

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 430**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/38** (2014.01)

**B23K 26/04** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.02.2016 PCT/EP2016/054218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139177**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2016 E 16708627 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3265267**

54 Título: **Asunción de una distancia inicial para el mecanizado por láser**

30 Prioridad:

**03.03.2015 DE 102015103047**

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

**17.02.2021**

73 Titular/es:

**TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH  
(100.0%)  
Johann-Maus-Strasse 2  
71254 Ditzingen, DE**

72 Inventor/es:

**HAGENLOCHER, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 806 430 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**

Asunción de una distancia inicial para el mecanizado por láser

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para asumir una distancia inicial, por ejemplo en procesos de corte por láser, y en particular a un procedimiento para aproximarse al punto de partida de un corte de separación, por ejemplo un corte de recorte, con un cabezal de mecanizado. La invención se refiere además a un sistema de mecanizado por láser para realizar dichos procedimientos.

10 Se puede reemplazar una distancia inicial eficiente, en particular en el caso de piezas de trabajo de conformación en caliente que tienen una o más secciones de borde natural. Los bordes naturales son, en particular, bordes que no requieren ningún mecanizado adicional debido a una mayor precisión dimensional en el proceso de conformación o embutición profunda o por razones de diseño. En consecuencia, los cortes de recorte circunferenciales se pueden omitir en piezas de trabajo de conformación en caliente; en cambio, solo se deben procesar secciones de borde individuales de un contorno con un corte de recorte restringido espacialmente. Dado que el punto de partida de dicho corte de contorno está en el borde de la pieza de trabajo, o el punto de encendido del láser está incluso fuera de la pieza de trabajo, la posición de la capa de chapa metálica debe determinarse antes del corte. Cuantas más secciones se procesen, más tiempo se necesitará para medir y aproximarse a los puntos de partida de los procesos de corte.

15 Se conocen procedimientos en los que la posición de un cabezal de mecanizado por láser con respecto a la pieza de trabajo es estacionaria y se mide lo más cerca posible del punto de partida de un proceso de corte por láser y posteriormente se ajusta. La medición se tiene en cuenta en el posterior posicionamiento del cabezal de mecanizado en la interfaz láser. Dicho posicionamiento discontinuo del cabezal de mecanizado puede llevar mucho tiempo.

20 Además, el documento WO 2012/104053 A1 (DE 10 2011 003395 B3) describe un procedimiento para separar una sección de borde mediante un corte de separación por láser, que se forma a partir de varios cortes de separación individuales. Los parámetros de los respectivos puntos de partida de los cortes de separación individuales se determinan teniendo en cuenta el corte de separación anterior. Para un corte de separación individual, el cabezal de corte por láser se mueve a una posición inicial definida, que corresponde a una posición de mecanizado del cabezal de corte por láser cuando se realiza el corte de separación individual realizado previamente. Para colocar el cabezal de corte en la posición inicial, las coordenadas de ubicación del cabezal de corte por láser, que se almacenan temporalmente en el búfer de la memoria de datos, se utilizan como coordenadas de ubicación de la posición inicial. El cabezal de corte por láser se mueve a lo largo de una trayectoria de movimiento definida hasta la posición inicial. La trayectoria de movimiento se define preferentemente por medio de valores de medición de distancia que se almacenan en el búfer de la memoria de datos y que se obtuvieron de un dispositivo de medición de distancia durante el corte individual en cada caso realizado previamente. En la posición inicial, los estados de control del cabezal de corte láser, que se almacenan en el búfer de la memoria de datos, se restauran en la posición de mecanizado del corte individual realizado previamente y el siguiente corte individual se lleva a cabo posteriormente.

35 Además, el documento US 2009/183612 A1 divulga una máquina de corte que garantiza la seguridad de un trabajador durante el movimiento de un cabezal. Un cabezal de corte se mueve a diferentes velocidades dependiendo de la posición de un trabajador con respecto al proceso de corte.

40 Un aspecto de esta descripción se basa en el objetivo de hacer posible asumir eficientemente una posición inicial de un cabezal de mecanizado por láser para una operación de mecanizado por láser. En particular, otro aspecto se basa en el objetivo de especificar un procedimiento para asumir eficientemente una posición inicial de un cabezal de mecanizado por láser para un corte de recorte en secciones. En general, los conceptos propuestos en el presente documento se basan en el objetivo de poder aproximarse rápidamente a una posición real de la pieza de trabajo para un proceso de mecanizado robusto, particularmente en el caso de cortes de separación y de recorte.

45 Al menos uno de estos objetivos se resuelve mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante una máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 9. Otros modos de realización están especificados en las reivindicaciones dependientes.

50 En un aspecto, se divulga un procedimiento para aproximarse a una posición inicial provista a una distancia de trabajo desde una superficie de una pieza de trabajo para mecanizado por láser con un cabezal de mecanizado por láser que tiene un sistema sensor de distancia, en el que el cabezal de mecanizado por láser está destinado a realizar un corte de contorno de la pieza de trabajo comenzando en un borde de la pieza de trabajo. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

55 Proporcionar información de ubicación con respecto a la posición inicial e información espacial con respecto a un área de entrada predeterminada que se extiende al menos parcialmente a una distancia de la superficie de la pieza de trabajo que es mayor que la distancia de trabajo y desde la cual la posición inicial tiene una distancia mínima que permite ajustar la distancia del cabezal de procesamiento láser a la distancia de trabajo mientras se mueve el cabezal de procesamiento láser desde el área de entrada a la posición inicial,

Mover el cabezal de mecanizado por láser a través del área de entrada en la dirección de la posición inicial y activar un control de distancia basado en el sistema sensor de distancia después de que el cabezal de mecanizado por láser

haya entrado en el área de entrada,

Continuar el movimiento del cabezal de mecanizado por láser desde el área de entrada a la posición inicial adaptando la distancia del cabezal de mecanizado por láser desde la pieza de trabajo a la distancia de trabajo mediante el control de distancia (en el que el cabezal de mecanizado por láser en particular pasa la posición inicial a la distancia de trabajo),

Continuar el movimiento del cabezal de mecanizado por láser hacia el borde de la pieza de trabajo y más allá del borde de la pieza de trabajo, en el que se lleva a cabo la desactivación del control de distancia, basándose en el sistema sensor de distancia y una activación de una congelación de distancia antes de pasar el borde de la pieza de trabajo (en el que en particular la desactivación del control de distancia, basándose en el sistema sensor de distancia y la activación de una congelación de distancia se lleva a cabo en la posición inicial),

Encender una emisión láser desde el cabezal de mecanizado por láser,

Mover el cabezal de mecanizado por láser de regreso al borde de la pieza de trabajo y sobre la pieza de trabajo en la dirección de la posición inicial, y

Pasar la posición inicial con el cabezal de mecanizado por láser a la distancia de trabajo con emisión láser, en el que se realiza una reactivación del control de distancia, basándose en el sistema sensor de distancia, y una desactivación de la congelación de distancia antes de pasar la posición inicial o en la posición inicial.

En otro aspecto, una máquina herramienta tiene un sistema de mecanizado por láser con un sistema láser, un soporte para piezas de trabajo y un cabezal de mecanizado por láser que tiene un sistema sensor de distancia. El cabezal de mecanizado por láser está conectado ópticamente al sistema láser. Además, se puede realizar un movimiento relativo entre el cabezal de mecanizado por láser y el soporte para piezas de trabajo para realizar un corte de contorno de la pieza de trabajo, comenzando cerca del borde de pieza de trabajo de la pieza de trabajo. La máquina herramienta también tiene una unidad de control para llevar a cabo un procedimiento para aproximarse a una posición inicial proporcionada a una distancia de trabajo desde una superficie de una pieza de trabajo para el mecanizado por láser con el cabezal de mecanizado por láser de acuerdo con el procedimiento anterior.

Los conceptos divulgados en el presente documento se basan en el conocimiento de que el mecanizado parcial, es decir, sección por sección, de la pieza de trabajo requiere un proceso robusto, reproducible y seguro para la "aproximación" de la pieza de trabajo con el cabezal de mecanizado. En particular, de acuerdo con estos conceptos, es posible detectar una capa de chapa metálica con suficiente precisión con respecto a la posición del cabezal de mecanizado "sobre la marcha" (es decir, durante un movimiento multidimensional del cabezal de mecanizado) para poder realizar el corte de recorte con los parámetros de proceso establecidos.

Los conceptos divulgados en el presente documento pueden permitir que se grave una capa de chapa metálica cuando se acerca a la posición inicial de corte sin que los ejes de la máquina estén parados y, por lo tanto, sin que el cabezal de mecanizado esté parado, por ejemplo, por medio de sensores capacitivos de distancia. De este modo, cuando el cabezal de mecanizado se mueve a la posición inicial del corte de recorte, la posición real de la pieza de trabajo se puede detectar mediante sensores de distancia capacitivos sin que los ejes principales de la máquina se detengan.

En algunos modos de realización, se define un punto de partida del proceso con respecto a la posición aproximada de la pieza de trabajo, en la que se pasa el cabezal de mecanizado. Por ejemplo, una esfera de área de tolerancia con, por ejemplo, un radio de 2 mm se extiende en el punto de partida del proceso. Cuando se aproxima al punto de partida del proceso, cuando los ejes principales de la máquina entran en esta esfera de tolerancia, un eje de distancia dinámica inicialmente retraído se mueve a la distancia de corte especificada en sincronía con el movimiento a un punto en el área del comienzo del corte con un movimiento a lo largo del eje de distancia dinámica usando el control de distancia. Dado que la posición del borde de la pieza de trabajo está sujeta a tolerancias, se lleva a cabo un bloque de desplazamiento (secuencia de movimiento) más allá del borde de la pieza de trabajo hacia la posición inicial del corte de recorte. Esto asegura que un corte de recorte siempre se extienda hasta el borde de la pieza de trabajo y no comience en la pieza de trabajo. Dado que el dispositivo de medición para el control de distancia se retira de la pieza de trabajo, el control de distancia se congela durante el bloque de desplazamiento, es decir, no hay sincronización de los ejes principales de la máquina con un resultado de medición de distancia.

En comparación con los conceptos de aproximación discontinua, los conceptos divulgados en el presente documento pueden ahorrar fracciones de segundo, por ejemplo, por aproximación de un corte de recorte. En el caso de las piezas de trabajo a que se aproximan varias veces, el tiempo ahorrado se puede acumular en consecuencia, de modo que, según la situación, se puede ahorrar un porcentaje considerable del tiempo de mecanizado en comparación con los conceptos de aproximación discontinua. A este respecto, los conceptos descritos en el presente documento se refieren en particular al mecanizado de piezas de trabajo en las que se deben realizar uno o más cortes de recorte.

En el presente documento se divulgan conceptos que hacen posible, al menos en parte, mejorar aspectos de la técnica anterior. En particular, otras características y sus ventajas resultan de la siguiente descripción de modos de realización con referencia a las figuras. Las figuras muestran:

- La Figura 1 una representación espacial esquemática de una máquina herramienta,
- La Figura 2 una representación esquemática de una ruta de aproximación cuando se inicia un corte de separación,
- 5 La Figura 3 una representación esquemática de un proceso de aproximación cuando se inicia un corte de recorte y
- La Figura 4 un diagrama de flujo esquemático para ilustrar una secuencia ejemplar en la asunción de la distancia inicial.

Los aspectos descritos en el presente documento se basan en parte en el conocimiento de que integrar el proceso de asunción de una distancia en la secuencia de movimiento que precede a un corte de separación puede ahorrar un tiempo valioso. Además, se reconoció que una elección adecuada de las posiciones por las que pasar también puede hacer posible, incluso en el caso de fluctuaciones en las dimensiones de una pieza de trabajo, una aproximación con precisión a una posición inicial dentro del marco de una tolerancia de la pieza de trabajo.

A continuación, se describe una máquina herramienta ejemplar basada en un sistema de mecanizado por láser en relación con la Figura 1, en la que se puede utilizar el concepto de aproximación de un corte de contorno divulgado en el presente documento. El movimiento de un cabezal de mecanizado se ilustra luego con referencia a las representaciones esquemáticas de las Figuras 2 y 3 y al diagrama de flujo de la Figura 4.

En la Figura 1 se muestra una máquina herramienta 1 con un sistema de mecanizado por láser 3 como la máquina básica para el mecanizado de una pieza de trabajo 5. La máquina herramienta 1 se opera a través de un panel de control 7 de un sistema de control (no se muestra explícitamente). Por ejemplo, la creación y configuración de programas de CN en el panel de control 7 se puede utilizar para llevar a cabo procesos de trabajo específicos coordinados con piezas de trabajo y su mecanizado. Por ejemplo, la máquina herramienta 1 tiene un armario de distribución con el sistema de control, en el que se proporciona un control CNC asociado, un suministro eléctrico para accionamientos y, en general, partes de lógica y de alimentación.

Un dispositivo láser del sistema de mecanizado por láser 3 que no se muestra explícitamente en la Figura 1 se usa para generar radiación láser y puede basarse, por ejemplo, en un láser de estado sólido tal como un láser de disco o láser de fibra o una fibra de gas tal como un láser de CO<sub>2</sub>. Se pueden usar cables de fibra óptica y/o espejos para guiar el haz desde el dispositivo láser hasta la pieza de trabajo. Otros componentes de la máquina herramienta 1 incluyen, por ejemplo, un cambiador de rotación para sujetar la pieza de trabajo 5 a mecanizar y para retirar fácilmente las piezas mecanizadas, un extractor de polvo compacto para extraer gases de combustión y partículas suspendidas del interior, un transportador de chatarra y elementos para la neumática, para el suministro de gas de corte y soldadura así como para la lubricación central.

Una operación controlada por el control de CNC permite el mecanizado de la pieza de trabajo 5 de una manera predeterminada mediante la interacción de los diversos componentes del sistema de mecanizado por láser 3. Por lo tanto, una operación se puede llevar a cabo de forma repetida en sucesión y un gran número de piezas de trabajo pueden mecanizarse de forma eficiente y sustancialmente idéntica - a pesar de las posibles variaciones en las dimensiones debido a los rangos de tolerancia.

Un programador crea el programa de CN para la orden de producción respectiva dentro de un sistema de programación en el ordenador, es decir, por ejemplo, en el panel de control 7 del sistema de control. El sistema de control puede calcular la trayectoria del láser automáticamente o bajo la influencia del operador. El sistema de control puede establecer la secuencia de mecanizado, establecer los puntos de corte iniciales en los lugares correctos, redondear las esquinas afiladas o proporcionar cortes de recorte. De este modo, el sistema de control puede implementar las estrategias que el programador ha seleccionado específicamente para cada pieza de trabajo. En una simulación preparatoria, el programador puede ver cómo se procesa el programa de CN.

Para garantizar que la calidad de corte sea correcta, el programa de CN proporciona al control los valores apropiados para los parámetros de mecanizado, tales como la velocidad de corte, la potencia del láser y la distancia de la boquilla. Estos valores se proporcionan en las llamadas tablas de tecnología a las que puede acceder el control. Además, los parámetros de mecanizado incluyen parámetros específicos de la pieza de trabajo, tales como los límites de tolerancia de los bordes (por ejemplo, de chapa metálica) y las velocidades máximas de movimiento posibles del cabezal de mecanizado en relación con la pieza de trabajo y/o la velocidad en el ajuste de distancia.

La Figura 1 también muestra esquemáticamente la estructura del sistema de mecanizado por láser 3, que se encuentra, por ejemplo, en el interior de una cabina de protección. El sistema de mecanizado por láser 3 tiene una unidad de movimiento 9 con componentes funcionalmente relevantes tales como los carros X, Y y Z 9A, 9B, 9C para guiar el haz móvil y componentes de suministro de medios en relación con la pieza de trabajo 5.

En general, los componentes de guía del haz pueden comprender cables de luz láser, un manguito Z, óptica de colimación y óptica de mecanizado para guiar y enfocar el haz láser en la pieza de trabajo 5. La óptica de mecanizado se proporciona generalmente en un cabezal de mecanizado 11 con una boquilla 11A. El cabezal de mecanizado 11

puede posicionarse y alinearse esencialmente libremente en el espacio, por ejemplo, mediante otros ejes de rotación y giro, y guiar de este modo el rayo láser emitido, específicamente sobre la pieza de trabajo 5. Además, en particular los ejes redundantes pueden mejorar un ajuste rápido de la posición y orientación del cabezal de mecanizado 11 respecto a la pieza de trabajo 5. El cabezal de mecanizado 11, también conocido como cabezal de corte en el caso del corte por láser, convierte el rayo láser en una herramienta de corte con óptica de enfoque basada en lentes o espejos. El rayo láser sale del cabezal de mecanizado 11 a través de la boquilla 11A, por ejemplo, junto con un gas de corte. La distancia a la pieza de trabajo 5 puede estar en el intervalo de 0,5 mm a 2 mm, por ejemplo en el intervalo de 0,7 mm a 1,2 mm.

En el modo de realización ejemplar de la unidad de movimiento, el cabezal de mecanizado 11 puede asumir cualquier posición y orientación ajustables en una región determinada por los carros X, Y y Z 9A, 9B, 9C y por la movilidad del manguito Z. Las unidades de accionamiento se asignan a los carros X, Y y Z 9A, 9B, 9C, que permiten un movimiento relativo del cabezal de mecanizado 11 con respecto a la pieza de trabajo 5. La alineación del cabezal de mecanizado 11 con la pieza de trabajo 5 se lleva a cabo mediante los ejes de rotación y giro. Esto da como resultado un espacio de trabajo que incluye todos los puntos que pueden ser mecanizados por el rayo láser emitido adecuadamente enfocado.

La pieza de trabajo 5 se puede fijar en su lugar en un dispositivo de almacenamiento de piezas de trabajo 13 utilizando una tecnología de sujeción (no mostrada). En modos de realización alternativos, la pieza de trabajo 5/el dispositivo de almacenamiento de piezas de trabajo 13 o solo la pieza de trabajo 5/el dispositivo de almacenamiento de piezas de trabajo 13 pueden moverse en el espacio. Los conceptos implementados en el presente documento se pueden usar de forma correspondiente en dichas configuraciones.

El dispositivo de almacenamiento de piezas de trabajo 13 generalmente incluye elementos adicionales tales como abrazaderas para sujetar la pieza de trabajo 5 y sensores para reconocimiento de componentes y accionadores para guiar/mover el dispositivo de almacenamiento de piezas de trabajo 13.

En general, las piezas de chapa metálica conformadas son un ejemplo de una pieza de trabajo 5 tridimensional de forma variable. La pieza de trabajo 5 es, por ejemplo, una parte estructural conformada en caliente para un vehículo de motor, por ejemplo, un pilar B. Además, la pieza de trabajo también se puede configurar, por ejemplo, como un componente embutido o como una placa, es decir, se extiende esencialmente en un plano. También es posible un tubo o una pieza de trabajo en forma de barra. Las piezas de trabajo típicas están hechas de un metal, tal como, por ejemplo, acero, aluminio o cobre, o una aleación de metal. También son posibles cerámicas funcionales, plásticos, materiales orgánicos u otros materiales.

En procesos de corte ejemplares, una región de borde de la pieza de trabajo 5 se puede volver a mecanizar mediante corte por láser con el rayo láser, es decir, se puede realizar un llamado corte de recorte como ejemplo de un corte de separación. Para este propósito, con el rayo láser activado, el cabezal de mecanizado 11 se mueve hacia la pieza de trabajo 5 desde el exterior, en el que el proceso de corte puede comenzar cuando se alcanza el borde de la pieza de trabajo. El borde de corte generalmente está destinado a cumplir con los requisitos de calidad predeterminados, que se pueden lograr al cumplir con los parámetros de mecanizado predeterminados. Para este propósito, el rayo láser/el cabezal de mecanizado 11 y la pieza de trabajo 5 se mueven uno respecto al otro, de modo que se puede producir un espacio de corte continuo en la pieza de trabajo en una trayectoria de mecanizado (por ejemplo, un corte de contorno). Es decir, el rayo láser ha atravesado la pieza de trabajo 5 a lo largo del corte de contorno. De esta manera, por ejemplo, se pueden preparar secciones de borde en los bordes naturales de la pieza de trabajo 5 y/o las dimensiones externas de la pieza de trabajo 5 se pueden adaptar a los valores diana.

Al cortar, la distancia entre la boquilla de corte 11A y la pieza de trabajo 5 debe regularse de la manera más precisa posible a un valor deseado (también denominado en el presente documento la distancia de trabajo), de modo que el enfoque sea óptimo en relación con la superficie del material a lo largo del corte y el gas de corte pueda fluir de manera óptima en el espacio de corte. Dado que incluso pequeñas desviaciones en la distancia pueden influir en el resultado del corte, la distancia de trabajo, es decir, la distancia entre la boquilla de corte 11A y la pieza de trabajo 5, generalmente se supervisa mediante un sistema sensor activo y se reajusta continuamente. Para este propósito, el sistema sensor generalmente mide la distancia entre la boquilla de corte 11A y la pieza de trabajo 5 continuamente. Para reajustar la distancia a lo largo de un denominado eje dinámico, se puede seguir todo el cabezal de mecanizado 11, por ejemplo, o se puede extender y retraer solo su parte delantera con, por ejemplo, el objetivo y la boquilla de corte 11A. La distancia de trabajo a ajustar puede variar según el procedimiento de mecanizado y el sistema láser respectivos. Por ejemplo, el corte por fusión requiere una pequeña distancia en el intervalo del milímetro, por ejemplo, para permitir que el gas de corte fluya hacia el espacio de corte.

Para un movimiento del cabezal de mecanizado 11 a una distancia fija de la superficie de la pieza de trabajo 5, el cabezal de mecanizado 11 puede tener, por ejemplo, un sensor de distancia, cuya señal de salida se suministra a un control de distancia. El control de distancia generalmente está diseñado como parte de la unidad de control del sistema de mecanizado por láser 3. En algunos modos de realización, el cabezal de mecanizado 11 puede moverse en su totalidad o al menos parcialmente a lo largo de un eje dinámico provisto específicamente para el control de la distancia con el fin de garantizar continuamente la distancia requerida. Si el control de distancia se activa en consecuencia, el cabezal de mecanizado 11 se mueve sobre la superficie de la pieza de trabajo a una distancia de trabajo

predeterminada.

Un ejemplo de tecnología de control de distancia se conoce, por ejemplo, por el documento DE 10 2010 039 528 A1. En el caso de materiales metálicos, un sensor puede medir la capacidad eléctrica entre, por ejemplo, la chapa metálica a procesar y la boquilla 11A. Dado que la capacidad cambia cuando el espacio entre la chapa metálica y la boquilla aumenta o disminuye, el sensor puede determinar la distancia a partir de ella. Si la distancia no coincide con el valor programado, un sistema de control devuelve el cabezal de corte a la altura correcta. En consecuencia, el control de distancia significa que el cabezal de corte siempre tiene, en la medida de lo posible, la distancia de trabajo óptima desde la pieza de trabajo.

En general, las desviaciones de distancia de la boquilla de corte 11A a la superficie de la pieza de trabajo pueden ser causadas por la forma de la pieza de trabajo, las desviaciones en la forma en el rango de tolerancia y las fluctuaciones en el movimiento del cabezal de mecanizado y pueden compensarse mediante dicho control de distancia integrado.

El proceso de corte principal está precedido por un proceso de posicionamiento y de inicio de corte. El objetivo del proceso de posicionamiento y corte es, entre otras cosas, garantizar en una región del borde de la pieza de trabajo (en la cual, por ejemplo, por razones de seguridad del proceso, no se puede usar el control de distancia) lo siguiente, por un lado, se garantiza que se consigue un corte de recorte del borde de la pieza de trabajo con calidad suficiente hasta una posición de mecanizado, que está vinculada a la posición inicial del cabezal de mecanizado 11, y desde la cual es posible el uso del control de distancia y, por otro lado, se garantiza que el cabezal de mecanizado 11 puede mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo 5 desde la posición de mecanizado vinculada a la posición inicial a una distancia predeterminada, por ejemplo en el corte de contorno (es decir, puede moverse de acuerdo con una ruta de mecanizado predeterminada sobre la pieza de trabajo 5). Dicho proceso de posicionamiento y de inicio de corte del cabezal de mecanizado 11 hasta la posición inicial 27 se describe a continuación con referencia a las Figuras 2 a 4.

La Figura 2 ilustra la secuencia de movimientos del cabezal de mecanizado 11 durante el proceso de posicionamiento y de inicio de corte con respecto a la realización de un corte de contorno. En la Figura 2, la secuencia del corte 21 respectiva se muestra punteada. El posicionamiento del cabezal de mecanizado 11 comprende, por un lado, secuencias de movimiento en las que el cabezal de mecanizado 11 no emite un rayo láser y que se muestran con flechas punteadas en la Figura 2. Por otro lado, el proceso de inicio de corte incluye secuencias de movimiento en las que se activa la emisión del rayo láser y que se muestran con flechas de línea continua en la Figura 2.

En la Figura 2 se reconoce la pieza de trabajo 5, mostrada como, por ejemplo, una chapa metálica plana. Con respecto a una superficie 5A de la pieza de trabajo 5, se muestran esquemáticamente tres puntos en la Figura 2: un punto de referencia 23, por ejemplo, en el interior de un área de entrada 25, una posición inicial 27 a la distancia de trabajo sobre la superficie 5A de la pieza de trabajo 5 y un punto de inversión 29.

El dimensionamiento y el diseño de un cabezal de mecanizado 11 y la distancia ideal entre la pieza de trabajo 5 y el cabezal de mecanizado 11 pueden diferir mucho según el tipo de máquina y el caso de mecanizado. A cada cabezal de mecanizado se le asigna una zona de interacción, generalmente el punto focal del rayo láser, que se encuentra a una distancia fija en el eje del rayo láser frente a la boquilla de corte 11A. De este modo, la distancia óptima para el mecanizado se alcanza cuando la zona de interacción se extiende dentro de la pieza de trabajo 5 desde la superficie de la pieza de trabajo 5A.

El área de entrada 25 mostrada en la Figura 2 se extiende como una esfera con el punto de referencia 23 como el punto central y un diámetro definido, por ejemplo entre 1 mm y 10 mm, en particular entre 2 mm y 5 mm. El punto de referencia 23 está, por ejemplo, por encima de una posición diana asumida de la superficie de la pieza de trabajo 5A, que puede desviarse de la posición real de la superficie de la pieza de trabajo 5A debido al almacenamiento y las tolerancias de la pieza de trabajo. El área de entrada 25 se selecciona de modo que se extienda al menos parcialmente a una distancia de la superficie 5A de la pieza de trabajo 5 y el cabezal de mecanizado 11 se le pueda aproximar. Además, la posición inicial 27 se encuentra por encima de la superficie real de la pieza de trabajo 5A. Como se indica a modo de ejemplo en la Figura 2, la posición inicial 27 está fuera de un rango de tolerancia 31, que se extiende a lo largo de un borde 33 de la pieza de trabajo 5. Los rangos de tolerancia habituales se extienden, por ejemplo,  $\pm 5$  mm o menos con respecto a un contorno del borde diana. En general, la posición inicial es lo más cercana posible al borde 33, por ejemplo a una distancia en el intervalo de 10 mm a 15 mm.

La información de ubicación relacionada con la posición inicial 27 y la información espacial relacionada con el área de entrada predeterminada 25 se pueden seleccionar e introducir, por ejemplo, a través de la consola de control 5 del dispositivo de control cuando se programa un programa de CN.

En particular, se elige una esfera espacial alrededor del punto de referencia 23 como el punto central como el área de entrada 25, ya que esto asegura que el corredor de aproximación del cabezal de mecanizado 11 siempre tenga la misma longitud, independientemente tanto de la etapa de mecanizado anterior como de la dirección desde la cual se aproxima el cabezal de mecanizado 11.

La Figura 2 ilustra además los diversos segmentos del movimiento del cabezal de mecanizado 11. Un primer segmento de movimiento 35A corresponde a aproximar el cabezal de mecanizado 11 hasta que entra en el área de entrada predeterminada 25. Después de entrar, se activa el control de distancia, que activa un movimiento para asumir la

- 5 distancia de trabajo, por ejemplo, a lo largo del eje dinámico. Este movimiento de asunción de distancia se superpone con el siguiente segmento de movimiento 35B. Comenzando desde el área de entrada 25, el cabezal de mecanizado 11 se mueve de este modo a lo largo de la sección de movimiento 35B a la posición inicial 27. La longitud de la sección de movimiento 35B y/o la velocidad de movimiento a lo largo de la trayectoria de desplazamiento están diseñadas de modo que la distancia del cabezal de mecanizado 11 desde la superficie 5A se pueda ajustar a la distancia de trabajo. En otras palabras, los parámetros de la máquina generalmente se tienen en cuenta al determinar la distancia entre el área de entrada 25 y la posición inicial 27, es decir, al seleccionar la información de ubicación con respecto a la posición inicial 27 y la información espacial con respecto al área de entrada predeterminada 25.
- 10 En la Figura 2 se reconoce la aproximación de la segunda sección de movimiento 35B a la pieza de trabajo 5. En consecuencia, el cabezal de mecanizado por láser 11 pasa la posición inicial 27 a la distancia de trabajo. Para usar el control de distancia, la sección de movimiento 35B preferentemente discurre continuamente sobre la pieza de trabajo. Los rebajes y agujeros en la pieza de trabajo 5 se eluden, por ejemplo, para que se pueda realizar el control de distancia. Si esto no se puede garantizar todo el tiempo, el control de distancia se puede desactivar en dichas áreas y la distancia se puede congelar, con lo que esto se incluye en la determinación de la distancia mínima.
- 15 Por razones de seguridad del proceso, el control de distancia basado en los sensores de distancia ya no se puede usar cerca de los bordes. En el punto de partida 27 (generalmente delante del borde), el control de distancia se desactiva y se activa una congelación de la distancia. Esto significa que el valor para el eje dinámico ya no está regulado y permanece almacenado en el control de la máquina con el valor asumido en el punto de partida 27. El movimiento del cabezal de mecanizado por láser 11 hasta el borde de la pieza de trabajo 33 continúa entonces (sin pausa). Durante la congelación de la distancia, el movimiento es incremental, es decir, la medida del movimiento se relaciona con la posición del cabezal de mecanizado que se aproximó por última vez (punto de partida 27 al comienzo de la congelación) y no con el sistema de coordenadas de la máquina. La trayectoria de desplazamiento se extiende en el segmento de movimiento 35C más allá del borde de la pieza de trabajo 33 hasta el punto de inversión 29. En consecuencia, el cabezal de mecanizado 11 se mueve desde este punto en el tiempo sin reaccionar a los cambios en la superficie 5A de la pieza de trabajo 5. Sin embargo, debido a la proximidad al borde 33, se puede suponer que no hay variaciones importantes en la superficie 5A a lo largo del segmento de movimiento 35C, lo que podría provocar daños en la boquilla 11A, por ejemplo. En consecuencia, en la Figura 2, la sección de movimiento 35C se indica linealmente a una distancia constante de la superficie 5A o de una extrapolación de la superficie 5A de la pieza de trabajo 5.
- 20
- 25
- 30 El punto de inversión 29 se selecciona, por ejemplo, de modo que incluso cuando se alcanza la tolerancia máxima permitida con respecto al tamaño de la pieza de trabajo 5, el cabezal de mecanizado 11 ya no está por encima de la superficie 5A de la pieza de trabajo 5 a mecanizar, es decir que el rayo láser no golpearía la superficie 5A cuando se enciende.
- 35 En la sección de movimiento 35D, el cabezal de mecanizado se mueve de regreso al borde de la pieza de trabajo 33 y sobre la pieza de trabajo 5 en la dirección de la posición inicial 27. De este modo, una emisión láser del cabezal de mecanizado por láser 11 se enciende antes de pasar el borde de la pieza de trabajo 33. Dado que, por razones de ahorro de tiempo, el cabezal de mecanizado solo debe moverse más allá de la pieza de trabajo 5 tanto como sea necesario para encender el láser de forma segura, el punto de inversión 29 corresponde, por ejemplo, al punto de encendido del láser, como se muestra en la Figura 2. Como en la sección de movimiento 35C, en la sección de movimiento 35D tiene lugar un movimiento lineal en la dirección de la posición inicial 27.
- 40
- 45 Tan pronto como el rayo láser golpea la pieza de trabajo 5, se forma una incisión. Debido a una situación de orientación/espaciado posiblemente aún no ideal del cabezal de mecanizado 11 en la sección de movimiento 35D, la calidad del corte todavía puede estar lejos de la calidad óptima diana. Sin embargo, dado que el valor de distancia almacenado de la posición inicial 27 no debe desviarse mucho del componente real, la calidad aún debe ser suficiente. Al pasar la posición inicial 27, el control de distancia se reactiva para que el cabezal de mecanizado 11 siga el corte de contorno 21 desde la posición inicial 27 (sección de movimiento 35E) a la distancia de trabajo deseada, de modo que en esta área el corte pueda tener lugar con la calidad deseada. En consecuencia, cuando se pasa la posición inicial 27, el control de distancia basado en el sistema sensor de distancia se reactiva y la congelación de distancia se desactiva.
- 50 La Figura 3 ilustra la secuencia de movimientos basándose en un mecanizado ejemplar de una pieza de trabajo de un corte de recorte. La representación tridimensional muestra la boquilla 11A centralmente encima de una pieza de trabajo 5'. La pieza de trabajo 5' tiene un contorno de borde que se debe volver a trabajar, cuyas dimensiones deben corregirse en un corte de recorte.
- 55 Por ejemplo, la boquilla 11A proviene de una etapa de mecanizado por láser anterior que termina en un punto final 41. Comenzando desde el punto final 41, el cabezal de mecanizado se aleja rápidamente de la superficie 5A' de la pieza de trabajo 5' para garantizar un movimiento sin conflictos. Un perfil de movimiento ejemplar 43A se indica en la Figura 3. Desde el punto más alto del perfil de movimiento 43A, el cabezal de mecanizado se aproxima nuevamente a la pieza de trabajo 5' a lo largo del perfil de movimiento 43B, siendo la diana un área de entrada 25' que se encuentra, por ejemplo, en la vecindad de un contorno 45 que será atravesado más tarde de un corte de recorte. En la Figura 3 se muestra una línea de proyección 43' en la superficie 5A' que está asignada a los perfiles de movimiento 43A y 43B.
- 60

En la Figura 3, un punto central de una esfera se ilustra mediante una flecha 47A como un ejemplo de información espacial del área de entrada predeterminada 25'. Otro ejemplo de información espacial sería una medida que determina el volumen, como el radio de una esfera. Un programa de NC puede contener la configuración de que, por ejemplo, el control de distancia se activa en el momento de la entrada en el área de entrada 25' o en el punto de referencia mismo. En consecuencia, al continuar el movimiento, el cabezal de mecanizado se baja en la dirección de la posición inicial, que se ilustra en la Figura 3 mediante una flecha 47B, a la distancia de trabajo óptima desde la superficie 5A' de la pieza de trabajo 5'.

En la Figura 3, se indica, como ilustración, una línea de proyección 47' en la superficie 5A' (y más allá), que está asociada a los perfiles de movimiento de la boquilla 11A desde el punto central de la esfera (flecha 47A) a la posición inicial (flecha 47B) y más allá del borde 33' hasta un punto de inversión (flecha 47C). Se reconoce la disminución de la distancia (área sombreada cónica entre la línea de proyección 47' y la línea continua que ilustra el movimiento de la boquilla) y el curso lineal desde la posición inicial de acuerdo con una distancia esencialmente constante, aunque no regulada, a la superficie 5A' y su supuesta extensión.

El cabezal de mecanizado se mueve linealmente desde la posición inicial en la dirección del borde 33' y más allá, con lo que el control de distancia se desactiva y la congelación de distancia se activa, por ejemplo, al pasar la posición inicial 47B. En consecuencia, el cabezal de mecanizado continúa de forma casi lineal hasta el punto de inversión indicado por la flecha 47C. La emisión láser se inicia en el punto de inversión (o al menos fuera de la pieza de trabajo 5') sin poder interactuar principalmente con el material de la pieza de trabajo 5'. Después de invertir el movimiento, el cabezal de mecanizado vuelve a la posición inicial mientras se mantiene la congelación de la distancia. Cuando se pasa el borde 33', el rayo láser formará un corte que continúa hasta la posición inicial y desde allí sigue el contorno 45 del corte de recorte a realizar.

En general, se define la posición del área de entrada a un punto de referencia, como la posición inicial. La posición inicial está fuera de un rango de tolerancia del borde de la pieza de trabajo, por ejemplo.

Se ha demostrado que es ventajoso para la seguridad del proceso y el ahorro de tiempo si el cabezal de mecanizado del láser está alineado, en particular en el punto de partida, de modo que la dirección de propagación del láser sea paralela a la normal  $n_s$  en la superficie de la pieza de trabajo 5A' (indicada en la Figura 3 como una flecha que discurre contra la flecha 47B) y la dirección de movimiento del cabezal de mecanizado por láser entre la posición inicial (en la Figura 3, flecha 47B) y el punto de inversión (en la Figura 3, flecha 47C) se encuentra en un plano que se configura perpendicular a la normal a la pieza de trabajo en la posición inicial (en la Figura 3, flecha 47B). Si se supone una pieza de trabajo plana 5' (como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 3), la dirección del movimiento se encuentra en un plano paralelo al plano de la pieza de trabajo a través de la posición inicial.

También es ventajoso si el perfil del movimiento entre la posición inicial y el punto de inversión está orientado de manera que la línea de proyección asociada (47') forme un ángulo  $\alpha$  con una normal  $n_k$  al contorno del borde de la pieza de trabajo 33' en la intersección de la línea de proyección 47', entre 0° y 45°, en particular entre 0° y 25°. Como resultado, la distancia en la pieza de trabajo 5', que está cubierta sin control de distancia, puede reducirse e idealmente minimizarse.

El diagrama de flujo de la Figura 4 ilustra el procedimiento para aproximarse a una posición inicial proporcionada a una distancia de trabajo desde una superficie de una pieza de trabajo para el mecanizado por láser con un cabezal de mecanizado por láser. Por ejemplo, el cabezal de mecanizado por láser tiene un sistema sensor de distancia y, en el mecanizado posterior, debería, por ejemplo, realizar dos cortes de contorno de la pieza de trabajo comenzando cerca del borde de la pieza de trabajo. La Figura 4 incluye, en consecuencia, dos secciones esencialmente idénticas 51, 51' en el diagrama de flujo que se pueden definir para cortes de recorte mutuamente independientes en un programa de CN.

Cada una de las secciones 51, 51' comprende una primera sección libre de emisiones láser 53 y una segunda sección emisora de láser 55.

La base para la primera sección 53 es que la información de ubicación relacionada con la posición inicial y la información espacial relacionada con el área de entrada predeterminada se proporcionan en la etapa 53A, por ejemplo, leída a partir de una base de datos. En la etapa 53B posterior, el cabezal de mecanizado por láser se mueve a través del área de entrada en la dirección del centro del área de entrada y más allá de la posición inicial, con lo que un control de distancia se activa, por ejemplo, después de entrar en el área de entrada. El movimiento del cabezal de mecanizado por láser continúa en la etapa 53C desde el área de entrada a la posición inicial, con lo que se ajusta la distancia del cabezal de mecanizado por láser desde la pieza de trabajo a la distancia de trabajo mediante el control de distancia, de modo que el cabezal de mecanizado por láser pase por la posición inicial a la distancia de trabajo desde la superficie de la pieza de trabajo. Posteriormente, en la etapa 53D, con el control de distancia desactivado, es decir, con una distancia congelada, se continúa el movimiento del cabezal de trabajo hacia el borde de la pieza de trabajo y más allá.

Después de una distancia predeterminada recorrida desde la pieza de trabajo, se invierte la dirección del movimiento hacia la pieza de trabajo, de modo que en la etapa 55A el cabezal de mecanizado retrocede al borde de la pieza de trabajo y continúa sobre la pieza de trabajo en la dirección de la posición inicial. De este modo, la emisión de láser se

enciende antes de pasar el borde de la pieza de trabajo. Para completar la aproximación a la posición inicial, la posición inicial con el cabezal de mecanizado por láser se pasa en la etapa 55B con una emisión láser. De este modo, el control de distancia se reactiva y la congelación de distancia se desactiva. En la etapa posterior 55C, se produce el corte de separación, por ejemplo, en forma de corte de contorno de la pieza de trabajo hasta un punto final.

- 5 Se puede preparar un reposicionamiento del cabezal de mecanizado en una sección intermedia 57 entre dos cortes de recorte. Por ejemplo, después de alcanzar el punto final, como se describió anteriormente en relación con la Figura 3, la distancia a la pieza de trabajo puede aumentarse primero (etapa 57A), con lo que se apaga la emisión láser. El cabezal de mecanizado se mueve entonces en la dirección de un área de entrada adicional (etapa 57B), de modo que las secciones 53 y 55 puedan atravesarse nuevamente en relación con un corte de separación adicional.
- 10 Con el mecanizado basado en secciones, un preposicionamiento correspondiente debe llevarse a cabo repetidamente. Esto se ilustra en la Figura 4 mediante la repetición de las secciones 51, 51'.

- Se enfatiza explícitamente que todas las características descritas en la descripción y/o las reivindicaciones se consideran separadas e independientes entre sí para el propósito de la divulgación original, así como para restringir la invención reivindicada, independientemente de las combinaciones de características en los modos de realización y/o las reivindicaciones. Se establece explícitamente que todas las indicaciones de intervalos o indicaciones de grupos de unidades divulgan cualquier posible valor intermedio o subconjunto de unidades para el propósito de la divulgación original, así como para restringir la invención reivindicada, en particular también como un límite de una indicación de intervalo.
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para aproximarse a una posición inicial (27) provista a una distancia de trabajo desde una superficie (5A) de una pieza de trabajo (5) para mecanizado por láser con un cabezal de mecanizado por láser (11) que tiene un sistema sensor de distancia, en el que el cabezal de mecanizado por láser (11) debe comenzar en un borde de pieza de trabajo (33) de la pieza de trabajo (5) a cortar un contorno de la pieza de trabajo (5), con las siguientes etapas:
- 5 proporcionar información de ubicación con respecto a la posición inicial (27) e información espacial con respecto a un área de entrada predeterminada (25) que se extiende al menos parcialmente a una distancia de la superficie (5A) de la pieza de trabajo (5) que es mayor que la distancia de trabajo y desde la cual la posición inicial (27) tiene una distancia mínima que permite ajustar la distancia del cabezal de mecanizado por láser (11) a la distancia de trabajo mientras se mueve el cabezal de mecanizado por láser (11) desde el área de entrada (25) a la posición inicial (27),
- 10 mover el cabezal de mecanizado por láser (11) a través del área de entrada (25) en la dirección de la posición inicial (27) y activar un control de distancia basado en el sistema sensor de distancia después de que el cabezal de mecanizado por láser (11) haya entrado en el área de entrada (25), y
- 15 continuar el movimiento del cabezal de mecanizado por láser (11) desde el área de entrada (25) a la posición inicial (27) mientras se ajusta la distancia del cabezal de mecanizado por láser (11) desde la pieza de trabajo (5) a la distancia de trabajo mediante el control de distancia,
- caracterizado por que el procedimiento comprende además las etapas:
- 20 continuar moviendo el cabezal de mecanizado por láser (11) más allá del borde de la pieza de trabajo (33), en el que el control de distancia se desactiva, basándose en el sistema sensor de distancia, y se activa una congelación de distancia antes de pasar el borde de la pieza de trabajo (33),
- encender una emisión láser desde el cabezal de mecanizado por láser (11),
- mover el cabezal de mecanizado por láser (11) de regreso al borde de la pieza de trabajo (33) y sobre la pieza de trabajo (5) en la dirección de la posición inicial (27) y
- 25 pasar la posición inicial (27) con el cabezal de mecanizado por láser (11) a la distancia de trabajo con emisión láser, en el que se realiza una reactivación del control de distancia, basándose en el sistema sensor de distancia, y una desactivación de la congelación de distancia antes de pasar la posición inicial o en la posición inicial (27).
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la desactivación del control de distancia, basándose en el sistema sensor de distancia, y/o la activación de una congelación de distancia se lleva a cabo en la posición inicial (27), y/o
- 30 en el que el cabezal de mecanizado por láser (11) pasa la posición inicial (27) a la distancia de trabajo.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el área de entrada (25) está determinada por un volumen, en particular una esfera espacial alrededor de un punto de referencia, en particular en relación con la posición inicial (27), y/o en el que la posición inicial (27) está fuera del rango de tolerancia (31) del borde de la pieza de trabajo (33).
- 35 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la región de entrada (25) está dispuesta entre un punto final (41) de un mecanizado anterior y la posición inicial (27), y el procedimiento comprende además las etapas de que el cabezal de mecanizado (11) se mueve comenzando desde el punto final (41) de su trayectoria de movimiento primero a una distancia de seguridad de la pieza de trabajo (5) y luego se baja en la dirección del área de entrada (25).
- 40 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el área de entrada (25) y, en particular, también la posición inicial (27) están dispuestas fuera de un rango de tolerancia (31) del borde de la pieza de trabajo (33), y/o están dispuestas de modo que, en el trayecto desde el área de entrada (25) a la posición inicial (27), se garantiza la aplicabilidad del control de distancia.
- 45 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el movimiento en el área del borde (33), en particular entre la posición inicial (27) y el borde (33) y fuera del borde (33), se lleva a cabo de forma incremental y/o en el que después de la desactivación y antes de la activación del control de distancia el movimiento hacia un punto de inversión (29) y hacia atrás desde el punto de inversión (29) se extrapola linealmente a partir del movimiento anterior controlado por distancia.
- 50 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que en el punto de partida (27, 47B) el cabezal de mecanizado del láser (11) está orientado de tal manera que la dirección de propagación del láser corresponde a la normal (ns) a la pieza de trabajo en la posición inicial (27, 47B), y/o

la dirección de movimiento del cabezal de mecanizado por láser (11) entre la posición inicial (27, 47B) y el punto de inversión (29, 47C) se encuentra en un plano que se extiende perpendicular a la normal (ns) a la pieza de trabajo (5, 5') en la posición inicial (27, 47B).

5 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que una línea de proyección (47') asociada con un segmento de movimiento (35C, 35D) entre la posición inicial (27, 47B) y el punto de inversión (29, 47C) en la superficie de la pieza de trabajo (5A, 5A') con respecto a una normal al borde de la pieza de trabajo (33, 33') en la intersección de la línea de proyección (47') con el borde (33') forma un ángulo ( $\alpha$ ) que está entre 0° y 45°, en particular entre 25° y 0°.

9. Máquina herramienta (1) con

10 un sistema de mecanizado por láser (3) con un sistema láser,

un soporte para piezas de trabajo (13),

15 un cabezal de mecanizado por láser (11) que tiene un sistema sensor de distancia, en el que el cabezal de mecanizado por láser (11) está conectado ópticamente al sistema láser y se puede realizar un movimiento relativo entre el cabezal de mecanizado por láser (11) y el soporte para piezas de trabajo (13) para realizar en un borde de pieza de trabajo (33) de la pieza de trabajo (5) el corte inicial de contorno (21) de la pieza de trabajo (5), y

una unidad de control (5) que está configurada para llevar a cabo un procedimiento para aproximarse a una posición inicial (27) proporcionada a una distancia de trabajo desde una superficie de una pieza de trabajo (5) para el mecanizado con láser con el cabezal de mecanizado por láser (11) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

20 10. Máquina herramienta (1) de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además

un dispositivo de entrada (5) que está configurado para introducir información de ubicación relacionada con la posición inicial (27) e información espacial relacionada con el área de entrada predeterminada (25) dependiendo de la geometría de la pieza de trabajo (5), el rango de tolerancia (31) del borde de la pieza de trabajo (33), la posible velocidad a la que el cabezal de mecanizado (11) se puede mover con respecto a la pieza de trabajo (5) y/o la precisión de medición del sistema sensor de distancia, de modo que el área de entrada (25) se extienda al menos parcialmente a una distancia de la superficie (5A) de la pieza de trabajo (5) que es mayor que la distancia de trabajo y que tiene una distancia mínima desde la posición inicial (27), que permite una adaptación de la distancia del cabezal de mecanizado por láser (11) a la distancia de trabajo mientras se mueve el cabezal de mecanizado por láser (11) desde la región de entrada (25) a la posición inicial (27).

30

FIG 1

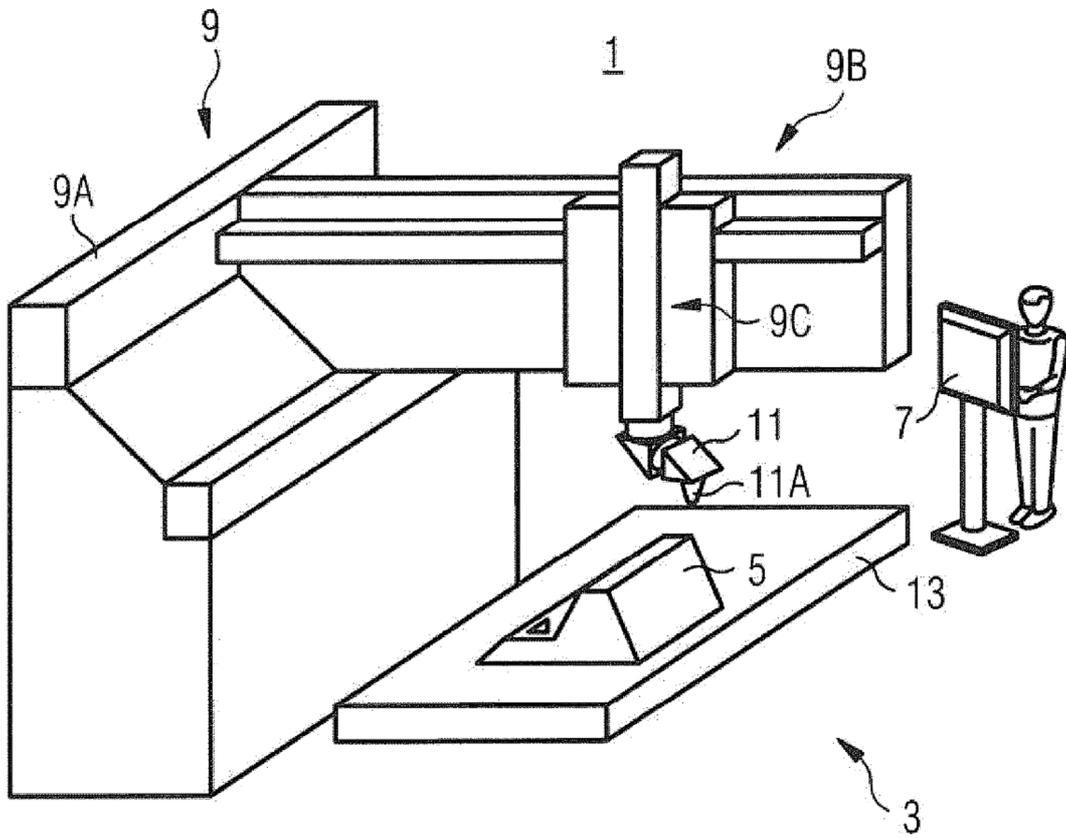


FIG 2

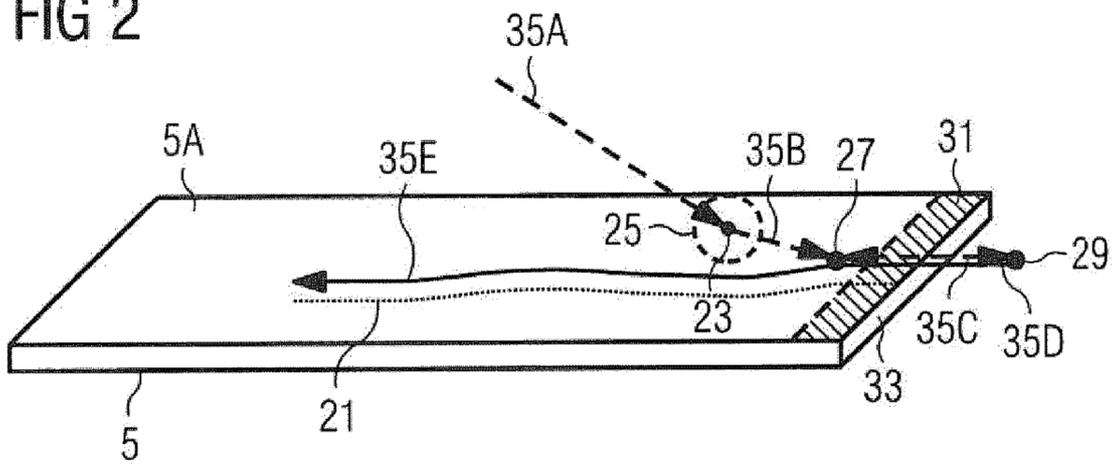


FIG 3

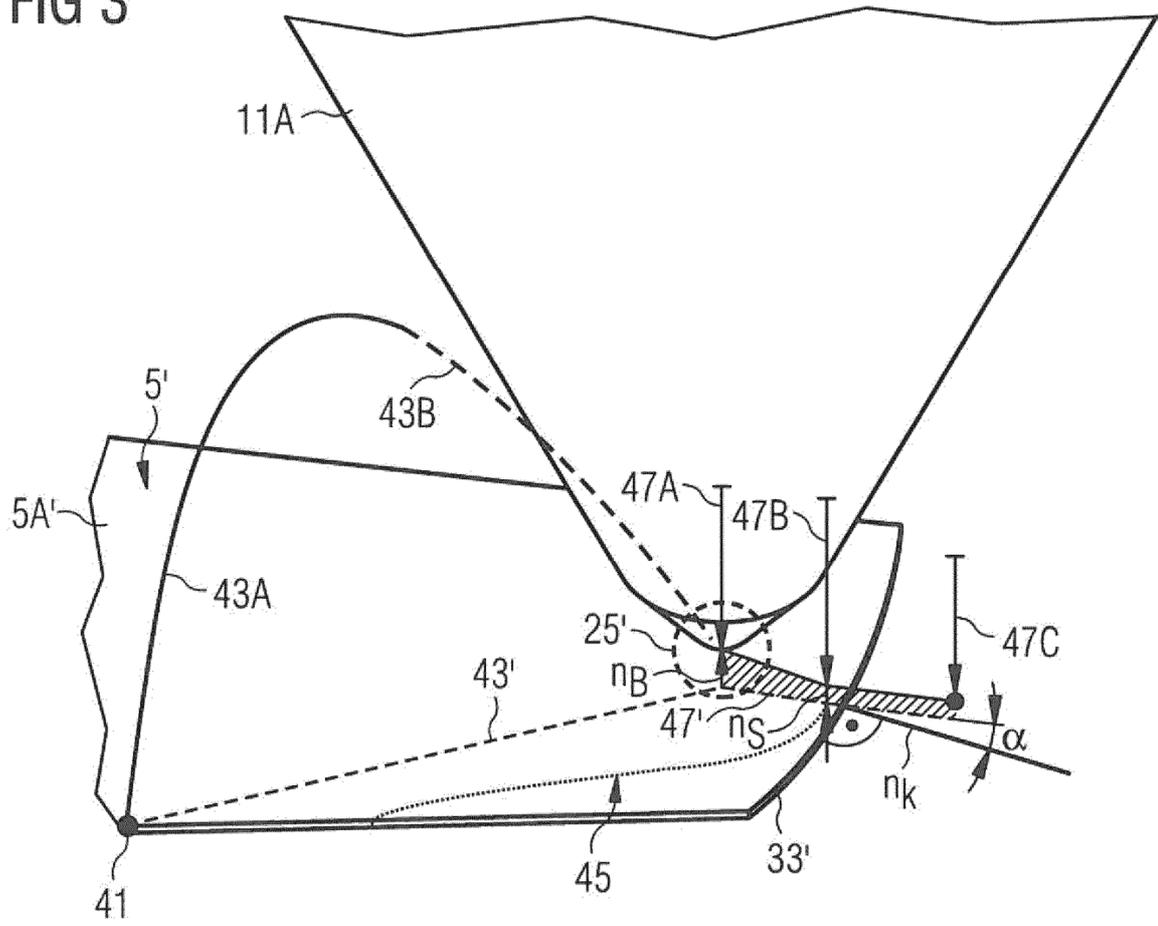


FIG 4

