

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 696**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/36** (2014.01)

**B23K 26/08** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2010** **E 10188598 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018** **EP 2314412**

54 Título: **Dispositivo de mecanizado por láser y procedimiento para la fabricación de una superficie sobre una pieza bruta**

30 Prioridad:

**22.10.2009 DE 102009044316**

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

**17.04.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRUNNER, GERHARD;  
HUNZIKER, URS;  
FRIEDERICH, ROLAND y  
MUSHARDT, HEINRICH**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 709 696 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 de mecanizado por láser y procedimiento para la fabricación de una superficie sobre una pieza bruta

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de mecanizado por láser y a un procedimiento para la fabricación de una superficie sobre una pieza bruta. En particular, deben formarse una o más aristas de corte, superficies de deslizamiento y superficies libres en la pieza bruta. La superficie a fabricar puede ser, por ejemplo, una superficie de deslizamiento o una superficie libre. En la fabricación de la superficie se puede formar al mismo tiempo el arista, en particular, el arista de corte. De esta manera, se puede fabricar una herramienta de corte a partir de una pieza bruta.
- 10 La pieza bruta también puede estar construida a partir de varias capas de material o de varios elementos unidos entre sí.

- Para el mecanizado de tales piezas brutas se conocen distintos procedimientos de remoción, p. ej. rectificado. El rectificado de materiales muy duros, como por ejemplo diamante policristalino (DPC) o diamante CVD (Chemical Vapor Deposition) choca sin embargo contra sus límites visto tanto técnicamente como también económicamente. La ablación láser con ayuda de láseres de impulsos cortos ofrece nuevas posibilidades de mecanizar estos materiales de forma económica, a fin de fabricar por ejemplo útiles.
- 15

- Sin embargo, la generación de aristas de corte de gran valor cualitativo plantea problemas. Según el actual estado de la técnica se conocen sistemas láser que recorren el contorno de la pieza de trabajo con la ayuda de un escáner láser, en donde la pieza bruta está dispuesta de forma estacionaria respecto al escáner. Los escáneres láser permiten velocidades de trayectoria muy elevadas, con las que los impulsos de rayo láser individuales se pueden mover sobre la pieza bruta. No obstante, la exactitud alcanzable en este caso no se corresponde con los requerimientos actuales. Además, las superficies y aristas fabricadas se desvían del desarrollo rectilíneo y presentan un desarrollo desigual dentado.
- 20
- 25

- Además, también se conocen máquinas de mecanizado por láser, en las que el láser se mueve sobre los ejes de máquina con respecto a la pieza bruta. En este caso se puede conseguir una exactitud mayor y una calidad mayor de las superficies y aristas generadas en la pieza de trabajo, pero las tasas de remoción alcanzables son bajas. Esto se debe atribuir a que está limitada la dinámica y la velocidad de los ejes de la máquina. Para el aumento de la dinámica de los ejes de máquina se deben dedicar un esfuerzo muy grande, lo que hace muy cara la máquina de mecanizado por láser.
- 30

- Un procedimiento y un dispositivo para el mecanizado por láser de una pieza bruta se conocen, por ejemplo, por el documento DE 299 08 585 U1. El dispositivo dispone de un láser para la generación de impulsos de rayo láser. A través de una unidad de accionamiento se mueve el láser y/o el portapiezas en la dirección y transversalmente al eje óptico del láser. A este respecto, el rayo láser se mueve para la remoción de capas de material individuales en varias líneas, que discurren unas junto a otras o superpuestas, a lo largo de toda la anchura de la superficie a retirar. Por ello, el material se retira puntualmente en los puntos de incidencia del impulso de rayo láser. Para obtener una remoción de material continua, los puntos de incidencia se superponen entre el 5 y el 25 por ciento. En el caso de láseres pulsados con frecuencias muy elevadas son necesarias para ello velocidades de avance correspondientemente grandes. Según está expuesto ya, es baja la tasa de remoción en este modo de proceder y los tiempos de mecanizado son correspondientemente largos.
- 35
- 40

- En el documento WO 2006/038017 A2 se describen dos formas de realización distintas de un dispositivo de mecanizado por láser. En la primera forma de realización, con la ayuda de un escáner láser se forma una superficie de impulsos a partir de varios puntos de incidencia dispuestos unos junto a otros de los impulsos de rayo láser. La remoción de material se realiza en los puntos de incidencia de los impulsos de rayo láser en la superficie de impulsos. En una segunda forma de realización no se provoca una remoción de material plana, sino que la pieza de trabajo se tronza. En primer lugar se perfora la pieza bruta. Después del perforado comienza un movimiento de avance con el corte de la pieza bruta en un vez. Esto se corresponde con las dos variantes ya expuestas al inicio del mecanizado por láser.
- 45
- 50

- Por el documento DE 10 2007 012 815 A1 se conoce un procedimiento, en el que los puntos de incidencia de los impulsos de rayo láser se colocan a lo largo de una cuadrícula mediante un escáner. El escáner está configurado para permitir un desalineamiento rápido y exacto de los impulsos de rayo láser con una superposición determinada. Para ello, el escáner dos de los escáner presenta dos guiados del rayo, que provocan, por ejemplo, movimientos de desviación de los impulsos del rayo láser alineados en ángulo recto entre sí. De este modo se puede aumentar el desalineamiento entre dos impulsos sucesivos del rayo láser.
- 55
- 60

- El documento DE 10 2007 012 816 A1 describe un procedimiento para el mecanizado de piezas de trabajo mediante un rayo láser. El rayo láser es guiado sobre la superficie de la pieza de trabajo mediante un guiado del rayo dentro de una ventana de trabajo máxima alcanzable. El guiado del rayo y la pieza de trabajo pueden desplazarse uno contra otro en una dirección de desplazamiento por una distancia de desplazamiento, de manera que puedan asumir una primera y una segunda posición relativa de trabajo entre sí. Las ventanas de trabajo que se deben ajustar sucesivamente mediante el posicionamiento relativo de la pieza de trabajo y el guiado del rayo se solapan entre sí. En la zona de solapamiento, se pueden mecanizar partes de la pieza de trabajo desde una ventana de trabajo de la primera posición relativa de trabajo o desde la otra ventana de trabajo de la segunda posición relativa de trabajo.
- 5
- 10 El procedimiento conocido a partir del documento WO 2005/044505 A1 prevé que se usen diferentes cabezales láser en una pieza de trabajo en función de la forma que se vaya a producir (taladro o matriz). Los dos cabezales láser se operan con diferentes parámetros, tales como frecuencia de impulsos, duración de impulso, conducción del pico del impulso, etc. del láser.
- 15 En el procedimiento conocido a partir del documento DE19860585 para el mecanizado de piezas de trabajo de materiales que contienen diamante, en particular, para el mecanizado de aristas de corte de herramientas de materiales que contienen diamante, se usa un rayo láser pulsado para eliminar material punto por punto de la pieza de trabajo mientras el rayo láser es guiado sobre la superficie de la pieza de trabajo.
- 20 Partiendo de estos procedimientos y dispositivos conocidos, se puede considerar un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento y un dispositivo de mecanizado por láser que garanticen la generación de desarrollos de arista o superficie exactas sin dejar de ser económicas.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1, así como un dispositivo con las características de la reivindicación 13.

25

Según la invención está previsto usar un láser pulsado, que genera impulsos de rayo láser con una frecuencia de impulsos predeterminada. A través del dispositivo deflector, los impulsos de rayo láser se dirigen en particular en un orden predeterminado de forma fija hacia una pluralidad de puntos de incidencia sobre la superficie de la pieza bruta. Estos puntos de incidencia forman una superficie de impulsos bidimensional sobre la superficie de la pieza bruta. Por consiguiente se genera una secuencia de impulsos de rayo láser, que están dirigidos hacia puntos de incidencia predeterminados, distintos entre sí en la superficie de impulsos. Esta secuencia se repite de nuevo en un orden predeterminado. Mientras tanto, tiene lugar un movimiento relativo continuo entre la pieza bruta y la superficie de impulsos. El movimiento relativo tiene lugar sin parada de la superficie de impulsos en la superficie de la pieza bruta. Si, por ejemplo, en el marco de una inversión de dirección del movimiento relativo se producen cortas fases de parada, entonces la superficie de impulsos se sitúa durante estas fases de parada fuera de la pieza bruta. En cuanto sólo una sección de la superficie de impulsos se encuentra sobre la superficie de la pieza bruta, el movimiento relativo se realiza sin parada. Un dispositivo de posicionamiento mueve la pieza bruta y/o el dispositivo deflector eventualmente junto con el láser en una dirección de movimiento relativa a lo largo de la arista o superficie a generar. A este respecto, la superficie de impulsos se mueve con la velocidad prevista mediante el dispositivo de posicionamiento para el movimiento relativo sobre la superficie de la pieza bruta. De esta manera se realiza una remoción de material en la zona de la superficie de impulsos, que se mueve como un útil con respecto a la pieza bruta. De este modo se consigue, por un lado, una elevada tasa de remoción y, por otro lado, de esta manera se pueden establecer desarrollos de arista o superficie muy exactos con desviaciones o inexactitudes bajas de la línea de desarrollo deseada. La invención combina los dos procedimientos de mecanizado por láser usados hasta ahora alternativamente. La óptica de escáner rápida se usa para formar la superficie de impulsos. La óptica de escáner no posiciona los impulsos de rayo láser a este respecto a lo largo del contorno deseado de la superficie o arista a fabricar, sino que dirige los impulsos de rayo láser sobre los puntos de incidencia de la superficie de impulsos. El movimiento relativo simultáneo de la superficie de impulsos respecto a la pieza bruta a través de los ejes de máquina garantiza la exactitud deseada para obtener desarrollos de superficie y arista con bajas desviaciones del desarrollo predeterminado.

30

35

40

45

50

El dispositivo de posicionamiento establece, al menos temporalmente, un ángulo de inclinación con un valor superior a cero entre la dirección de emisión de los impulsos del rayo láser y una superficie que se generará en la pieza bruta. Los impulsos de rayo láser discurren a este respecto preferiblemente en ángulo recto respecto a la dirección del movimiento relativo. La superficie de impulsos está orientada transversalmente respecto a la superficie a generar. Mediante los impulsos de rayo láser orientados oblicuamente respecto a la superficie a generar en el ángulo de inclinación se crea un espacio libre adicional durante la remoción de material, el cual mejora la retirada del plasma originado en la zona de remoción. Al comienzo del procedimiento, el ángulo de inclinación puede ser igual a cero y aumentarse tras alcanzar un estado de procedimiento predeterminado durante la fabricación.

55

60

Preferentemente se usan láseres pulsados con una frecuencia entre 1 y 10 MHz.

5 El ángulo de inclinación a ajustar depende del material a mecanizar de la pieza bruta. El ángulo de inclinación puede adoptar valores en el rango entre 0 grados y 45 grados, preferentemente en el rango de 5 grados hasta 25 grados. A través del dispositivo de posicionamiento se puede modificar el ángulo de inclinación también durante el mecanizado de la pieza bruta y ajustarse a un valor deseado. En particular cuando la pieza bruta se compone de varias capas de diferente material y de este modo se modifica el material a mecanizar en el curso del mecanizado, el ángulo de inclinación predeterminado se puede adaptar entre los distintos valores al material correspondiente.

10 La superficie de impulsos puede presentar un contorno esencialmente rectangular. A este respecto, los puntos de incidencia que forman la superficie de impulsos están dispuestos dentro de un contorno rectangular, de modo que varios cráteres formados en los puntos de incidencia por los impulsos de rayo láser tocan el contorno rectangular. Dicho de otro modo, los puntos de incidencia exteriores de la superficie de impulsos están dispuestos sobre una  
15 línea del rectángulo. En lugar de una superficie de impulsos rectangular también pueden estar previstas otras superficies poligonales, superficies elípticas o redondas o superficies en forma de segmentos anulares. La forma de la superficie de impulsos se puede adaptar a la remoción de material a conseguir y el desarrollo de contorno deseado a conseguir de la pieza de trabajo a generar a partir de la pieza bruta.

20 El dispositivo deflector dirige los impulsos de rayo láser sobre los puntos de incidencia, que están dispuestos a lo largo de una trayectoria de impulsos predeterminada. A este respecto, la trayectoria de impulsos depende de la forma de la superficie de impulsos y presenta preferentemente un desarrollo espiral o en forma de meandro. A este respecto, la trayectoria de impulsos puede presentar un punto de incidencia como punto inicial y un punto de incidencia como punto final, en donde el punto final está dispuesto en el borde de la superficie de impulsos, a la que  
25 está asociada el contorno a fabricar. La sección final de trayectoria de la trayectoria de impulsos, que presenta el punto final, está orientada preferiblemente en paralelo o tangencialmente a la dirección del movimiento relativo. Durante el movimiento de retorno del punto final hacia el punto inicial se recorre un recorrido de desplazamiento relativamente grande, que es claramente mayor que los otros recorridos de desplazamiento entre dos puntos de incidencia sucesivos a lo largo de la trayectoria de impulsos. Dado que la exactitud del posicionamiento de los  
30 impulsos de rayo láser está limitada por el dispositivo deflector y el dispositivo deflector tiende a la sobreoscilación, la dirección de movimiento del movimiento de retorno está dirigida alejándose de la arista y/o superficie a fabricar. De este modo se pueden evitar menoscabos cualitativos del contorno a fabricar.

La distancia entre dos puntos de incidencia sucesivos a lo largo de la trayectoria de impulsos se puede  
35 predeterminar según el deseo, en particular mediante la elección o ajuste de la frecuencia de impulsos del láser y de la velocidad de regulación del dispositivo deflector.

Dos impulsos de rayo láser sucesivos pueden estar dirigidos hacia distintos puntos de incidencia en la superficie de impulsos. Alternativamente a ello también es posible dirigir una secuencia de impulsos con dos o más impulsos de  
40 rayo láser sobre el mismo punto de incidencia y dirigir sólo la siguiente serie de impulsos sobre un punto de incidencia distinto de él. La energía del impulso individual o de la secuencia de impulsos dirigida sobre un punto de incidencia está predeterminada y se distribuye conforme al número de impulsos usados. Cuanto mayor es el número de los impulsos de rayo láser contenidos en una secuencia de impulsos, tanto menor es la energía contenida en un impulso de rayo láser individual.

45 La eliminación de la parte de material de la pieza de trabajo, a retirar, que cubre la superficie a generar se realiza por capas en varias capas de remoción que discurren esencialmente en paralelo a la superficie de impulsos. El espesor de la capa de remoción - visto en la dirección de emisión de los impulsos de rayo láser - depende de la frecuencia de impulsos del láser y de la velocidad relativa de la superficie de impulsos respecto a la pieza bruta. Se pueden  
50 conseguir espesores de capa de varias centésimas de milímetro. Las capas de remoción discurren transversalmente de la superficie a fabricar. A partir de la pieza bruta, se puede fabricar una herramienta de corte con al menos un arista de corte. La pieza bruta presenta preferentemente una capa de material de corte o un elemento de material de corte que está dispuesto sobre una capa de soporte o un elemento de soporte. La parte del material a eliminar se extiende sobre ambas capas. El dispositivo de posicionamiento puede establecer un primer ángulo de inclinación  
55 para la remoción del material de la capa de material de corte y un segundo ángulo de inclinación para la remoción del material de la capa de soporte. De esta manera, se pueden lograr tasas de remoción óptimas en función del material a mecanizar.

Preferiblemente tras la remoción de cada capa de remoción se puede realizar una adaptación o ajusta de la posición  
60 del foco de los impulsos de rayo láser a través de una óptica de focalización o el dispositivo de posicionamiento.

También es posible predeterminedar otros parámetros de mecanizado en función del material. Por ejemplo, la intensidad de los impulsos de láser durante la remoción del material de la capa de material de corte puede ser diferente de la intensidad durante la remoción del material de la capa de soporte. De este modo se pueden reducir las desviaciones entre el desarrollo deseado del arista de corte o la superficie a fabricar.

Características ventajosas de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes y de la descripción. La descripción se limita a este respecto a características esenciales de la invención, así como a otras circunstancias. Se debe recurrir al dibujo de forma complementaria. Muestran:

- 10 Figura 1 un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un dispositivo de mecanizado por láser,
- Figura 2 una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un dispositivo de mecanizado por láser,
- Figuras 3-5 distintas formas de superficies de impulsos,
- Figura 6 una representación en representación esquemática a través de dos puntos de incidencia,
- 15 Figura 7 la intensidad de los impulsos de rayo láser o series de impulsos respecto al tiempo,
- Figura 8a una vista esquemática en perspectiva de la pieza bruta con la superficie de impulsos,
- Figura 8b una representación detallada esquemática de la remoción de material producida por el movimiento relativo entre la superficie del impulsos y la pieza bruta,
- Figuras 9-13 representaciones parciales esquemáticas de la pieza bruta cortada transversalmente a la dirección del
- 20 movimiento relativo en las distintas fases del mecanizado,
- Figura 14 una representación esquemática, similar a un diagrama de bloques de otro ejemplo de realización del dispositivo de mecanizado por láser con una cámara de vacío,
- Figura 15 una representación esquemática, similar al diagrama de bloques de una modificación del ejemplo de realización según la figura 14.

25 En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo de mecanizado por láser 20. El dispositivo de mecanizado por láser 20 presenta un láser pulsado 21, que genera un rayo láser pulsado 22 y lo suministra a un cabezal láser 19 con un dispositivo deflector 23. El dispositivo deflector 23 puede modificar la orientación de los impulsos de rayo láser 24 emitidos y de este modo dirigir el impulso de rayo láser 24 sobre el punto de incidencia 25

30 predeterminado sobre una superficie 26 de una pieza bruta 27. El dispositivo deflector 23 también se puede designar como dispositivo de escáner. Comprende también una óptica de focalización 28. En un portapiezas 18 está sujeta la pieza bruta 27 en una zona de recepción 47.

El dispositivo de mecanizado por láser 20 presenta un dispositivo de control 29. Éste controla un dispositivo de

35 posicionamiento 30, a través del que se puede ajustar y modificar una posición relativa entre el cabezal láser 19 y la pieza bruta 27. El número de los ejes lineales y ejes de giro del dispositivo de posicionamiento 30 puede variar. En el ejemplo de realización preferido, el dispositivo de posicionamiento 30 presenta un primer accionamiento de desplazamiento 31, mediante el cual el cabezal láser 19 puede moverse en una primera dirección 32. En este caso, se trata preferentemente de un movimiento lineal en la primera dirección 32. El primer accionamiento de

40 desplazamiento 31 presenta, por ejemplo, un primer carro 33, que está alojado de manera linealmente desplazable en un primer soporte de carro 34. En el primer carro 33, está fijado el cabezal láser 19.

Para el desplazamiento lineal del portapiezas 18 o de la pieza bruta 27 y del cabezal láser 19, el dispositivo de posicionamiento 30 puede presentar accionamientos de desplazamiento adicionales. A modo de ejemplo, se

45 proporciona un segundo soporte de carro 35, sobre el cual se aloja un segundo carro 36 de manera desplazable en una segunda dirección 37. En este segundo carro 36, está montado el primer soporte de carro 34. La segunda dirección 37 discurre perpendicular a la primera dirección 32. La primera y la segunda dirección 32, 37 despliegan un plano que discurre sustancialmente en sentido transversal a una dirección de emisión R de los impulsos del rayo láser 24.

50 La tercera dirección 38 discurre aproximadamente en ángulo recto respecto a las otras dos direcciones 32, 37. Un tercer carro 39 está alojado en un tercer soporte de carro 40 en esta tercera dirección 38 de manera linealmente desplazable. A través de este conjunto de carros 39, 40, el portapiezas 18 es desplazable en la tercera dirección 38, por lo que la distancia del portapiezas 18 y, por tanto, de la pieza bruta 27 al cabezal láser 19 se puede ajustar. La

55 tercera dirección 38 se corresponde según el ejemplo con la dirección de emisión R. En el ejemplo de realización según la Figura 2, la dirección de emisión R está alineada de manera sustancialmente horizontal, en donde, alternativamente, también es posible una alineación vertical.

Por lo tanto, el dispositivo de posicionamiento 30 puede efectuar el movimiento relativo entre el cabezal láser 19 y el

60 portapiezas 18 o la pieza bruta 27 en una dirección del movimiento relativo V. La dirección del movimiento relativo V

no tiene que ser constante en términos espaciales, pero puede describir una trayectoria según se desee en relación con las tres direcciones 32, 37, 38.

5 El portapiezas 18 está dispuesto sobre un accionamiento giratorio 41 en el tercer carro 39, que puede realizar un movimiento giratorio del portapiezas 18 alrededor de un primer eje de pivotación 42a y/o un segundo eje de pivotación 42b. El primer eje de pivotación 42a discurre en la segunda dirección 37, mientras que el segundo eje de pivotación 42b discurre en la primera dirección 32. Con la ayuda del accionamiento giratorio 41, se puede modificar y ajustar según se desee un ángulo en el que incide el impulso del rayo láser 24 en la pieza bruta 27.

10 El dispositivo de posicionamiento 30 puede presentar otros accionamientos de desplazamiento adicionales o accionamientos de pivotación o giratorios para ajustar la posición relativa entre la pieza bruta 27 y el impulso del rayo láser 24. En una modificación del ejemplo de realización ilustrado, también es posible disponer el cabezal láser 19 de manera fija y solo configurar el portapiezas 18 para la pieza bruta 27 de forma deslizante y giratoria. Para la realización del dispositivo de posicionamiento 30 existen muchas posibilidades de variaciones. La posición relativa  
15 que se debe ajustar mediante el dispositivo de posicionamiento 30 entre el cabezal láser 19 y el portapiezas 18 está predeterminada por el dispositivo de control 29.

El dispositivo de control 29 controla el cabezal láser 19, a fin de ajustar o modificar los parámetros de mecanizado antes o durante el mecanizado de la pieza bruta 27. Los parámetros de procesamiento son, por ejemplo, la  
20 intensidad I de los impulsos del rayo láser y/o la frecuencia de impulsos f del láser 21 en un intervalo de frecuencias de preferentemente 1 MHz a 10 MHz y/o la distancia focal de la óptica de focalización 28 y/o similares.

El dispositivo de mecanizado por láser 20 presenta un suministro de gas de proceso 45 y una aspiración de gas de proceso 46, que están dispuestas en la segunda dirección 37 en ambos lados de la zona de recepción 47 (figura 1).  
25 En un ejemplo de realización preferido, esto da como resultado un flujo de gas de proceso P en la segunda dirección 37. Durante el mecanizado de la pieza bruta 27, se puede ajustar un flujo de gas de proceso P en la zona de la superficie a mecanizar 26 para retirar el plasma resultante de la sublimación del material durante la ablación por láser del punto a mecanizar en la pieza bruta 27.

30 En los ejemplos de realización mostrados en las figuras 14 y 15, alternativamente a la generación del flujo de gas de proceso P está prevista una cámara de vacío 48, en donde se sitúan el portapiezas 18 y la zona de recepción 47 para la pieza bruta 27 dentro de la cámara de vacío 48. A través de una línea de aspiración 49 está conectada la cámara de vacío 48 con una bomba de vacío 50, de modo que en la zona de recepción 47 se puede producir un vacío. El dispositivo deflector 23 puede estar dispuesto a este respecto dentro de la cámara de vacío 48 (figura 14) o  
35 situarse alternativamente fuera de la cámara de vacío 48, según se muestra esto por ejemplo en las figuras 2 y 15. En este caso la cámara de vacío 48 debe ser transparente en la zona del punto de entrada 51 del impulso de rayo láser 24 para la longitud de onda láser usada.

Con la ayuda del dispositivo deflector 23, los impulsos de rayo láser 24 se orientan en la zona de una superficie de  
40 impulsos 55 sobre la superficie 26 de la pieza bruta 27. Un impulso de rayo láser 24 incide en el punto de incidencia 25 sobre la superficie 26 y provoca allí una remoción de material, por lo que se forma un cráter 56 en forma de embudo, según se ilustra esquemáticamente en la figura 6. Como punto de incidencia 25 se designa aquí el punto central o el eje central del cráter 56. Una pluralidad de puntos de incidencia 25 espaciados, predeterminados forma la superficie de impulsos 55.

45 El dispositivo de control 29 le predetermina al dispositivo deflector 23 una trayectoria de impulsos B para la disposición de los puntos de incidencia 25 sucesivos. El dispositivo deflector 23 dirige los impulsos de rayo láser 24 uno tras otro sobre los puntos de incidencia 25 de la trayectoria de impulsos B. El desarrollo de la trayectoria de impulsos B depende de la forma de la superficie de impulsos 55 y en el caso de superficie de impulsos rectangular  
50 55 presenta según la figura 3 un desarrollo de meandros, que se compone de desarrollos parciales rectilíneos. Un punto de incidencia 25 en uno de los puntos de esquina de la superficie de impulsos 55 constituye un punto inicial que está espaciado de la arista 60 o superficie 62 a fabricar. Partiendo del punto inicial S se colocan los impulsos de rayo láser 24 a lo largo de la trayectoria de impulsos hasta el punto de incidencia 25 en la esquina opuesta diagonalmente de la superficie de impulsos, que marca el punto final E de la trayectoria de impulsos B. La sección  
55 final de trayectoria 57 de la trayectoria de impulsos B que presenta el punto final E discurre, según el ejemplo, paralela a la superficie 62 o arista 60 a fabricar. Esta sección final de trayectoria 57 limita directamente con la superficie 62 o arista 60 a fabricar. Tras alcanzar el punto final E tiene lugar un movimiento de retorno en el dispositivo deflector 23 y los impulsos de rayo láser 24 se colocan a continuación de nuevo sobre la trayectoria de impulsos B comenzando en el punto inicial S. El movimiento de retorno está dirigido alejándose del contorno 60, 62  
60 a fabricar. En las figuras 3 a 5 se ilustra respectivamente mediante una flecha a trazos.

La distancia A entre dos puntos de incidencia 25 sucesivos a lo largo de la trayectoria de impulsos B se predetermina a través de la frecuencia de impulsos  $f$  del láser 21 y la velocidad de desplazamiento del dispositivo deflector 23. En el caso de cambios de dirección en la trayectoria de impulsos B también puede variar la distancia.

5

En una superficie de impulsos 55 con forma redonda, elíptica u otra forma curvada, la sección final de trayectoria 57 que presenta el punto final E también puede discurrir tangencialmente respecto al contorno 60, 62 a fabricar (figura 4). La trayectoria de impulsos B es a este respecto espiral. La superficie de impulsos 55 también puede tener la forma de un segmento anular (figura 5).

10

alternativamente a la orientación de los sucesivos impulsos de rayo láser 24 a lo largo de una trayectoria serpenteante o en forma de meandro también se pueden seleccionar otras trayectorias de impulso predeterminadas en el dispositivo de control 29, en las que se atraviesan uno tras otro todos los puntos de incidencia 25, que definen la superficie de impulsos 55, del punto inicial S hacia el punto final E. Preferentemente el punto inicial S y el punto final E están espaciados uno de otro lo más lejos posible en la dirección del flujo de gas de proceso P, en donde el gas de proceso fluye del punto final E hacia el punto inicial S.

15

En el ejemplo de realización preferido, sobre cada punto de incidencia 25 sólo se dirige un impulso de rayo láser 24, mientras que el siguiente impulso de rayo láser 24 se dirige sobre otro punto de incidencia 25 de la superficie de impulsos 55. Un procedimiento semejante está representado en la figura 7 en el gráfico superior. El intervalo temporal entre dos impulsos de rayo láser 24 sucesivos resulta del valor inverso de la frecuencia de impulsos  $f$  actual del láser 21. El láser pulsado 21 puede estar configurado como láser de picosegundos o femtosegundos.

20

Si los impulsos de rayo láser 24 sucesivos se dirigen sobre los distintos puntos de incidencia 25, entonces estos impulsos de rayo láser 24 tienen la intensidad  $I_1$ . Según se muestra en los otros dos diagramas en la figura 7, sobre un punto de incidencia 25 también se pueden dirigir dos o más impulsos de rayo láser 24, antes de que se excite el siguiente punto de incidencia 25. En otras palabras, el dispositivo deflector 23 dirige sobre un punto de incidencia 25 en primer lugar una secuencia de impulsos 65 de varios impulsos de rayo láser 24, antes de que la secuencia de impulsos 65 siguiente se dirija sobre otro punto de incidencia 25. La energía contenida en una secuencia de impulsos 65, que actúa sobre un punto de incidencia 25, se debe corresponder a este respecto con un impulso de rayo láser 24 individual con la intensidad  $I_1$ . Por ello se reduce la intensidad  $I$  de un impulso de rayo láser 24 individual de una secuencia de impulsos 65. En el ejemplo de realización aquí representado, la intensidad total  $I$  de una secuencia de impulsos 65 es constante. Por ello la intensidad  $I$  de un impulso de rayo láser 24 individual se corresponde en una secuencia de impulsos 65 con el cociente de la intensidad  $I_1$  dividido por el número de los impulsos de rayo láser 24 contenidos en la secuencia de impulsos 65.

30

El diámetro D de los cráteres 56 depende del diámetro efectivo de los impulsos de rayo láser 24 en el punto de incidencia 25, que se puede predeterminar a través de la óptica de focalización 28 y ajustarse preferentemente y en particular modificarse también durante el mecanizado.

40

Mientras que a través del dispositivo deflector 23 se mecaniza una superficie de impulsos 55 bidimensional, limitada espacialmente, el dispositivo de posicionamiento 30 ocasiona simultáneamente un movimiento relativo de la superficie de impulsos 55 a lo largo de un arista 60 o superficie 62 a fabricar sobre la superficie 26 de la pieza bruta 27. En otras palabras, la zona de la remoción de material formada por la superficie de impulsos 55 con la pluralidad de puntos de incidencia 25 de los impulsos de rayo láser 24 se mueve con una velocidad relativa  $v_{rel}$  predeterminada en la dirección del movimiento relativo V, lateralmente a lo largo del arista 60 o la superficie 62 a fabricar. La velocidad relativa  $v_{rel}$  es siempre distinta de cero, siempre que al menos una parte de la superficie de impulsos 55 incida en la superficie 26 de la pieza bruta. De este modo se pueden fabricar aristas o superficies a partir de la pieza bruta 27 con solo una desviación muy pequeña del desarrollo deseado del arista o la superficie. Esto es particularmente relevante en la fabricación de una herramienta de corte en la que deben crearse uno o más aristas de corte 60 que están delimitados por una superficie de deslizamiento 61 y una superficie libre 62.

50

Sobre el dispositivo de posicionamiento 30 y según el dispositivo giratorio 41, se establece un ángulo de inclinación  $\alpha$ . El ángulo de inclinación  $\alpha$  se define entre la dirección de emisión R de los impulsos del rayo láser 24 y un plano F en el que se encuentra la superficie 62 a mecanizar a partir de la pieza bruta 27 con respecto a la posición actual de la superficie de impulsos 55. En un desarrollo de superficie curvado, el plano F representa un plano tangencial en el punto mecanizado actualmente. El ángulo de inclinación  $\alpha$  a ajustar está predeterminado por el dispositivo de control 29 y puede cambiar durante el mecanizado de la pieza bruta 27. Para lograr una tasa de eliminación óptima en cada caso, el ángulo de inclinación  $\alpha$  se adapta al material que se eliminará de la pieza bruta 27. En el caso de piezas brutas 27, que se componen de varias partes o capas de material diferentes, siempre se garantiza un ángulo de

60

inclinación  $\alpha$  que se adapta de manera óptima al material, lo que aumenta significativamente la eficacia del proceso.

Mediante las figuras 9 a 13, se explican a continuación varias etapas en el mecanizado de la pieza bruta 27 para crear un arista 60 así como una superficie libre 62 adyacente al arista 60.

5

La pieza bruta 27 se compone de una capa de material de corte, que está formada por un elemento de corte 70 y se compone, por ejemplo, de diamante policristalino (PCD) o diamante CVD. El elemento de corte 70 está montado sobre un elemento de soporte 71, que representa una capa de soporte y se compone, por ejemplo, de metal duro. Los dos elementos 70, 71 están conectados firmemente a través de una capa de conexión 72, por ejemplo, una  
10 capa de soldadura. Alternativamente, una capa de material de corte también podría aplicarse directamente sobre una capa de soporte, por ejemplo, mediante un procedimiento tal como PVD.

El lado superior de la pieza bruta 27 forma la superficie de deslizamiento 61 de la herramienta de corte en la pieza bruta 27 terminada. Después de la superficie de deslizamiento 61, debe mecanizarse una superficie libre 62 a partir  
15 de la pieza bruta 27, cuyo desarrollo deseado se ilustra mediante la línea 73. El ángulo de cuña a producir es de  $90^\circ$ , a modo de ejemplo. La primera sección de superficie libre 62a adyacente al arista de corte 60 a fabricar encierra con la superficie de deslizamiento 61 el ángulo de cuña. La primera sección de superficie libre 62a debe ir seguida de una segunda sección de superficie libre 62b que, con la superficie de deslizamiento 61, encierra un ángulo más pequeño que el ángulo de cuña. Para fabricar la superficie libre 62 y, por lo tanto, también el arista  
20 de corte 60, debe eliminarse por completo una parte de material 63 de la pieza bruta, que cubre completamente la superficie libre 62 a fabricar y comprende ambas partes del elemento de corte 70 y del elemento de soporte 71. La parte de material 63 contiene una superficie lateral de la pieza bruta 27 adyacente a la superficie de deslizamiento 61. Preferentemente, esta parte de material 63 se sublima casi por completo durante la remoción, de manera que solo una pequeña parte residual 64 queda como desecho. La parte residual comprende menos del 10 % del volumen  
25 de la parte de material 63, y preferentemente menos del 5 %.

Los impulsos del rayo láser 24 que inciden en la zona de la superficie de impulsos 55 en la superficie 26 conducen a una remoción del material. El cabezal láser 19 se mueve durante la generación de los impulsos del rayo láser 24 en la dirección del movimiento relativo V, en las figuras 9 a 13 perpendicular al plano de la imagen, de manera que la  
30 superficie de impulsos 55 se desplaza a lo largo de la superficie 26 de la pieza bruta 27. La velocidad relativa  $v_{rel}$  para este movimiento relativo es de unos pocos milímetros por minuto y unos órdenes de magnitud más pequeña que la velocidad de desplazamiento del dispositivo deflector 23 para el desplazamiento de los puntos de incidencia 25 a lo largo de la trayectoria de impulsos B, que es del orden de metros por segundo. La eliminación del material se lleva a cabo por capas a lo largo de la superficie libre 62 a fabricar. En cada movimiento completo de la superficie de  
35 impulsos 55 en la dirección del movimiento relativo V a lo largo de la superficie 62 a fabricar, en lo que se puede denominar paso de contorno  $K_i$  ( $i = 1 \dots n$ ), se elimina una capa de remoción. El paso de contorno  $K_1 \dots K_n$  se repite n veces hasta que la parte de material 63 se haya eliminado por completo y se haya fabricado la superficie libre 62. Las capas de remoción tienen un espesor  $dS$  de unas pocas centésimas de milímetro.

40 Como se ilustra meramente de manera esquemática en la figura 8b, la profundidad de remoción del material aumenta por el movimiento relativo en la zona de la superficie de impulsos 55 en contra de la dirección del movimiento relativo. En la parte posterior de la superficie de impulsos 55 vista en la dirección del movimiento relativo V, la profundidad de remoción de material es mayor y determina el grosor de capa  $dS$  de la capa de remoción, debido a que la región frontal de la superficie de impulsos 55 ya ha sido desplazada sobre este punto de la superficie  
45 26 de la pieza bruta 27 por el movimiento relativo continuo. En contraste con eso, la profundidad de remoción de material en la zona de superficie de la superficie 26 que el extremo frontal de la superficie de impulsos 55 acaba de alcanzar es aún pequeña.

Después de que cada paso de contorno  $K_i$  ( $i = 1 \dots N$ ), la posición focal de los impulsos del rayo láser 24 se ajusta automáticamente, ya que la distancia de la superficie 26 al cabezal láser 19 se ha modificado por el espesor de capa  $dS$  de la capa de remoción. Esto se compensa ajustando la posición focal mediante la óptica de focalización 28 y/o el dispositivo de posicionamiento 30 después de cada paso de contorno  $K_i$  ( $i = 1 \dots n$ ).

Al inicio del procedimiento, el ángulo de inclinación  $\alpha$  entre la primera sección de superficie 62b y la dirección de  
55 emisión R se puede establecer en cero y solo después de la remoción de una o más capas de remoción tras el arista de corte 60 se puede aumentar en magnitud. El ángulo de inclinación  $\alpha$  puede ser positivo o negativo en el sentido matemático. Al definir el ángulo de inclinación  $\alpha$  adecuado, se puede fabricar el ángulo de cuña y el arista de corte 60 con mucha precisión. Alternativamente, también se puede ajustar desde el inicio un ángulo de inclinación  $\alpha$  que no sea igual a cero.

60

Para generar esta primera sección de superficie 62a, se ajusta un primer ángulo de inclinación  $\alpha_1$  de aproximadamente  $5^\circ$  a  $10^\circ$ . La intensidad I de los impulsos del rayo láser 24 presenta un primer valor de intensidad IK. Cuando se haya fabricado una zona suficientemente grande de la superficie libre 62 y, por lo tanto, se haya alcanzado una distancia mínima de la superficie de impulsos 55 desde el arista de corte 60, se puede modificar la

5 intensidad de los impulsos de rayo láser 24 a un segundo valor de intensidad IG (simbolizado por una línea gruesa de los impulsos de rayo láser 24) que en el ejemplo que se muestra aquí es mayor que el primer valor de intensidad IK (simbolizado por una línea fina de los impulsos de rayo láser 24):  $IK < IG$ .

En el ejemplo de realización, la intensidad I se cambia al segundo valor de intensidad IG, cuando se haya eliminado

10 la parte de material 63 en la zona del elemento de corte 70 y se alcance la capa de conexión 72. En ese momento, el dispositivo de control 29 también provoca un cambio del ángulo de inclinación  $\alpha$  desde el primer ángulo de inclinación  $\alpha_1$  al segundo ángulo de inclinación  $\alpha_2$ , en el que el segundo ángulo de inclinación  $\alpha_2$ , por ejemplo, es mayor que el primer ángulo de inclinación  $\alpha_1$ . En el ejemplo de realización, el segundo ángulo de inclinación  $\alpha_2$  para la remoción del material en el elemento de soporte 71 es de aproximadamente  $10^\circ$  a  $25^\circ$  (figura 12). El ángulo de

15 inclinación  $\alpha$  siempre se mide con respecto a la sección de superficie 62a, 62b a fabricar. Si la superficie 62 a fabricar describe un desarrollo en ángulo o curvado, el dispositivo de posicionamiento 30 cambia la posición relativa entre el cabezal láser 19 y la pieza bruta 27 para mantener el ángulo de inclinación  $\alpha$  deseado.

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para el mecanizado por láser de un pieza bruta

20 27. A partir de la pieza bruta 27, se fabricará, en particular, una herramienta de corte con un arista de corte 60 y una superficie libre 62. Desde un láser, se generan los impulsos del rayo láser 24 y se dirigen a través de un dispositivo deflector 23 a una superficie 26 de la pieza bruta 27. Un impulso del rayo láser 24 incide sobre la superficie 26 de la pieza bruta 27 en un punto de incidencia 25 en un ángulo de inclinación  $\alpha$  entre la dirección de emisión R del impulso del rayo láser 24 y la superficie 62 a fabricar en la pieza bruta 27. El ángulo de inclinación  $\alpha$  se puede

25 cambiar a través de un dispositivo de posicionamiento 30 antes y durante la remoción del material y se puede adaptar a las condiciones de trabajo cambiantes o a los parámetros de trabajo. El dispositivo deflector 23 se controla de manera que los impulsos del rayo láser 24 incidan en los puntos de incidencia yuxtapuestos 25. Un número predeterminado de puntos de incidencia 25 forma una superficie de impulsos 55. En cada punto de incidencia 25 de la superficie de impulsos 55, los impulsos del rayo láser 24 se direccionan repetidamente en un orden

30 predeterminado. Mediante un dispositivo de posicionamiento 30 se provoca un movimiento relativo entre la superficie de impulsos 55 y la pieza bruta 27 a una velocidad constante, de modo que la superficie de impulsos 55 formada por los puntos de incidencia 25 predeterminados se mueve a lo largo de la superficie 26 de la pieza bruta 27 y elimina una capa de remoción en cada paso de contorno. La remoción de material generada en la zona de la superficie de impulsos 55 se mueve, por tanto, de manera continua a lo largo de la superficie 26. De esta manera, se pueden

35 generar desarrollos muy exactos de aristas y superficies en o sobre la pieza bruta 27 con tasas de remoción altas al mismo tiempo.

**Lista de referencias:**

- 40 18 Portapiezas
- 19 Cabezal láser
- 20 Máquina de mecanizado por láser
- 21 Láser pulsado
- 22 Rayo láser pulsado
- 45 23 Dispositivo deflector
- 24 Impulso de rayo láser
- 25 Punto de incidencia
- 26 Superficie de 27
- 27 Pieza bruta
- 50 28 Óptica de focalización
- 29 Dispositivo de control
- 30 Dispositivo de posicionamiento
- 31 Primer accionamiento de desplazamiento
- 32 Primera dirección
- 55 33 Primer carro
- 34 Primer soporte de carro
- 35 Segundo soporte de carro
- 36 Segundo carro
- 37 Segunda dirección
- 60 38 Tercera dirección

39	Tercer carro
40	Tercer soporte de carro
41	Accionamiento giratorio
42a	Primer eje de pivotación
5 42b	Segundo eje de pivotación
45	Suministro de gas de proceso
46	Aspiración de gas de proceso
47	Zona de recepción
48	Cámara de vacío
10 49	Línea de aspiración
50	Bomba de vacío
51	Punto de entrada
55	Superficie de impulsos
56	Cráter
15 57	Sección final de trayectoria
60	Arista de corte
61	Superficie de deslizamiento
62	Superficie libre
62a	Primera sección de superficie
20 62b	Segunda sección de superficie
63	Parte del material
64	Parte residual
65	Secuencia de impulsos
70	Elemento de corte
25 71	Elemento de soporte
72	Capa de conexión
73	Línea
$\alpha$	Ángulo de inclinación
A	Distancia
30 B	Trayectoria de impulsos
D	Diámetro
dS	Espesor de capa
E	Punto final
f	Frecuencia de impulsos
35 F	Plano
I	Intensidad
Ki	Paso del contorno (i=l a n)
P	Flujo de gas de proceso
R	Dirección de emisión
40 S	Punto inicial
V	Dirección de movimiento relativo
Vrel	Velocidad relativa

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para fabricar al menos un arista de corte (60) delimitada por una superficie de deslizamiento (61) y una superficie libre (62), en el que se proporciona una pieza bruta (27) para fabricar una  
 5 herramienta de corte, mediante un dispositivo de mecanizado por láser, con un láser (21), que genera impulsos de rayo láser (22, 24), con un cabezal láser (19), que presenta un dispositivo deflector (23), con un dispositivo de posicionamiento (30) que está configurado para dar lugar a un movimiento relativo entre un portapiezas (18) que sostiene la pieza bruta (27) y el cabezal láser (19), y con un dispositivo de control (29) que controla el dispositivo de  
 10 posicionamiento (30) para ajustar y modificar una posición relativa entre el cabezal láser (19) y la pieza bruta (27) y que controla el cabezal láser (19) para ajustar y modificar los parámetros de procesamiento antes o durante el mecanizado de la pieza bruta (27), **caracterizado por** las siguientes etapas de:

- generar impulsos de rayo láser (22, 24) y dirigir repetidamente los impulsos de rayo láser (24) a puntos de incidencia predeterminados (25) espaciados uno de otro a lo largo de una trayectoria de impulsos (B) dentro de una  
 15 superficie de impulsos 55 bidimensional predeterminada en la pieza bruta (27) mediante el dispositivo deflector (23),  
 - realizar un movimiento relativo entre el portapiezas (18) que sostiene la pieza bruta (27) y el cabezal láser (19), en donde el movimiento relativo discurre en una dirección del movimiento relativo (V) a lo largo de la superficie (62) y el arista de corte (60) a fabricar y la superficie de impulsos (55) se mueve sin parada sobre la superficie de la pieza bruta (27) con la velocidad relativa (vrel) predeterminada por el dispositivo de posición (30) para el movimiento  
 20 relativo,

en el que la parte de material (63) de la pieza bruta (27) que cubre el arista de corte (60) y la superficie (62) a eliminar se solapa en varias capas de remoción que discurren sustancialmente paralelas a la superficie del impulsos (55), que se extienden transversalmente a la superficie (62) a fabricar en la pieza bruta (27), se retira de tal manera  
 25 que en cada movimiento completo de la superficie de impulsos (55) en la dirección del movimiento relativo (V) a lo largo del arista de corte (60) y/o superficie (62) se elimina una capa de remoción.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,  
 30 **caracterizado porque** el dispositivo de posicionamiento (30) predetermina y ajusta un ángulo de inclinación (a) entre la dirección de emisión (R) de los impulsos del rayo de láser (24) y una superficie (62) a fabricar en la pieza bruta (27).

3. Procedimiento según la reivindicación 2,  
 35 **caracterizado porque** el dispositivo de posicionamiento (30) modifica el ángulo de inclinación (a) durante el mecanizado de la pieza bruta (27).

4. Procedimiento según la reivindicación 2,  
 40 **caracterizado porque** la pieza bruta (27) comprende una capa de material de corte (70) dispuesta sobre una capa de soporte (71) y la parte de material (63) a retirar se extiende sobre ambas capas (70, 71), en el que el dispositivo de posicionamiento (30) establece un primer ángulo de inclinación ( $\alpha_1$ ) para la remoción del material de la capa de material de corte (70) y un segundo ángulo de inclinación ( $\alpha_2$ ) para la remoción del material de la capa de soporte  
 45 (71).

5. Procedimiento según la reivindicación 4,  
 50 **caracterizado porque** la intensidad (I) de los impulsos de láser (24) durante la remoción del material de la capa de material de corte (70) puede ser diferente de la intensidad (I) durante la remoción del material de la capa de soporte (71).

6. Procedimiento según la reivindicación 4,  
 55 **caracterizado porque** la capa de material de corte está configurada como un elemento de corte (70) y la capa de soporte como un elemento de soporte (71) que están conectados entre sí de manera inseparable.

7. Procedimiento según la reivindicación 2,  
 60 **caracterizado porque** el valor del ángulo de inclinación (a) está en el intervalo de 0° a 45°, en particular, en el

intervalo de 5 ° a 25 °.

8. Procedimiento según la reivindicación 1,

5 **caracterizado porque** el dispositivo deflector (23) dirige los impulsos de rayo láser (24) en un orden predeterminado sobre los puntos de incidencia (25) de la superficie de impulsos (55).

9. Procedimiento según la reivindicación 1,

10 **caracterizado porque** la trayectoria del impulso (B) presenta un punto inicial (S) y un punto final (E), en el que el punto de incidencia (25) que marca el punto final (E) está dispuesto en el borde de la superficie de impulsos (55) que está asignado al arista (60) y/o superficie (62) a fabricar.

10. Procedimiento según la reivindicación 1,

15

**caracterizado porque** la distancia (A) entre dos puntos de incidencia (25) sucesivos a lo largo de la trayectoria de impulsos (B) está predeterminada a través de la frecuencia de impulsos (f) del láser (21) y la velocidad de desplazamiento del dispositivo deflector (23).

20 11. Procedimiento según la reivindicación 1,

**caracterizado porque** el dispositivo deflector (23) dirige dos impulsos de rayo láser (24) inmediatamente consecutivos sobre los puntos de incidencia (25) de la superficie de impulsos (55).

25 12. Procedimiento según la reivindicación 1,

**caracterizado porque** el dispositivo deflector (23) dirige dos secuencias de impulsos de rayo láser (65) inmediatamente consecutivas con al menos dos impulsos de rayo láser (24) sobre los puntos de incidencia (25) de la superficie de impulsos (55).

30

13. Un dispositivo de mecanizado por láser para fabricar al menos un arista de corte (60) en una pieza bruta (27) delimitada por una superficie de deslizamiento (61) y una superficie libre (62),

un láser (21), que genera impulsos de rayo láser (22, 24),

35 con un cabezal láser (19), que presenta un dispositivo deflector (23),

con un dispositivo de posicionamiento (30) que está configurado para dar lugar a un movimiento relativo entre un portapiezas (18) que sostiene la pieza bruta (27) y el cabezal láser (19),

con un dispositivo de control (29) que controla el dispositivo de posicionamiento (30) para ajustar y modificar una posición relativa entre el cabezal láser (19) y la pieza bruta (27) y que controla el cabezal láser (19) para ajustar y

40 modificar los parámetros de procesamiento antes o durante el mecanizado de la pieza bruta (27),

**caracterizado porque** el dispositivo de control (29) está configurado para realizar el siguiente procedimiento:

- generar impulsos de rayo láser (22, 24) y dirigir repetidamente los impulsos de rayo láser (24) a puntos de incidencia predeterminados (25) espaciados uno de otro a lo largo de una trayectoria de impulsos (B) dentro de una superficie de impulsos 55 bidimensional predeterminada en una pieza bruta (27) mediante el dispositivo deflector (23),

- realizar un movimiento relativo entre el portapiezas (18) que sostiene la pieza bruta (27) y el cabezal láser (19), en donde el movimiento relativo discurre en una dirección del movimiento relativo (V) a lo largo de la superficie (62) y el arista de corte (60) a fabricar y la superficie de impulsos (55) se mueve sin parada sobre la superficie de la pieza bruta (27) con la velocidad relativa (vrel) predeterminada por el dispositivo de posición (30) para el movimiento relativo,

en el que la parte de material (63) de la pieza bruta (27) que cubre el arista de corte (60) y la superficie (62) a eliminar se solapa en varias capas de remoción que discurren sustancialmente paralelas a la superficie del impulsos (55), que se extienden transversalmente a la superficie (62) a fabricar en la pieza bruta (27), se retira de tal manera que en cada movimiento completo de la superficie de impulsos (55) en la dirección del movimiento relativo (V) a lo largo del arista de corte (60) y/o superficie (62) se elimina una capa de remoción.

55

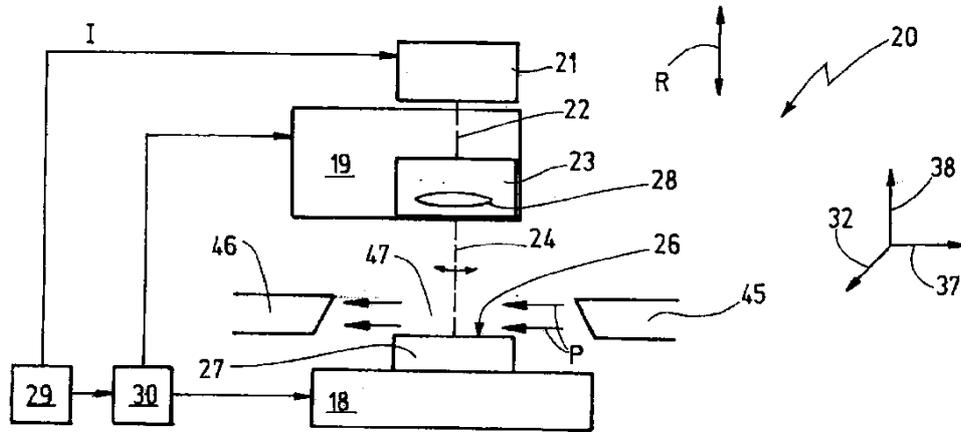


Fig.1

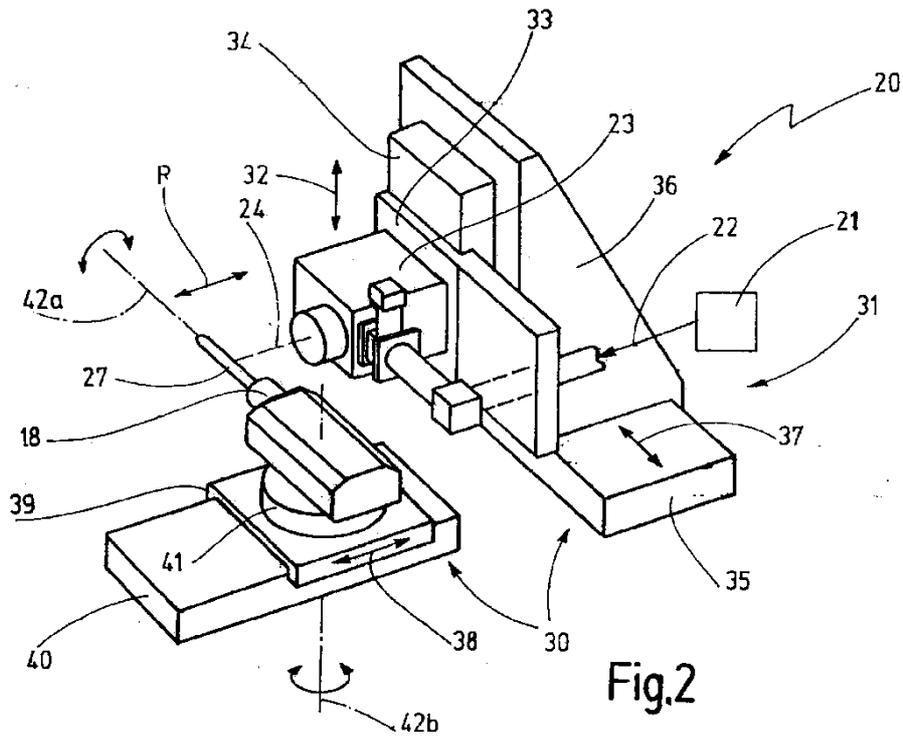


Fig.2

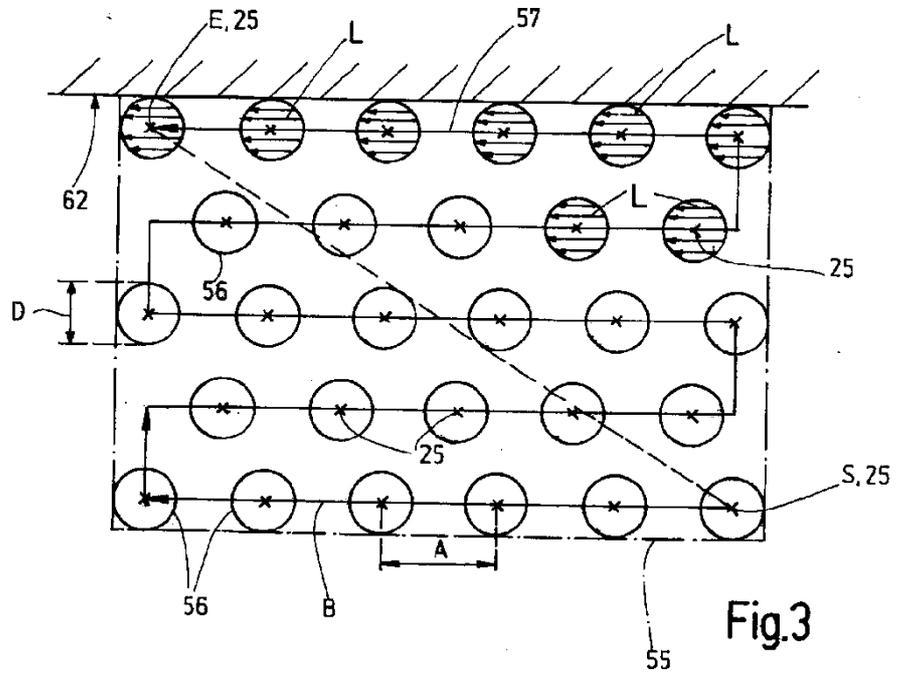


Fig.3

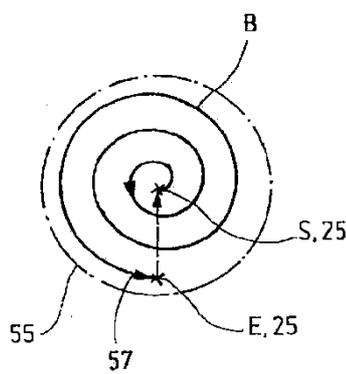


Fig.4

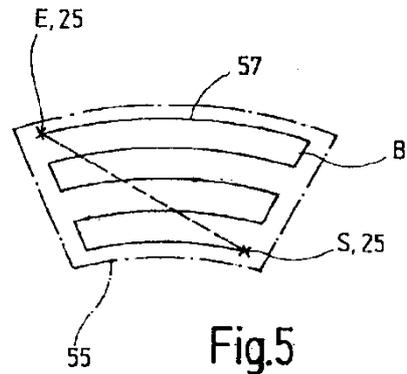


Fig.5

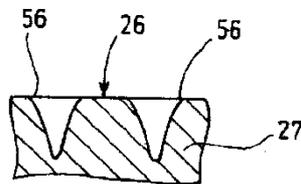


Fig.6

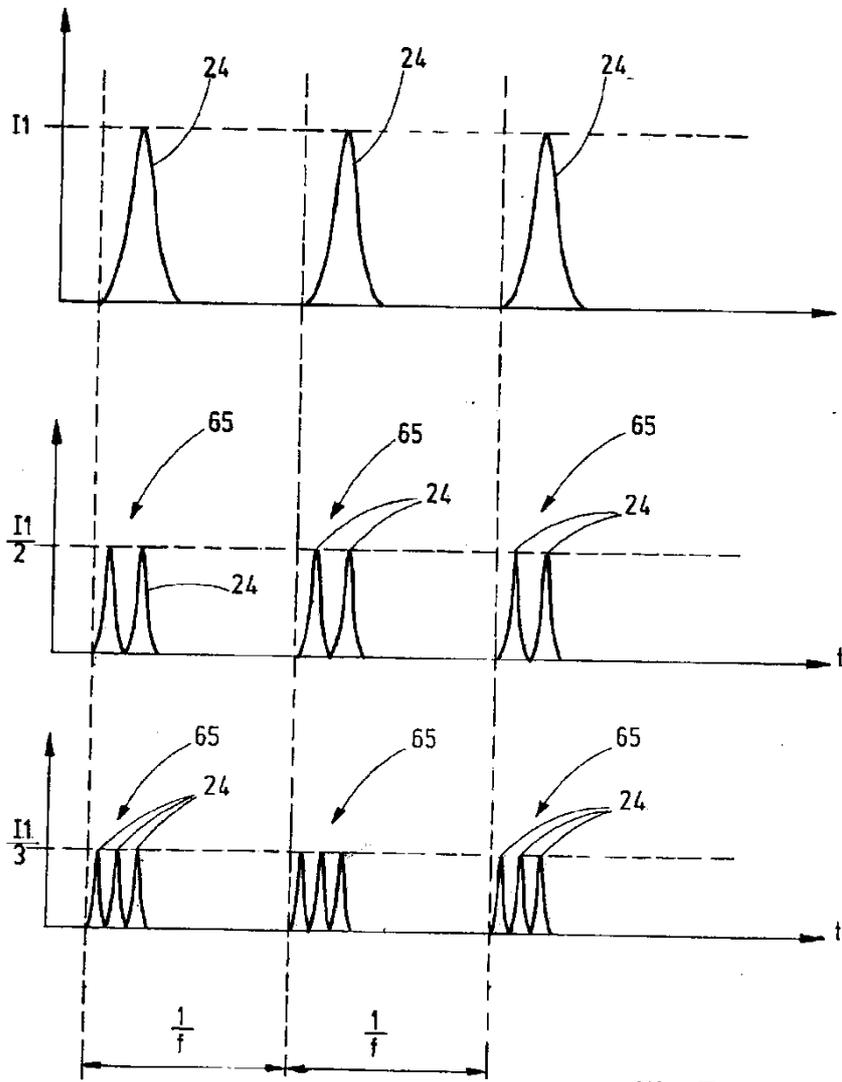


Fig.7

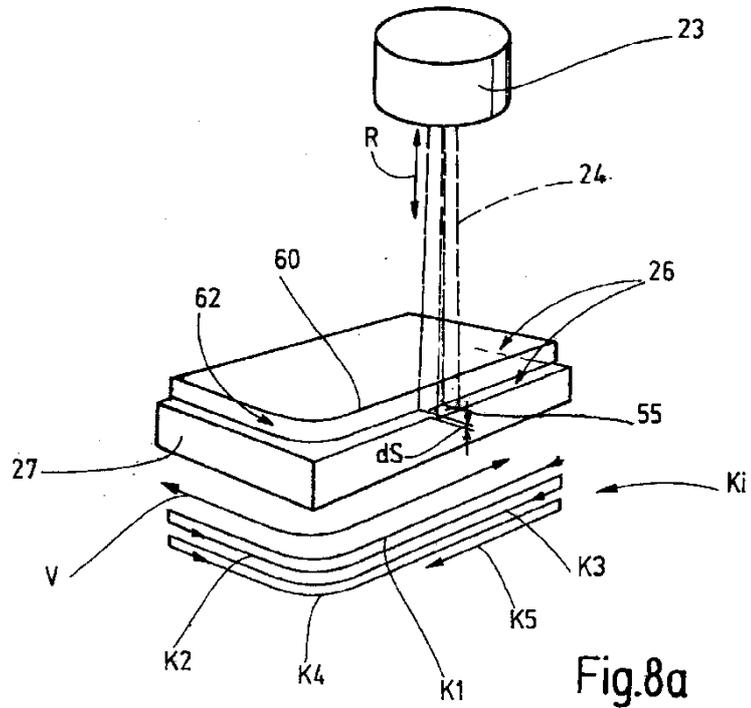


Fig.8a

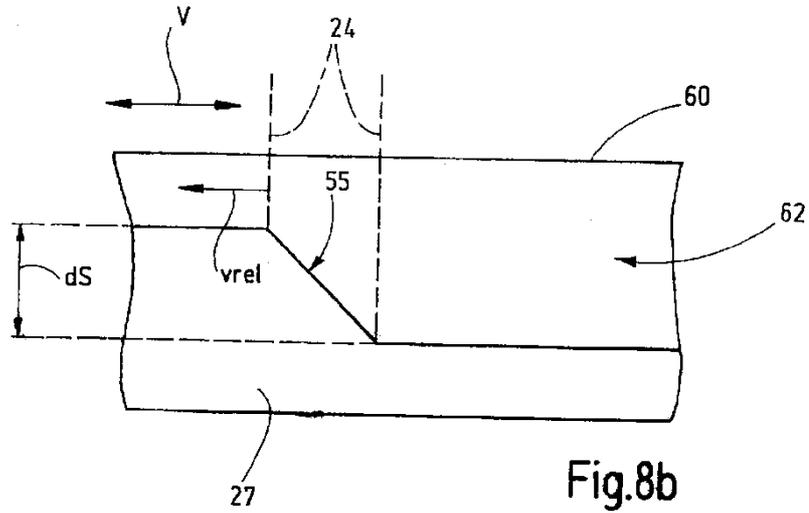


Fig.8b

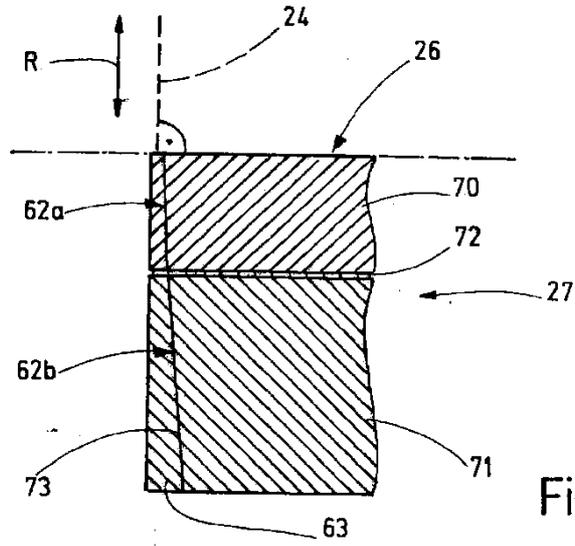


Fig.9

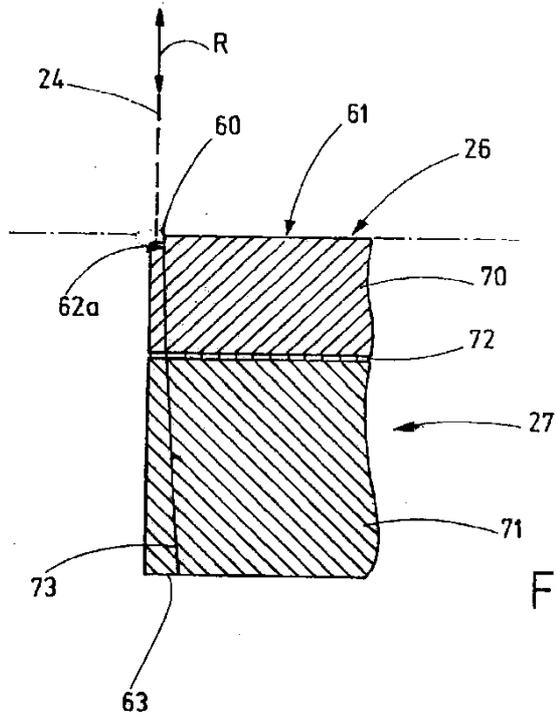


Fig.10

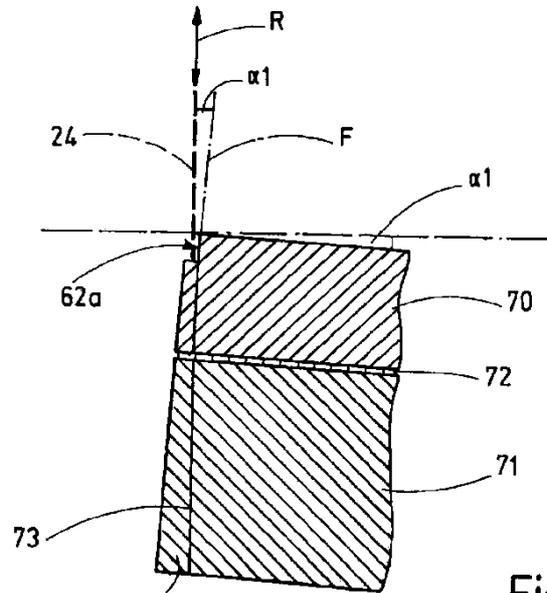


Fig.11

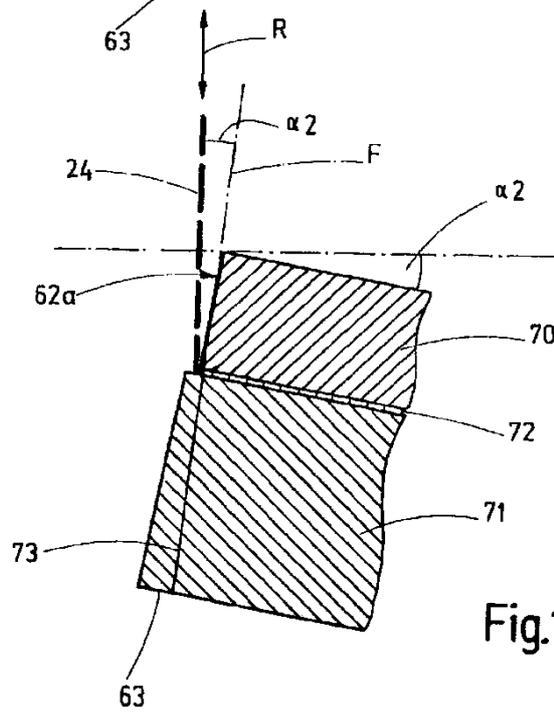


Fig.12

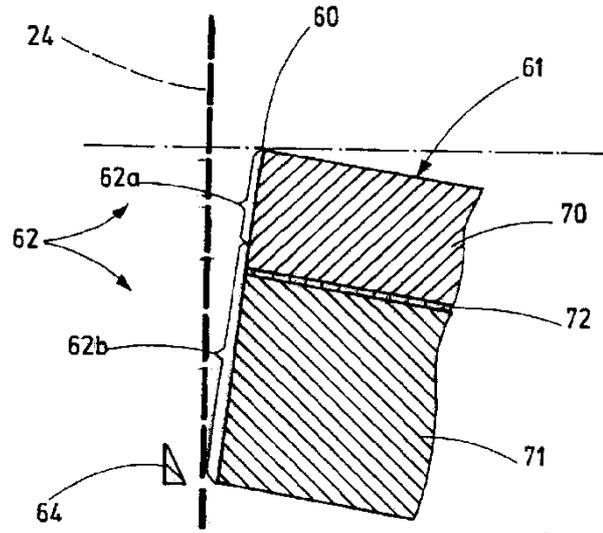


Fig.13

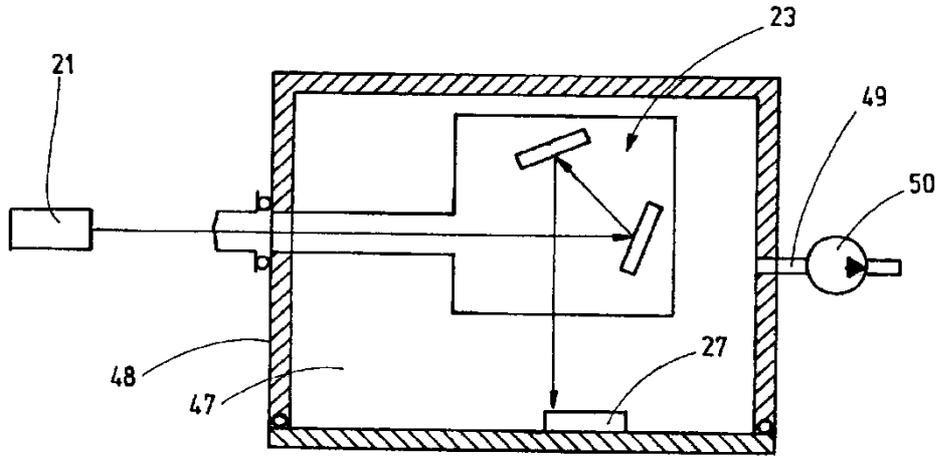


Fig.14

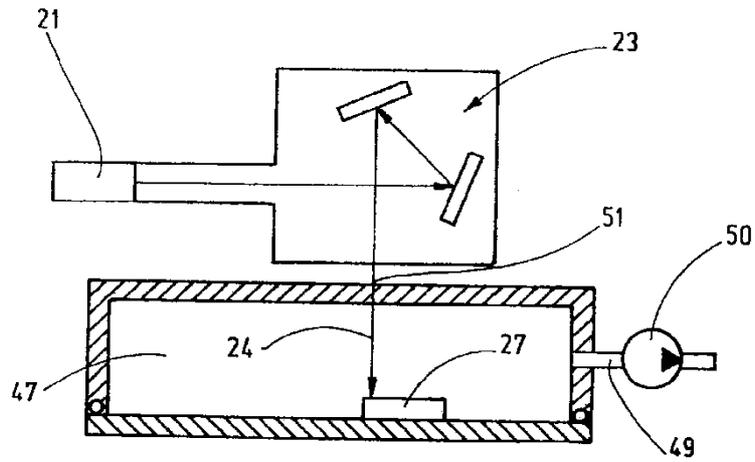


Fig.15