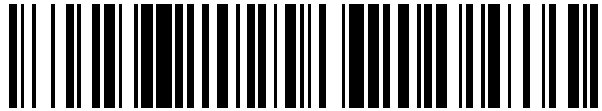


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 632**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/06** (2014.01)

**B23K 26/08** (2014.01)

**B23K 26/36** (2014.01)

**B23K 31/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2013 PCT/EP2013/075414**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO2014086794**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2013 E 13799071 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2928635**

54 Título: **Dispositivo para el mecanizado por láser y procedimiento para el mecanizado de una pieza usando un dispositivo para el mecanizado por láser**

30 Prioridad:

**04.12.2012 DE 102012111771**

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

**29.06.2017**

73 Titular/es:

**EWAG AG (100.0%)  
Industriestrasse 4  
4554 Etziken, CH**

72 Inventor/es:

**PLÜSS, CHRISTOPH;  
DOLD, CLAUDIUS  
EBERLE, GREGORY**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 620 632 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

Dispositivo para el mecanizado por láser y procedimiento para el mecanizado de una pieza usando un dispositivo para el mecanizado por láser

5 La invención se refiere a un procedimiento, así como a un dispositivo para el mecanizado por láser, para el mecanizado de una pieza, usando un dispositivo para el mecanizado por láser para el mecanizado de la pieza mediante un rayo láser, según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 14 (véase, por ejemplo, el documento US2012/0080414 A1).

El procedimiento según la invención, o bien el dispositivo para el mecanizado por láser según la invención, sirven para remover material de una pieza, o fabricar una herramienta de corte.

10 Un procedimiento de ese tipo, y un dispositivo para el mecanizado por láser, son conocidos, por ejemplo, del documento DE 10 2009 044 316 A1. Los impulsos del rayo láser se orientan sobre la superficie de la pieza dentro de una superficie de impulsos o de rayado, e impactan allí sobre la pieza. En el punto de colisión del impulso del láser se remueve material de la pieza. Entonces, través de un movimiento relativo entre la pieza y la superficie de rayado, se realiza la remoción del material en la pieza, según ese movimiento. En ello, la superficie de rayado se mueve en  
15 relación con la pieza de forma similar a una herramienta de fresado, o bien a otra herramienta por arranque de viruta.

Ese procedimiento se ha demostrado como muy efectivo. La presente invención se plantea el objetivo de mejorar el procedimiento conocido, o bien el dispositivo conocido, a fin de mejorar la calidad de la pieza mecanizada, o bien del producto fabricado, por ejemplo una herramienta de corte.

20 Este objetivo se alcanza según un procedimiento con las características de la reivindicación 1, y mediante un dispositivo para el mecanizado por láser con las características de la reivindicación 14.

Según la invención se genera un rayo láser mediante un láser. Se trata preferentemente de un láser por impulsos, de forma que el rayo láser está formado a través de impulsos de rayo láser. En el camino de la luz del rayo láser se encuentra una unidad de deflexión, controlable por una unidad de control. La luz de láser emitida por el láser, que  
25 incide sobre la unidad de deflexión, se desvía durante la mecanización de la pieza en al menos dos direcciones en el espacio, y es dirigida sobre la superficie de la pieza dentro de una superficie de rayado con un contorno preestablecido. Dentro de la superficie de rayado, el punto de incidencia del rayo láser, desviado a través de la unidad de deflexión, se desplaza a lo largo de al menos una trayectoria preestablecida en espiral. El radio de la trayectoria en espiral se corresponde aproximadamente con el radio de la superficie de rayado, desde el centro  
30 hasta un punto final exterior de la trayectoria. Esa superficie de rayado y la pieza se posicionan y se alinean, durante el mecanizado, de forma relativa una respecto a la otra, con la ayuda de una disposición de posicionamiento, y también se desplazan especialmente una respecto a la otra. La disposición de posicionamiento presenta preferentemente varios ejes de máquina, en forma de ejes de giro y/o ejes lineales, para el desplazamiento y/o posicionamiento de la pieza y de la unidad de deflexión relativamente entre sí.

35 Dependiendo del objetivo del mecanizado, y/o del material de la pieza, y/o de la potencia ajustada del láser, y/o de la duración del impulso, o bien de la frecuencia del impulso del láser, y/u otras condiciones límite que influyen sobre el mecanizado, se ajusta, según la invención, el aporte de energía del láser dentro de la superficie de rayado mediante la elección o el ajuste de al menos un parámetro de la trayectoria en espiral, el cual describe el transcurso de la trayectoria en espiral desde el centro hasta el punto más exterior de la trayectoria. Como parámetro de la trayectoria en espiral puede servir al menos la distancia entre las líneas de la trayectoria en espiral. Como distancia entre las  
40 líneas de la trayectoria en espiral ha de entenderse la distancia entre dos puntos de corte directamente adyacentes de la trayectoria en espiral con una recta, o con un eje que transcurre a través del centro de la trayectoria en espiral. Con otras palabras, la distancia entre líneas es la distancia entre las distintas vueltas de la espiral en una dirección radial, partiendo del centro de la espiral. La distancia entre líneas es preferentemente desigual, y puede ajustarse, por ejemplo, de forma que aumente continuamente, o bien que disminuya continuamente radialmente hacia fuera,  
45 partiendo del centro de la trayectoria en espiral.

Según la distancia entre líneas está preestablecida la distribución del aporte de energía del láser dentro de la superficie de rayado. A título de ejemplo, el aporte de energía es mayor en la zona del borde de la superficie de rayado y/o en el centro de la superficie de rayado que en otros puntos de la superficie de rayado. Con ello, a través  
50 de la distancia entre líneas puede ajustarse un perfil de remoción para la remoción del material, la cual es generada durante el movimiento relativo entre la superficie de rayado y la pieza. A través de ello puede ajustarse, a través de la distancia entre líneas, el perfil de remoción para el objetivo actual del mecanizado, y adaptarse al mismo.

Durante el mecanizado de la pieza, la superficie de rayado es desplazada a lo largo de la superficie de la pieza, y con ello se genera una remoción de material que tiene, según la invención, la forma de una ranura cuando la  
55 superficie de rayado incide sobre la pieza, dentro completamente de una superficie de la pieza, y no se solapa solamente de forma parcial con la superficie de la pieza. En ello se forma un perfil de remoción, el cual se corresponde, por así decirlo, con el perfil del corte transversal de la ranura realizada. Mediante la distancia entre líneas, y en su caso otros parámetros de la espiral, puede influenciarse sobre el perfil de la remoción, y adaptarlo al

objetivo del mecanizado. Con una separación entre líneas que disminuya, vista desde el centro de la trayectoria en espiral hacia fuera, pueden generarse flancos de más pendiente en la ranura, o bien en el perfil de la remoción. Esto es ventajoso por ejemplo al rectificarse, para conseguir una rugosidad reducida en el flanco del perfil de la remoción. En el rectificado de la pieza se necesita únicamente un porcentaje de remoción reducido, de forma que puede disminuirse la energía aportada para la ablación por láser en el centro de la superficie de rayado, frente a un aporte más elevado de energía en la zona del borde de la superficie de rayado. Mediante un ajuste de ese tipo pueden conseguirse también radios pequeños en los filos de corte.

Por el contrario, a través de un ajuste de la distancia entre líneas puede disminuirse la pendiente de los flancos del perfil de remoción, y por ello encargarse de que, con una porción más elevada del conjunto de la energía del láser aportada en el centro de la superficie de rayado, se alcance una remoción de material suficiente y uniforme en el fondo de la ranura, o bien en el fondo del perfil de la remoción. Un ajuste de ese tipo es adecuado a fin de alcanzar altos porcentajes de remoción en el mecanizado de desbaste de la pieza, por así decirlo.

Se ha observado que el movimiento del punto de incidencia del láser, dentro de la superficie de rayado, a lo largo de una trayectoria en espiral, presenta enormes ventajas frente a otros cursos de trayectoria. El impulso de energía ha de ajustarse de forma muy precisa para la consecución de una elevada precisión del mecanizado. También han de alcanzarse índices de remoción de material suficientemente elevados. A través de la generación de una superficie de rayado con un punto de incidencia de láser del rayo láser sobre la pieza, desplazado a lo largo de la trayectoria en espiral, se consiguen índices de remoción de material muy altos. El movimiento del punto de incidencia del rayo láser generado por la unidad de deflexión puede ser, por ejemplo, de 2000 milímetros por segundo, y es especialmente de 1 a 2 órdenes de magnitud más rápido que el movimiento relativo de la pieza respecto a la unidad de deflexión, o bien a la superficie de rayado, el cual puede ser aproximadamente de 20-120 milímetros por minuto. Mediante el ajuste de la distancia entre líneas de la trayectoria en espiral puede lograrse un ajuste muy exacto y diferenciado de la distribución de energía de la energía impulsada mediante el rayo láser en la superficie de reflexión, y por lo tanto de la remoción de material dentro de la superficie de rayado. El movimiento rápido del rayo láser a lo largo de una trayectoria curvada puede mantenerse también en largos periodos de funcionamiento del dispositivo para el mecanizado por láser, al evitar una carga demasiado elevada de los medios de ajuste, especialmente de los motores de ajuste de la unidad de deflexión.

Es ventajoso cuando, adicionalmente al parámetro de la espiral que describe al menos una trayectoria en espiral, se ajustan, o bien se eligen de los datos predeterminados, uno o varios de los siguientes parámetros de la trayectoria en espiral, para su influencia en la remoción del material:

- el radio de la trayectoria en espiral, al menos una, entre el punto central de la trayectoria en espiral y un punto final de la trayectoria:
- el número de vueltas de la trayectoria en espiral, al menos una, dentro de la superficie de rayado.

El radio de la trayectoria en espiral, al menos una, se corresponde aproximadamente con el radio de la superficie de rayado, de forma circular, y determina la anchura del perfil de remoción producido. A través del número vueltas de la espiral puede predeterminarse el aporte total de energía en la superficie de rayado. Mediante la distancia entre líneas puede modificarse entonces el aporte total de energía dentro de la superficie de rayado, o bien adaptarlo al objetivo del mecanizado.

La distancia entre líneas puede ser influida, según la invención, a través de una función de distancia predeterminada. La función de distancia contiene al menos un parámetro de distancia modificable. Ese parámetro de distancia puede ajustarse, o bien ser elegido desde valores predeterminados. La función de distancia presenta preferentemente un término en el que el parámetro de distancia figura en el exponencial de las variables de función. En ello, la variable de función proporciona la distancia actual en el punto considerado de la trayectoria en espiral, desde el punto central de la trayectoria en espiral.

Es ventajoso cuando, en el interior de la superficie de rayado, está prefijada al menos una primera trayectoria en espiral, y al menos otra segunda trayectoria en espiral que se diferencia de la primera trayectoria en espiral. El punto de incidencia del láser es guiado entonces sucesivamente a través de las varias trayectorias en espiral dentro de la superficie de rayado. La primera trayectoria en espiral transcurre radialmente hacia fuera desde el punto central de la trayectoria en espiral, o bien de la superficie de rayado, hasta un punto de la trayectoria de la primera trayectoria en espiral. En ese punto de la trayectoria de la primera trayectoria en espiral se agrega directamente la segunda trayectoria en espiral asignada, y transcurre desde allí hacia atrás hasta el punto central conjunto de las dos trayectorias en espiral. De esa forma puede tener lugar el movimiento del punto de incidencia del rayo láser, sin cambiar de dirección, y sin esquinas ni dobleces en la trayectoria del movimiento, desde el punto central hacia fuera, y nuevamente hacia atrás. A través de ello puede alcanzarse un funcionamiento especialmente cuidadoso para los medios de ajuste, o bien para los motores de ajuste de la unidad de deflexión. Los movimientos bruscos con aceleraciones elevadas, o bien con variaciones en la aceleración en los motores de ajuste de la unidad de deflexión, pueden evitarse especialmente bien a través de ello.

La segunda trayectoria en espiral puede presentar los mismos parámetros de trayectoria que la primera trayectoria

en espiral. A título de ejemplo, la segunda trayectoria en espiral puede alcanzarse mediante un reflejo de la primera trayectoria en espiral. El eje sobre el que se refleja la primera trayectoria en espiral para la generación de la segunda trayectoria en espiral transcurre a través del punto central de la primera trayectoria en espiral, así como a través del punto final de la primera trayectoria en espiral. La primera y la segunda trayectoria en espiral conforman respectivamente una pareja de trayectorias de espirales.

Adicionalmente pueden alcanzarse otras parejas de espirales, de una respectiva primera trayectoria en espiral y una segunda asignada a la primera, a través de la rotación de una pareja de salida de una primera y de una segunda trayectoria en espiral. Las diversas parejas de una respectiva primera trayectoria en espiral y de una segunda trayectoria en espiral están distribuidas, especialmente en la dirección del perímetro, alrededor del punto medio de la superficie de rayado, de forma uniforme dentro de la superficie de rayado. Mediante una especificación de ese tipo para la deflexión del rayo láser no puede alcanzarse solamente un cuidadoso funcionamiento continuo del dispositivo para el mecanizado por láser, sino al mismo tiempo una remoción muy homogénea del material dentro de la superficie de rayado, y especialmente también en la zona del punto central de la superficie de rayado. A través de ello, el perfil de la remoción puede presentar una forma aproximadamente ideal en U, con flancos empinados, y una remoción suficientemente elevada de material en la zona de la base.

En una forma de ejecución preferida, al menos una trayectoria en espiral está compuesta por varios segmentos de un semicírculo con radios distintos. Preferentemente, los puntos de transición entre los respectivos segmentos semicirculares adyacentes se encuentran sobre un eje común que transcurre a través del punto central y del punto final de la trayectoria en espiral. Dos respectivos segmentos semicirculares describen una trayectoria en espiral. Un cálculo especialmente sencillo de la trayectoria en espiral puede alcanzarse al formar los segmentos semicirculares, que están colocados sobre un lado común del eje que transcurre a través de los puntos de transición, un grupo de primeros segmentos semicirculares, los cuales están colocados respectivamente de forma concéntrica respecto al punto central de la trayectoria en espiral. Solamente el otro grupo respectivo de segundos segmentos semicirculares presenta respectivamente un punto medio del semicírculo, el cual está desplazado respecto al punto central de la trayectoria en espiral.

Alternativamente a ese ejemplo de ejecución, la trayectoria en espiral puede estar calculada, o bien formada mediante otros procedimientos matemáticos, por ejemplo con la ayuda de una interpolación por splines.

Para el mecanizado de la pieza pueden estar memorizados en el dispositivo para el mecanizado por láser varios programas de mecanizado a elegir. Un operario puede elegir un programa de mecanizado adecuado, dependiendo del objetivo del mecanizado. A título de ejemplo, allí pueden ajustarse, o bien elegirse los materiales de las piezas, las formas deseadas del perfil de la remoción, los radios de los filos de corte, las rugosidades de las superficies, o similares. La separación entre líneas, y en su caso otros parámetros de la trayectoria en espiral, se ajustan entonces dependiendo del programa de mecanizado elegido. Esos parámetros de la trayectoria en espiral están asignados al programa de mecanizado a elegir, por ejemplo en una tabla o en otra prescripción comparable de asignaciones. Los programas previstos para un objetivo de mecanizado, y los parámetros de la trayectoria en espiral necesarios para ello, pueden ser determinados empíricamente y luego ser memorizados.

Configuraciones ventajosas de la invención se desprenden de las reivindicaciones subordinadas, así como de la descripción. La descripción se limita a las características esenciales del procedimiento según la invención, o bien del dispositivo para el mecanizado por láser. El dibujo ha de consultarse complementariamente. A continuación se aclaran en detalle ejemplos de ejecución de la invención, según el dibujo.

Figura 1 un diagrama esquemático de bloques de un ejemplo de ejecución de un dispositivo para el mecanizado por láser

Figura 2 una representación esquemática en perspectiva del mecanizado de la pieza, y de la superficie de rayado desplazada para ello a lo largo de la pieza,

Figura 3 en una representación esquemática, un ejemplo de ejecución de una trayectoria en espiral, y de la determinación de la distancia entre líneas de la trayectoria en espiral con la ayuda de una función de distancia,

Figura 4 otro ejemplo de ejecución de una trayectoria en espiral, y del perfil de remoción generado a través de esa trayectoria en espiral,

Figuras 5 a 7 una respectiva representación de principio de un perfil de remoción generado a través de la variación de la distancia entre líneas de la trayectoria en espiral, y, en su caso, de otros parámetros de la trayectoria en espiral,

Figura 8 otro ejemplo de ejecución de una primera trayectoria en espiral,

Figura 9 la primera trayectoria en espiral según la figura 8, así como otra segunda trayectoria adicional en espiral, determinada según la primera trayectoria en espiral, en el interior de la superficie de rayado,

- Figura 10 cuatro pares respectivos de una primera y de una segunda trayectoria en espiral, según la figura 9,
- Figura 11 una representación de principio para el control de los motores de ajuste de una instalación de deflexión, en un transcurso de una trayectoria con forma de meandro, para el punto de incidencia del rayo láser en el interior de una superficie de rayado, y
- Figura 12 una representación esquemática del control de los motores de ajuste de la instalación de deflexión, en el guiado del punto de incidencia del rayo láser sobre la superficie de la pieza a lo largo de una trayectoria en espiral, en el interior de la superficie de rayado.

En la figura 1 se muestra la imagen de un diagrama de bloques de un dispositivo 10 para el mecanizado por láser. El dispositivo 10 para el mecanizado por láser presenta un láser 11 para la generación de un rayo láser 12. En cuanto al rayo láser 12, puede tratarse de un rayo láser 12 en forma de impulsos. Hoy en día pueden ya alcanzarse frecuencias de impulsos de hasta 30 MHz, pero la frecuencia de impulsos puede ser también más elevada en el futuro, dependiendo de más desarrollos. Mediante el rayo láser 12 se mecaniza una pieza 13, al remover material los impulsos incidentes del rayo láser. El material de la pieza se vaporiza (ablación por láser) en el punto de incidencia 18 del impulso del láser.

Una unidad 14 de control controla el láser 11 con la ayuda de la señal LS de láser. A través de la señal LS de láser pueden predeterminarse los parámetros de funcionamiento del láser 11, por ejemplo la duración del impulso, la frecuencia del impulso, la potencia del láser, o similares.

El dispositivo 10 para el mecanizado por láser presenta, en el recorrido de luz del rayo láser 12, un dispositivo de deflexión 15 controlable mediante la unidad 14 de control. El dispositivo de deflexión 15 sirve para deflectar el rayo láser incidente 12a, emitido por el láser 11, según la excitación mediante la unidad de control 14, de forma que el rayo láser 12b deflectado, emitido desde el dispositivo de deflexión 15, colisiona sobre la superficie 17 de la pieza 13 el interior de una superficie de rayado 16 (figura 2). En ello, el rayo láser 12b deflectado es orientado sobre un punto de incidencia 18 dentro de la superficie de rayado 16. En la figura 3 se muestran de forma esquemática solamente tres puntos de incidencia 18. En cada punto de incidencia 18 se genera un cráter en la pieza 13. Los cráteres adyacentes, o bien los puntos de incidencia 18, pueden ser colocados de forma solapada, pudiendo ser el grado de solapamiento de los puntos de incidencia 18 adyacentes también mayor, de forma diferente al mostrado en la figura 3, y elevarse hasta casi un 100%.

El dispositivo de deflexión 15 se controla de tal manera que el punto de incidencia 18 se desplaza dentro de la superficie de rayado 16 a lo largo de una trayectoria predefinida 19 en espiral (figura 3). Los puntos de incidencia 18 de los impulsos de rayo láser generados se desplazan, con ello, dentro de la superficie de rayado 16, a lo largo de al menos una trayectoria 19 en espiral. En ello se elimina material de la pieza 13, dentro de la superficie de rayado 16.

Para la deflexión, o bien la alineación del rayo láser 12b deflectado, a lo largo de la trayectoria 19 en espiral dentro de la superficie de rayado 16, el dispositivo de deflexión 15 presenta al menos un espejo, y en el ejemplo de ejecución descrito aquí, un primer espejo deflector 23 y un segundo espejo de deflexión 24. El rayo láser incidente 12a impacta en primer lugar sobre el primer espejo deflector 23, y es reflejado desde allí sobre el segundo espejo de deflexión 24, y desde el segundo espejo de deflexión 24 se dirige de nuevo sobre el punto de incidencia 18 deseado. A través del dispositivo de deflexión 15 se dirige el rayo láser 12 al menos en dos direcciones del espacio, de forma que el punto de incidencia 18 puede alcanzar cualquier punto dentro de la superficie de rayado 16. Para este fin, en el ejemplo de ejecución los dos espejos de deflexión 23, 24 están alojados de forma que pueden girarse alrededor de un eje asignado respectivo de giro 25, 26 de espejo. El primer eje de giro 25 de espejo, del primer espejo de deflexión 23, transcurre, en el ejemplo de ejecución descrito aquí, en ángulo recto respecto al plano del dibujo en la figura 1, y, según el ejemplo, en una dirección Y. El segundo eje de giro 26 de espejo, del segundo espejo de deflexión 24, está orientado en ángulo recto respecto al primer eje de giro 25 de espejo, y transcurre, según el ejemplo, en una dirección X.

A cada uno de los dos espejos de deflexión 23, 24 se le ha asignado respectivamente un accionamiento de ajuste, o bien un motor de ajuste 27, mediante el cual puede ser generado un respectivo movimiento de giro alrededor del eje de giro de espejo 25, o bien 26 asignado. Los motores de ajuste 27 se controlan eléctricamente, sobre la base de una señal de deflexión AS de la unidad 14 de control.

El rayo láser 12b, deflectado por el dispositivo de deflexión 15, es guiado, en el ejemplo de ejecución, a través de una unidad 29 de enfoque, la cual puede presentar uno o varios elementos ópticos de enfoque, por ejemplo lentes. A través de la unidad 29 de enfoque se enfoca el rayo láser sobre el punto 18 de incidencia.

El dispositivo 10 para el mecanizado por láser presenta además una instalación 30 de posicionamiento. La disposición 30 de posicionamiento sirve para desplazar un sujetapiezas 31 del dispositivo 10 para el mecanizado por láser, de forma relativa respecto al dispositivo de deflexión 15, dispositivo que sostiene la herramienta 13 durante el mecanizado. Para ello, la disposición 30 de posicionamiento se controla mediante la unidad 14 de control, con una señal PS de posicionamiento.

La disposición 30 de posicionamiento puede presentar varios ejes de máquina con accionamientos lineales y/o accionamientos de giro. Los accionamientos lineales LX, LY, LZ están señalizados solamente en la figura 1 mediante flechas, de forma muy esquemática. De ellos, el número y la combinación de accionamientos lineales utilizados es variable. En el ejemplo de ejecución descrito aquí se dispone de cinco ejes de máquina, estando  
 5 previstos tres ejes lineales con un accionamiento lineal LX, LY, LZ respectivamente, y dos ejes de giro con un accionamiento de giro respectivamente. A través de los accionamientos lineales puede desplazarse el sujetapiezas 31 en las tres direcciones X, Y, Z. Un primer accionamiento de giro 32 sirve para bascular, o bien para girar la pieza 13 alrededor de un primer eje 33 de giro, el cual transcurre a través del sujetapiezas 31. Mediante un segundo accionamiento de giro 34 se gira el primer accionamiento de giro 32, con el primer eje 33 de giro, alrededor de un  
 10 segundo eje 35 de giro, el cual transcurre, en el ejemplo de ejecución, en la dirección X perpendicular al plano del dibujo en la figura 1. El número y la combinación de los ejes de la máquina es solamente a título de ejemplo en el ejemplo de ejecución según la figura 1, y puede ser variado discrecionalmente.

En la figura 2 se muestra, muy esquematizada, una pieza 13 de forma rectangular durante el mecanizado. Mediante la disposición 30 de posicionamiento se genera, durante el mecanizado, un movimiento relativo entre el dispositivo de deflexión 15 y la pieza 13, en el cual, a título de ejemplo, se mueve la pieza 13 de forma relativa respecto al dispositivo de deflexión 15 mediante la disposición 30 de posicionamiento. En ello, la superficie de rayado 16 se desplaza a lo largo de la superficie 17 de la pieza, y genera, en su respectiva posición, una remoción de material en la pieza 13. Si la superficie de rayado 16 está situada completamente en el interior de la superficie 17 de la pieza 13, se alcanza entonces una remoción de material en forma de ranura, de forma que el perfil 40 de la remoción formado  
 15 presenta dos flancos 41 y un fondo 42 (figuras 4 a 7). No obstante, también es posible guiar la posición de la superficie de rayado 16, como se representa en la figura, a lo largo de un canto de la pieza 13, de forma que el perfil de la remoción presenta solamente un flanco 41 y el fondo 42. Esto es el caso entonces cuando el borde de la superficie de rayado 16 termina en un canto de la pieza, o bien cuando la superficie de rayado 16 solamente se solapa parcialmente con la superficie 17 de la pieza.

Según la invención, el aporte de energía realizado mediante el láser en la superficie de rayado 16, así como la distribución de ese aporte de energía dentro de la superficie de rayado 16, es influido a través de al menos un parámetro de una trayectoria en espiral, el cual describe el transcurso, o bien la forma de la trayectoria 19 en espiral, al menos una, dentro de la superficie de rayado 16. A través de ello pueden generarse los perfiles 40 de remoción  
 20 deseados, los cuales influyen por otra parte en las propiedades de la pieza 13 mecanizada, o bien del producto fabricado de ahí, por ejemplo una herramienta de corte. Como parámetros de la trayectoria en espiral pueden utilizarse, solos o en una combinación discrecional, los siguientes parámetros:

- el radio R desde un punto central M de la trayectoria 19 en espiral hasta un punto final radialmente más externo E de la trayectoria, o bien el diámetro de la trayectoria 19 en espiral, o bien de la superficie de rayado 16;
- el número n de vueltas de la espiral, partiendo del punto central M de la trayectoria 19 en espiral hasta en punto  
 35 final E de la trayectoria;
- la distancia variable a entre las líneas entre dos puntos de corte P adyacentes de la trayectoria 19 en espiral con una línea recta, o bien con un eje que transcurre a través del punto central M, así como a través del final E de la trayectoria, el eje r en la representación de la figura 3.

A través del radio R, o bien del diámetro de la trayectoria 19 en espiral, se determina previamente la anchura máxima B del perfil de la remoción, como se muestra esquemáticamente en la figura 4. A través del número n de vueltas de la espiral se determina el aporte total de energía de la energía del rayo láser 12 en la superficie de rayado 16. La distribución del aporte total de energía dentro de la superficie de rayado 16 se determina previamente a través de la distancia entre las líneas. La distancia entre las líneas puede ser constante para el conjunto de la trayectoria 19 en espiral. Para conseguir los perfiles 40 de remoción deseados, la distancia a entre las líneas puede ser modificable, partiendo desde el punto central M de la trayectoria 19 en espiral radialmente hacia fuera, por ejemplo aumentando continuamente, o especialmente también disminuyendo continuamente.

En las figuras 5 a 7 se muestran esquemáticamente distintas formas básicas del fondo para perfiles 40 de remoción que pueden lograrse. La figura 5 muestra el perfil 40 de remoción en forma de U con flancos 41 relativamente escarpados y un fondo 42 a lo largo del cual la remoción de material tiene lugar de forma relativamente uniforme. En la zona del punto central M de la trayectoria 19 en espiral, o bien de la superficie de rayado 16 puede formarse una ligera elevación 42a sobre el fondo 42, cuando el aporte de energía sea menor en la zona del punto central M de la trayectoria 19 en espiral que radialmente más hacia fuera. El perfil 40 de remoción en forma de U según la figura 5 puede elegirse, por ejemplo, para la consecución de una alta remoción de material en una primera fase del mecanizado de la pieza 13.

La figura 6 muestra un perfil 40 de remoción en el que ambos flancos 41 forman entre sí un ángulo mayor que en el perfil 40 de remoción según la figura 5, y por lo tanto la pendiente de los flancos 41 es aquí menor. De aquí, el perfil 40 de remoción según la figura 6 puede designarse como perfil en V.

En la figura 7 se muestra un perfil 40 de remoción con dos flancos 41, los cuales forman entre sí un ángulo muy

pequeño, y de aquí que sean muy pendientes. La distancia a entre las líneas es reducida, para la consecución de ese perfil 40 de remoción en la zona del borde de la superficie de rayado 16, y por lo tanto radialmente hacia fuera en la trayectoria 19 en espiral, lo cual conduce allí a un aporte elevado de energía. Debido a esa distribución de energía desde el centro de la superficie de rayado radialmente hacia fuera, la remoción de material en la zona del fondo 42, en la conexión con los flancos 41, es mayor que en la zona central del fondo 42, de forma que allí se forma una elevación 42a mayor que en los otros ejemplos de ejecución según las figuras 5 y 6.

El perfil de la remoción puede ser designado como perfil W. Debido al aporte relativamente grande de energía en la zona del borde de la superficie de rayado 16, el perfil W según la figura 7 es adecuado especialmente para la generación de radios muy pequeños de filos de corte, y para el mecanizado de acabado de la pieza 13. En los flancos 41, y por lo tanto en una superficie de desprendimiento, o bien en una superficie libre de la pieza 13, se pueden realizar superficies con una rugosidad superficial muy reducida, las cuales se corresponden aproximadamente con una superficie pulida.

La determinación de la distancia a entre las líneas está representada de forma muy esquematizada en la figura 3. A título de ejemplo, supóngase que se eligió el número n de vueltas de la espiral  $n = 5$ . La determinación de la distancia a entre las líneas tiene lugar para otros valores según el número n. Como se ha descrito, la energía que se aporta en la superficie de rayado 16 se determina a través del número n de vueltas de la espiral, cuando se dan la superposición de puntos de incidencia 18 adyacentes y la potencia del láser. La superposición de puntos de incidencia 18 adyacentes y la potencia del láser, así como la frecuencia del pulso, modifican el aporte de energía en la superficie de rayado.

Además, se ha determinado previamente una función  $f(r)$  de distancia. Con ello, la función f de distancia es dependiente de la variable r de la función, que en el presente caso proporciona la distancia de los puntos de corte P del punto central M de la trayectoria 19 en espiral. Con ello, mediante la función f de distancia se influye sobre la densidad de las líneas de la trayectoria 19 en espiral, dependiente de la distancia hasta el punto central M. En el presente ejemplo de ejecución, la función de distancia f es la siguiente:

$$f(r) = b \cdot r^c$$

con

r: variable de función que proporciona la distancia al punto central M del punto considerado de la trayectoria 19 en espiral, b: factor de escala, c: parámetro de distancia.

La distancia a entre líneas se ajusta a través del parámetro c de distancia. Si el parámetro c de distancia es mayor que 0 y menor que 1, la distancia entre líneas desde el punto central M de la espiral aumenta radialmente hacia fuera. Si el parámetro c de distancia es mayor que 1, la distancia entre líneas desde el punto central M de la espiral disminuye radialmente hacia fuera, lo cual se muestra a título de ejemplo en la figura 3. Si el parámetro de distancia  $c = 1$ , la distancia a entre líneas es constante. El factor de escala b es normalmente  $b = 1$ , a fin de no modificar el radio R de la superficie de rayado 16.

Se pueden elegir también otras funciones f de distancia, las cuales proporcionen, por ejemplo, una dependencia logarítmica o exponencial del valor  $f(r)$  en función de la variable r de la función. También es posible fijar distintas funciones de distancia para distintas secciones de la variable r de la función, las cuales presenten preferentemente una transición continua y/o diferenciable en los distintos límites de la sección de la variable r de la función. Se ha demostrado como ventajoso cuando las funciones f de distancia presentan un término en el que el parámetro c de distancia figure en el exponente de la variable r de la función.

Según la función f de distancia se determina la densidad de líneas a, como se muestra en la figura 3. En primer lugar se calcula el valor de la función  $f(R)$  para el radio R de la trayectoria 19 en espiral, y a continuación se divide en secciones equidistantes  $d = f(R)/n$  (figura 3), dependiendo del número n de vueltas de la espiral. Entonces se determinan las distintas distancias entre las líneas  $a_1, a_2, a_3, \dots, a(n-1)$  según la función inversa de la función f de distancia. El punto final E de la trayectoria es conocido asimismo, debido al radio R conocido de la trayectoria 19 en espiral. Desde ese punto final de la trayectoria pueden calcularse, según las distancias  $a_1, a_2, a_3, \dots, a(n-1)$  entre las líneas, las posiciones de los puntos P de corte de cada vuelta de la espiral de la trayectoria 19 en espiral con el eje r.

La trayectoria 19 en espiral está configurada, según el ejemplo, por los primeros segmentos semicirculares 45 y por los segundos segmentos semicirculares 46. Todos los segmentos semicirculares 45, 46 tienen radios distintos. A un primer segmento semicircular 45 se le añade respectivamente uno, o bien se le añaden dos segundos segmentos semicirculares 46, en un punto de transición U. Los puntos de transición U están situados sobre un eje común, el eje r según el ejemplo de ejecución de la figura 3. El grupo de los primeros segmentos semicirculares 45 está colocado de forma concéntrica respecto al punto central M de la trayectoria 19 en espiral. El grupo de los segundos segmentos semicirculares 46 presentan respectivamente un punto medio del semicírculo distinto del punto central M de la trayectoria 19 en espiral, presentando también los distintos segundos segmentos semicirculares 46 distintos puntos medios del semicírculo. A través de ese diseño puede calcularse la trayectoria 19 en espiral de forma muy sencilla y rápida.

Partiendo del punto de corte más externo P (aquí punto el de corte P5), determinado como se ha descrito anteriormente, o bien del punto final E de la trayectoria, se posiciona el primer segmento semicircular 45 más externo, con el radio R conocido, de forma concéntrica con el punto central M. El segundo segmento semicircular 46, que se añade al mismo tiene una distancia de línea a(n-1) - aquí a 4 - al punto final E de la trayectoria. De aquí se puede determinar el punto medio del semicírculo de ese segundo segmento semicircular 46, a través del cual resulta la vuelta más exterior de la espiral de la trayectoria 19 en espiral. Las otras vueltas siguientes de la trayectoria en espiral se determinan de forma análoga, hasta que finalmente la trayectoria 19 en espiral alcanza su punto central M.

El guiado del punto de incidencia 18, y con ello del rayo láser 12b deflectado, a lo largo de la trayectoria 19 en espiral dentro de la superficie de rayado 16, tiene ventajas respecto a otros cursos de trayectoria para el funcionamiento del dispositivo de deflexión 15 con los motores 27 de ajuste para el espejo de deflexión 23, 24. En la figura 11 se considera esquemáticamente una trayectoria con forma de meandro, como ejemplo para el guiado del punto de incidencia 18 del rayo láser 12 sobre la superficie 17 de la pieza. En trayectorias de movimiento de ese tipo, o bien comparables, del punto de incidencia 18 del rayo láser 12b deflectado, los espejos de deflexión se aceleran y frenan continuamente, como se representa en la figura 11, a fin de conseguir el patrón de movimiento deseado. La primera curva K1 representa en ello el control de uno de los espejos de deflexión, y la segunda curva K2 el control del respectivo segundo espejo de deflexión, dependiendo del tiempo t. En ello, como se muestra en la figura 11, la posición del espejo de deflexión se modifica paso a paso, o bien gradualmente, tanto en la dirección X como también en la dirección Y. En ello aparecen elevadas aceleraciones y variaciones de la aceleración. En ello, los motores de ajuste 27 para los espejos de deflexión se someten a un gran esfuerzo.

A diferencia de ello, según la invención está prevista una trayectoria 19 en espiral para el movimiento del punto de incidencia 18 del rayo láser 12 sobre la superficie 17 de la pieza. La trayectoria 19 en espiral puede alcanzarse a través de movimientos de desviación, con forma senoidal y cosenoidal, de ambos espejos de deflexión 23, 24, como se muestra esquemáticamente según la tercera curva K3 y la cuarta curva K4. Las dos curvas K3, K4 están desfasadas entre sí. A título de ejemplo, la cuarta curva K4 tiene forma cosenoidal para el control del motor de ajuste 27 para el primer espejo de deflexión 23, mientras que la tercera curva K3 tiene forma senoidal para el control del motor de ajuste 27 para el segundo espejo de deflexión 24. Aquí se reducen las variaciones de aceleración, de forma que se posibilita un funcionamiento del dispositivo de deflexión 15 con escasos tirones y escasas vibraciones.

Otra mejora del funcionamiento del dispositivo de deflexión 50 se alcanza cuando están previstas varias trayectorias 9 en espiral dentro de la superficie de rayado 16, los cual se explica a continuación según las figuras 8 a 10.

En la figura 8 se muestra una trayectoria 19 en espiral que fue determinada según el principio descrito anteriormente. Esa trayectoria 19 en espiral sirve a continuación como primera trayectoria 19a en espiral. En el ejemplo de ejecución según la figura 9, se ha predeterminado una primera trayectoria 19a en espiral y otra segunda trayectoria 19b en espiral, las cuales determinan el recorrido del punto de incidencia 18 del láser dentro de la superficie de rayado. Las dos trayectorias 19a y 19b en espiral presentan los mismos parámetros de espiral n, R, a. A título de ejemplo, la segunda trayectoria 19b en espiral fue generada mediante reflexión de la primera trayectoria 19a en espiral sobre el eje en el cual están situados los puntos de transición U entre los segmentos semicirculares 45, 46 de la primera trayectoria 19a en espiral. En el caso anterior, la reflexión tuvo lugar sobre el eje r.

Con ello, en el ejemplo de ejecución de la superficie de rayado 16, con una primera trayectoria 19a en espiral y una segunda trayectoria 19b en espiral, según la figura 9, el punto de incidencia 18 del láser puede guiarse, partiendo del punto central M hasta el punto final E de la primera trayectoria 19a en espiral, y de allí, sin inversión de la dirección y según la segunda trayectoria 19b en espiral, hacia atrás hasta el punto central M. Desde allí se guía entonces el punto de incidencia 18 nuevamente, a lo largo de la primera trayectoria 19a en espiral hacia fuera, hasta el punto final E de la trayectoria, etc. A través de ello puede alcanzarse un desarrollo sin tirones del movimiento para el movimiento de ajuste de los espejos de deflexión 23, 24 mediante los motores de ajuste 27.

La primera trayectoria 19a en espiral y la segunda trayectoria 19b en espiral forman una pareja 50 de espirales, según la figura 9. Como se observa en la figura 9, en ese guiado del rayo láser existen lugares dentro de la superficie 16 de rayado con una remoción mayor de material, y otros con una menor remoción. Por ejemplo, en la figura 9, a la derecha del punto central M, se observa una zona que está libre de puntos de incidencia 18. Para alcanzar una homogeneización de la remoción de material dentro de la superficie 16 de rayado, el guiado del rayo láser puede tener lugar a lo largo de multitud de trayectorias 19 en espiral, o bien de varias parejas 50 de trayectorias en espiral. Un ejemplo de ejecución para ello se muestra en la figura 10. Allí está colocada la pareja 50 de espirales según la figura 9 varias veces, y según el ejemplo cuatro veces dentro de la superficie de rayado 16. Las cuatro parejas 50 de espirales están giradas en la dirección del perímetro alrededor de la superficie de rayado 16, o bien del punto central M, y giradas respectivamente en 90° una contra la otra alrededor del punto central M. Las parejas 50 de espirales están dispuestas, por así decirlo, distribuidas regularmente en la dirección del perímetro. El ángulo de giro entre dos parejas 50 de trayectorias en espiral resulta del número previsto de parejas 50 de trayectorias en espiral. Como modificación del ejemplo de ejecución según la figura 10, puede utilizarse también un número impar de parejas de trayectorias en espiral. El número de trayectorias 19 en espiral, o bien de parejas 50 de trayectorias en espiral preestablecidas para el guiado del rayo láser dentro de la superficie 16 de rayado puede ser elegido esencialmente a voluntad. Por ejemplo, pueden estar previstas también seis o doce parejas 50 de



trayectorias en espiral giradas unas contra otras.

5 En la unidad de control 14 pueden almacenarse programas de mecanizado para determinados trabajos repetitivos, y poder ser elegidos por un operario a través de una interfase de operación, no representada, del dispositivo 10 para el mecanizado por láser. A título de ejemplo, en un programa de mecanizado pueden elegirse los materiales de la pieza, las formas deseadas del perfil 40 de la remoción, los radios de los filos de corte, las rugosidades superficiales, o similares. La distancia entre líneas, y en su caso otros parámetros  $n$ ,  $R$  de la espiral se ajustan entonces a través de la unidad de control 14, dependiendo del programa de mecanizado elegido. Esos parámetros  $a$ ,  $n$ ,  $R$  de la trayectoria en espiral están asignados al programa de mecanizado a elegir, por ejemplo a través de una tabla u otra especificación de asignación comparable. Los programas de mecanizado previstos para un trabajo de mecanizado, y los parámetros de la trayectoria en espiral necesarios para el mismo, pueden ser determinados empíricamente y luego ser memorizados.

15 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo 10 para el mecanizado por láser, para el mecanizado de una pieza 13. El dispositivo 10 para el mecanizado por láser presenta un láser 11 para la generación de un rayo láser 12, el cual es deflectado mediante un dispositivo 15 de deflexión según un modelo prefijado a través de un dispositivo de control 14, y es orientado sobre una superficie 17 de una pieza a mecanizar de una pieza 13. El punto de incidencia 18 del rayo láser 12b deflectado sobre la superficie 17 de la pieza es guiado a lo largo de al menos una trayectoria 19 en espiral, dentro de una superficie circular 16 de rayado. La trayectoria 19 en espiral está caracterizada mediante parámetros de trayectoria en espiral. Un parámetro de trayectoria en espiral es la distancia  $a$  entre las líneas entre puntos de corte  $P$  adyacentes de la trayectoria 19 en espiral con un eje que transcurre a través del punto central  $M$  de la trayectoria 19 en espiral. La distancia  $a$  entre las líneas puede ajustarse de forma variable, o bien puede elegirse a partir de valores predeterminados. A través de la modificación de la distancia  $a$  entre líneas, entre dos puntos de la trayectoria en espiral, adyacentes en la dirección radial respecto al punto central  $M$ , puede ajustarse, dentro de la superficie de rayado 16, la distribución de energía de la energía aportada por el rayo láser sobre la pieza 13 dentro de la superficie de rayado 16. Para ello sirve un parámetro  $c$  de distancia de una función  $f$  de distancia prefijada, o bien que puede determinarse, a través de la cual puede ser determinada la distancia  $a$  entre las líneas. A través de ello puede influirse sobre los parámetros deseados de la labor sobre la pieza 13 a mecanizar.

**Lista de signos de referencia**

- 10 dispositivo para el mecanizado por láser
- 30 11 láser
- 12 rayo láser
- 12a rayo láser incidente
- 12b rayo láser deflectado
- 13 pieza
- 35 14 unidad de control
- 15 unidad de deflexión
- 16 superficie de rayado
- 17 superficie de la pieza
- 18 punto de incidencia
- 40 19 trayectoria en espiral
- 19a primera trayectoria en espiral
- 19b segunda trayectoria en espiral
- 23 primer espejo de deflexión
- 24 segundo espejo de deflexión
- 45 25 primer eje de giro del espejo
- 26 segundo eje de giro del espejo
- 27 motor de ajuste

## ES 2 620 632 T3

	29	unidad de enfoque
	30	disposición de posicionamiento
	31	sujetapiezas
	32	primer accionamiento de giro
5	33	primer eje de giro
	34	segundo accionamiento de giro
	35	segundo eje de giro
	40	perfil de la remoción
	41	flanco
10	42	fondo
	45	primer segmento semicircular
	46	segundo segmento semicircular
	50	pareja de trayectorias en espiral
	a	distancia entre líneas
15	AS	señal de deflexión
	b	factor de escala
	c	parámetro de distancia
	B	anchura del perfil de remoción
	d	sección
20	D	diámetro de la trayectoria en espiral
	E	punto final
	f	función de distancia
	K	curvas para el control de los motores de ajuste
	S	señal láser
25	LX, LY, LZ	accionamiento lineal
	M	punto central
	n	número de vueltas de la espiral
	P	punto de corte
	PS	señal de posicionamiento
30	r	variable de la función
	R	radio
	t	tiempo
	U	punto de transición
	X,Y,Z	dirección en el espacio

35

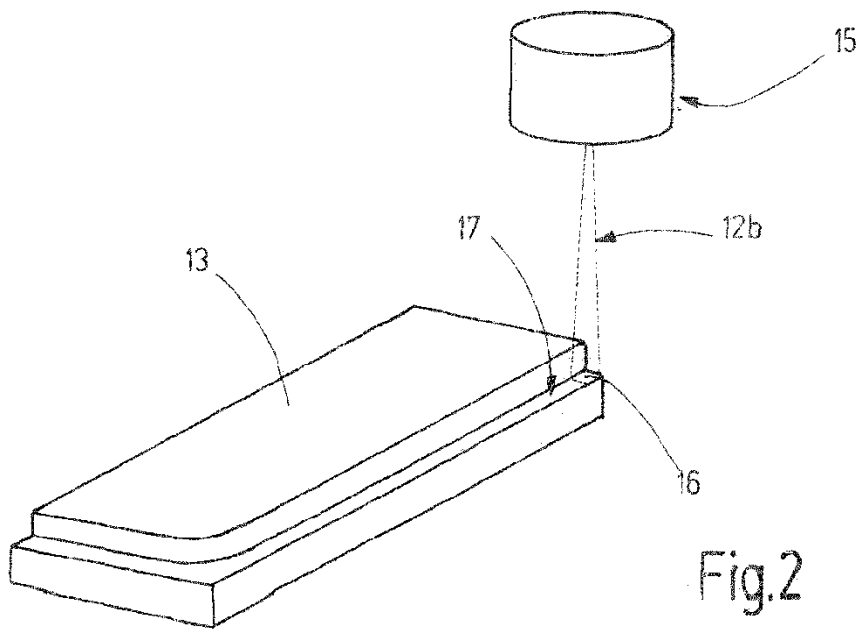
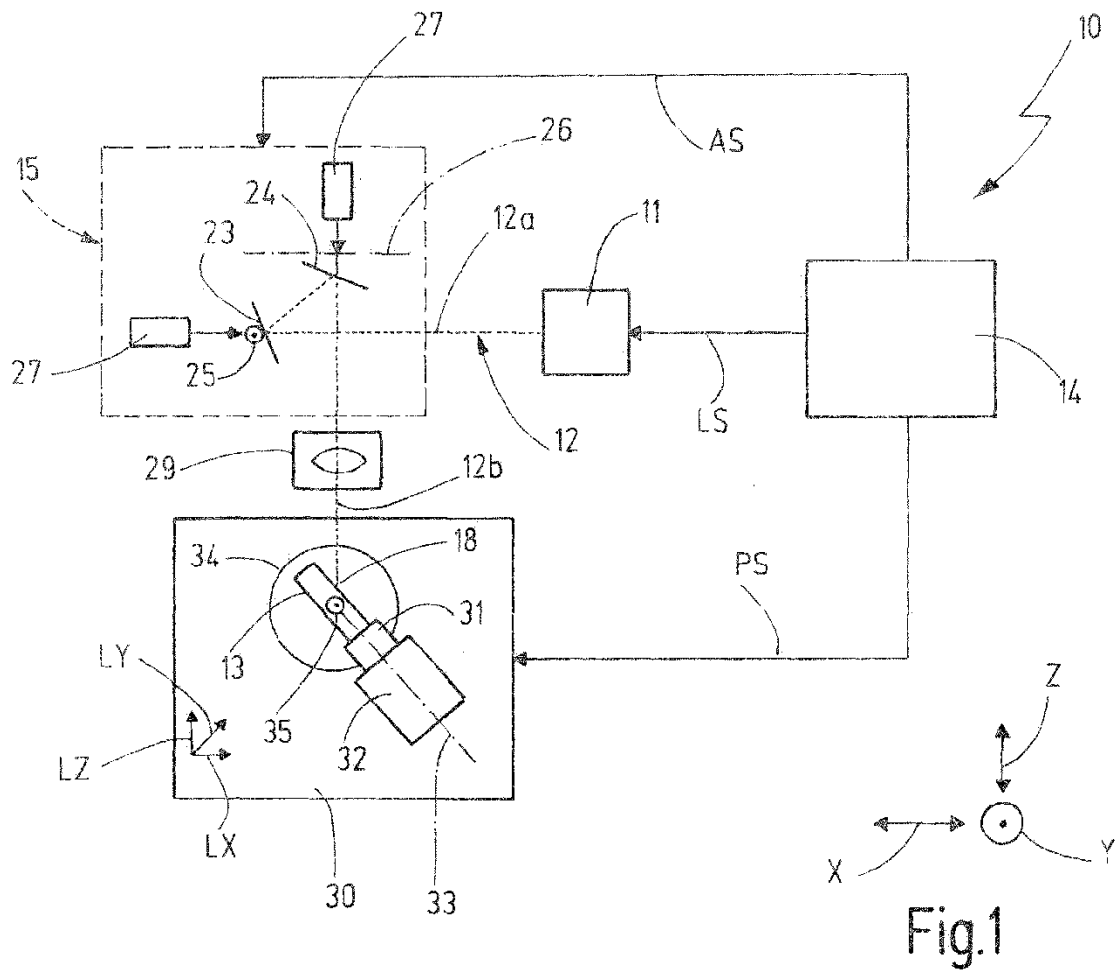
**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el mecanizado de una pieza (13), con la utilización de un dispositivo (10) para el mecanizado por láser, correspondiéndose el perfil de la remoción con el perfil de la sección transversal de una ranura a fabricar, **caracterizado por** las siguientes características y fases: un láser (11) para la generación de un rayo láser (12), con la utilización de una unidad de deflexión (15), situada en el recorrido de la luz del rayo láser (12), y que puede ser controlada, la cual deflecta el rayo láser (12a), incidente del láser (11) durante el mecanizado de la pieza, en al menos dos direcciones (X, Y) en el espacio, y dirige al rayo láser (12b) deflectado sobre la pieza (13), así como con la utilización de una disposición de posicionamiento (30) para el posicionamiento y/o movimiento de la pieza (13) y de la unidad de deflexión (15) relativamente entre sí, desplazando la unidad de deflexión (15) el punto de incidencia (18) del rayo láser (12b) deflectado por el interior de una superficie (16) de rayado sobre la superficie (17) de la pieza, a lo largo de al menos una trayectoria (19) en espiral, y moviendo la disposición de posicionamiento (30) la pieza y la unidad de deflexión (15) relativamente entre sí durante el mecanizado de la pieza (13), siendo ajustada, o bien elegida de los datos preestablecidos, la distancia (a) entre dos puntos de corte (P) adyacentes de la trayectoria (19) en espiral con un eje (r) que transcurre a través del punto central (M) de la trayectoria (19) en espiral, como un parámetro (a, n, R) que describe la trayectoria (19) en espiral, al menos una, a fin de influir sobre un perfil de remoción y sobre una remoción de material dentro de la superficie de rayado (16), y pudiendo ajustarse, o bien elegirse de forma creciente o decreciente, a discreción, la distancia (a) entre las líneas, vistas hacia fuera desde el punto central (M) de la trayectoria (19) en espiral.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, como otro parámetro (a, n, D) de la trayectoria en espiral, que describe a al menos una trayectoria 19 en espiral, se ajusta, o bien se elige de los datos prefijados, el radio (R) de la trayectoria 19 en espiral, para la influencia sobre la remoción de material.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que como otro parámetro (a, n, R) que describe la trayectoria (19) en espiral, al menos una, se ajusta, o bien se elige de los datos prefijados, el número (n) de las vueltas de espiral de la trayectoria (19) en espiral dentro de la superficie de rayado (16), a fin de influir sobre la remoción de material dentro de la superficie de rayado (16).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la distancia (a) entre las líneas depende de una función (f) prefijada de distancia, la cual presenta al menos un parámetro de distancia (c) que puede modificarse.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el parámetro de distancia (c) figura en el exponente de la variable (r) de la función.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dentro de la superficie de rayado (16) está predeterminada al menos una primera trayectoria en espiral (19a), la cual transcurre desde el punto central (M) de la primera trayectoria en espiral (19a) hacia fuera, hasta un punto final (E) de la trayectoria, y por que está predeterminada al menos una segunda trayectoria en espiral (19b), distinta de la primera trayectoria en espiral (19a), que transcurre desde el punto final (E) de trayectoria de la primera trayectoria en espiral (19a) hacia atrás, hasta el punto central (M) de la primera trayectoria en espiral (19a).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la segunda trayectoria en espiral (19b) presenta los mismos parámetros (a, n, R) de espiral que la primera trayectoria en espiral (19a).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la trayectoria en espiral (19), al menos una, está compuesta por varios segmentos semicirculares (45,46) con radios distintos.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un movimiento de la superficie de rayado (16) con la trayectoria en espiral (19), al menos una, a lo largo de la superficie (17) de la pieza, genera una remoción de material con un perfil (40) de remoción, el cual es dependiente de la distancia (a) entre las líneas de la trayectoria en espiral (19).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un movimiento de la superficie de rayado (16) con la trayectoria en espiral (19), al menos una, a lo largo de la superficie de la pieza, genera una remoción de material con un perfil (40) de remoción, siendo la rugosidad superficial en un flanco (41) del perfil (40) de la remoción dependiente de la distancia (a) entre las líneas de la trayectoria en espiral (19), en la zona radial más externa del borde de la superficie de rayado (16).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un movimiento de la superficie de rayado (16) con la trayectoria en espiral (19), al menos una, a lo largo de la superficie de la pieza, genera una remoción de material con un perfil (40) de remoción, siendo la pendiente de los flancos del perfil (40) de remoción dependiente de la distancia (a) entre las líneas de la trayectoria en espiral (19), en la zona radial más externa del borde de la superficie de rayado (16).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que están almacenados varios programas de mecanizado, que pueden elegirse, estando asignada a cada programa de mecanizado al menos una

distancia (a) entre las líneas, o bien otros parámetros adicionales (n, R) de la trayectoria en espiral.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, y según la reivindicación 13, caracterizado por que se dispone de distintos programas de mecanizado, que pueden elegirse para los distintos perfiles (40) de remoción sobre la pieza (13).

- 5 14. Dispositivo (10) para el mecanizado por láser, para el mecanizado de una pieza (13), con un láser (11) para la generación de un rayo láser (12), con una unidad de control (14), caracterizado por una unidad de deflexión (15), situada en el recorrido de la luz del rayo láser (12), y que puede ser controlada por una unidad (14) de control, la cual deflecta el rayo láser (12a) incidente del láser (11) durante el mecanizado de la pieza, en al menos dos direcciones (X, Y) en el espacio, y dirige al rayo láser (12b) deflectado sobre la pieza (13), controlando la unidad de control (14) a la unidad de deflexión (15) de tal forma que se desplaza el punto de incidencia (18) del rayo láser (12b) deflectado por el interior de una superficie (16) de rayado sobre la superficie (17) de la pieza, a lo largo de al menos una trayectoria (19) en espiral, y mediante una disposición de posicionamiento (30), la cual está ajustada para desplazar la pieza (13) y la unidad de deflexión (15) relativamente entre sí durante el mecanizado, a través de lo cual se origina un perfil de remoción que se corresponde con el perfil transversal de una ranura, y siendo ajustada mediante la unidad de control (14), o bien siendo elegida de los datos preestablecidos como un parámetro (a, n, R) de la trayectoria en espiral, el cual describe la trayectoria (19) en espiral, al menos una, la distancia (a) entre dos puntos de corte (P) adyacentes de la trayectoria (19) en espiral con un eje (r) que transcurre a través del punto central (M) de la trayectoria (19) en espiral, a fin de influir sobre un perfil de remoción y sobre una remoción de material dentro de la superficie de rayado (16), y pudiendo ajustarse, o bien elegirse de forma creciente o decreciente, a discreción, la distancia (a) entre las líneas, vistas hacia fuera, desde el punto central (M) de la trayectoria (19) en espiral.
- 10
- 15
- 20



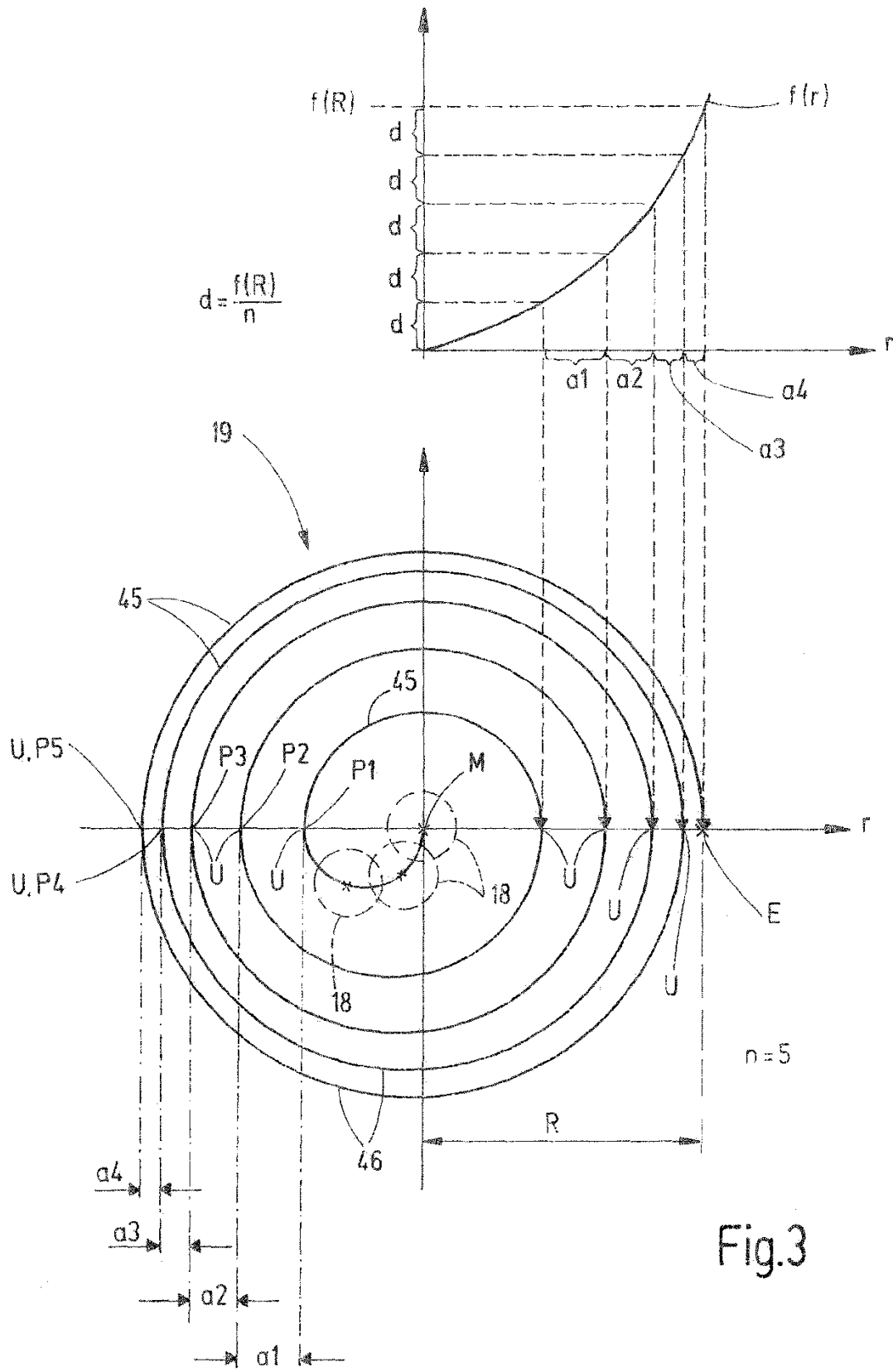


Fig.3

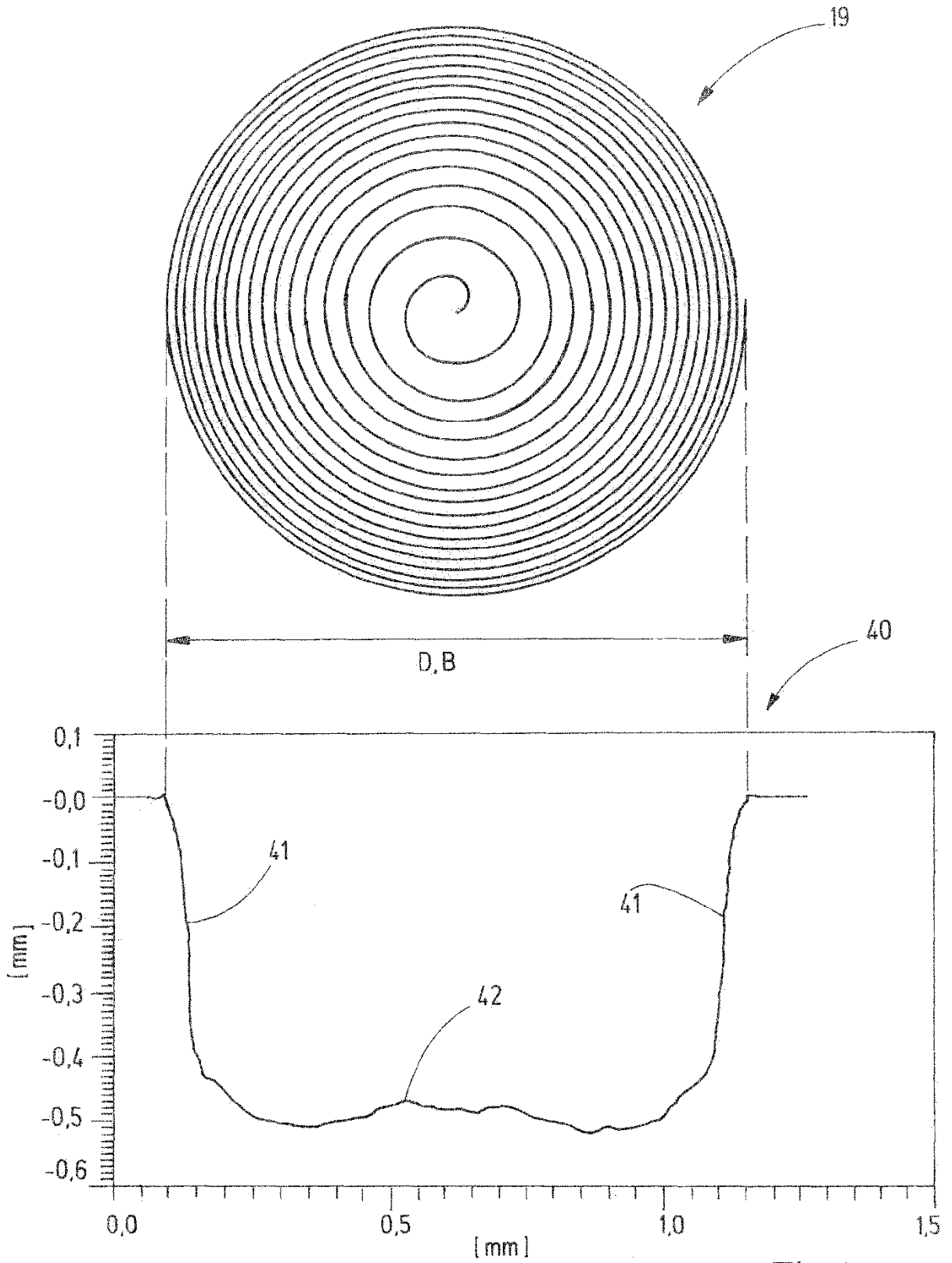
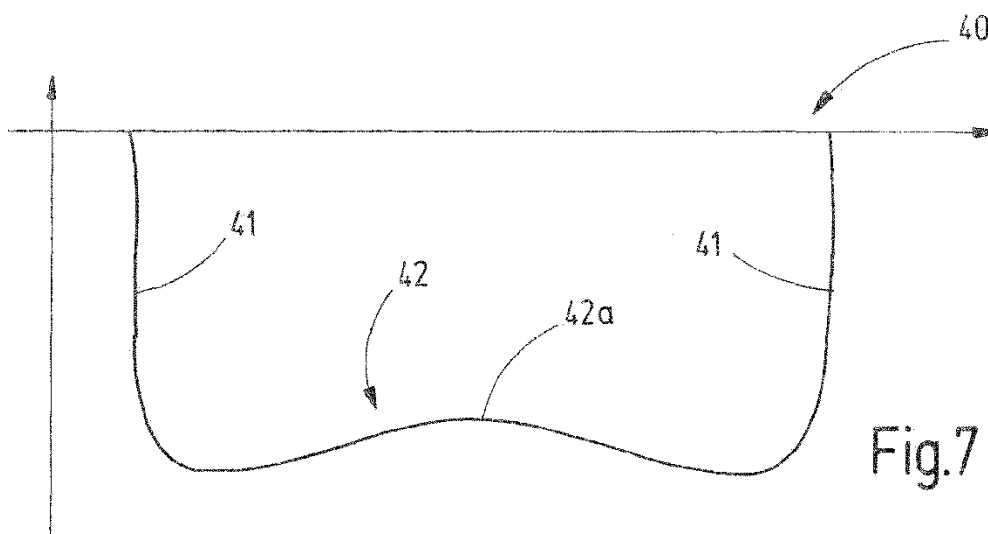
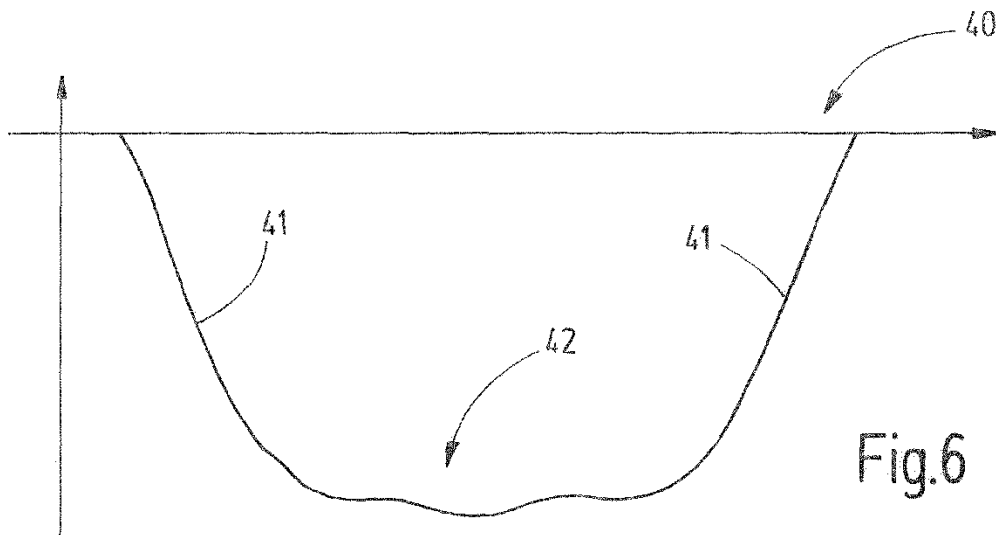
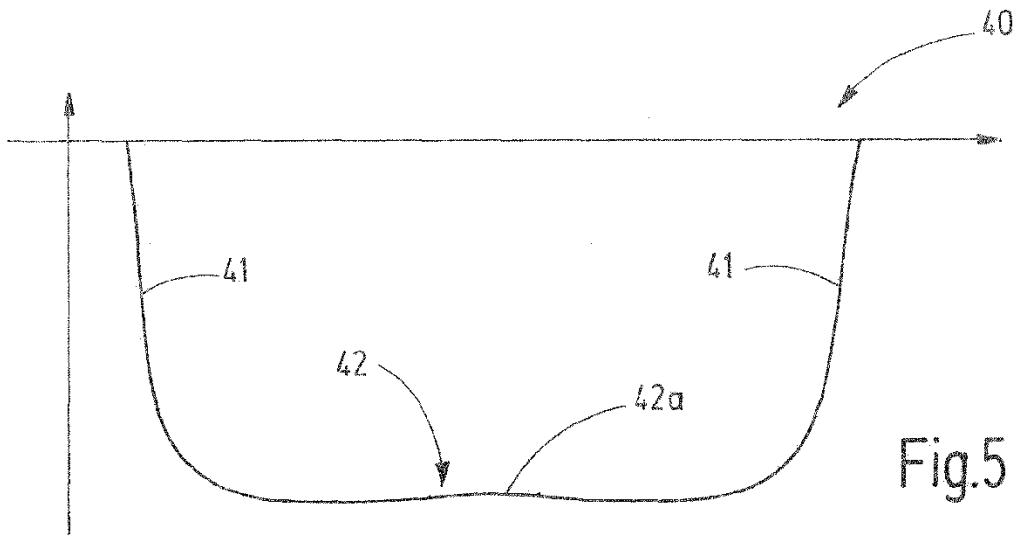


Fig.4





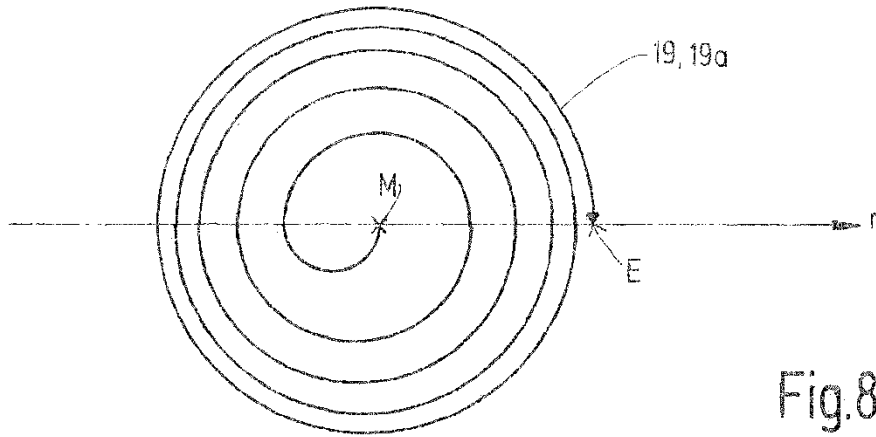


Fig.8

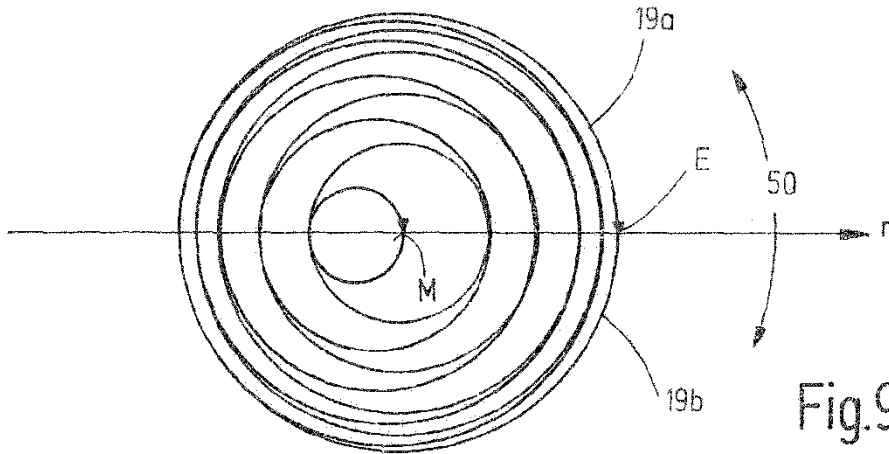


Fig.9

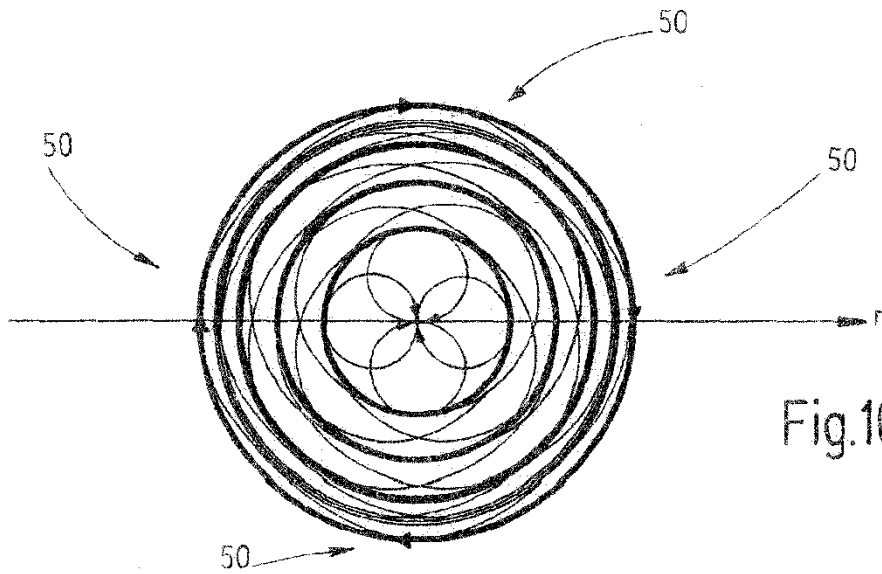


Fig.10

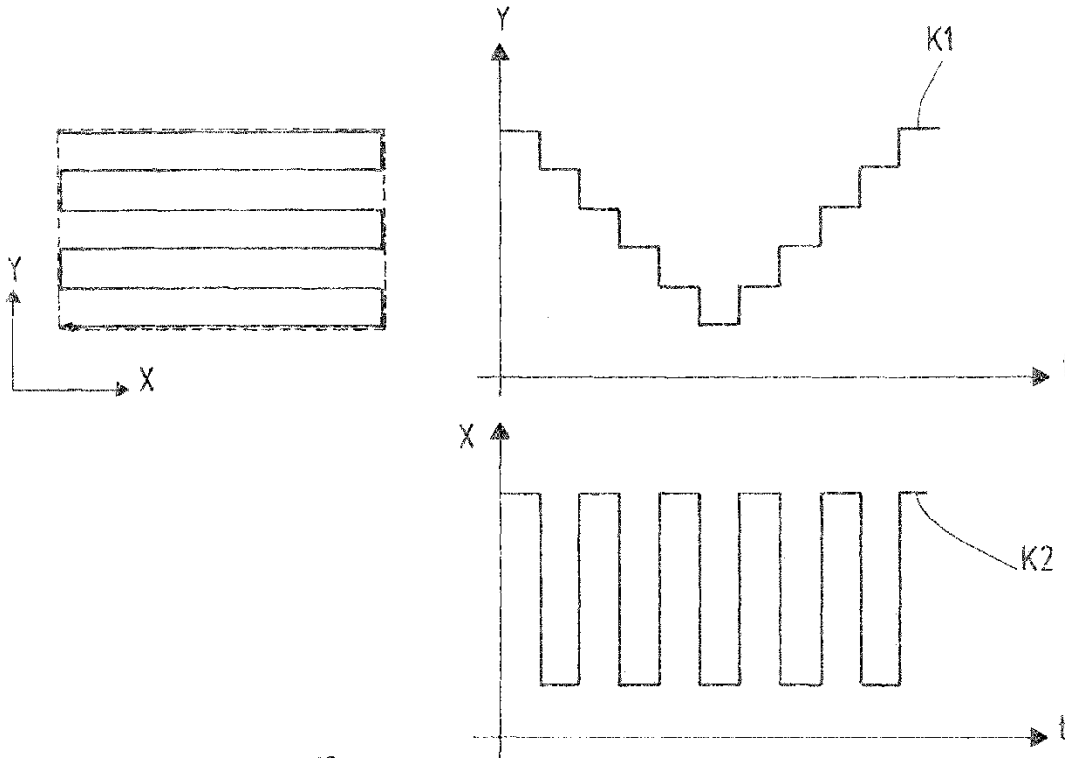


Fig.11

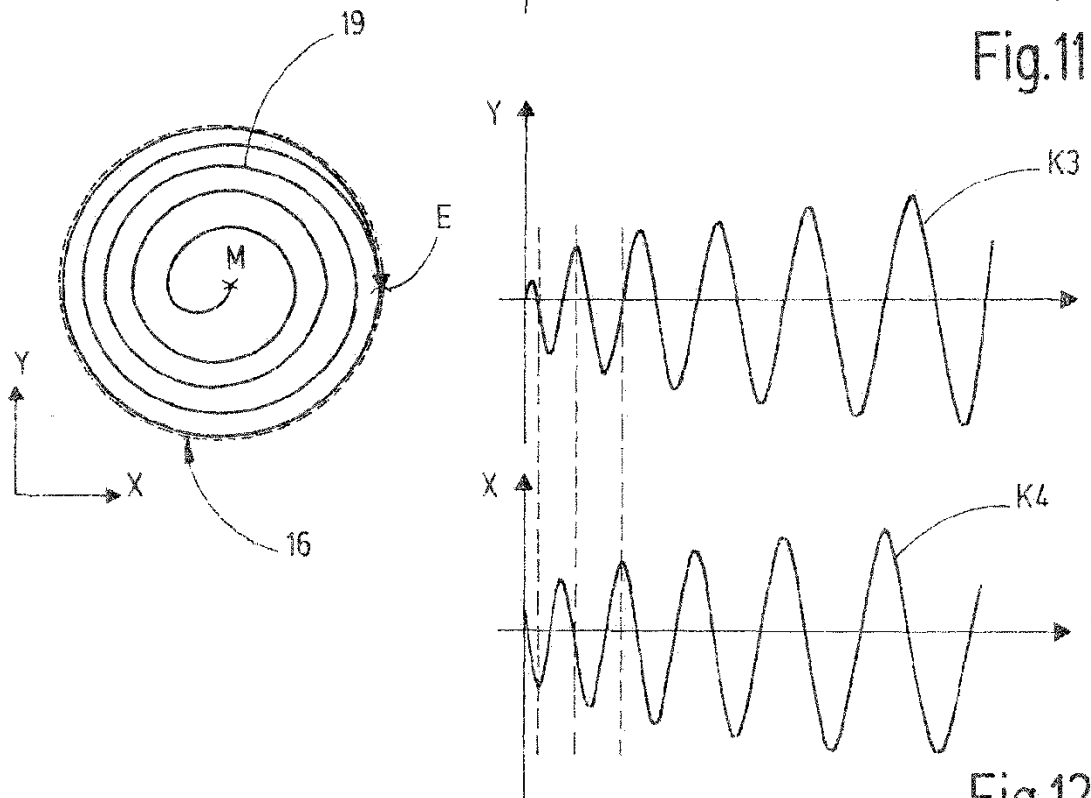


Fig.12