

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 020**

51 Int. Cl.:

B23K 26/00	(2014.01)	B23K 26/36	(2014.01)
B23K 26/06	(2014.01)		
B23K 26/0622	(2014.01)		
B23K 26/067	(2006.01)		
B23K 26/073	(2006.01)		
B23K 26/08	(2014.01)		
B23K 26/082	(2014.01)		
B23K 26/10	(2006.01)		
C09J 5/02	(2006.01)		
B08B 7/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2008** **E 13195073 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017** **EP 2762259**

54 Título: **Procedimiento para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo mediante radiación láser**

30 Prioridad:
03.05.2007 DE 102007020748

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.03.2018

73 Titular/es:
CLEAN LASERSYSTEME GMBH (100.0%)
Dornkaulstrasse 6
52134 Herzogenrath, DE

72 Inventor/es:
BARKHAUSEN, WINFRIED, DR. y
BÜCHTER, EDWIN

74 Agente/Representante:
CAPITAN GARCÍA, Nuria

ES 2 657 020 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo mediante radiación láser

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo, de forma particular de una pieza de trabajo metálica, mediante radiación láser.

En los últimos años cada vez se ha ido a más el abanico de posibilidades de mecanizar piezas de trabajo mediante radiación láser. De forma particular se usa el láser de forma diversa para mecanizar superficies de
10 piezas de trabajo. A modo de ejemplo se conoce del documento DE 10 2004 059 260 A1 un procedimiento en el que la capa próxima a la superficie de una pieza de trabajo metálica se funde con uso de radiación láser y a continuación se enfría de nuevo. De este modo se llega a transformaciones estructurales, lo que tiene como consecuencia por ejemplo mejores propiedades mecánicas de la superficie de la pieza de trabajo. Del documento DE 102 28 743 B4 se conoce un procedimiento similar, mediante el cual se pueden
15 alisar las superficies de una pieza de trabajo y se pueden pulir. Para conseguir esto se usan de forma particular láseres pulsados. Igualmente ya se conoce limpiar superficies mediante radiación láser. A este respecto se separan de la superficie impurezas que se encuentren, por ejemplo fundiendo, vaporizando o rociando.

20 Por tanto la luz láser generada por una fuente láser puede presentarse sobre la superficie de una pieza de trabajo que se vaya a mecanizar, considerando el uso de equipos de procesamiento por láser, que son conocidos de diversa forma en el estado de la técnica igualmente. Normalmente los equipos de mecanizado por láser disponen además de una fuente láser para la generación de un rayo láser también de un dispositivo de mecanizado para la deflexión y posicionamiento dirigidos del rayo láser sobre la pieza de
25 trabajo que se va a mecanizar. Estos dispositivos de mecanizado se pueden configurar de distinta forma según el campo de uso.

A modo de ejemplo se describe en el documento DE 197 07 834 A1 un equipo de mecanizado por láser, mediante el cual se puede dividir un rayo láser con uso de un divisor de haz en dos o más rayos divididos.
30 Con la solución conocida se prevé de forma particular disponer disposiciones de tipo similar unas junto a otras, que se pueden mecanizar simultáneamente en paralelo.

Sin embargo con la solución conocida solo es posible mecanizar superficies planas sencillas. Hasta ahora no son posibles sin problemas las geometrías complicadas como por ejemplo surcos o similares, o también
35 una curvatura, es decir, un cambio de dirección de marcha del dispositivo de mecanizado. Igualmente no es posible hasta ahora con las soluciones conocidas llevar a cabo cualquier tipo de mecanizado de superficie. Esto es válido de forma particular para un pretratamiento de superficies adhesivas.

En el artículo "Laser based surface treatment of aluminium alloys for adhesive bonding" de Stefan Böhm et al, 18 de Junio 2004 - ICEPAM 2004 se tematiza el tratamiento por láser de superficies de aluminio para el
40 pretratamiento adhesivo. A este respecto se puede fundir según un primer parámetro del procedimiento la superficie, según un segundo parámetro sólo se limpia la superficie sin fusión. Según un tercer parámetro es posible una combinación de ambos parámetros citados previamente.

45 El documento US 6.034.349 B describe un sistema de mecanizado por láser para la radiación secuencial de puntos de mecanizado.

La presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo así como un procedimiento para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo mediante radiación láser, con el que se pueden
50 evitar las desventajas citadas. De forma particular debe ser posible tratar previamente de forma adecuada superficies metálicas que deben actuar como superficies adhesivas, debiendo mecanizarse simultáneamente también geometrías complicadas.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante el procedimiento con las características según la reivindicación de patente independiente 1. Otras características y detalles de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y de los dibujos.

Se describe un dispositivo para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo, de forma particular de una pieza de trabajo metálica, realizándose el mecanizado mediante radiación láser. Este dispositivo de
60 mecanizado no es sin embargo objeto de reivindicaciones de patente independientes. El dispositivo de mecanizado se caracteriza por un equipo escáner montado con movimiento rotacional en el dispositivo de mecanizado así como de un elemento óptico móvil en torno a un eje de rotación, mediante el cual se puede formar un rayo láser que puede deflexionar y posicionar sobre la superficie que se va a mecanizar con una geometría del rayo láser definida, estando subordinado el elemento óptico al equipo escáner en dirección

del haz del rayo láser. Adicionalmente se provee un equipo de control para la modificación de la orientación de la dirección de escaneo de la deflexión del haz del rayo láser en correspondencia con la rotación del elemento óptico.

- 5 El dispositivo de mecanizado se compone de distintos componentes base. A este respecto se trata de un equipo escáner y de un elemento óptico. Estos tienen la función de formar un rayo láser que va a deflexionar y va a posicionarse sobre la superficie que se va a mecanizar. El equipo escáner sirve para la deflexión de haz del rayo láser. El elemento óptico sirve para el redireccionamiento de haz y para la focalización del rayo láser. Mediante el equipo escáner se deflexiona el rayo láser en primera instancia sobre la superficie que se va a mecanizar. El elemento óptico sirve en primera instancia para el redireccionamiento de rayo y para el posicionamiento adicional del rayo láser sobre la superficie que se va a mecanizar. Mediante ambos componentes base se forma el rayo láser disponible para el mecanizado de la pieza de trabajo, presentando esta una geometría de rayo láser definida. Ambos componentes base son responsables del posicionamiento efectivo del rayo láser sobre la superficie que se va a mecanizar, permaneciendo fijo sin embargo el equipo escáner y rotable el elemento óptico. Para la operación del equipo escáner este se une con distintos elementos constructivos como, por ejemplo, una fuente láser, una unidad de control o similares. Esto se realiza por lo general mediante cables, conductores, por ejemplo, espejos o conductores de luz, y similares. Si el dispositivo de mecanizado parte de contornos y a este respecto también se debe cambiar la dirección de marcha, debería propiamente también girar el equipo escáner, con lo que el rayo láser formado que puede indicir por ejemplo en forma de línea sobre la superficie que se va a mecanizar, permanece con un cambio de sentido también en línea y en la misma dirección. Esto es muy desventajoso ya que de este modo se podrían dañar las uniones citadas anteriormente, por ejemplo, torcerse paquetes de cables o conductores. Para solventar esta desventaja se prevé en primer lugar que el equipo escáner se monte en el dispositivo de mecanizado de forma que es pueda mover con giro. Esto significa que el equipo escáner no pueda girar o rotar dentro del dispositivo de mecanizado, de modo que en vista de un movimiento rotativo que se realice no pueda cambiar el posicionamiento del equipo escáner en relación al dispositivo de mecanizado. El equipo escáner por sí solo no puede por tanto girar o rotar independientemente del dispositivo de mecanizado. Sería sin embargo planteable que el equipo escáner se pueda mover lateralmente. Finalmente es importante que se evite un movimiento de giro y con ello rotación del equipo escáner, en tanto de otro modo se podría llegar a las torsiones de paquetes de cables o conductores desventajosos descritos anteriormente.

- Evidentemente se puede cambiar la posición del equipo escáner en relación a la superficie de la pieza de trabajo. Sin embargo esto es solo posible si se cambia la posición del dispositivo de mecanizado completo. Por ejemplo se puede montar el dispositivo de mecanizado sobre una guía de mecanizado, que de forma adecuada se opera en dirección longitudinal y/o dirección transversal respecto a la superficie de la pieza de trabajo. A este respecto la guía de mecanizado se configura ventajosamente pero no necesariamente de modo que no pueda ejecutar por sí misma rotación alguna.

- 40 Pero para conseguir un rastreo del rayo láser formado si por ejemplo surgen curvas sobre la superficie de la pieza de trabajo y se produce un cambio de la dirección de marcha del dispositivo de mecanizado, se prevé de acuerdo con la invención en primer lugar que se pueda cambiar la orientación de la dirección de escaneo de la deflexión de haz del rayo láser. Esto se realiza mediante un equipo de control. Si finalmente debe procederse en forma de curva el equipo escáner no gira por sí mismo, sino solo la orientación de la dirección de escaneo del rayo láser. Esto se consigue de forma particular de modo que cambia el tren de deflexión del rayo láser formado, por ejemplo, cambiando la posición de espejos presentes en el equipo escáner. Esto puede lograrse de forma ventajosa mediante programas adecuados, que operan sobre el equipo de control y preferiblemente están implementados en este.

- 50 Finalmente el dispositivo de mecanizado presenta de acuerdo con la invención un elemento óptico que se mueve en torno a un eje de rotación. Para un trayecto en curva se llevan a cabo rotaciones requeridas pero solo por el elemento óptico que puede rotar. En primer lugar este elemento óptico se caracteriza porque se encuentra subordinado al equipo escáner en dirección del haz del rayo láser. Adicionalmente el elemento óptico dispone de medios para la deflexión y posicionamiento del rayo láser sobre la superficie que se va a mecanizar. La invención no se limita a determinadas formas de configuración del elemento óptico. A continuación se aclaran con mayor detalle algunos ejemplos ventajosos, pero no ejemplo exclusivos. De forma ventajosa el elemento óptico puede tratarse de una óptica de rotación con redireccionamiento por espejo. Los medios que se usan pueden tratarse, por ejemplo, de espejos o disposiciones de espejo especiales. Se puede plantear, por ejemplo, también un equipo divisor de haz para la división del rayo láser en dos o más rayos divididos y para la deflexión y posicionamiento de los rayos divididos sobre la superficie que se va a mecanizar.

Se prevé que la orientación de la dirección de escaneo de la deflexión de haz del rayo láser se realice en correspondencia con la rotación del elemento óptico. Esto significa que la modificación de la orientación de

la dirección de escaneo y la rotación del elemento óptico se encuentran en una relación definida entre sí. Esto se puede conseguir por ejemplo combinando o acoplando estos entre sí. Sobre esta relación definida pueden influir la velocidad de deflexión del haz, la amplitud de deflexión de haz y la geometría de deflexión de haz del rayo láser, de forma particular también si el rayo láser debe seguir el contorno / el curso de la superficie que se va a mecanizar.

Mediante el dispositivo de mecanizado se alcanza la posibilidad de mecanizar contornos complejos mediante radiación láser. De forma particular es posible que el dispositivo de mecanizado cambie durante una operación de mecanizado la dirección de marcha, con lo que se posibilitan de forma particular también las curvaturas. Mediante el dispositivo de mecanizado se alcanza por tanto una posibilidad de que el rayo láser pueda seguir de forma especialmene ventajosa correspondientemente el contorno/curso de una superficie que se va a mecanizar.

En el dispositivo de mecanizado el equipo escáner está fijo. Solo el elemento óptico puede girar, realizando preferiblemente un giro en torno al eje de salida del equipo escáner. Si el dispositivo de mecanizado debe seguir una curva gira por un lado el elemento óptico, y por tanto también el rayo láser o bien rayos láser irradiados por este sobre la superficie de la pieza de trabajo. Adicionalmente se gira la orientación del rayo láser formado en el equipo escáner, de modo que los parámetros de mecanizado – de forma particular la orientación de deflexión de haz referida al contorno de mecanizado – tanto durante la curvatura como también tras la curvatura no cambian y siempre permanecen iguales.

Se puede usar un dispositivo de mecanizado de este tipo para distintas aplicaciones. Es posible de forma especialmente ventajosa limpiar con el dispositivo de mecanizado bordes de unión de piezas de carcasa mediante láser, con lo que se puede llevar a cabo a continuación un proceso adhesivo. Tales componentes disponen por lo general de una superficie adhesiva circundante, que está configurada parcialmente como un tipo de “surco” y parcialmente como un tipo de “nervio” o “muelle”. Debe llevarse a cabo una limpieza sobre ambos flancos del surco o del nervio, y también sobre la base del surco o bien la cresta del nervio. Mediante el dispositivo de mecanizado esto es posible sin problemas. El dispositivo de mecanizado es adecuado por tanto de forma particular para el mecanizado por láser de superficies adhesivas.

Mediante el ajuste de parámetros de procedimiento adecuados es posible también por otra parte conseguir una mejora deseada de las fuerzas adhesivas de la superficie mecanizada. Esto se consigue de forma particular de modo que se mejora la resistencia al envejecimiento de la superficie mecanizada, por ejemplo de una superficie de aluminio, de modo que se provoca mediante el rayo láser con sus parámetros adecuados un refusión completa de la capa próxima a la superficie. Esto se describe a continuación con mayor detalle en relación al procedimiento de acuerdo con la invención, de modo que se consideren y refieran las realizaciones correspondientes a título ilustrativo en su conjunto.

A este respecto la invención no se limita en principio a determinados materiales que puedan mecanizar. Con especial ventaja se pueden mecanizar sin embargo componentes metálicos, de forma particular componentes de aluminio o bien con superficies de aluminio, componentes de magnesio o bien con superficies de magnesio, componentes de metales ligeros en general, o similares.

Tampoco se limita la presente invención al mecanizado de determinadas geometrías. De forma ventajosa las superficies mecanizadas pueden tratarse de zonas configuradas como surcos, muelles, nervios y similares. Sin embargo también se pueden mecanizar de forma sencilla superficies con contorno, superficies planas, productos en forma tubular por el interior y exterior, el interior de formas y similares. Puede realizarse un mecanizado a este respecto horizontal y/o verticalmente.

El dispositivo de mecanizado también puede describirse como sigue. En consecuencia se proporciona un dispositivo para el mecanizado de una superficie de una pieza de trabajo, de forma particular una pieza de trabajo metálica, realizándose el mecanizado mediante radiación láser. El dispositivo de mecanizado se caracteriza por un equipo escáner montado con movimiento de giro en el dispositivo de mecanizado para la formación de un rayo láser que se deflecta y se posiciona sobre la superficie que se va a mecanizar, un equipo de control para el cambio de orientación de la dirección de escaneo del rayo láser formado en el equipo escáner, y un elemento óptico que se mueve en torno a un eje de rotación, que se encuentra subordinado al equipo escáner en la dirección del haz del rayo láser y que presenta medios para la deflexión y posicionamiento del rayo láser sobre la superficie que se va a mecanizar.

En principio es suficiente para la presente invención que se forme un rayo láser individual, que incida como un todo sobre la superficie que se va a mecanizar. Puede ser también ventajoso no obstante que el elemento óptico presente un equipo divisor de haz, que está configurado para la división del rayo láser en dos o más rayos divididos y para la deflexión y posicionamiento de los rayos divididos sobre la superficie que se va a mecanizar. De forma ventajosa el equipo divisor de haz puede presentar dos o más elementos

de redireccionamiento. A este respecto puede estar configurado de forma ventajosa al menos un elemento de redireccionamiento como elemento de redireccionamiento semitransparente. De forma ventajosa puede estar configurado un elemento de redireccionamiento como elemento de redireccionamiento para el redireccionamiento completo.

5

Esto se debe aclarar en función del mecanizado de una superficie configurada en forma de nervio, debiendo mecanizarse ambos flancos del nervio. Por un lado es posible que el dispositivo de mecanizado realice dos pasadas, mecanizando en cada pasada un flanco del nervio. En este caso es suficiente si se encuentra disponible solo un rayo láser individual. Si se debe realizar por ejemplo solo una pasada, es ventajoso, dividir el rayo láser en dos rayos divididos, dirigiendo cada rayo dividido a cada uno de los flancos del nervio, de modo que ambos flancos se puedan procesar simultáneamente. En este caso se debe prestar atención a que los rayos divididos presenten respectivamente la intensidad requerida.

10

En configuración adicional se prevé de forma ventajosa que el equipo divisor de haz para la división del rayo láser esté configurado en dos rayos divididos de igual intensidad. Si se debe mecanizar por ejemplo una superficie en forma de surco, en forma de muelle o bien en forma de nervio, se asegura en un caso de este tipo que se pasen ambos lados de los flancos o bien ambas paredes por un rayo dividido, y que pueda tener lugar un mecanizado uniforme, ya que ambos rayos divididos presentan la misma intensidad. Evidentemente también es posible que se generen los rayos divididos con distintas intensidades. Esto es especialmente ventajoso si los rayos divididos se aplican con distintos ángulos de irradiación sobre la superficie. Con el distinto ángulo de incidencia y el distinto diámetro de foco relacionado con este sobre la superficie resulta en base a las intensidades ajustadas asimétricamente en los rayos divididos – considerando el distinto ángulo de incidencia – de nuevo una intensidad idéntica sobre la superficie que se va a mecanizar, por ejemplo, las superficies del surco/muelle.

25

De forma ventajosa se prevé que el dispositivo de mecanizado presente para el movimiento del elemento óptico un equipo motor. A este respecto la invención no se limita a determinados componentes de motor. De forma ventajosa se puede prever que el equipo motor presente un estator. En este estator puede estar fijado preferiblemente el equipo escáner, de modo que este quede fijo y por tanto inmóvil en el dispositivo de mecanizado. Adicionalmente el equipo motor dispone en un caso de este tipo también de un rotor, que está unido con el elemento óptico. En una operación del equipo motor puede girar entonces el elemento óptico, mientras que el equipo escáner permanece en posición fija. De forma ventajosa el equipo motor puede estar configurado según el principio de rotor interno lo que significa que el rotor se encuentra en el interior y el estator en el exterior.

35

Mediante el uso de un equipo motor de este tipo se puede conseguir de forma particular un diseño muy favorable del dispositivo de mecanizado. A este respecto pueden ser suficientes los componentes individuales a lo largo de un eje conjunto. A modo de ejemplo puede preverse que en la dirección del haz del rayo láser se prevea en primer lugar el equipo escáner, que está dispuesto en el estator del equipo motor subsiguiente, por ejemplo, embridado. Subordinado en la dirección del haz, y por tanto en la otra parte del equipo motor, se prevé el elemento óptico, que está por ejemplo embridado al rotor, y por tanto dispuesto de forma que puede girar. En un caso de este tipo el equipo motor debe estar configurado de modo que el rayo láser se puede incorporar por el equipo escáner mediante el equipo motor, para alcanzar el elemento óptico.

40

45

Preferiblemente el equipo escáner presenta al menos una conexión con al menos una fuente láser. Mediante un divisor correspondiente, que está unido mediante la conexión con el equipo escáner, puede incorporarse luego la luz láser de una fuente láser al equipo escáner y a continuación formarse en este dando el rayo láser deseado.

50

Por tanto se prevé de forma ventajosa que los rayos divididos generados en el elemento óptico también se pueden dirigir sobre la superficie de la pieza de trabajo de modo que el elemento óptico presenta para la irradiación y posicionamiento de los rayos divididos sobre la superficie de la pieza de trabajo cabezales de irradiación distanciados. Si se deben generar dos rayos divididos se prevén de forma ventajosa dos cabezales de irradiación de este tipo. A modo de ejemplo se puede prever que los cabezales de irradiación estén dispuestos en los brazos correspondientes. Sin embargo se puede plantear también otras variantes de configuración por ejemplo un contorno en forma circular perimetral, en el que están dispuestos los cabezales de irradiación en número deseado.

55

60

Preferiblemente pueden ser variables en dos o más rayos divididos sus situaciones de foco respecto al punto de corte de los rayos individuales. Para ello se prevé de forma ventajosa que la posición del foco de los rayos divididos respecto al punto de corte de los rayos divididos se pueda ajustar de forma variable. Para ello el dispositivo de mecanizado presenta preferiblemente medios –de forma particular medios ópticos – para el ajuste variable de la situación de foco de los rayos divididos individualmente respecto al punto de corte de los rayos divididos. La operación de los medios puede realizarse, por ejemplo, mediante un equipo

de control adecuado, por ejemplo, un equipo de control como el citado anteriormente o a continuación. Con la posición del foco se entiende a este respecto la posición de la mayor intensidad o bien la posición del punto de extensión mínima del rayo. A modo de ejemplo se puede prever que está ajustada la situación de foco sobre el punto de corte de los rayos divididos individuales. Según cada caso de aplicación puede ser ventajoso también que se encuentre la posición del foco algo antes, o bien algo después del punto de corte de los rayos individuales. Esto se debe aclarar en función de algunos ejemplos. El ajuste correspondiente se realiza por lo general después, como se conforme o bien configure el componente en la zona de la superficie que se va a mecanizar. Si por ejemplo se debe mecanizar un nervio es ventajoso que la posición del foco de ambos rayos divididos se encuentre antes del punto de corte de los dos rayos individuales. Si se debe mecanizar por ejemplo un surco, es ventajoso que se encuentre la posición del foco tras el punto de corte de los rayos individuales. Evidentemente hay también aplicaciones en las que es ventajoso que la posición del foco se encuentre en el punto de corte de los rayos individuales. Preferiblemente se ajusta la posición del foco de modo que respectivamente se pueda ajustar la posición del foco de modo que el foco se encuentra inmediatamente sobre la superficie que se va a mecanizar, por ejemplo una superficie de un componente.

Si se debe mecanizar como se describió anteriormente por ejemplo un nervio del componente configurado sobre una superficie de componente, el punto de corte de ambos rayos divididos se encuentra dentro del componente. A saber dentro del nervio. Si se debe mecanizar por ejemplo un surco configurado en una superficie del componente, el punto de corte de ambos rayos divididos se encuentra fuera del componente. Mediante el ajuste variable de la posición de foco respecto al punto corte de los rayos divididos se puede asegurar que la localización de mayor intensidad, esto significa la posición de foco, siempre se pueda ajustar a la superficie que se va a mecanizar, por ejemplo sobre las paredes del nervio o del surco.

En otra configuración puede preverse de forma ventajosa que el punto de corte de los rayos divididos individuales se encuentre respectivamente en el eje de rotación del elemento óptico. A tal fin se prevé preferiblemente que sean suficientes los rayos divididos de modo que su punto de corte se encuentre respectivamente sobre el eje de giro del elemento óptico. De forma ventajosa el dispositivo de mecanizado presenta en un caso de este tipo un elemento óptico con un equipo divisor de haz, que está configurado para la división del rayo láser en dos o más rayos divididos, cuyo punto de corte se encuentra bien en el eje de rotación o bien el eje de giro del elemento óptico.

De forma ventajosa puede estar configurado el elemento óptico para la superposición céntrica o acéntrica de los rayos divididos. Con dos o varios rayos divididos es ventajoso superponer estos en un punto de trabajo conjunto. De este modo se pueden mecanizar en una etapa de trabajo individual ambas caras o bien flancos de un surco o bien de un nervio, con lo que se puede acortar significativamente el tiempo necesario para el mecanizado. En una superposición céntrica – referido al eje de rotación – de los rayos divididos se conde la óptica de mecanizado desde el centro de la guía de mecanizado por el contorno a mecanizar como por ejemplo piezas rectas o piezas curvas. Es también posible una – referido al eje de rotación – superposición acéntrica de los rayos divididos, correspondiendo preferiblemente el desplazamiento del punto de incidencia al radio de las piezas curvas que se van a mecanizar. Con esta configuración se simplifica el mecanizado de modo que se ejecutan las piezas rectas exclusivamente con un movimiento lateral de la guía de mecanizado y las piezas curvas exclusivamente con la rotación de la óptica de mecanizado. Es igualmente posible una combinación del movimiento lateral de la guía de mecanizado con la rotación de la óptica de mecanizado, para hacer posible de este modo por ejemplo una pasada continua del mecanizado con el cambio entre piezas rectas y piezas curvas o bien en el cambio entre piezas curvas y piezas rectas.

Preferiblemente puede estar configurado el elemento óptico para la variación del ángulo de incidencia de los rayos divididos del láser sobre la superficie de la pieza de trabajo en el intervalo de 0 a 90 grados respecto a la normal a la superficie. Por tanto se puede generar un ángulo de incidencia sobre las superficies que se van a mecanizar concertados óptimamente con geometría y contornos. En función del ángulo de incidencia se puede llevar a cabo además un ajuste local de la intensidad.

Mediante el dispositivo de mecanizado se pueden alcanzar una serie de ventajas. Además de las ventajas y características ya señaladas es también posible que se pueda conseguir una rotación de uno o bien varios, preferiblemente dos, (superpuestos) rayos divididos, que puede ser tanto céntricos como también acéntricos. Mediante el dispositivo de mecanizado puede realizarse una deflexión del rayo monodimensional o bidimensional respecto a la irradiación láser de dirección variable.

Mediante el dispositivo de mecanizado es además posible combinar un escaneo lineal o una focalización de línea del rayo láser con un movimiento de giro.

De forma particular es posible efectuar con el dispositivo de mecanizado de acuerdo con la invención, un

mecanizado de radios con punto de giro céntrico o acéntrico. A este respecto se puede ajustar la acentricidad de forma ventajosa al radio de una esquina. Esto significa que el movimiento en línea solo se realiza mediante un movimiento de giro del elemento óptico.

- 5 La deflexión de haz puede estar configurada de diferentes maneras. A modo de ejemplo sin embargo no puede realizarse exclusivamente una deflexión de haz en forma de meandro o en forma de línea o deflexión de haz en forma de línea en zig-zag.

- 10 A modo de ejemplo se puede conseguir que se superponga una deflexión de haz bidimensional con una disposición del espejo rotacional. De forma alternativa se podría realizar una deflexión de haz con dos escáneres lineales rotacionales, o una rotación de una focalización de línea.

- 15 De forma ventajosa puede realizarse una rotación/movimiento lineal del dispositivo de mecanizado (también de la radiación láser) y/o una rotación/movimiento lineal de la pieza de trabajo a mecanizar o una combinación de la rotación/movimiento lineal del dispositivo de mecanizado y pieza de trabajo.

- 20 De forma ventajosa se puede prever un equipo de control que controla el movimiento de giro del elemento óptico. De forma ventajosa se puede estar previsto algún equipo de control, que es responsable tanto del cambio de orientación de la dirección de escaneo como también del control del elemento óptico. Se pueden plantear también equipos de control separados que se comunican luego entre sí. De forma ventajosa puede preverse en el elemento óptico además al menos un elemento sensor, mediante el cual se puede determinar el giro. De esta forma es posible realizar un retorno de posición del ángulo de giro en el control de escáner, o invertirlo.

- 25 De forma ventajosa pueden preverse equipos para supervisor el proceso on-line. Por ejemplo pueden preverse medios para generar una supervisión del proceso por señales de proceso en función de la intensidad (de forma particular densidad de luz óptica integral del plasma o "laserinduced breakdown spectroscopy LIBS), por ejemplo en forma de un análisis de espectro de la luz del plasma. Igualmente pueden preverse medios para detectar, de forma ventajosa on-line, contaminaciones residuales y/o defectos de superficie locales y/o defectos de moldeo y/o alteraciones locales del grado de absorción y/o la intensidad de rayo láser sobre la superficie del componente.

- 30 Mediante el dispositivo de mecanizado es posible de forma particular un mecanizado continuo de radios mediante movimiento lineal y rotación y ajuste de la dirección de escaneo.

- 35 Se describe también un equipo de mecanizado por láser para el mecanizado de una pieza de trabajo mediante radiación láser, que se caracteriza por al menos una fuente láser para la generación de un rayo láser pulso y un dispositivo de mecanizado como se describe previamente para la deflexión dirigida y posicionamiento del rayo láser en la pieza de trabajo. Por tanto en relación a la configuración y funcionamiento del dispositivo de mecanizado se hace referencia e indicación plena a las realizaciones previas.

- 45 En principio es suficiente que se use una fuente láser individual. Se pueden plantear evidentemente también dos o más fuentes láser. Como se aclara además más abajo en relación al procedimiento de acuerdo con la invención, es particularmente importante, si se pretrata una superficie para el uso como área adhesiva, que la superficie se limpie en primer lugar y a continuación se refunda. Esto puede conseguirse con distintas intensidades de láser. Si se usa una fuente láser individual, esta debe estar configurada para distintas intensidades de láser, o bien para una intensidad de láser, con lo que se puede tanto limpiar como también refundir. Con un procedimiento en dos etapas con doble pasada puede realizarse en primer lugar una limpieza con una primera intensidad y a continuación una refundición con una segunda intensidad. Esto puede realizarse, por ejemplo, con una fuente láser variable en intensidad, o bien con dos fuentes láser de distinta intensidad.

- 50 A este respecto la invención no se limita en principio a determinados tipos de fuentes láser. A continuación se describen algunos parámetros ventajosos para la fuente láser que se va a usar.

- 55 De forma ventajosa la fuente de luz puede estar configurada como láser pulsado para la generación de pulsos láser con duración de pulso en el intervalo de 5 ns a 500 ns.

- 60 En otra configuración puede estar configurada la fuente de luz para la generación de intensidades de láser mayores/iguales a 5 Megawatios/cm². De forma ventajosa pueden encontrarse las intensidades en el intervalo de 5 Megawatios/cm² a 500 Megawatios/cm². Las intensidades para el proceso de limpieza pueden encontrarse por ejemplo en el intervalo de 5 Megawatios/cm² a 100 Megawatios/cm², mientras que las intensidades para el proceso de refundición pueden encontrarse en el intervalo de 20 Megawatios/cm² a

500 Megawatios/cm².

Puede contrarrestarse una tolerancia de intensidad, por ejemplo, en ángulos de incidencia distintos o cambiantes mediante una forma de rayo ajustada.

5

De forma ventajosa el dispositivo de mecanizado puede estar configurado para la generación de un solapamiento de pulso mayor de 0%, preferiblemente entre el 10% y 90%, con muy especial preferencia de 50%. El solapamiento de pulso se trata a este respecto del siguiente fenómeno. Normalmente aparecen los puntos de láser con geometría redonda u oval sobre una superficie. A este respecto es ventajoso para un buen mecanizado seleccionar distancias entre dos puntos adyacentes lo menores posibles. De forma especialmente ventajosa las distancias deberían ser tan bajas que ya no existiesen planos sobre la superficie que no fuesen atacados con el punto de láser. Se da luego un solapamiento de pulsos si se llega al menos parcialmente a intersección o bien superposición (solapamiento) del punto láser. Cuanto mayor sea el solapamiento porcentual, tanto más completa puede llegar a ser atacada la superficie. El solapamiento de pulso se define aquí como sigue: Solapamiento de pulso = $1 - \text{distancia de pulso} / \text{diámetro de punto}$. El diámetro de punto es a este respecto el diámetro del punto láser.

De acuerdo con la invención se proporciona un procedimiento para el pretratamiento adhesivo de una superficie de una pieza de trabajo mediante radiación láser, en donde la radiación láser generada mediante un láser pulsado incide sobre la superficie que se va a mecanizar. El procedimiento se caracteriza de acuerdo con la invención porque el procedimiento es un procedimiento en dos etapas, llevándose a cabo las etapas individuales sucesivamente, separándose en la primera etapa, que se trata de una etapa de limpieza, las impurezas que se encuentran sobre la superficie y fundiéndose en una segunda etapa, que se trata de un proceso de fusión inicial y de refusión, la capa próxima a la superficie de la pieza de trabajo y enfriándose de nuevo a continuación, de modo que tiene lugar la refusión completa de la capa próxima a la superficie

El procedimiento de acuerdo con la invención se trata de un procedimiento en dos etapas combinado, llevándose a cabo las etapas individuales sucesivamente. En ambas etapas se usa una radiación láser para conseguir los resultados deseados. La primera etapa se trata de una etapa de limpieza, en la que se eliminan impurezas de cualquier tipo de la superficie mediante la radiación láser. Un rayo láser usado para la etapa de limpieza presenta preferiblemente una intensidad de 5 Megawatios/cm² a 100 Megawatios/cm². La segunda etapa se trata del proceso de fusión y refusión, en el que se llega a la refusión de la superficie. Un rayo láser usado para este proceso presenta preferiblemente una intensidad de 20 Megawatios/cm² a 500 Megawatios/cm². El procedimiento se lleva a cabo en dos etapas, dado el caso con dos pasadas. Sería también planteable llevar a cabo una única pasada con dos fuentes láser sucesivas de distinta intensidad.

De forma ventajosa se puede configurar el procedimiento de modo que ambas etapas de procedimiento se realicen dentro de una única etapa de mecanizado. En otra configuración se puede prever que las dos etapas de procedimiento se realicen dentro de dos etapas de mecanizado.

Preferiblemente se pueden producir por la fuente láser intensidades de láser mayores/iguales de 5 Megawatios/cm².

El procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado de forma particular para el mecanizado de una superficie metálica. El procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado de forma particular para el pretratamiento de áreas adhesivas, de forma particular si estas están formadas de aluminio u otros metal ligero. Un motivo para la consecución de áreas adhesivas especialmente buenas, con las que se consigue mediante la refusión de forma particular una muy buena resistencia al envejecimiento, se encuentra en la combinación de acuerdo con la invención de dos procesos por láser con intervalos de parámetros distintos.

Por un lado la superficie de la pieza de trabajo puede mecanizarse con un láser, separándose en el impacto de los rayos láser sobre la superficie impurezas y capas de óxido presentes. Adicionalmente se funde la capa próxima a la superficie y se funde de nuevo, lo que conduce a una refusión completa. Una refusión de este tipo puede realizarse de forma ventajosa hasta una profundidad de capa de algunos 10 μm hasta algunos 10 μm . Esta refusión conduce de forma particular a una mejor resistencia frente al envejecimiento de la superficie.

Por tanto esto se puede conseguir debiendo seleccionarse para la radiación láser determinados parámetros.

Además de las intensidades ya citadas el solapamiento de pulsos constituye un parámetro importante adicional. Mediante el solapamiento de pulsos seleccionado en correspondencia es posible en primer lugar que la superficie de la pieza de trabajo se pueda refundirse completamente, lo que provoca además

- modificaciones de propiedades del material ventajosas descritas anteriormente. Adicionalmente se pueden mecanizar también contornos complejos, de forma particular también en relación con un cambio de la dirección de marcha, de modo que el material se puede procesar completamente. De forma ventajosa se prevé que el pulso del láser impacte con un solapamiento de pulso mayor de 0% sobre la superficie que se va a mecanizar. En lo referente al solapamiento de pulso se hace referencia e indicación también a las realizaciones precedentes para el equipo de mecanizado por láser. De forma ventajosa pueden impactar los pulsos láser con un solapamiento de pulsos en el intervalo de 10% a 90%, preferiblemente de 50%, sobre la superficie que se va a mecanizar. Adicionalmente puede ser ventajoso, como se aclara más detalladamente a continuación, una velocidad de enfriamiento rápida.
- Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención se llega en primer lugar a una fusión/refusión de la superficie. Adicionalmente se puede conseguir con un solapamiento de pulsos adecuado una capa de transformación permeable. Se consigue una capa de óxido inducida por láser o bien una modificación de la superficie inducida por láser (química). Se pueden conseguir en general eliminaciones de silicato o eliminaciones de partes de aleación como también eliminaciones cristalinas.
- De forma ventajosa puede llevarse a cabo el procedimiento mediante un dispositivo de mecanizado como se describe previamente o mediante un equipo de mecanizado por láser como se describe previamente. Para la realización y funcionamiento del procedimiento se hace referencia e indicación completa por tanto igualmente a las realizaciones previas para el dispositivo de mecanizado así como al equipo de mecanizado por láser, de modo que se tienen que contemplar las características de procedimiento ahí descritas también en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención.
- Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención es posible de forma particular una focalización directa o acoplamiento de fibras y/o una homogenización de haz ventajosa y/o un ajuste ventajoso de la geometría de haz a la geometría de la superficie que se va a mecanizar.
- De forma ventajosa el láser puede generar pulsos de láser con una duración de pulsos en el intervalo entre 5 ns y 500 ns.
- Preferiblemente se enfría la capa próxima a la superficie de la pieza de trabajo tras la fusión con una velocidad de enfriamiento de 500 a 20.000 Kelvin/segundos. Mediante los tiempos de endurecimiento extremadamente cortos se puede generar con especial ventaja una estructura amorfa o de cristal fino. Con los cambios o modificaciones en la estructura del cristal se puede provocar una mejora de las propiedades de superficie por ejemplo de las adherencias, las fuerzas adhesivas o las resistencias al envejecimiento del adhesivo.
- El procedimiento de acuerdo con la invención se usa para el pretratamiento de áreas adhesivas, de forma particular de áreas de aluminio.
- La invención se aclara ahora más detalladamente en función de los ejemplos de realización en referencia a los dibujos acompañantes. Estos muestran:
- Figuras 1 y 2 un dispositivo de mecanizado en vista en perspectiva y vista lateral;
- Figuras 3 a 5 diversas vistas de un equipo escáner del dispositivo de mecanizado;
- Figuras 6 y 7 diversas vistas de un equipo motor del dispositivo de mecanizado; y
- Figuras 8 a 10 diversas vistas de detalle de un elemento óptico del dispositivo de mecanizado.
- En las figuras 1 y 2 se representa un dispositivo de mecanizado 10, mediante el cual se puede mecanizar la superficie 11 de una pieza de trabajo metálica, que debe estar fabricada por ejemplo de aluminio. El mecanizado se realiza a este respecto mediante radiación láser. De forma particular con el dispositivo de mecanizado 10 se deben limpiar los bordes de unión de piezas de carcasa mediante láser, con lo que puede realizarse a continuación un proceso de pegado. Los bordes de unión representan en este caso las áreas de pegado. Las áreas de pegado que son por ejemplo circundantes y por tanto discurren en forma de curva, pueden estar configuradas en una pieza de carcasa como surco o similares, mientras que en otra pieza de carcasa están configuradas como muelle o nervio. El pegado se realiza por lo general de modo que se usa un muelle o bien un nervio en el surco correspondiente. El adhesivo se encuentra en el surco o sobre los flancos del muelle o del nervio. En la figura 2 se representa sobre la superficie 11 de la pieza de trabajo un nervio 13 con dos flancos 14, 15, debiendo mecanizarse con el dispositivo de mecanizado 10 los flancos 14, 15.

Para conseguir un pegado especialmente ventajoso se deben limpiar y pretratar por tanto los flancos de muelles o del nervio, las crestas pertinentes y también el fondo de surco. Para poder mejorar la adhesividad, lo que conlleva particularmente también una mejora de la resistencia al envejecimiento, se debe conseguir una refusión completa de la capa próxima a la superficie. Esto puede realizarse con el dispositivo de mecanizado aclarado más detalladamente a continuación.

En primer lugar el dispositivo de mecanizado 10 dispone de un equipo escáner 20 que presenta una cantidad de conexiones. Una de las conexiones se trata de una conexión 21 para un conductor de luz 22, que une el equipo escáner 20 con una fuente láser no representada. El equipo escáner 20 está montado fijo en el dispositivo de mecanizado 10, lo que significa que no es móvil en este, particularmente no puede girar.

Para hacer posible una estructura a lo largo de un eje 12 se provee subordinado al equipo escáner 20 un equipo motor 30. Mediante este equipo motor 30 se puede rotar un elemento óptico 40, que se aclara aún más detalladamente en relación con las figuras 8 a 10. En el elemento óptico 40 se divide el rayo láser en dos o más rayos divididos, en el presente ejemplo dos rayos divididos 41, 42. Los rayos divididos impactan con un ángulo determinado y con una focalización determinada sobre la superficie del componente 11. Según la figura 1 impacta a este respecto el rayo dividido 41 sobre el flanco 14, mientras que el rayo dividido 42 sobre el flanco 15.

A continuación se aclara más detalladamente el equipo escáner 20 en relación con las figuras 3 a 5. El propio equipo escáner 20 sirve para conformar un rayo láser deseado o bien una geometría de rayo láser deseada. La luz proporcionada por la fuente láser (no representada) entra por la conexión 21 en el equipo escáner 20. El equipo escáner 20 debe estar montado fijo en el dispositivo de mecanizado, para ellos se prevé una brida 23, mediante la cual se puede fijar el equipo escáner 20 a una parte que no gire del equipo motor 30. En el equipo escáner 20 se conforma el rayo láser en su geometría deseada y a continuación se prolonga mediante un tubo conductor 24 hasta el elemento óptico 40. El tubo conductor 24 sirve para conducir el rayo láser por el equipo motor 30 (véanse las figuras 1 y 2), sin que pueda darse una interacción del rayo con el equipo motor 30.

Como se representa en las figuras 6 y 7 el equipo motor 30 dispone en primer lugar de una pieza exterior fija, el estator 31. En este se dispone el equipo escáner 20 con su flanco 23. Adicionalmente el equipo motor 30 dispone de un rotor 32 dispuesto en el interior, con el que está unido el elemento óptico 40 (véanse las figuras 1 y 2), y con el que puede rotar el elemento óptico 40 en torno al eje de giro 12. Para la rotación del rotor 32 puede estar provisto un transmisor de giro 34. El rotor 32 presenta además una implementación 33, por la que a través del mismo se puede extender el tubo conductor 24 del equipo escáner 20 (véanse las figuras 3 y 5).

En las figuras 8 a 10 se representa el elemento óptico 40 con mayor detalle. A este respecto la figura 10 representa una vista en corte a lo largo de la línea de corte A-A representada en la figura 9. Como se desprende de las figuras 8 a 10, el elemento óptico 40 dispone de un flanco 43, mediante el cual se fija este al rotor 32 el equipo motor 30 (véanse las figuras 6 y 7). El elemento óptico 40 dispone además de un divisor de haz 44 con elementos de redireccionamiento 45 y 46, por ejemplo espejos adecuados. El elemento de redireccionamiento 45 está configurado de forma ventajosa parcialmente transparente, mientras que el elemento de redireccionamiento 46 está configurado de forma ventajosa completamente redireccionado. Mediante el divisor de haz 44 se divide el rayo láser 25 que abandona el equipo escáner 20 en los dos rayos divididos 41 y 42. A este respecto se prevé que ambos rayos divididos 41, 42 deban presentar la misma intensidad, que corresponde aproximadamente a la mitad de la intensidad de haz del rayo láser 25. Con esto los rayos divididos 41, 42 pueden impactar en la superficie que se va a mecanizar, por ejemplo el nervio 13, disponiendo el elemento óptico 40 de dos cabezales de irradiación 47, 48. Estos están dispuestos distanciados uno de otro lo que puede realizarse en el presente ejemplo mediante un brazo de soporte 49. A este respecto pueden estar configuradas las dos partes del brazo soporte en relación al eje de giro 12 con diferente longitud.

A continuación se describe más detalladamente el funcionamiento del dispositivo de mecanizado 10. En la fuente láser no representada se generan pulsos de láser, que presentan una duración de pulso en el intervalo de 5 ns y 500 ns. La intensidad del láser debe ser mayor/igual a 5Megawatios/cm². La luz láser entra por el conductor de luz 22 y la conexión 21 en el equipo escáner 20, donde se forma la geometría del rayo láser deseada, por ejemplo en forma de línea. La luz láser abandona el equipo escáner 20 por el tubo conductor 24 como rayo láser 25 conformado y entra a continuación en el elemento óptico 40. Ahí se divide mediante el divisor de haz 44 en dos rayos divididos 41, 42, presentando cada rayo dividido 41, 42 una intensidad de 50% del rayo láser de salida 25. Mientras que el equipo escáner 20 está montado en el dispositivo de mecanizado 10 de forma fija, el elemento óptico 40 puede girar por el equipo motor 30 en torno al eje de rotación 12, por ejemplo rotar. Los dos rayos divididos 41, 42 impactan sobre la superficie 11 de la pieza de trabajo que se va a mecanizar. En el presente ejemplo los dos rayos divididos 41, 42

5 impactan respectivamente sobre un flanco 14, 15 del nervio 13 que se va a mecanizar, de modo que puede tener lugar un mecanizado sobre ambos lados del nervio 13. Debido a que la superficie debe pretratarse para un proceso adhesivo posterior, se funden y refunden por completo los dos flancos 14, 15 del nervio 13, y en concreto a una profundidad de capa de algunos 10 nm a algunos 10 µm. Adicionalmente se tiene que ajustar los parámetros del láser de modo que los pulsos láser generados presenten un solapamiento mayor del 0%, preferiblemente de 10% a 90%, con especial preferencia de 50%. De este modo se puede mecanizar la superficie en su totalidad, sin que permanezcan zonas sin mecanizar.

10 Debido a que los nervios 13 de este tipo presentan por lo general una forma curva, se requiere que también la dirección de los rayos divididos 41, 42 que impactan sobre los flancos 14, 15 sigan correspondientemente la curvatura. Esto se consigue por un lado mediante la rotabilidad del elemento óptico 40. Igualmente debe desplazarse también la dirección de escaneo del rayo láser generado en el equipo escáner 20. Debido a que el equipo escáner 20 está montado fijo en el dispositivo de mecanizado 10 y por tanto no puede girar, el equipo escáner 20 dispone de un equipo de control representado no de forma detallada, mediante el cual se puede cambiar la orientación de la dirección de escaneo del rayo láser formado en el equipo escáner 20. De forma ventajosa se consigue esto en coordinación con la rotación del elemento óptico 40.

Mediante el procedimiento es posible por tanto un mecanizado continuo de radios mediante movimiento lineal y rotación así como un ajuste del equipo escáner.

20

Lista de referencias

- | | |
|----|---|
| 10 | Dispositivo de mecanizado |
| 11 | Superficie de la pieza de trabajo |
| 25 | 12 Eje/eje de giro |
| | 13 Nervio |
| | 14 Flanco |
| | 15 Flanco |
| | 20 Equipo escáner |
| 30 | 21 Cable de conexión |
| | 22 Conductor de luz |
| | 23 Brida |
| | 24 Tubo conductor |
| | 25 Rayo láser |
| 35 | 30 Equipo motor |
| | 31 Estator |
| | 32 Rotor |
| | 33 Implementación |
| | 40 Elemento óptico |
| 40 | 41 Rayo dividido |
| | 42 Rayo dividido |
| | 43 Brida |
| | 44 Divisor de haz |
| | 45 Elemento de redireccionamiento (semitransparente) |
| 45 | 46 Elemento de redireccionamiento (redireccionamiento completo) |
| | 47 Cabezal de irradiación |
| | 48 Cabezal de irradiación |
| | 49 Brazo de soporte |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el pretratamiento adhesivo de una superficie de una pieza de trabajo mediante radiación láser, impactando la radiación láser generada mediante un láser pulsado sobre la superficie que se va a mecanizar, **caracterizado por** que el procedimiento es un procedimiento en dos etapas, llevándose a cabo las etapas individuales sucesivamente, separándose en la primera etapa, que se trata de una etapa de limpieza, las impurezas que se encuentran sobre la superficie y fundiéndose en la segunda etapa, que se trata de un proceso de fusión inicial y de refusión, la capa próxima a la superficie de la pieza de trabajo y enfriándose de nuevo a continuación, de modo que tiene lugar la refusión completa de la capa próxima a la superficie.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** que se generan intensidades de láser mayores/iguales a 5 Megawatios/cm².
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por** que en la primera etapa el rayo láser usado presenta una intensidad de 5 Megawatios/cm² a 100 Megawatios/cm² y/o porque en la segunda etapa el rayo láser usado presenta una intensidad de 20 Megawatios/cm² a 500 Megawatios/cm².
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** que el láser pulsado genera pulsos láser con una duración del pulso en el intervalo entre 5 ns y 500 ns y/o porque el pulso láser incide sobre la superficie que se va a mecanizar con un solapamiento de pulsos mayor de 0%.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por** que la capa próxima a la superficie de la pieza de trabajo se enfría tras la fusión inicial con una velocidad de enfriamiento de 500 a 20.000 Kelvin/segundo.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser para el mecanizado de una pieza de trabajo mediante radiación láser, presentando el equipo de mecanizado por láser al menos una fuente láser para la generación de un rayo láser pulsado y un dispositivo de mecanizado (10) para la deflexión y posicionamiento dirigidos del rayo láser sobre la pieza de trabajo, presentando el dispositivo de mecanizado (10) un equipo escáner (20) montado con movimiento de giro así como un elemento óptico (40) que puede moverse en torno a un eje de rotación (12), mediante el que se puede formar un rayo láser (25) que se puede orientar y posicionar sobre la superficie que se va a mecanizar con una geometría del rayo láser definida, estando subordinado el elemento óptico (40) al equipo escáner (20) en dirección del rayo del rayo láser (25), y presentando el dispositivo de mecanizado (10) un equipo de control para la modificación de la orientación de la dirección de escaneo de la deflexión de rayo del rayo láser (25) en correspondencia con la rotación del elemento óptico (40).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por** que el procedimiento se lleva a cabo mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que el elemento óptico (40) del dispositivo de mecanizado (10) presenta un equipo divisor de haz (44) para la división del rayo láser (25) en dos o más rayos divididos (41, 42), de forma particular en rayos divididos (41, 42) de igual intensidad, y para la deflexión y posicionamiento de rayos divididos (41, 42) sobre la superficie que se va a mecanizar (11).
8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por** que el procedimiento se lleva a cabo mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que el dispositivo de mecanizado presenta para el movimiento del elemento óptico (40) un equipo motor (30), presentando el equipo motor (30) de forma particular un estator (31), que está unido con el equipo escáner (20), y presentado el equipo motor (30) de forma partiuciar un rotor (32), que está unido con el elemento óptico (40).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que el elemento óptico (40) del dispositivo de mecanizado (10) presenta para la irradiación y posicionamiento de los rayos divididos (41, 42) sobre la superficie de la pieza de trabajo (11) cabezales de irradiación (47, 48) distanciados entre sí.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que se ajusta de forma variable en el dispositivo de mecanizado (10) la posición del foco de los rayos divididos (41, 42) respecto al punto de corte de los rayos divididos (41, 42).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que en el dispositivo de mecanizado (10) se dirigen los rayos divididos (41, 42) de modo que se encuentre su punto de corte en el eje de giro (12) del

elemento óptico (40).

- 5 **12.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que el elemento óptico (40) del dispositivo de mecanizado (10) está configurado respecto a la superposición céntrica y acéntrica de los rayos divididos (41, 42).
- 10 **13.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que el elemento óptico (40) del dispositivo de mecanizado (10) está configurado para la variación del ángulo de incidencia de los rayos láser divididos sobre la superficie de la pieza de trabajo en el intervalo de 0 a 90 grados respecto a normal a la superficie.
- 15 **14.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 13, **caracterizado por** que se lleva a cabo el procedimiento mediante un equipo de mecanizado por láser, en el que la fuente láser está configurada como láser pulsado para la generación de pulsos láser con duración de pulso en el intervalo de 5 ns a 500 ns y/o en el que la fuente láser está configurada para la generación de intensidades láser mayores/iguales a 5 Megawatios/cm² y/o en el que el dispositivo de mecanizado (10) está configurado para la generación de un solapamiento de pulso mayor de 0%.

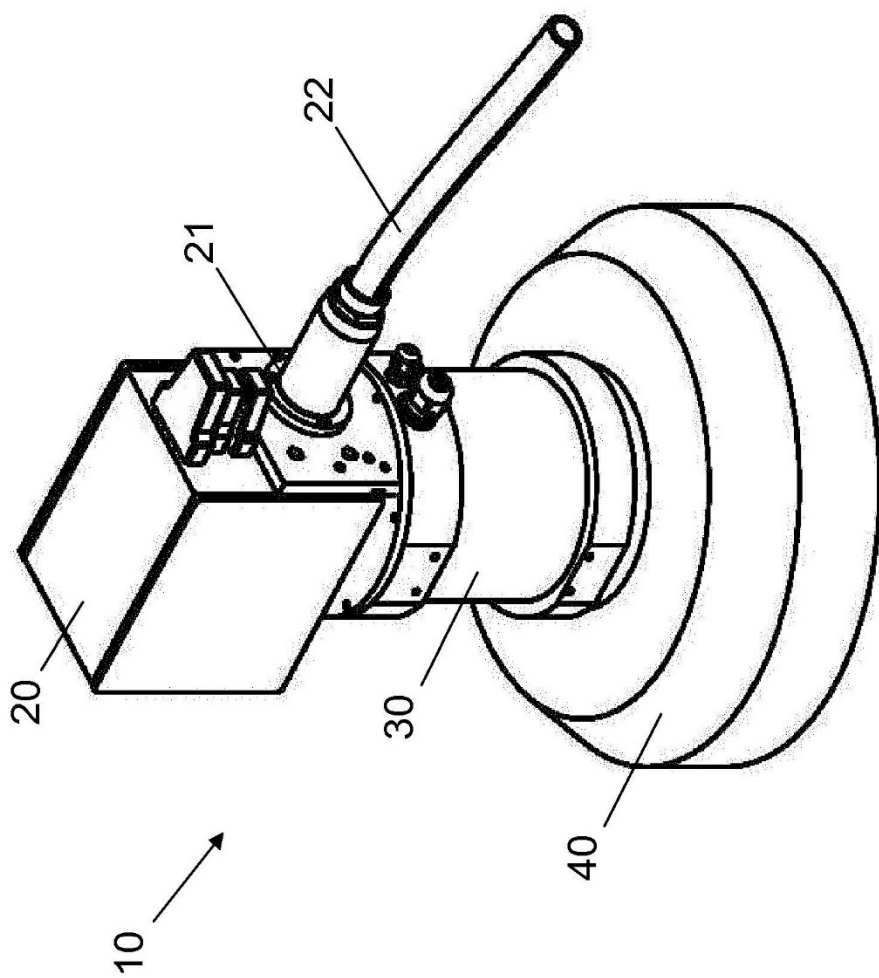


Fig.1

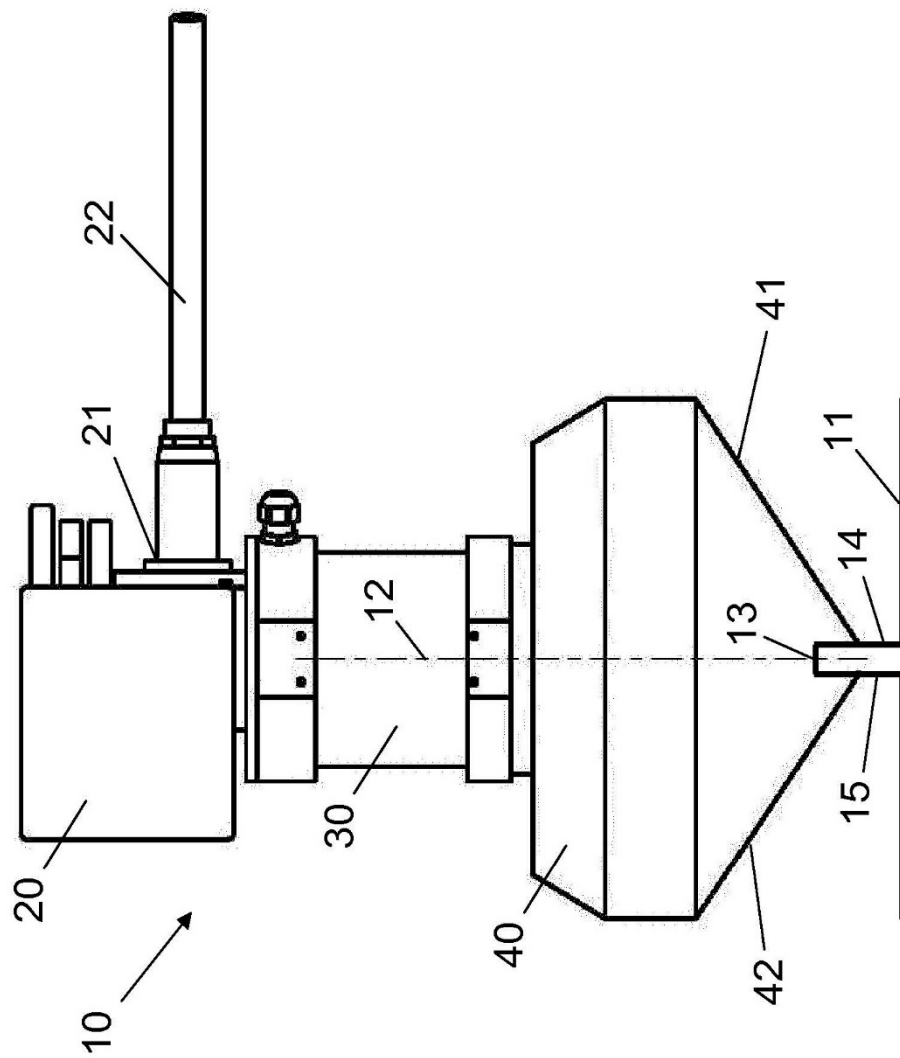


Fig.2

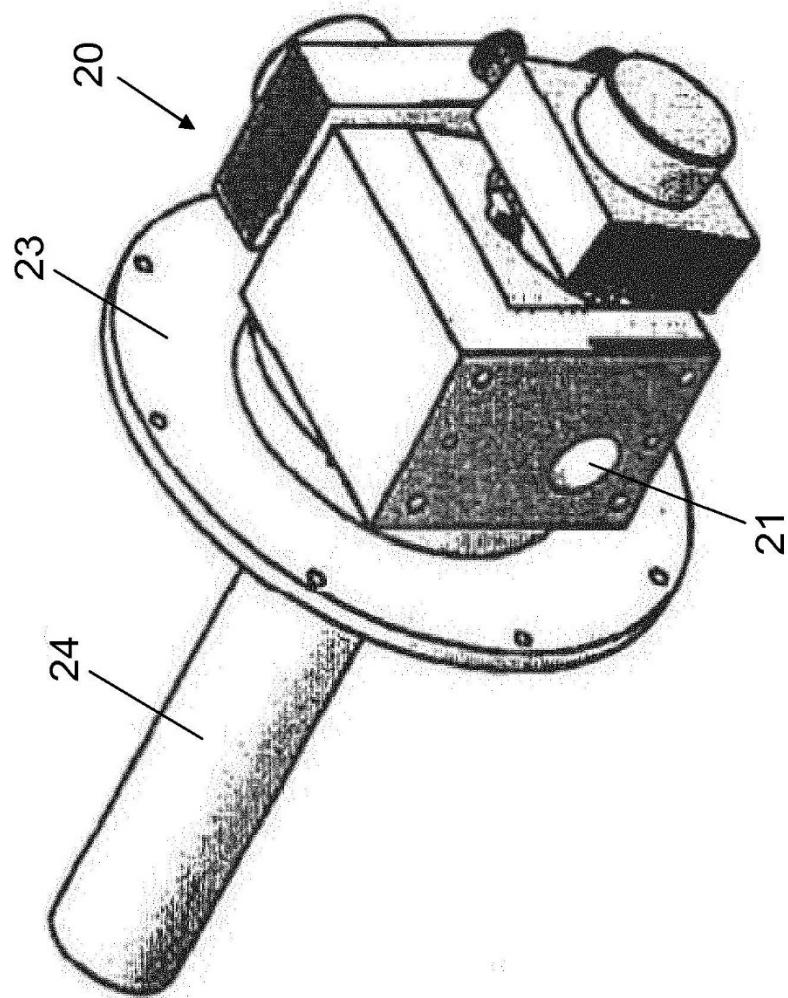


Fig.3

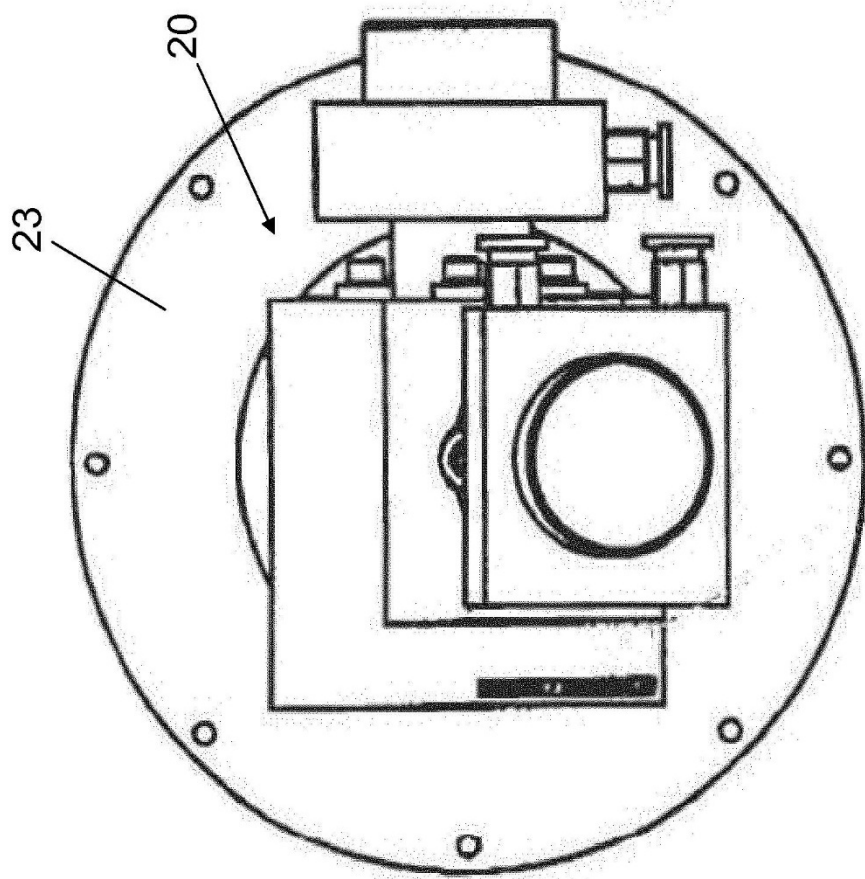


Fig.4

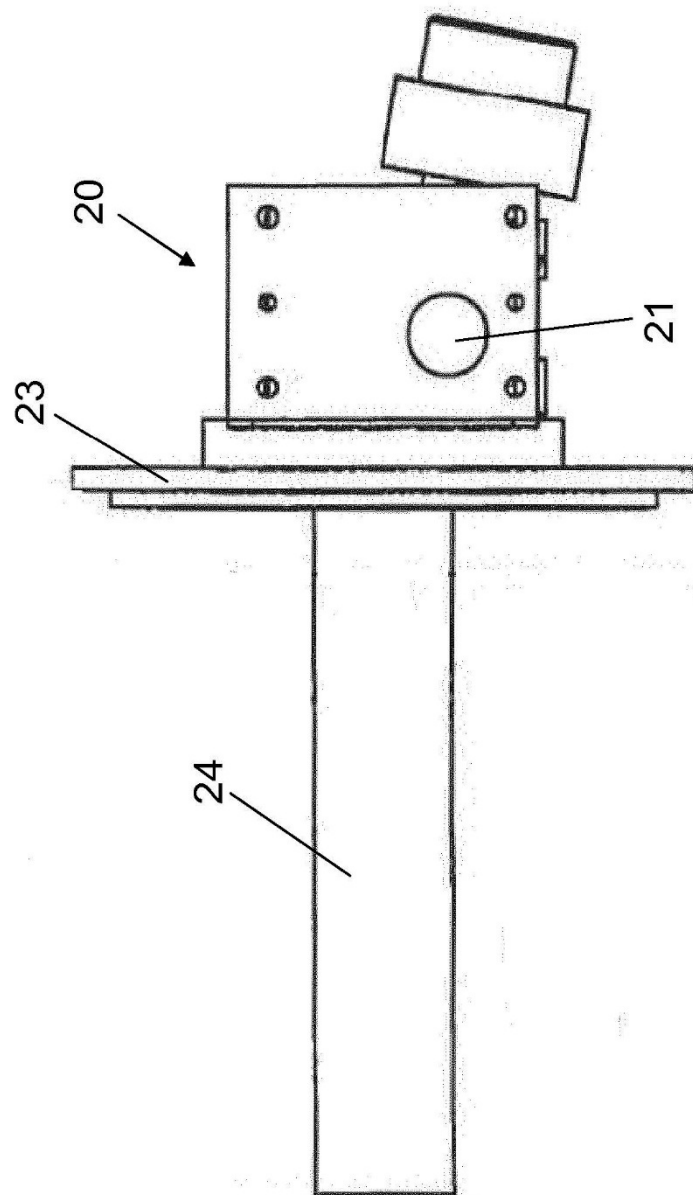


Fig. 5

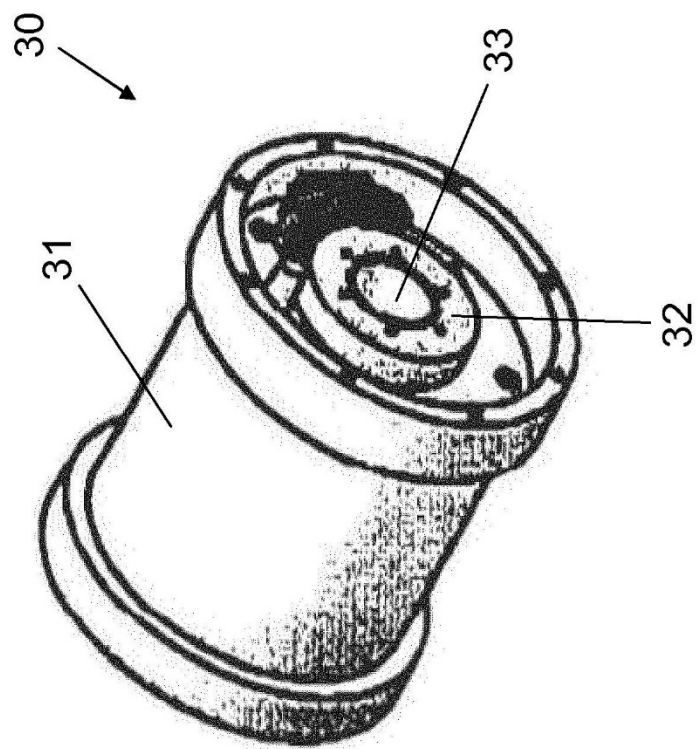


Fig.6

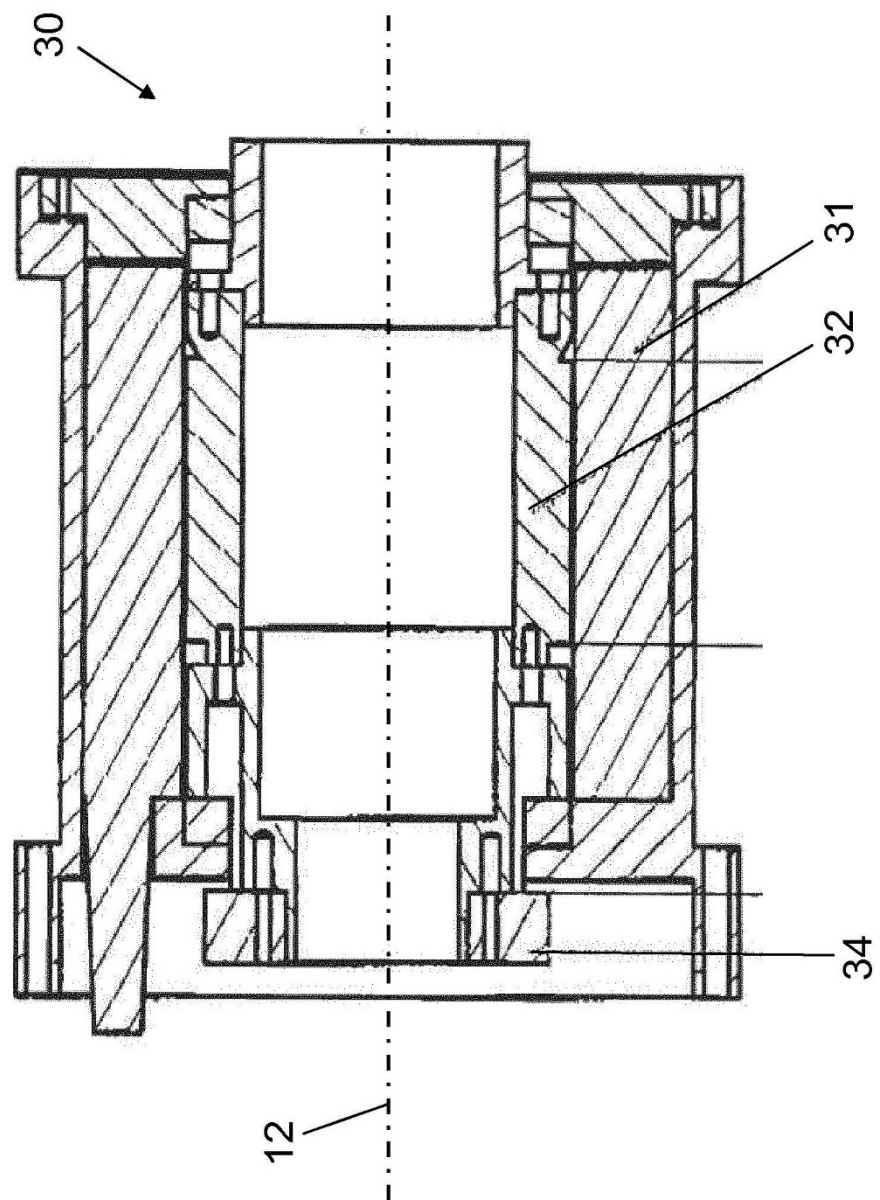


Fig. 7

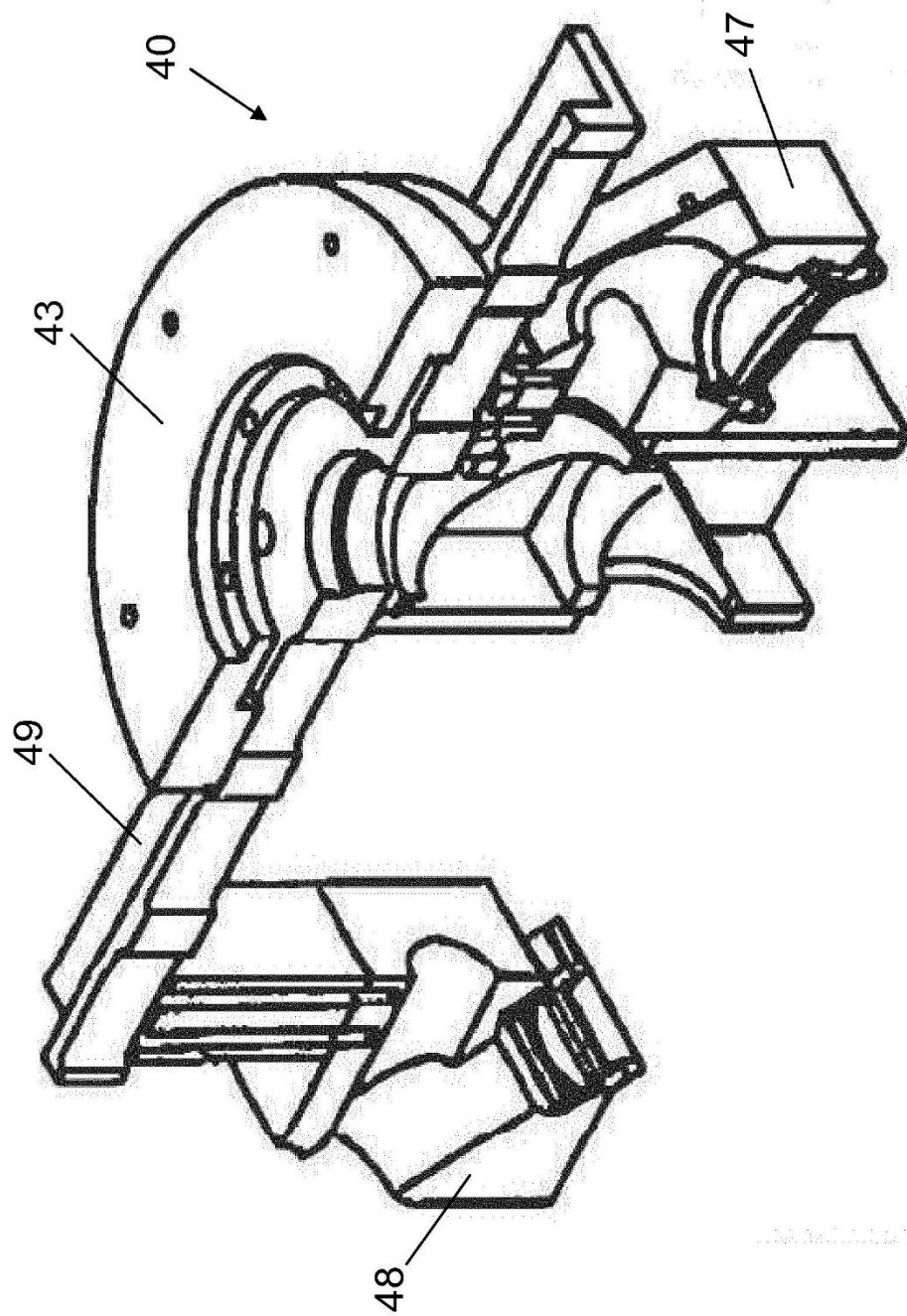


Fig.8

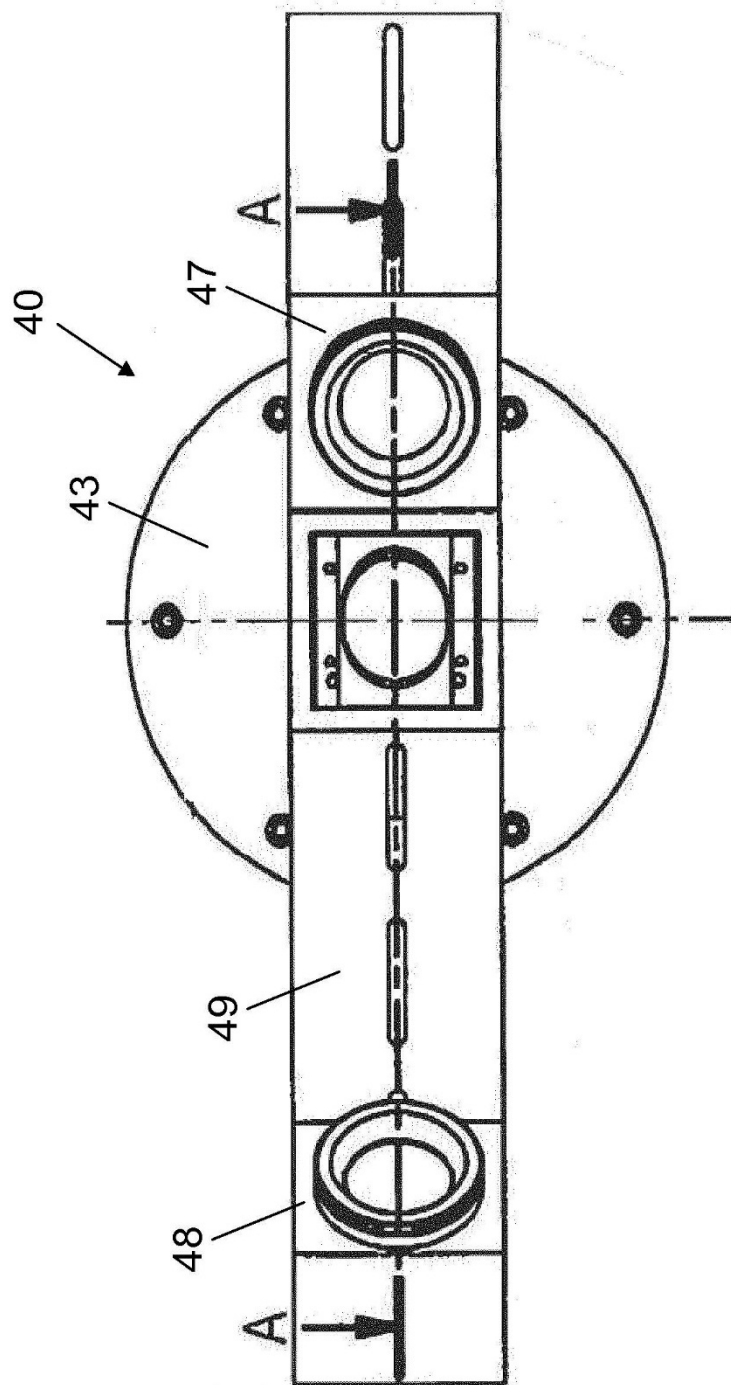


Fig.9

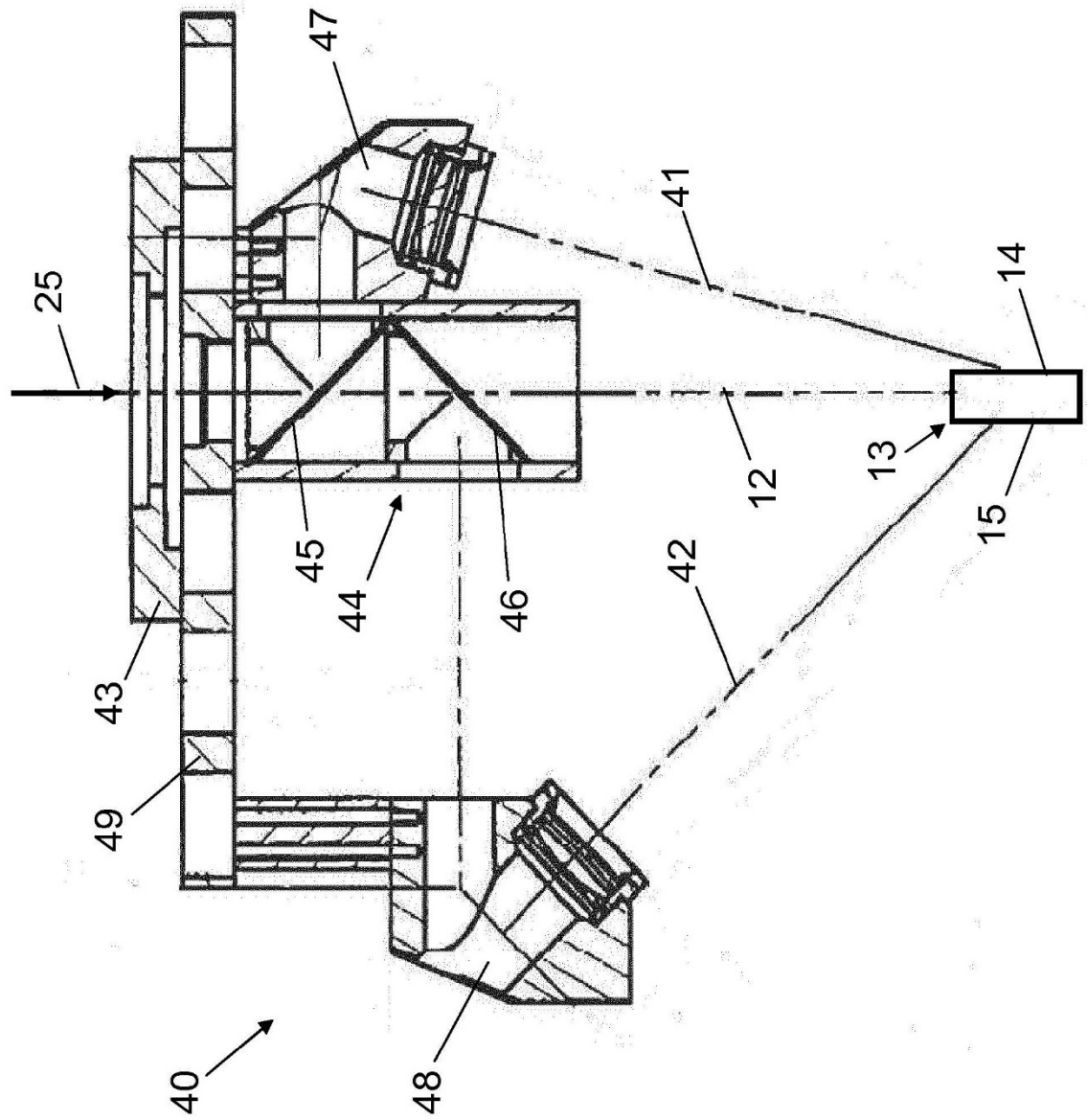


Fig.10