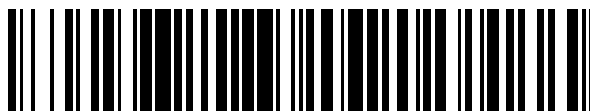


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 122**

51 Int. Cl.:

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/20 (2006.01)

B23K 26/04 (2006.01)

B23K 1/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2007 E 07023923 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 1935552**

54 Título: **Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser**

30 Prioridad:

20.12.2006 DE 102006060116

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

13.03.2013

73 Titular/es:

**ERLAS ERLANGER LASERTECHNIK GMBH
(50.0%)
KRAFTWERKSTRASSE 26
91056 ERLANGEN, DE y
BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HOFFMANN, PETER, PROF.;
HORNIG, HANS y
BERNDL, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 398 122 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

Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser

5 La invención se refiere a un cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser según el preámbulo de la reivindicación 1, estando configurado el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser para dividir un rayo láser de entrada en al menos dos rayos láser de salida y concentrarlos en una zona de mecanizado común.

10 El mecanizado de material por láser se usa entretanto en una pluralidad de técnicas de fabricación, por ejemplo, corte, soldadura directa, soldadura indirecta, temple y también recubrimiento. Mientras que algunos procesos de fabricación se pueden llevar a cabo de manera fácil y reproducible a escala de laboratorio, en la implementación a nivel industrial se originan a menudo problemas tan graves que hacen fracasar el procedimiento de fabricación correspondiente. A este respecto, la guía de rayo y la formación de rayo del rayo láser desempeñan a menudo un papel clave en la realización y la implementación de los procedimientos de fabricación.

15 Una técnica de guía de rayo, usual entretanto, es la llamada técnica de doble rayo o múltiples rayos, en la que dos o más rayos láser se alimentan simultáneamente a la zona de mecanizado para llevar a cabo el mecanizado. Este tipo de guía y formación de rayo permite obtener en la zona de mecanizado premisas específicas, por ejemplo, en relación con la aportación de energía.

La implementación de la técnica de doble rayo o múltiples rayos en colaboración con o para la industria requiere una técnica de sistema que ha de satisfacer el campo de tensiones del uso diario, la robustez, la compactibilidad y la estabilidad de un estándar industrial.

20 El documento FR 2 823 688 se refiere a una disposición para el mecanizado de material por láser con un material complementario, en la que un rayo láser incidente se transforma en un rayo anular, de modo que se puede alimentar axialmente un material complementario.

25 El documento US 4 250 372 se refiere a un dispositivo de mecanizado para el temple por rayo láser, que no presenta, sin embargo, un dispositivo de alimentación para alimentar un medio a la zona de mecanizado. Como se deriva en particular de la disposición de los lentes de enfoque 241 y 242 en la figura 2, tampoco está previsto aquí un espacio para este tipo de dispositivos de alimentación.

El documento EP 1 568 435 A1 se refiere a una máquina de mecanizado por láser, en particular un cabezal de mecanizado, que presenta un divisor de rayo para dividir el rayo láser en dos rayos parciales enfocados sobre la pieza de trabajo. A este respecto, un rayo láser incidente se divide en dos rayos parciales que discurren en ángulo recto al rayo láser incidente y que se dirigen hacia una zona de mecanizado común mediante espejos de enfoque.

30 Los documentos JP2003080388 y JP2000244095 describen respectivamente dispositivos, en los que un rayo láser de entrada se subdivide en varios rayos láser individuales que se proyectan sobre una pieza de trabajo. Durante el mecanizado no se alimenta un material complementario o similar.

35 En la solicitud de patente europea EP 1179382A1, por ejemplo, se propone un cabezal de mecanizado por rayo láser y una máquina de mecanizado por rayo láser, dividiéndose en el cabezal de mecanizado por rayo láser el rayo láser en dos rayos parciales y concentrándose estos por vías de rayo separadas, pero mediante un sistema óptico común, en una zona de mecanizado común. En sentido coaxial a los dos rayos parciales está dispuesta una punta de herramienta que sirve para alimentar, por ejemplo, gas, alambre, polvo o similar.

40 La guía de rayo dentro del cabezal de mecanizado está configurada aquí de manera que un rayo láser de salida colimado se divide en dos rayos parciales, discurrendo los dos rayos parciales respectivamente, según la configuración, en paralelo o en perpendicular entre sí y enfocándose, por último, en un zona de mecanizado común mediante un lente de enfoque común. La ventaja del dispositivo presentado en la solicitud de patente europea radica en particular en la previsión de un cabezal de mecanizado compacto que ahorra espacio.

Es objetivo de la presente invención proponer un cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser que divida un rayo láser de entrada en al menos dos rayos láser de salida y tenga una construcción robusta y a la vez compacta.

45 Este objetivo se consigue mediante un cabezal de mecanizado con múltiples rayos laser con las características de la reivindicación 1. Formas de realización preferidas o ventajosas de la invención se derivan de las reivindicaciones secundarias, de la siguiente descripción y/o de las figuras adjuntas.

50 Según la invención se propone un cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser que está configurado para dividir un rayo láser de entrada en al menos dos rayos láser de salida y concentrarlos en una zona de mecanizado común.

El cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser está configurado en particular para el acoplamiento a una instalación láser, por ejemplo, mediante una guía de rayo abierta o mediante una guía de rayo de conductor de fibra óptica. La instalación láser está configurada en particular como instalación de láser de CO₂, de ND-YAG, de cuerpo sólido, de gas o de diodo.

La zona de mecanizado común identifica preferentemente una zona sobre una superficie de pieza de trabajo que se mecaniza a la vez mediante al menos los dos rayos láser de salida, produciendo los dos rayos láser de salida durante el mecanizado un efecto sinérgico y/o mecanizando una zona de mecanizado continua.

5 El cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser presenta un módulo divisor de rayo que está configurado y/o dispuesto para dividir el rayo láser de entrada en dos rayos parciales en una primera vía de rayo y una segunda vía de rayo, estando colimado en particular el rayo láser de salida y/o estando disponible como rayo láser paralelo. En formas de realización alternativas puede estar prevista también otra división en una tercera, cuarta vía de rayo adicional, etc. La división del rayo láser de entrada puede estar implementada de cualquier forma, usándose preferentemente espejos semitransparentes, espejos scraper, espejos de diafragma o similar. El módulo divisor de rayo puede comprender opcionalmente también varios elementos ópticos.

Un medio de enfoque está configurado para enfocar dos o los al menos dos rayos parciales, generándose así los rayos láser de salida. A tal efecto, el medio de enfoque puede estar configurado como sistema óptico transmisivo, difractivo o también reflectivo.

15 El marco de la invención comprende que los dos o todos los rayos parciales se enfoquen mediante un sistema óptico común. Sin embargo, se prefiere que cada rayo parcial y/o cada rayo láser de salida se enfoquen o estén enfocados mediante un sistema óptico de enfoque propio asignado al rayo parcial o al rayo láser de salida. Esta forma de realización preferida tiene la ventaja de que se puede prescindir de sistemas ópticos de enfoque de diámetro muy grande y, por tanto, costosos.

20 El cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser presenta un dispositivo de alimentación que suministra un medio a la zona de mecanizado por una sección extrema, pudiendo ser el medio gaseoso, líquido o sólido o pudiendo estar configurado como corriente de energía adicional. La sección extrema está rodeada por los al menos dos rayos láser de salida y/o dispuesta en sentido coaxial a estos.

25 La sección extrema define en su dirección de guía central un eje central para el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser. El eje central está configurado preferentemente como un eje dispuesto centralmente entre los ejes de rayo de los rayos láser de salida incidentes.

Según la invención se propone que la primera y la segunda vía de rayo estén configuradas de manera que discurren, al menos por secciones, en ángulo entre sí en una proyección sobre un plano de distribución, dispuesto en perpendicular o esencialmente en perpendicular al eje central, y/o en el plano de distribución.

30 En una alternativa de realización posible, la primera vía y la segunda vía de rayo están dispuestas de manera desplazable en altura entre sí en dirección del eje central. En otra alternativa de realización especialmente preferida, la primera y la segunda vía de rayo forman el plano de distribución dispuesto en perpendicular o esencialmente en perpendicular al eje central. En otra alternativa de realización posible, las secciones de la primera y la segunda vía de rayo, dispuestas en ángulo entre sí, forman un plano común con una inclinación respecto al plano de distribución menor de 45°, preferentemente menor de 30°, en particular menor de 15°.

35 En el caso de esta configuración, la invención parte del análisis de que la trayectoria de rayo según el estado de la técnica, que se encuentra siempre en línea recta respecto a la primera y la segunda vía de rayo en el plano de distribución, parece una solución compacta, pero deja poco espacio constructivo para la integración del dispositivo de alimentación. El dispositivo de alimentación se debe disponer entonces con dificultad en arco respecto a las vías de rayo. En cambio, la solución según la invención prevé que el dispositivo de alimentación se pueda instalar al menos por secciones, con ahorro de espacio, en un espacio intermedio creado por las vías de rayo dispuestas en ángulo.

45 Una solución complementaria o alternativa, según la invención, prevé que la primera y/o la segunda vía de rayo presenten en una proyección sobre un plano de rayo único, dispuesto en paralelo o esencialmente en paralelo al eje central, un acodamiento en ángulo obtuso que está configurado con un valor mayor de 120°, preferentemente mayor de 150°, en particular mayor de 160°. Se parte aquí de un ángulo máximo de 180° en caso de una trayectoria no acodada de la vía de rayo.

50 Esta realización de la invención se basa también en la idea innovadora común de reducir el espacio constructivo del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser, a saber, al acodarse ligeramente una vez más las vías de rayo en el plano de rayo único, en particular a fin de crear primero entre las dos vías de rayo espacio para la integración del dispositivo de alimentación o secciones de éste y a continuación concentrar los rayos láser de salida entre sí en la zona próxima al mecanizado.

55 En una aplicación preferida, la primera y la segunda vía de rayo están dispuestas entre sí en forma de y/o triángulo en la proyección sobre o en el propio plano de distribución, comprendiendo el punto de ramificación o la tercera esquina del triángulo preferentemente un elemento divisor de rayo y/o formándose mediante éste. Con especial preferencia, la primera y la segunda vía de rayo forman conjuntamente un ángulo de 90°.

En la zona intermedia, formada por la disposición triangular o en forma de y, están integradas o dispuestas

preferentemente al menos secciones del dispositivo de alimentación. En el caso de estas secciones se puede tratar, por ejemplo, de conductos de alimentación, motores, dispositivos de reserva, por ejemplo, bobinas de alambre, etc.

5 En una variante preferida de la invención, la primera y la segunda vía de rayo presentan respectivamente una unidad de desviación que provoca una desviación en ángulo recto o esencialmente en ángulo recto de la respectiva vía de rayo. En particular, las vías de rayos se desvían desde el plano de distribución en ángulo recto, especialmente en dirección aproximada de la zona de mecanizado y/o en paralelo al eje central.

10 En una realización ventajosa, el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser presenta un sensor de observación y/o cámara que están dispuestos en sentido coaxial a la primera o la segunda vía de rayo a continuación de la primera unidad de desviación y configurados preferentemente para la observación del proceso o para la preparación del proceso. En esta realización se aprovecha otra ventaja de la invención que radica en que las primeras unidades de desviación de las vías de rayo se pueden disponer de manera que es posible una observación del proceso y/o de la zona de mecanizado en sentido coaxial a las vías de rayo, sin una ampliación evidente del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser.

15 En una aplicación constructiva preferida, el módulo divisor de rayo está construido como un espejo semirreflectante o como una combinación entre un espejo de desviación y un espejo o el espejo semirreflectante. En este caso se prefiere en particular que el rayo de salida esté dispuesto primero en paralelo al eje central, se desvíe en 90° hacia el plano de distribución mediante el espejo de desviación y se distribuya aquí con el espejo semitransparente en las dos vías de rayo que forman un ángulo intermedio de 90°. El marco de la invención comprende también el uso de elementos semirreflectivos o divisores de rayo mecánicos, en vez de elementos semitransmisivos.

20 Se prefiere que el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser esté configurado de manera que los rayos parciales discurren de manera colimada o esencialmente colimada en la primera y/o la segunda vía de rayo. En una definición muy estrecha, un rayo colimado es un rayo, cuyo foco de radio se encuentra en el infinito. Sin embargo, es usual conseguir la posición focal durante el mecanizado mediante un ligero enfoque del rayo colimado, de modo que en el sentido de la invención, el término rayo colimado se aplica también para rayos ligeramente enfocados o desenfocados. Un rayo ligeramente enfocado está presente, por ejemplo, si el foco está alejado del lente de colimación más de 1 m, en particular más de 2 m, preferentemente más de tres metros.

25 El cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser presenta opcionalmente después de la primera unidad de desviación un acodamiento o el acodamiento en la trayectoria de rayo ulterior que se consigue preferentemente mediante un primer o un segundo prisma dispuesto en la primera vía de rayo o en la segunda vía de rayo. Los prismas de este tipo son conocidos por el técnico y se componen, por ejemplo, de un cuerpo de vidrio, cuya superficie de entrada y superficie de salida están dispuestas en ángulo entre sí.

30 El primer y el segundo prisma están dispuestos preferentemente de manera simétrica entre sí, en particular respecto al eje central, de modo que se consigue en total una trayectoria de rayo simétrica entre la primera y la segunda vía de rayo. El primer y/o el segundo prisma presentan opcionalmente en cada caso un elemento de sujeción ajustable para fines de ajuste.

Aunque básicamente es posible guiar los al menos dos rayos parciales mediante un sistema óptico o lente de enfoque común, se prefiere que el medio de enfoque esté configurado como dos o más sistemas ópticos de enfoque separados que en cada uno están asignados individualmente a un rayo parcial y están dispuestos en particular a distancia uno de otro.

35 40 Para conseguir en particular la simetría en la zona, próxima al mecanizado, del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser se prefiere asimismo que los sistemas ópticos de enfoque estén dispuestos simétricamente entre sí, en particular respecto al eje central. En este caso se prefiere especialmente que los sistemas ópticos de enfoque estén posicionados entre sí de manera inclinada en un ángulo de inclinación, en particular de modo que los sistemas ópticos de enfoque queden dispuestos respectivamente en perpendicular a la trayectoria de rayo del rayo láser de salida asignado. Esto se consigue especialmente porque el ángulo de inclinación de los sistemas ópticos de enfoque corresponden en cada caso al ángulo de acodamiento menos 180°.

45 50 Para conseguir una aplicabilidad variada o una parametrización del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser está previsto preferentemente que los sistemas ópticos de enfoque estén dispuestos de manera desplazable en paralelo a su extensión superficial. Mediante un desplazamiento de los sistemas ópticos de enfoque relativamente respecto a los rayos parciales, los focos asignados de los rayos láser de salida se mueven a la vez aproximadamente en el mismo valor que el desplazamiento de los sistemas ópticos de enfoque. Por tanto, mediante el desplazamiento opcional de los sistemas ópticos de enfoque se logra un desplazamiento del punto focal de los rayos de salida en la zona de mecanizado, específicamente en un plano paralelo al plano de distribución. De este modo es posible influir convenientemente en los procesos de mecanizado, por ejemplo, mediante un parámetro de "distancia focal".

55 El desplazamiento de los sistemas ópticos de enfoque se lleva a cabo preferentemente mediante un sistema mecánico de desplazamiento configurado, por ejemplo, como dos mesas de desplazamiento dispuestas en cruz. En este caso, es posible hacer uso de mesas de desplazamiento que se pueden adquirir de manera económica y con

una alta precisión. El sistema óptico de enfoque se posiciona preferentemente de manera que el rayo láser de salida o el rayo láser de salida enfocado se guía a través de un orificio de paso libre en el centro de las mesas de desplazamiento. El desplazamiento se puede realizar aquí manualmente, por ejemplo, como un posible ajuste antes de mecanizado, o mediante motor, lo que permite también un seguimiento durante el proceso de mecanizado.

- 5 Para garantizar una implementación, en colaboración con la industria, del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser, éste presenta preferentemente una carcasa que comprende un primer espacio óptico que está cerrado respecto al entorno de manera hermética al aire y/o a la suciedad durante el funcionamiento y que aloja el módulo divisor de rayo y los prismas. La asignación de estos dos elementos ópticos al primer espacio óptico se debe especialmente a que estos constituyen componentes rígidos o casi rígidos que no se han de variar más durante el funcionamiento normal del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser. Este primer espacio óptico presenta preferentemente una tapa de cierre fijada mediante una unión atornillada permanente. Una unión atornillada permanente constituye aquí una unión atornillada que presenta una pluralidad de tornillos, por lo que de esto se deduce claramente que esta tapa de cierre no se debe abrir en cada mecanizado, o presenta medios de cierre que tampoco posibilitan una apertura rápida de la tapa de cierre.
- 10 En una variante preferida, la carcasa presenta un segundo y/o un tercer espacio óptico, en el que están dispuestos los sistemas mecánicos de desplazamiento junto con los sistemas ópticos de enfoque y a los que se puede acceder a través de ventanillas de mantenimiento. A este respecto, está previsto ventajosamente que se pueda acceder a las ventanillas de mantenimiento mediante cierres rápidos que se pueden abrir y cerrar con un esfuerzo de montaje menor que los cierres permanentes de la tapa de cierre.
- 15 En una configuración ventajosa, la carcasa está configurada como un cuerpo de una sola pieza que sirve a la vez como banco óptico de los componentes: módulo divisor de rayo, dado el caso, la base del conductor de fibra óptica, las unidades de desviación, los prismas y los sistemas ópticos de enfoque. Con especial preferencia, la carcasa está configurada de manera que se enfría por agua o activamente por aire para adaptarse así a un funcionamiento continuo durante la fabricación.
- 20 El cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser, según la invención, se caracteriza especialmente porque está configurado y/o adaptado para trabajos de soldadura indirecta, corte, soldadura directa y/o recubrimiento. Por consiguiente, el dispositivo de alimentación está realizado preferentemente como dispositivo de alimentación de alambre de soldadura indirecta, gas de corte, alambre de soldadura directa, corriente de soldadura, polvo de soldadura y/o recubrimiento de polvo o alambre de recubrimiento.
- 25 En caso de una integración preferida del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser en una instalación de mecanizado de material por láser, el control está configurado preferentemente desde el punto de vista de la técnica de programación y/o de circuitos de manera que el llamado Tool-Center-Point (TCP, punto central de la herramienta) está dispuesto en el eje central del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser y los rayos láser de salida se ajustan a este TCP. Esta forma de realización tiene la ventaja de que en la programación de la instalación láser como punto de referencia esencial, el punto de incidencia del centro está definido en la zona de referencia o en un plano de mecanizado y los rayos láser de salida se pueden ajustar libremente a este TCP.
- 30
- 35

Otras características, ventajas y efectividad de la invención se derivan de la descripción siguiente, así como de las figuras adjuntas de ejemplos de realización de la invención. Muestran:

- 40 Figura 1 en una vista delantera, en representación esquemática, la trayectoria de rayo mostrada de un cabezal de doble rayo como un primer ejemplo de realización de la invención;
- Figura 2 en vista delantera, en representación esquemática, un cabezal de doble rayo modificado como un segundo ejemplo de realización de la invención con trayectoria de rayo parcialmente mostrada;
- Figura 3 una vista en planta desde arriba con la tapa abierta en representación esquemática del cabezal de doble rayo de la figura 2 con trayectoria de rayo mostrada;
- 45 Figura 4 en vista delantera, en representación esquemática, el cabezal de doble rayo de la figura 2 con tapa cerrada;
- Figura 5 en representación esquemática tridimensional, inclinada desde la parte delantera, el cabezal de doble rayo de la figura 2;
- Figura 6 en representación esquemática tridimensional, inclinada desde atrás, el cabezal de doble rayo de la figura 2; y
- 50 Figura 7 en representación lateral esquemática, el cabezal de doble rayo de la figura 2.

Los números de referencia iguales o en correspondencia entre sí identifican en cada caso las partes iguales o en correspondencia entre sí.

La figura 1 muestra en una vista esquemática en planta un cabezal de doble rayo 1 con tapas abiertas o suprimidas

gráficamente, así como una trayectoria de rayo 2 mostrada esquemáticamente como un primer ejemplo de realización de la invención.

5 El cabezal de doble rayo 1 forma parte de una instalación de mecanizado por láser, no representada, que comprende además una fuente de rayo, una máquina guía y un control. La fuente de rayo está configurada como láser Nd-YAG con una potencia de al menos un kilowatt. La máquina guía está realizada, por ejemplo, como robot, en particular como robot de 6 ejes. El control sirve para controlar el cabezal de doble rayo 1, la fuente de rayo, así como la máquina guía.

10 Partiendo de la fuente de rayo, un rayo láser se guía a través de un cable de fibra óptica hacia un enchufe de fibra 3 que se puede enchufar o está enchufado a una unidad de colimación 4 asignada al cabezal de doble rayo 1. A continuación de la unidad de colimación 4, el rayo láser de entrada 5 representado en la figura 1 entra ahora en la carcasa 6 del cabezal de doble rayo, en la que el rayo de láser de entrada 5 se guía de manera abierta y colimada o casi colimada.

15 El rayo láser de entrada 5 incide sobre un elemento divisor de rayo 7 que está configurado, por ejemplo, como un espejo divisor de rayo con una división de 50:50 (especificación a modo de ejemplo: BS 1064/45 U50/AR + R50% 655; lado trasero: BBAR) y divide el rayo láser de entrada 5 en un primer rayo parcial 8 y en un segundo rayo parcial 9 que están dispuestos en ángulo recto entre sí.

El primer rayo parcial 8 es transmitido por el elemento divisor de rayo 7, se desplaza ligeramente en paralelo respecto al rayo láser de entrada 5 y se guía a continuación hacia una primera unidad de desviación 10 configurada como espejo de desviación (especificación a modo de ejemplo: HR 1064/45 HR 655 BBAR).

20 En la trayectoria ulterior, el primer rayo parcial 8, desviado en ángulo recto por la primera unidad de desviación 10, se guía hacia una segunda unidad de desviación 11 configurada, asimismo, como espejo de desviación. A diferencia del espejo de desviación en la primera unidad de desviación 10, el espejo de desviación en la segunda unidad de desviación 11 está configurado simultáneamente como espejo de desacoplamiento para la luz en el intervalo visible, en particular en el intervalo de longitud de onda de 655 nm, de modo que la zona de mecanizado se puede observar
25 coaxialmente con el primer rayo parcial 8. El primer rayo parcial 8 se vuelve a desviar en ángulo recto mediante la segunda unidad de desviación 11, de modo que el primer rayo parcial queda orientado en paralelo o esencialmente en paralelo al rayo láser de entrada 5.

30 En el elemento divisor de rayo 7, el segundo rayo parcial 9 se desvía en ángulo recto y entra a continuación en una tercera unidad de desviación 12 que está configurada de manera análoga a la segunda unidad de desviación 11 y desvía en ángulo recto el segundo rayo parcial 9, de modo que éste queda orientado en paralelo al rayo láser de entrada 5 y/o al primer rayo parcial 8 después de la segunda unidad de desviación 11 (flecha 13 respectivamente). Por consiguiente, al principio del tercio inferior de la carcasa 6 del cabezal de doble rayo 1, el primer y el segundo rayo parcial 8 ó 9 están orientados en paralelo entre sí y distribuidos simétricamente respecto al rayo láser de
35 entrada. El rayo láser de entrada 5, el primer rayo parcial 8 y el segundo rayo parcial 9 se encuentran en un plano común que se puede identificar como plano de rayo único.

A continuación, el primer o el segundo rayo parcial 8 ó 9 entra respectivamente en una unidad de desviación 14 ó 15 que desvía entre sí los respectivos rayos parciales 8 ó 9 en un ángulo aproximado de 15° en el plano de rayo único, de modo que los rayos parciales salientes 8 y 9 quedan orientados de manera que convergen entre sí. Las unidades de desviación 14 ó 15 están configuradas como prismas para la desviación de rayos. Opcionalmente, los prismas
40 están alojados de manera ajustable, de modo que en esta zona se pueden hacer correcciones necesarias, dado el caso, en la orientación del rayo. Se ha de señalar al respecto que el primer o el segundo rayo parcial 8 ó 9 está presente aún como rayo colimado, de modo que la densidad de potencia superficial sobre los elementos ópticos 11, 12, 14, 15 es pequeña.

45 Los rayos parciales 8, 9, orientados ahora de manera que convergen entre sí, pasan a continuación en cada caso a través de un sistema óptico de enfoque propio 16 ó 17 que presenta en este ejemplo una distancia focal $f = 280$ mm. Los sistemas ópticos de enfoque 16 ó 17 están fijados respectivamente en un elemento de sujeción ajustable 18 ó 19 que permite un desplazamiento del sistema óptico de enfoque 16 ó 17 en un plano en perpendicular al respectivo rayo parcial 8 ó 9. Con este elemento de sujeción ajustable 18 ó 19 es posible desplazar convenientemente en paralelo el punto focal en la zona de mecanizado o los rayos láser de salida. En el presente ejemplo, los elementos
50 de sujeción ajustables 18 ó 19 están configurados respectivamente como una disposición en serie de mesas lineales en cruz que se pueden desplazar con una alta precisión y de manera reproducible mediante tornillos micrométricos. Como alternativa al respecto, pueden estar previstos también servomotores accionados por motor.

55 Los rayos parciales 8 ó 9, enfocados ahora, y los rayos láser identificados en adelante como rayos láser de salida 20 ó 21 pasan a continuación por un dispositivo de cristal protector 22 ó 23 que permite un cambio rápido del cristal protector mediante un cajón de cristal protector. Los rayos láser de salida 20 ó 21 pasan a continuación a través de toberas 24 ó 25, con las que se puede alimentar el gas de protección y/o de trabajo a la zona de mecanizado, y después salen libremente para encontrarse en la zona de una zona de mecanizado 26. Se ha de señalar al respecto que los rayos láser de salida 20 ó 21 no se han de solapar necesariamente en la zona de mecanizado 26, sino que

es suficiente que estos queden dispuestos de manera contigua.

A fin de alimentar un alambre de soldadura indirecta a la zona de mecanizado 26, el cabezal de doble rayo 1 presenta una punta de herramienta 27 que está dispuesta en el centro o en sentido coaxial a los rayos parciales 8, 9 y/o a los rayos láser de salida 20, 21 y/o en sentido coaxial al rayo láser de entrada 5 y que está configurada como elemento alimentador de alambre. La punta de herramienta 27 define simultáneamente en su extensión longitudinal un eje central respecto al cabezal de doble rayo 1, estando dispuestos en la zona de mecanizado 26 los rayos láser de salida 20, 21 alrededor de la punta de herramienta 27 o alrededor de un alambre 28 que sale de la punta de herramienta 27. En particular, los rayos láser de salida 20, 21 están dispuestos de manera diametral entre sí relativamente respecto a la punta de herramienta 27 o al alambre 28.

Una sección inferior 29 se encuentra dispuesta asimismo en el centro respecto a los rayos parciales 8, 9 en la zona central de la carcasa 6 y una sección superior 30 del elemento alimentador de alambre se encuentra dispuesta en la zona de la tapa.

Por encima de la segunda y la tercera unidad de desviación 11, 12 están dispuestas cámaras de observación 31 ó 32 en una prolongación imaginaria de los rayos parciales paralelos 8 ó 9, en dirección inversa de propagación de rayos, que observan respectivamente la zona de mecanizado 26 en sentido coaxial a través del espejo divisor de rayo o el espejo de desacoplamiento en la segunda unidad de desviación 11 o en la tercera unidad de desviación 12.

La carcasa 6 del cabezal de doble rayo 1 se puede cerrar con tres tapas (no representadas) de manera hermética a la suciedad, estando prevista adicionalmente un cordón de caucho circunferencial 33 para la obturación.

Las ventajas del cabezal de doble rayo 1 radican sobre todo en que en la sección del cabezal de doble rayo 1, próxima a la zona de mecanizado, éste se ha configurado de forma muy estrecha con una pequeña cantidad de contornos de interferencia. Para trabajos de mecanizado modificados puede estar dispuesta como punta de herramienta 27 una tobera de polvo, una tobera de alimentación de gas (por ejemplo, gas de corte o gas de combustión) o también un electrodo de soldadura. En vez de las cámaras de observación 31, 32 pueden estar integrados también pirómetros, sensores de proceso o similar. La carcasa 6 se enfría con un canal de enfriamiento trasero, no representado, a fin de prevenir una deformación de la carcasa y, por tanto, imprecisiones en el recorrido de banda durante el mecanizado. Cuando se usa el cabezal de doble rayo 1, se ha comprobado la ventaja de usar como Tool-Center-Point (TCP) la punta de alambre 28 que en algunas formas de realización no está configurada con posibilidad de ajuste lateral. Las posiciones de los rayos láser de salida 20, 21 se pueden ajustar después como parámetros de proceso mediante los elementos de sujeción ajustables 18 a 19.

La figura 2 muestra en una vista delantera esquemática una realización alternativa de un cabezal de doble rayo 100, configurado en la zona inferior de manera análoga al cabezal de doble rayo 1, por lo que para la descripción de esta zona del cabezal de doble rayo 100 se remite a la descripción anterior. Sin embargo, la trayectoria de rayo 2 tiene otra configuración en la zona superior, como se explica a continuación por medio de la figura 3.

La figura 3 muestra una vista en planta del cabezal de doble rayo 100 en vista axial desde arriba, con la tapa superior retirada o suprimida gráficamente. En la prolongación de la unidad de colimación 4 (véase figura 2) entra el rayo láser de entrada 5 y éste se desvía en ángulo recto en una unidad de desviación central 34. A continuación de la unidad de desviación central está previsto un elemento divisor de rayo central 35 que permite transmitir el primer rayo parcial 8 (sólo con un pequeño desplazamiento en paralelo) y desvía el segundo rayo parcial 9 en 90°. Por tanto, a continuación del elemento divisor de rayo central 35, los rayos parciales 8 y 9 están dispuestos en ángulo entre sí, formando uno respecto a otro un ángulo de 90°. En particular, los rayos parciales 8 ó 9 salen del elemento divisor de rayo central 35 con este ángulo intermedio. El rayo láser de salida desviado 5, así como los dos rayos parciales 8 y 9 definen un plano de distribución dispuesto en perpendicular al eje central definido por la punta de herramienta 27.

A continuación, los rayos parciales 8, 9 entran en unidades de desviación, cuya función corresponde a la de la segunda unidad de desviación 11 o la tercera unidad de desviación 12 en la figura 1 y que, por tanto, están identificadas con los mismos números de referencia. Después de las unidades de desviación 11 ó 12, los rayos parciales 8, 9 están orientados en paralelo entre sí y entran en la parte inferior del cabezal de doble rayo 100 que, como ya se mencionó, está configurada de manera análoga a la zona inferior del cabezal de doble rayo 1.

La figura 4 muestra el cabezal de doble rayo 100 en la misma representación de la figura 3, pero con las tapas protectoras 36 colocadas y atornilladas para proteger los elementos ópticos.

La figura 5 muestra el cabezal de doble rayo 100 en una representación inclinada desde arriba, en la que se puede observar una vez más la distribución espacial de la unidad de colimación 4 y las cámaras de observación 31 y 32 dispuestas en sentido coaxial a las unidades de desviación 11 y 12.

La figura 6 muestra el cabezal de doble rayo 100 en una vista tridimensional inclinada desde atrás, en la que se puede observar claramente un adaptador 37 configurado para la unión mecánica con la máquina guía, presentando el adaptador 37 una serie de interfaces de unión configuradas para el acoplamiento con líneas de suministro, corriente y/o señales y/o para el paso de éstas.

La figura 7 muestra el cabezal de doble rayo 100 en una vista lateral esquemática, en la que están representados el plano de distribución 38, así como el plano de rayo único 39.

Es posible también naturalmente configurar la trayectoria de rayo 2 en el cabezal de doble rayo 100 de manera similar a la del cabezal de doble rayo 1, a saber, al girarse el elemento divisor de rayo 7, así como la primera unidad de desviación 10 en cada caso en 45° con relación al rayo láser de entrada 5. Se ha de señalar al respecto además que las vías de rayo 8 y 9 están configuradas con la misma longitud en ambos cabezales de doble rayo 1, 100.

Lista de números de referencia

	1, 100	Cabezal de doble rayo
	2	Trayectoria de rayo
10	3	Enchufe de fibra
	4	Unidad de colimación
	5	Rayo láser de entrada
	6	Carcasa
	7	Elemento divisor de rayo
15	8	Primer rayo parcial
	9	Segundo rayo parcial
	10	Primera unidad de desviación
	11	Segunda unidad de desviación
	12	Tercera unidad de desviación
20	13	Flecha
	14 ó 15	Unidad de desviación
	16 ó 17	Sistema óptico de enfoque
	18 ó 19	Elemento de sujeción ajustable
	20 ó 21	Rayo láser de salida
25	22 ó 23	Dispositivo de cristal protector
	24 ó 25	Toberas
	26	Zona de mecanizado
	27	Punta de herramienta
	28	Alambre
30	29	Sección inferior del dispositivo de alimentación
	30	Sección superior del dispositivo de alimentación
	31 ó 32	Cámara de observación
	33	Cordón de caucho
	34	Unidad de desviación central
35	35	Elemento divisor de rayo central
	36	Tapa
	37	Adaptador
	38	Plano de distribución

39 Plano de rayo único

REIVINDICACIONES

1. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) que está configurado para dividir un rayo láser de entrada (5) en al menos dos rayos láser de salida (20, 21) y concentrarlos en una zona de mecanizado común (26), con un módulo divisor de rayo (11) que está configurado y dispuesto para dividir el rayo láser de entrada (5) en dos rayos parciales en una primera vía de rayo (8) y una segunda vía de rayo (9), con un medio de enfoque (16, 17) que está configurado y dispuesto para enfocar los dos rayos parciales a fin de generar los rayos láser de salida (20, 21), y con un dispositivo de alimentación (27, 28, 29, 30) que está dispuesto y configurado para alimentar un medio a la zona de mecanizado (26), estando rodeada una sección extrema (27, 28) del dispositivo de alimentación por los al menos dos rayos láser de salida (20, 21) y definiendo la sección extrema (27, 28) en su dirección de guía central un eje central para el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100), **caracterizado porque** la primera y la segunda vía de rayo (8, 9) están configuradas de manera que discurren, al menos por secciones, en ángulo entre sí y en forma de y en una proyección sobre un plano de distribución (38), dispuesto en perpendicular o esencialmente en perpendicular al eje central, y/o en el plano de distribución (38), quedando encerrada al menos parcialmente mediante la disposición en forma de y una zona intermedia, en la que están dispuestas secciones del dispositivo de alimentación (27, 28, 29, 30), y/o porque la primera y/o la segunda vía de rayo (8, 9) presentan en una proyección sobre un plano de rayo único (39), dispuesto en paralelo o esencialmente en paralelo al eje central, o en el plano de rayo único (39) delante del medio de enfoque (16, 17) un acodamiento en ángulo obtuso que forma un ángulo cerrado mayor de 120°, preferentemente mayor de 150°, en particular mayor de 160°, a fin de crear primero entre las dos vías de rayo (8, 9) espacio para la integración del dispositivo de alimentación (27, 28, 29, 30) o secciones de éste y a continuación concentrar los rayos láser de salida en la zona próxima al mecanizado.
2. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (100) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera y la segunda vía de rayo (8, 9) presentan respectivamente una unidad de desviación (10, 11, 12) que provoca una desviación en ángulo recto o esencialmente en ángulo recto.
3. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** en la trayectoria de rayo después de la desviación están dispuestos sensores y/o cámaras de observación (31, 32) en una prolongación imaginaria en dirección de rayo negativa de la primera o la segunda vía de rayo (8, 9).
4. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el módulo divisor de rayo (7) está configurado como espejo semitransparente.
5. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los rayos parciales discurren de manera colimada a lo largo de la primera y/o la segunda vía de rayo (8, 9).
6. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el acodamiento está o están creado(s) mediante un primer y/o un segundo prisma (14, 15) dispuestos en la primera vía de rayo (8) o en la segunda vía de rayo (9).
7. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el primer y el segundo prisma (14, 15) están dispuestos de manera simétrica entre sí.
8. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el medio de enfoque está configurado como dos sistemas ópticos de enfoque separados (16, 17).
9. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los sistemas ópticos de enfoque (16, 17) están dispuestos de manera simétrica entre sí.
10. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado porque** los sistemas ópticos de enfoque (16, 17) están dispuestos de manera inclinada entre sí en un ángulo de inclinación.
11. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** el ángulo de inclinación corresponde al ángulo de acodamiento menos 180°.
12. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los sistemas ópticos de enfoque (16, 17) están dispuestos de manera desplazable en paralelo a su extensión superficial y/o en perpendicular a la primera o la segunda vía de rayo (8, 9) en la zona de los sistemas ópticos de enfoque mediante un sistema mecánico de desplazamiento (18, 19).
13. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el sistema mecánico de desplazamiento (18, 19) está configurado como dos mesas de desplazamiento dispuestas en cruz para desplazar los sistemas ópticos de enfoque (16, 17).
14. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado porque** el desplazamiento está configurado de manera que se puede realizar manualmente o mediante motor.

15. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** una carcasa (6) que presenta un primer espacio óptico que está cerrado respecto al entorno de manera hermética al aire durante el funcionamiento y que aloja el módulo divisor de rayo (7) y los prismas (14, 15).
- 5 16. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 15, **caracterizado porque** en el primer espacio óptico están alojados sólo componentes ópticos rígidos.
17. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado porque** el primer espacio óptico está cerrado con una tapa de cierre (36) fijada con una unión atornillada permanente.
- 10 18. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado porque** la carcasa presenta un segundo y/o un tercer espacio óptico, en el que están dispuestos los sistemas mecánicos de desplazamiento (18, 19) y a los que se puede acceder a través de ventanillas de mantenimiento (36).
- 15 19. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 18, **caracterizado porque** las ventanillas de mantenimiento (36) están protegidas mediante cierres rápidos que se pueden abrir y cerrar con un esfuerzo menor que la unión atornillada permanente.
20. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones 15 a 19, **caracterizado porque** la carcasa (6) presenta un cuerpo de una sola pieza que está configurado a la vez como banco óptico.
- 20 21. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según la reivindicación 20, **caracterizado porque** la carcasa (6) está configurada de manera que se enfría con agua.
22. Cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un control acoplado, estando configurado el control desde el punto de vista de la técnica de programación y/o de circuitos de manera que el Tool-Center-Point (TCP) está ajustado en el eje central del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser.
- 25 23. Uso del cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el cabezal de mecanizado con múltiples rayos láser (1, 100) está configurado como cabezal de soldadura indirecta, corte, soldadura directa y/o recubrimiento.

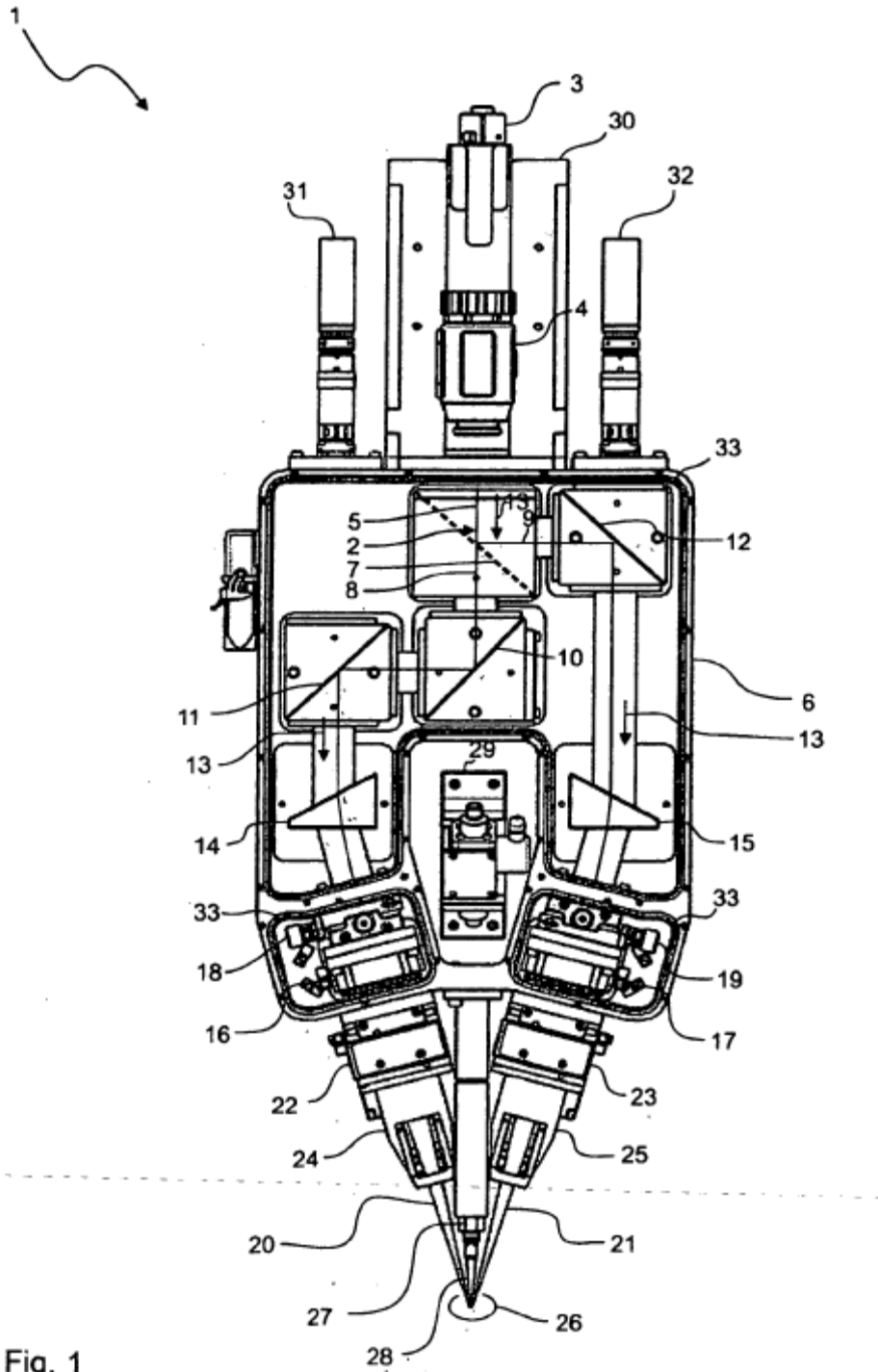
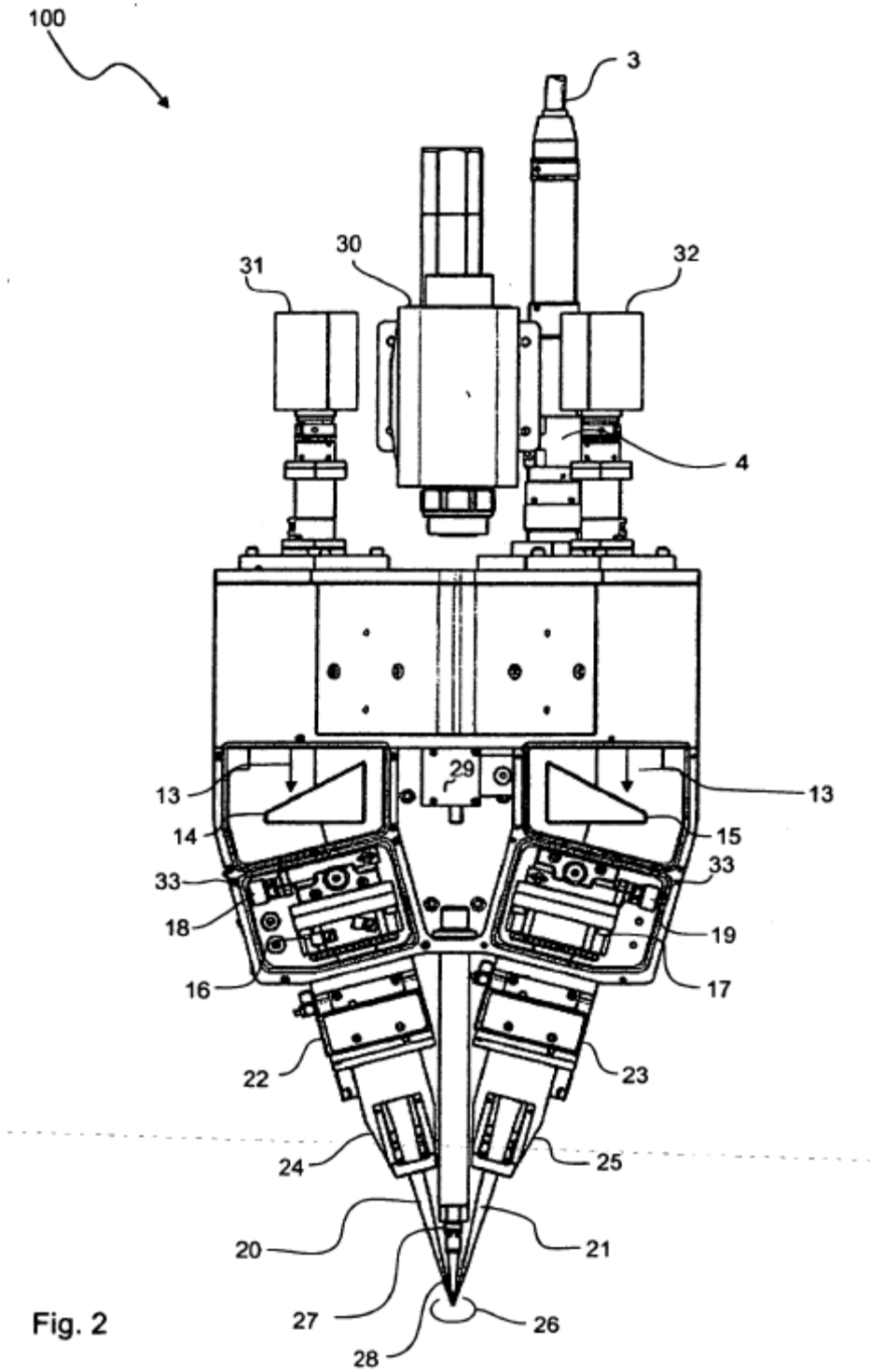


Fig. 1



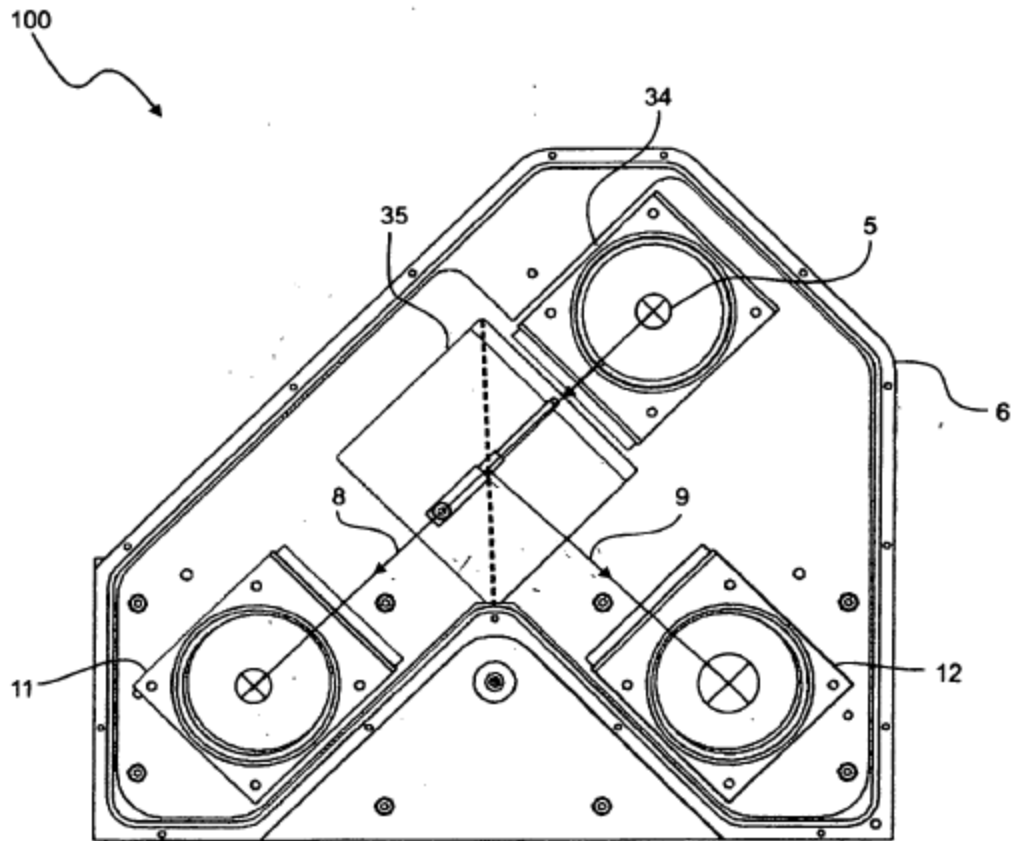


Fig. 3

100

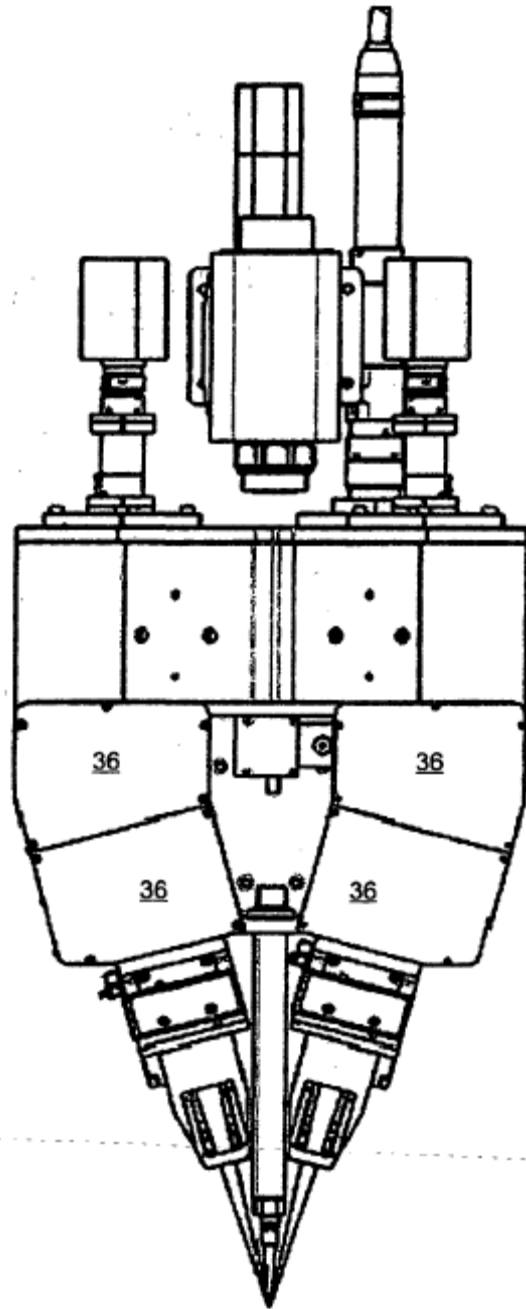


Fig. 4

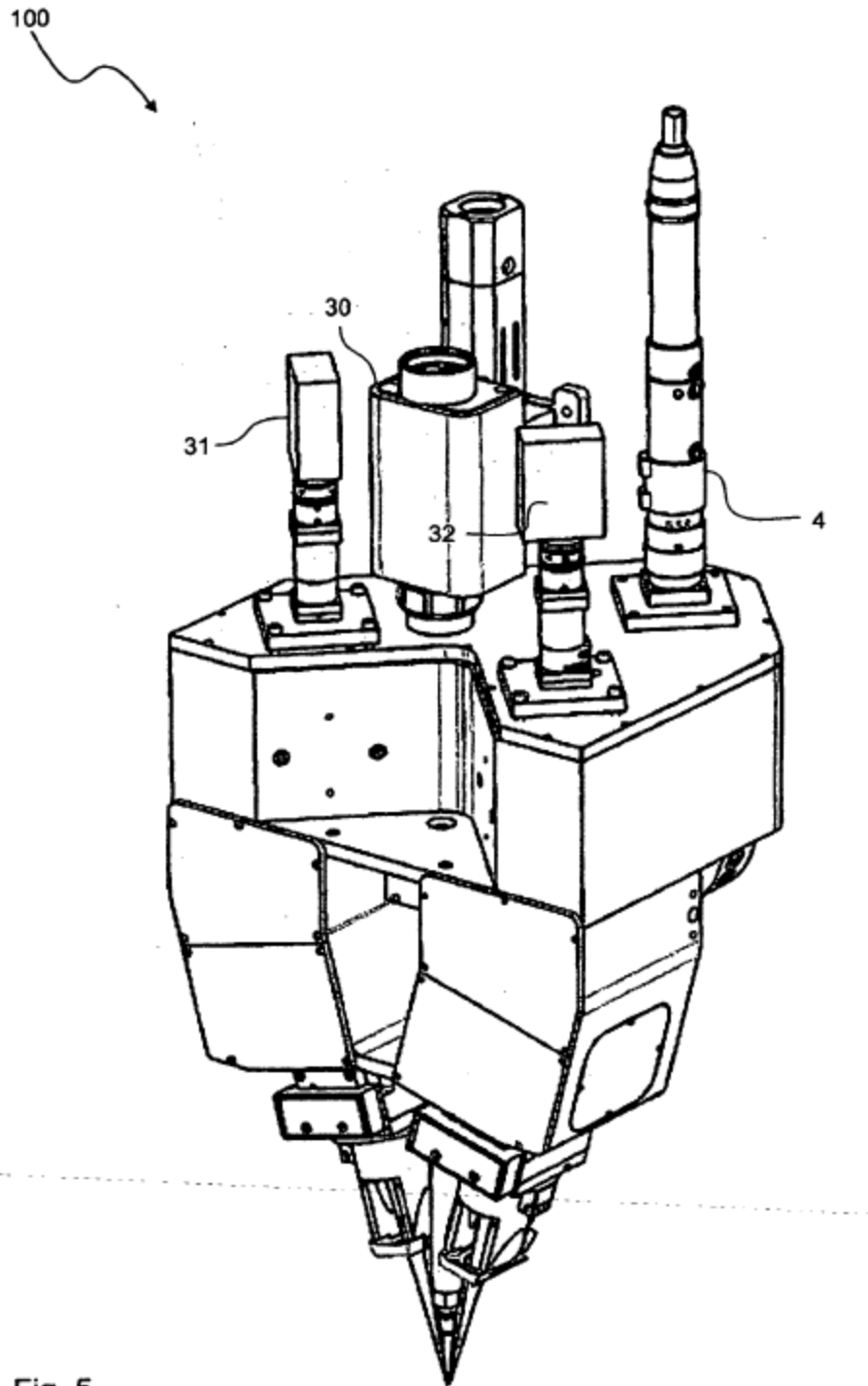


Fig. 5

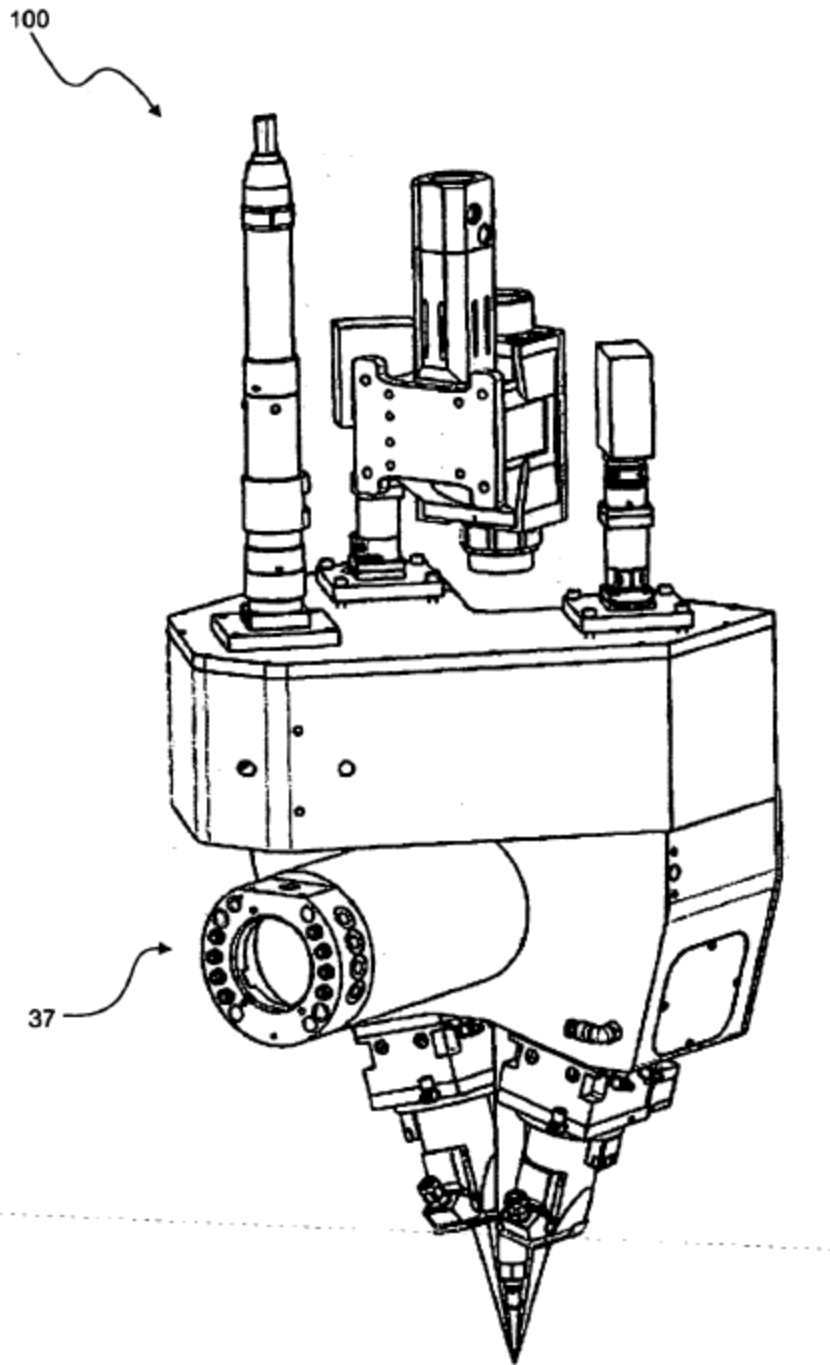


Fig. 6

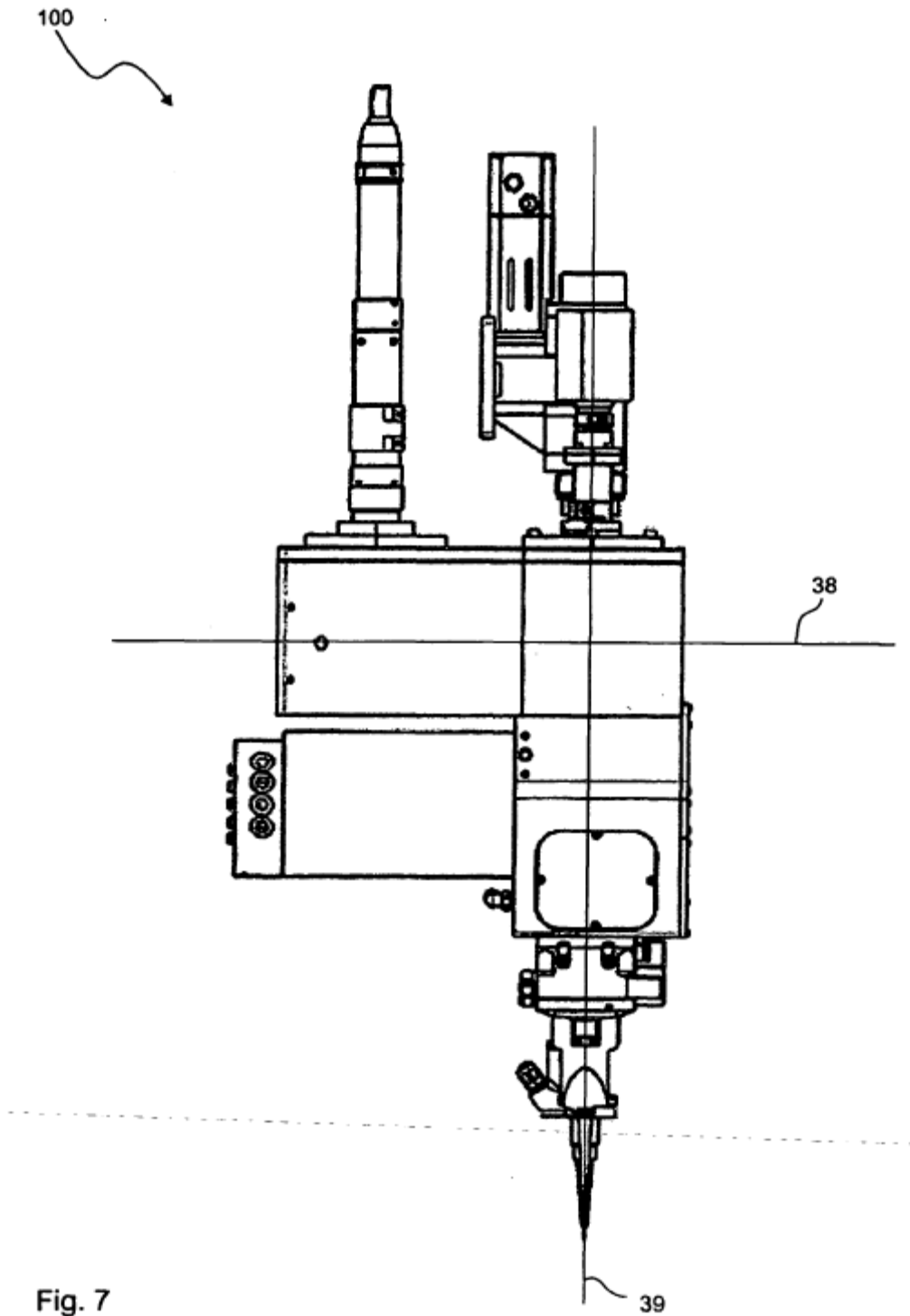


Fig. 7