórtico de máquina 1 y el carro transversal 2 se pueden mover a lo largo de los dos ejes lineales 5, 6 situados perpendicularmente entre sí. Independientemente de esto, el soplete de corte por láser 3 se puede desplazar por medio de un sistema de guía lineal 9 con una cinemática de desplazamiento a lo largo de los ejes de desplazamiento 7 y 8 (flechas de dirección 7; 8) en dos direcciones espaciales. El soplete de corte por láser 3 se puede subir o bajar a lo largo del eje de altura regulable 7 para regular su altura. El eje de desplazamiento 8 se extiende paralelo al eje lineal 5 (flechas de dirección 4) de la unidad de movimiento y por lo tanto es redundante con respecto a éste. Los dos ejes de desplazamiento 7; 8 se extienden perpendiculares al eje lineal 6, de modo que por medio del sistema de guía lineal se pueden realizar movimientos pequeños del soplete de corte por láser 3 en la dirección de los ejes redundantes 5 a lo largo del eje de desplazamiento 8. Los movimientos grandes del soplete de corte por láser 3 a lo largo de este eje se llevan a cabo mediante el pórtico de máquina 1.

30

La máquina de corte por láser dispone de un láser de fibra iterbio (no representado en la figura). El láser de fibra de iterbio transmite una radiación con una longitud de onda de trabajo de alrededor de 1070 nm con alta potencia de láser (varios kW). El rayo láser es guiado hacia el soplete de corte por láser 3 a través de un cable de fibra 10. El cable de fibra 10 está realizado como una fibra óptica individual que está provista de una envoltura de plástico para protegerla contra cargas mecánicas. El radio de curvatura libre mínimo del cable de fibra en caso de carga dinámica está especificado con 200 mm.

35

40

A través de una cadena de energía 11 montada en el carro transversal 2, el cable de fibra 10 llega en sentido descendente hasta un espacio de movimiento 14, en el que también se encuentran el soplete de corte por láser 3 y la pieza de trabajo que se ha de procesar (no representada). En este tramo de cable, el cable de fibra 10 está envuelto por un tubo protector 12 de metal con perfil ondulado para una protección mecánica adicional, y es llevado en arco a una unidad de desviación 13 que se explica con mayor detalle



más abajo con referencia a la Figura 2. Para que el cable de fibra 10 se mueva lo menos posible en el espacio de movimiento, se guía lo más cerca posible del eje de herramienta. Por ello, la cadena de energía 11 está dispuesta de tal modo que un ramal está fijado en el carro transversal 2 y el otro está fijado en el sistema de guía lineal 9 de la unidad de movimiento del cabezal láser. De este modo, la cadena de energía

5 11 no solo realiza los movimientos del cabezal láser en la vertical (dirección z) y en la dirección de movimiento del carro transversal 2 (dirección y), sino también en la dirección x. De esta forma, la longitud de tendido del cable de fibra 10 en el espacio de movimiento 14 puede ser corta y el cable de fibra se puede guiar lo más cerca posible del eje de herramienta.

10 La **Figura 2** muestra una representación ampliada del sistema de guía lineal 9. Éste presenta una cinemática de desplazamiento en serie de dos ejes que permite un desplazamiento del soplete de corte por láser 3 a lo largo de los ejes de desplazamiento 7 y 8. Para un movimiento a lo largo del eje de desplazamiento 8 está prevista una unidad telescópica 22 que está realizada a modo de un cajón que se puede desplazar a través de un accionamiento 23. En su extremo distal, el cajón está conformado en forma

15 de horquilla y constituye una articulación giratoria para el cabezal de corte por láser 24. Adicionalmente, dos riostras 31a, 31b de longitud fija están unidas con el cabezal de corte por láser 24 a través de juntas de rótula. Las riostras 31a, 31b están alojadas de forma móvil a lo largo de ejes de desplazamiento mediante correderas 32; 32b, que tienen en cada caso un accionamiento. Los ejes de desplazamiento definen entre sí un ángulo de 53° y despliegan un plano que se extiende inclinado en un ángulo de 36° con respecto a la

20 dirección de desplazamiento 8.

El *Tool-Center-Point* es el foco del rayo láser, que normalmente se encuentra en la superficie de la pieza de trabajo que se ha de procesar, o un poco por debajo de la misma. En caso de un cambio de la orientación del cabezal de corte por láser 24, el *Tool-Center-Point* se puede mantener aproximadamente fijo en el

25 espacio con la colaboración del sistema de guía lineal.

Con el fin de evitar una colisión con el sistema de guía lineal en caso de una inclinación del cabezal de corte por láser 24 hacia la disposición de cojinetes, el soplete de corte por láser 3 presenta una unidad de desviación de rayo 26 que guía el rayo láser hacia el cabezal de corte por láser 24. A través de la unidad de

30 desviación de rayo 26 se extiende un eje de suministro de rayo 28 y, desplazado con respecto a éste, un eje de simetría de herramienta 25 a través del cabezal de corte por láser 24 (eje de simetría del cabezal de corte por láser). Esta disposición desplazada conduce a una extensión más pequeña del cabezal de corte por láser 24 en la dirección del eje de simetría del cabezal de corte por láser y a un menor espacio necesario para el cabezal de corte por láser 24. De este modo, cuando el cabezal de corte por láser 24 se

35 inclina, puede llegar al entrante 33, lo que en conjunto permite un ángulo de inclinación grande y un área de trabajo grande para el cabezal de corte por láser 24.

De acuerdo con la invención, la magnitud de la libertad de movimiento del cabezal de corte por láser 24 está respaldada por un modo especial de guía del cable de fibra 10 utilizando una unidad de desviación 13

40 que se explica más detalladamente a continuación.

La unidad de desviación 13 incluye un estribo de retención 131 metálico que está sujeto al soplete de corte por láser 3, un adaptador 132 que se sujeta mediante el estribo de retención, y un arco de desviación 133 de material reforzado con fibra de carbono. Éste consiste esencialmente en dos superficies laterales

5 curvadas que están unidas entre sí por la parte inferior a través de puentes. Las superficies laterales tienen un espesor de pared de 2 mm. El arco de desviación 133 es tan rígido que, teniendo en cuenta las cargas mecánicas que normalmente se producen, asegura el radio de curvatura de 150 mm predeterminado constructivamente. El adaptador 132 presenta en su extremo inferior un alojamiento para el tubo protector 12 y en su extremo superior un alojamiento para el arco de desviación 133.

10 El estribo de retención 131 se extiende en un ángulo agudo desde el cabezal de corte por láser 24 en dirección oblicua hacia arriba, tal como se explica todavía más detalladamente con referencia a la Figura 3. El cable de fibra 10 es guiado desde el tubo protector 12 a través del adaptador 132 sobre el arco de desviación 133 estático, y desde allí en línea prácticamente recta hasta un punto de entrada 35 de la unidad de suministro de rayo 27. Debido a la unión con el cabezal de corte por láser 24, la unidad de desviación 13 acompaña todos los movimientos del cabezal de corte por láser 24 en el espacio, sin que en este proceso cambie la forma del arco de desviación 133.

15 Las superficies laterales del arco de desviación 133 guían el cable de fibra 10 y lo protegen contra daños mecánicos. El extremo de salida superior del arco de desviación 133 se ajusta al punto de entrada 35 del cable de fibra 10 en la unidad de suministro de rayo 27 en el sentido de que éste, después de salir del arco de desviación 133, se extiende prácticamente recto hacia el punto de entrada 35.

20 Mediante el arco de desviación 133, que acompaña el movimiento y que está predeterminado estáticamente por la construcción, se estabiliza mecánicamente la posición del cable de fibra 10 hasta el punto de entrada 35, y en concreto también en caso de inclinaciones del cabezal de corte por láser 24 con respecto a la vertical. Las fuerzas centrífugas debidas a cambios de dirección rápidos del cabezal de corte por láser 24 se mantienen apartadas del cable de fibra 10 y son suprimidas por la unidad de desviación 13.

25 Además, el radio de curvatura predeterminado por el arco de desviación 133 rígido mecánico - en el ejemplo de realización 150 mm - puede ser considerablemente más pequeño que el radio de curvatura admisible para el cable de fibra en caso de una formación de arco libre (normalmente de al menos 200 mm). Dado que el radio de curvatura más pequeño es menos saliente lateralmente, requiere menos espacio y posibilita un modo de construcción más compacto. En particular está sometido a una menor aceleración centrífuga en caso de cambios de dirección o de rotación del cabezal de corte por láser 24 que en el caso de un arco de cable de fibra libre más saliente lateralmente. Las fuerzas que actúan sobre el cable de fibra 10 también se mantienen bajas en este sentido.

35 El cable de fibra 10 incide en un punto de contacto 134 alejado del cabezal de corte por láser (se trata del punto de entrada en el arco de desviación 133; en la Figura 2 está tapado por la pared del arco de desviación 133) sobre el arco de desviación 133, y sale del arco de desviación 133 en un punto de contacto 136 cercano al cabezal de corte por láser (se trata del punto de salida del arco de desviación 133) en sentido descendente, prácticamente en línea recta hacia el punto de entrada 35 del cable de fibra.

40 La **Figura 3** muestra una vista frontal del soplete de corte por láser 3, el cabezal de corte por láser 24 en ángulo y la unidad de desviación 13. En esta vista, el eje de suministro de rayo 28 y el eje de simetría de herramienta 25 se extienden uno detrás de otro.

## ES 2 671 470 T3

El cable de fibra 10 es guiado alrededor del arco de desviación 133 hasta el punto de contacto 136 cercano al cabezal de corte, donde abandona el arco de desviación. Desde el punto de entrada 134 del arco de desviación hasta el punto de salida 136 del arco de desviación, el cable de fibra 10 describe tres cuartos de círculo alrededor del arco de desviación 133.

5

El eje central 135 del estribo de retención 131 define un ángulo agudo  $\alpha$  de menos de 30 grados con los mencionados ejes 25; 28. El arco de desviación 133 tiene un diámetro de 230 mm (radio: 115 mm) y está dispuesto lo más cerca posible de los ejes 25 y 28. Esto se muestra en que la distancia A entre los ejes 25, 28 y el punto de contacto 134 alejado del cabezal de corte por láser es menor que el diámetro del arco de desviación 133. En el ejemplo de realización, la distancia A es de 200 mm.

10

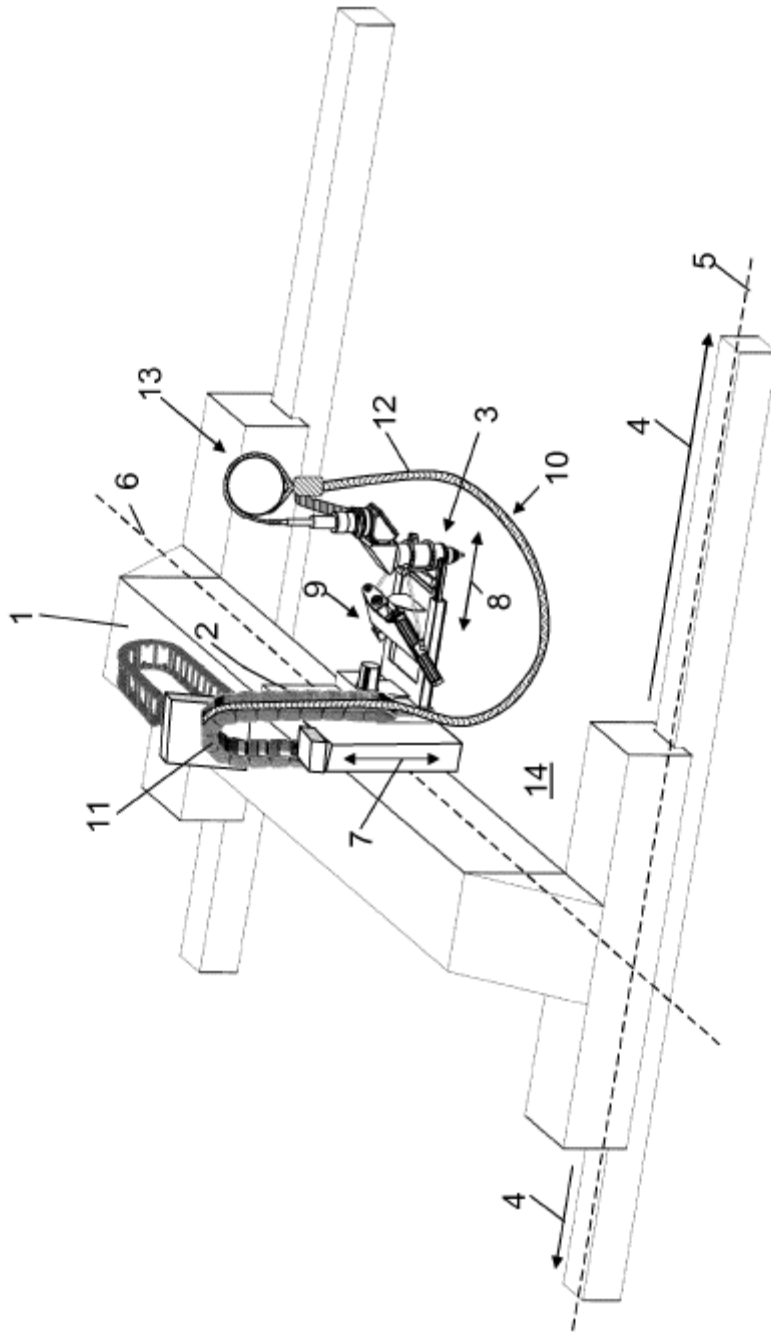
Por lo tanto, el cable de fibra 10 incide sobre el arco de desviación 133 en el punto de entrada del arco de desviación 134, cuya distancia del cabezal de corte por láser 24 no es la máxima. Dado que el cable de fibra 10 incide sobre el arco de desviación 133 en un punto más cercano al cabezal de corte por láser 24, el cable de fibra 10 y el tubo protector 12 son guiados lo más cerca posible de los ejes 25; 28 del cabezal de corte por láser 24 y del punto de giro del eje de herramienta (eje C). De este modo, el cable de fibra 10 está sometido a menores cargas mecánicas por fuerzas centrífugas en caso de cambios de dirección rápidos y a una menor torsión en caso de rotación del cabezal de corte por láser 24.

15

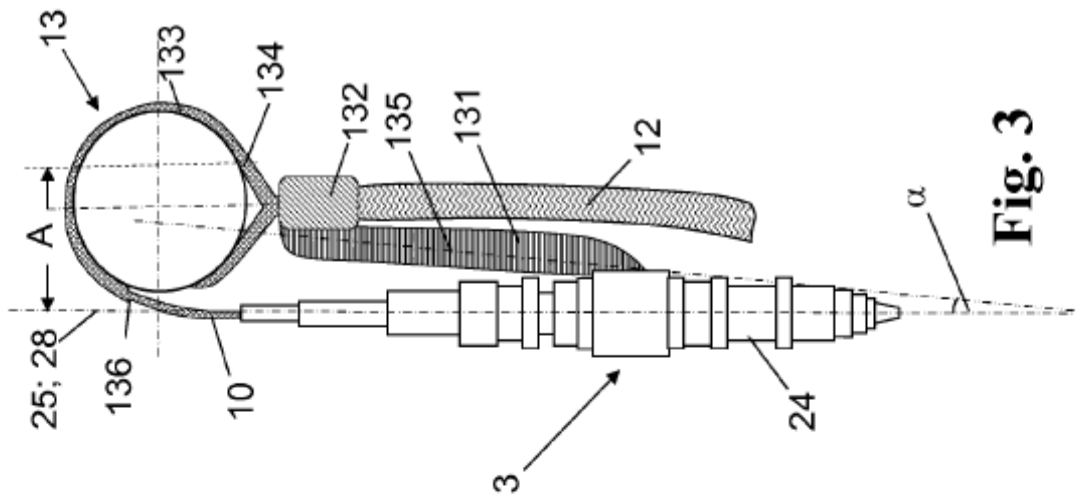
**Reivindicaciones**

1. Máquina de rayos láser que comprende
- 5
- un cabezal láser (3) para emitir un rayo láser sobre una pieza de trabajo que se ha de procesar,
  - una unidad de movimiento (1, 2, 9) para el movimiento tridimensional del cabezal láser (3), que presenta un pórtico de máquina (1) que se puede mover en dirección lineal, en el que está sujeto un carro transversal (2) que se puede desplazar
- 10
- transversalmente y en el que está montado el cabezal laser (3),
  - un cable de fibra flexible (10) con un radio de curvatura mínimo admisible, que transmite el rayo láser al cabezal láser (3) y que entra en un punto de entrada (35) situado en el extremo superior del cabezal láser, y
  - un sistema de guía de cable (12; 13) para guiar el cable de fibra (10) al menos a lo
- 15
- caracterizada porque** el sistema de guía de cable (12; 13) presenta una unidad de desviación (13) montada en el cabezal láser (3) que predetermina un arco de desviación (133) rígido que se extiende por encima del punto de entrada (35) y que se ajusta al punto de entrada (35), a través del cual es guiado el cable de fibra (10) hacia el punto de entrada (35) y cuyo radio es mayor que el radio de curvatura mínimo admisible del cable de fibra (10), conduciéndose el cable de fibra (10) desde abajo hasta el arco de desviación (133), pasando por el arco de desviación (133), y descendiendo hacia el punto de entrada (35) por un lado del arco de desviación (133) cercano al cabezal láser, más o menos en línea recta o en todo caso con una pequeña curvatura.
- 20
- 25
2. Máquina de rayos láser según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el cable de fibra (10) incide sobre el arco de desviación (133) en un punto de contacto (134) alejado del cabezal láser y sale del arco de desviación (133) en sentido descendente hacia el punto de entrada (35) en un punto de contacto (136) cercano al cabezal láser.
- 30
3. Máquina de rayos láser según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el arco de desviación (133) presenta un radio de entre 100 a 150 mm.
- 35
4. Máquina de rayos láser según la reivindicación 2 o 3, **caracterizada porque** una distancia (A) entre el punto de contacto (134) alejado del cabezal láser y un eje longitudinal (28) del cabezal láser que se extiende a través del punto de entrada (35) es menor que el diámetro del arco de desviación (133).
- 40
5. Máquina de rayos láser según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la unidad de desviación (13) presenta un estribo (131) y un adaptador (132) que está fijado al cabezal láser (3) a través del estribo (131) y que une el arco de desviación (133) con un tubo protector (12) para el cable de fibra (10).

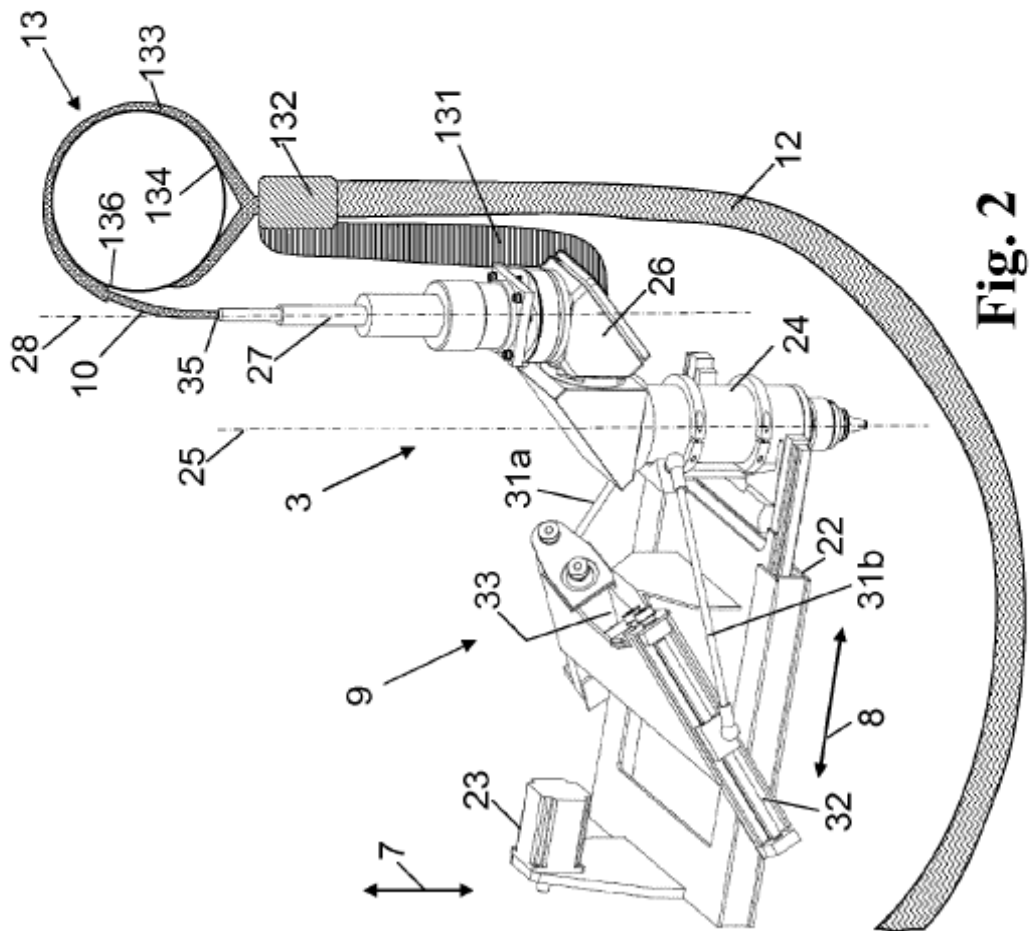
6. Máquina de rayos láser según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el estribo (131) tiene un eje central de estribo (135) que define un ángulo ( $\alpha$ ) de menos de 30 grados con el eje longitudinal (28) del cabezal láser.
- 5 7. Máquina de rayos láser según la reivindicación 5 o 6, **caracterizada porque** el tubo protector (12) se extiende por secciones por un espacio de movimiento (14) definido en el área entre el pórtico de máquina (1) y el cabezal láser (3), y está unido por un extremo al adaptador (132) y por el otro extremo al carro transversal (2).
- 10 8. Máquina de rayos láser según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada porque** el tubo protector (12) está realizado como un tubo aletado metálico flexible y el arco de desviación (133) está hecho de aluminio o de un material reforzado con fibra de carbono.
- 15 9. Máquina de rayos láser según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el arco de desviación (133) presenta una pared que en algunas secciones está cerrada en forma de tubo y/o que en algunas secciones está realizada en sección transversal en forma de semicoquilla.



**Fig. 1**



**Fig. 3**



**Fig. 2**