

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 911 642**

(51) Int. Cl.:

**B23K 26/38** (2014.01)  
**B23K 26/352** (2014.01)  
**B23K 7/00** (2006.01)  
**B23K 9/013** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2020 PCT/EP2020/054953**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020 WO20173970**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2020 E 20706277 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.02.2022 EP 3914418**

---

(54) Título: **Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular**

(30) Prioridad:

**25.02.2019 EP 19159234**

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

**20.05.2022**

(73) Titular/es:

**WSOPTICS TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)**  
Gewerbepark 15  
87675 Rettenbach am Auerberg, DE

(72) Inventor/es:

**SEPP, FLORIAN y**  
**WEISS, CHRISTOPH**

(74) Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 911 642 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

Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular

La invención se encuentra en el campo técnico de la fabricación de partes de piezas de trabajo metálicas y se refiere a un proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, en cuyo caso se produce un mecanizado por separación de la pieza de trabajo para producir un hueco de corte, así como un mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo de al menos una parte del hueco de corte mediante un haz de mecanizado.

Los dispositivos de corte por láser disponibles comercialmente con un cabezal de rayo desplazable para guiar un rayo láser permiten una fabricación automatizada de partes de piezas de trabajo en grandes cantidades y con alta precisión.

En este caso, las partes de pieza de trabajo se recortan de una pieza de trabajo de metal en forma de placa o tubular a lo largo de correspondientes líneas de corte por medio del rayo láser.

Dependiendo del tipo de proceso de corte por láser utilizado, los cantos de corte de las partes de piezas de trabajo recortadas generalmente requieren un mecanizado posterior mecánico laborioso. De este modo han de redondearse cantos de corte afilados, por ejemplo, proveerse de un biselado y deben eliminarse rebabas en los cantos de corte.

Además, los cantos de corte a menudo deben prepararse para un proceso de mecanizado posterior, por ejemplo, mediante alisado o introducción de rugosidad. Otro problema es la oxidación que se produce en los cantos de corte cuando se corta con láser con oxígeno como gas de trabajo. Dado que las capas de óxido suelen ser difíciles de pintar, hay que eliminarlas mediante esmerilado. Es problemático también que en el caso de piezas de trabajo galvanizadas, el recubrimiento de zinc se pierde en la zona del hueco de corte, de modo que las partes de piezas de trabajo fabricadas a partir de piezas de trabajo galvanizadas, o bien tienen que galvanizarse de nuevo posteriormente, o un galvanizado generalmente solo se lleva a cabo en las partes de piezas de trabajo que han sido recortadas.

En principio, el mecanizado que sigue al recorte completo de una parte de pieza de trabajo, en particular procesamiento mecánico, es en la zona de los cantos de corte muy laborioso en lo que a tiempo se refiere y por lo general, también en lo que mano de obra se refiere, especialmente porque a menudo también se lleva a cabo manualmente. Además,

el mecanizado posterior es costoso, de modo que la fabricación de partes de piezas de trabajo se alarga y encarece indeseablemente.

El documento WO 2014/016138 divulga un procedimiento para fabricar anillos sincronizados. En este caso se recortan mediante un láser dos anillos sincronizados de una pieza en bruto. Posteriormente, las superficies de carga de los anillos sincronizados recortados se endurecen con láser por medio de un rayo láser desenfocado.

En el documento WO 2019/077395 publicado posteriormente se divulga un procedimiento para fabricar piezas de acero recubiertas de aluminio. En este caso, se recorta en primer lugar un componente de una tira recubierta usando un láser, a continuación se produce una eliminación parcial del revestimiento en el canto de corte del componente recortado usando ablación láser.

El documento DE 102014113878 A1 divulga un dispositivo adecuado para el corte por láser y el recocido por láser de componentes. Componentes respectivamente terminados de recortar se someten a recocido con láser. La innovación que allí se muestra se refiere a un blindaje contra radiación dispersa.

Por el contrario, el objetivo de la presente invención consiste en perfeccionar procedimientos convencionales para fabricar partes de piezas de trabajo, en los que partes de piezas de trabajo se recortan mediante un haz de corte de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, de modo que su fabricación puede producirse de forma automatizada más rápida y económica.

Estos y otros objetivos se logran de acuerdo con la propuesta de la invención mediante un proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular con las características de la reivindicación independiente 1, mediante un dispositivo de mecanizado mediante haz según la reivindicación 13, mediante un código de programa según la reivindicación 14 y mediante un medio de almacenamiento legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 15. Configuraciones ventajosas de la invención se especifican mediante las características de las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención se muestra un proceso para mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular. El procedimiento según la invención se puede utilizar en cualquier proceso en el que se produzca la generación de un hueco de corte en una pieza de trabajo mediante un rayo de corte (corte térmico), por ejemplo, corte por láser o corte por llama. El proceso de acuerdo con la invención se usa preferentemente, pero no necesariamente, cuando se corta con láser una pieza de trabajo, siendo el rayo de mecanizado un rayo láser y el mecanizado por rayo un mecanizado de rayo láser.

Dado que en el proceso de acuerdo con la invención, además de un mecanizado por separación de la pieza de trabajo para crear un hueco de corte, también se produce un mecanizado posterior de no separación y no unión de la pieza de trabajo en la zona del hueco de corte, se usa el término "haz de mecanizado" en lugar de haz de corte. Se entiende

que el haz de mecanizado mediante ajuste de la densidad de potencia se puede usar opcionalmente para el mecanizado por separación o para el mecanizado sin separación, así como sin unión, de la pieza de trabajo.

El mecanizado mediante haz del proceso de acuerdo con la invención comprende al menos un procedimiento de separación para generar un hueco de corte a lo largo de una línea de corte, así como al menos un procedimiento de mecanizado posterior para mecanizar posteriormente la pieza de trabajo a lo largo de al menos una parte del hueco de corte, refiriéndose el término "parte" en este caso a la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte.

En el sentido de la presente invención, se tiene en consideración una línea de corte o un hueco de corte que se extienden exclusivamente a lo largo del contorno de una parte de pieza de trabajo a recortar de la pieza de trabajo, no teniendo que extenderse la línea de corte o el hueco de corte necesariamente a lo largo del contorno completo. Más bien, también es posible que la línea de corte o el hueco de corte, se extiendan solo a lo largo de una parte del contorno. Se crea un hueco de corte a lo largo de la línea de corte, extendiéndose el hueco de corte por toda la línea de corte. La generación del hueco de corte a lo largo de la línea de corte puede producirse en uno o varios pasos. Mediante generación del hueco de corte, la parte de pieza de trabajo se recorta parcialmente a lo largo de su contorno, es decir, el hueco de corte siempre forma el contorno. Por consiguiente, el término línea de corte o hueco de corte en el sentido de la presente invención no incluye ninguna sección de la línea de corte o del hueco de corte que no forme un contorno y no se extienda a lo largo del contorno de una parte de pieza de trabajo. Por ejemplo, al recortarse una parte de pieza de trabajo, la pieza de trabajo también se perfora a menudo a cierta distancia del contorno y el rayo de corte en primer lugar se mueve algo hacia el contorno de la pieza de trabajo. El hueco de corte producido de esta manera no forma un contorno y, por lo tanto, no queda englobado por el término hueco de corte, tal como debe entenderse en el sentido de la invención.

Aunque el proceso de acuerdo con la invención para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular se explica en una sola parte de pieza de trabajo, se entiende que normalmente se recorta una pluralidad de partes de pieza de trabajo de la pieza de trabajo, utilizándose el proceso de acuerdo con la invención por separado para cada parte de pieza de trabajo.

El al menos un proceso de separación del proceso de acuerdo con la invención comprende el mecanizado por separación de la pieza de trabajo en forma de placa o tubular utilizando un haz de mecanizado guiado por un cabezal de rayo, produciéndose un hueco de corte (que forma el contorno) a lo largo de la línea de corte. Mediante la irradiación de la pieza de trabajo con el rayo de mecanizado (en combinación con un gas de trabajo dirigido hacia la unión de corte), se crea un hueco de corte que no se extiende a lo largo del contorno completo de la parte de pieza de trabajo, de modo que la parte de pieza de trabajo no se recorta por completo de la pieza de trabajo, sino que está unida a la pieza de trabajo restante (esqueleto) y, por lo tanto, no se puede quitar directamente del esqueleto. El corte o separación de la parte de pieza de trabajo de la pieza de trabajo se produce mediante generación de un hueco de corte cerrado. De acuerdo con la invención, el hueco de corte se extiende solo a lo largo de una o varias partes (secciones) del contorno de la parte de pieza de trabajo, de modo que la parte de pieza de trabajo solo se recorta parcialmente y la parte de pieza de trabajo todavía está unida con el esqueleto. Por ejemplo, tras el mecanizado por separación de la pieza de trabajo, la parte de pieza de trabajo todavía está conectada al esqueleto por una o varias nervaduras (por ejemplo, microuniones). Estas nervaduras pueden cortarse manual o automáticamente después de la producción del hueco de corte y después del mecanizado posterior de la pieza de trabajo de acuerdo con la invención, por la zona del hueco de corte, de modo que la parte de pieza de trabajo se pueda retirar a continuación del esqueleto.

De acuerdo con esto, el término "recortar" ha de comprender en el sentido de la presente invención el recorte parcial de una parte de pieza de trabajo de la pieza de trabajo. Debido a que la parte de pieza de trabajo no ha de recortarse por completo, es decir, solo parcialmente, la línea de corte y, por lo tanto, el hueco de corte, solo se extiende a lo largo de una o varias partes (secciones) del contorno de la parte de pieza de trabajo. El hueco de corte siempre se produce a lo largo de la línea de corte completa, dado el caso en varios pasos, de modo que el hueco de corte se extiende a lo largo de la línea de corte completa después del al menos un procedimiento de separación.

En el sentido de la presente invención, el término "pieza de trabajo" designa un componente típicamente metálico en forma de placa o tubular a partir del cual han de fabricarse al menos una parte de pieza de trabajo, normalmente una pluralidad de partes de piezas de trabajo. La pieza de trabajo en forma de placa es típicamente recta o plana. Para la pieza de trabajo tubular, que está curvada, se puede construir conceptualmente un plano tangencial en cualquier punto de la superficie. La al menos una parte de pieza de trabajo se recorta de la pieza de trabajo al menos parcialmente, en particular completamente, por medio del procedimiento de acuerdo con la invención. Si de la pieza de trabajo se ha recortado ya al menos una parte de pieza de trabajo al menos parcialmente, en particular completamente, la parte restante de la pieza de trabajo (sin parte de pieza de trabajo recortada parcial o completamente) se denomina esqueleto. Por lo tanto, la pieza de trabajo puede presentar una o varias partes de pieza de trabajo parcialmente recortadas (es decir, todavía conectadas con el esqueleto), se compone por lo tanto del esqueleto y, en caso de existir, una o varias partes de pieza de trabajo parcialmente recortadas.

En el proceso de acuerdo con la invención, un mecanizado posterior de la pieza de trabajo se produce en la zona del canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo solo en el caso de aquellas partes de pieza de trabajo que no están completamente recortadas, es decir, todavía unidas a la pieza de trabajo restante (es decir, esqueleto). El

esqueleto comprende siempre al menos una parte de desecho o es en sí mismo una parte de desecho. Una parte de pieza de trabajo que ha sido completamente recortada y retirada del esqueleto no se somete a un mecanizado posterior en el marco del proceso de acuerdo con la invención. Una parte de pieza de trabajo que todavía está conectada al esqueleto y se somete a un mecanizado posterior es típicamente una pieza buena. Una parte de pieza de trabajo

5 recortada por completo del esqueleto, que no se somete a ningún mecanizado posterior en el marco del proceso de acuerdo con la invención es típicamente una pieza de desecho. La pieza de desecho completamente recortada puede, por ejemplo, dar lugar a una abertura en una pieza buena. Aquí es esencial que el al menos un proceso de mecanizado posterior, es decir, todos los procesos de mecanizado posterior llevados a cabo cuando se llevan a cabo varios procedimientos de mecanizado posterior, se realice o realicen siempre en una parte de pieza de trabajo que no está

10 completamente recortada y está conectada por lo tanto al esqueleto.

La densidad de energía del rayo de mecanizado indica la energía del rayo de mecanizado en relación con la superficie irradiada por el rayo de mecanizado, por ejemplo, medida en J/mm<sup>2</sup>. La densidad de energía en relación con el intervalo de tiempo en el que se irradiia la superficie irradiada de la pieza de trabajo, por ejemplo, medida en J/(mm<sup>2</sup> x seg), en lo sucesivo denominada "densidad de potencia" es relevante para la generación del hueco de corte y el mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo del hueco de corte. Cuando es relevante de modo esencial la densidad de potencia absorbida por la pieza de trabajo, puede entenderse con densidad de potencia también la densidad de potencia absorbida por la pieza de trabajo.

15 En el al menos un procedimiento de separación, el cabezal de corte se desplaza sobre la pieza de trabajo, siendo guiado el rayo de mecanizado, que aquí es un rayo de corte, a lo largo de una línea de corte desde una primera posición de corte hasta una segunda posición de corte. La línea de corte es un recorrido predeterminado o predeterminable (imaginario) a lo largo del cual se guía el rayo de mecanizado. Durante el mecanizado de separación de la pieza de trabajo, el rayo de mecanizado tiene una primera densidad de potencia, que está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo se corta (totalmente). El rayo de mecanizado interactúa con un chorro de gas de trabajo dirigido hacia la unión de corte. En este caso, se produce un hueco de corte (que forma el contorno) en la pieza de trabajo, que se extiende desde la primera posición de corte hasta la segunda posición de corte, que atraviesa la pieza de trabajo. El proceso según la invención puede comprender uno o varios procedimientos de separación para generar un hueco de corte para una misma parte de pieza de trabajo. Como ya se ha mencionado, no se considera de acuerdo con la invención un hueco de corte que no forme un contorno.

20 Si el proceso de acuerdo con la invención presenta solo un único procedimiento de separación para generar un hueco de corte para una misma parte de pieza de trabajo, la primera posición de corte y la segunda posición de corte pueden 30 seleccionarse de tal manera que el hueco de corte (imaginario) se extienda solo a lo largo de una parte del contorno de la parte de pieza de trabajo. La parte de pieza de trabajo parcialmente recortada permanece entonces unida al esqueleto después del mecanizado por separación de la pieza de trabajo para producir el hueco de corte. Alternativamente, la primera posición de corte y la segunda posición de corte se pueden seleccionar de tal manera 35 que la línea de corte (imaginaria) y el hueco de corte se extiendan a lo largo de todo el contorno de la parte de pieza de trabajo, de modo que la parte de pieza de trabajo se recorte por completo y pueda ser retirada del esqueleto inmediatamente después de haber sido recortada por el rayo de mecanizado.

40 Si el proceso de acuerdo con la invención presenta una pluralidad de procedimientos de separación para generar un hueco de corte para una misma parte de pieza de trabajo, se genera una parte del hueco de corte a lo largo de la línea de corte en cada procedimiento de separación, complementándose las respectivas partes generadas del hueco de corte dando lugar al hueco de corte. Típicamente, el hueco de corte se continúa de forma continua a lo largo de la línea de corte mediante un procedimiento de separación posterior. Por lo tanto, el movimiento de desplazamiento del cabezal de rayo no es continuo, sino que se interrumpe al menos una vez. Para continuar de forma continua el hueco de corte a lo largo de la línea de corte, la primera posición de corte de un procedimiento de separación se corresponde 45 típicamente con la segunda posición de corte de un procedimiento de separación inmediatamente anterior. Con cada proceso de separación se genera una parte del hueco de corte, que se extiende desde la primera posición de corte hasta la segunda posición de corte de este proceso de separación.

50 El al menos un procedimiento de mecanizado posterior sirve para mecanizar posteriormente la pieza de trabajo a lo largo de al menos una parte del hueco de corte, refiriéndose aquí el término "parte" a la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte. La pieza de trabajo puede ser mecanizada posteriormente a lo largo del hueco de corte completo mediante el procedimiento de mecanizado posterior. Alternativamente, la pieza de trabajo se puede mecanizar posteriormente mediante el procedimiento de mecanizado posterior a lo largo de solo una parte (sección) 55 del hueco de corte (en relación con la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte). La pieza de trabajo sometida a un mecanizado posterior puede presentar una o varias partes de pieza de trabajo recortadas solo parcialmente. Sin embargo, también es concebible que la pieza de trabajo no presente ninguna parte de pieza de trabajo parcialmente recortada, sino que al menos una parte de la pieza de trabajo se haya recortado por completo y retirado, de modo que la pieza de trabajo sea un esqueleto con cantos de corte restantes del lado del esqueleto. El esqueleto también se puede mecanizar solo por la zona de un canto de corte de lado de esqueleto de un hueco de corte. Como ya se mencionó, partes de pieza de trabajo que han sido recortadas por completo y retiradas del esqueleto 60 no se vuelven a mecanizar en el proceso de acuerdo con la invención.

El al menos un procedimiento de mecanizado posterior comprende un desplazamiento del cabezal de rayo sobre la pieza de trabajo, guiándose el rayo de mecanizado, que aquí no es un rayo de corte sino un rayo de mecanizado posterior debido a su densidad de potencia, a lo largo de una línea de mecanizado posterior desde una primera posición de mecanizado posterior a una segunda posición de mecanizado posterior. Durante el mecanizado posterior, el rayo de mecanizado tiene una segunda densidad de potencia que difiere de la primera densidad de potencia, la cual está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo no se corta, es decir, no se produce ningún hueco de corte en la pieza de trabajo. Más bien, la segunda densidad de potencia está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo se mecaniza sin separar ni unir.

La línea de mecanizado posterior es una trayectoria predeterminada o predeterminable (imaginaria), a lo largo de la cual se debe guiar el rayo de mecanizado para producir una zona mecanizada posteriormente (zona de mecanizado posterior) de la pieza de trabajo a lo largo del hueco de corte. La línea de mecanizado posterior siempre está asignada al hueco de corte, extendiéndose la línea de mecanizado posterior exclusivamente a lo largo del hueco de corte. Por ejemplo, la línea de mecanizado posterior y la línea de corte son idénticas. Alternativamente, la línea de mecanizado posterior y la línea de corte no son idénticas. Por ejemplo, la línea de mecanizado posterior está desplazada lateralmente de la línea de corte, teniendo preferentemente la línea de mecanizado posterior una distancia perpendicular constante (la más corta) con respecto a la línea de corte, es decir, la línea de mecanizado posterior y la línea de corte son líneas equidistantes). La zona de mecanizado posterior siempre se genera a lo largo de toda la línea de mecanizado posterior. La línea de mecanizado posterior o la zona de mecanizado posterior también pueden extenderse solo por una parte del hueco de corte, refiriéndose aquí el término "parte" a la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte.

El proceso de acuerdo con la invención comprende al menos un proceso de mecanizado posterior en el que la línea de mecanizado posterior tiene un curso tal que la pieza de trabajo es irradiada por el rayo de mecanizado en una zona que comprende un canto de corte del hueco de corte en el lado de la parte de pieza de trabajo y/o en una zona que comprende un canto de corte del hueco de corte en el lado del esqueleto. En el sentido de la presente invención, la expresión "canto de corte" se refiere a las dos superficies opuestas entre sí de esqueleto y parte de pieza de trabajo, que juntas forman el hueco de corte. Típicamente los cantos de corte son perpendiculares al plano de una pieza de trabajo en forma de placa (plana) o perpendiculares a un plano tangencial en la zona del hueco de corte de una pieza de trabajo tubular.

Un mecanizado posterior de la pieza de trabajo (esqueleto y/o parte de pieza de trabajo conectada al mismo) tiene lugar a lo largo de al menos una parte del hueco de corte, en base a la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte. La expresión "zona" se refiere aquí a una sección de la pieza de trabajo, la cual se extiende al menos a lo largo de una parte del hueco de corte y comprende al menos un canto de corte del hueco de corte. Además del canto de corte, la zona también puede presentar de este modo una sección de la pieza de trabajo (es decir, esqueleto o parte de pieza de trabajo) que se extiende transversalmente con respecto al canto de corte. También es posible que solo se mecanice posteriormente el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto, sin otras secciones de la parte de pieza de trabajo y/o esqueleto, que no formen parte de un canto de corte y se extiendan transversalmente con respecto al canto de corte. El término "zona de mecanizado posterior" comprende una zona que contiene el canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o una zona que contiene el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto, pudiendo consistir la correspondiente zona también únicamente en el canto de corte asociado.

De acuerdo con una realización del proceso de acuerdo con la invención, se llevan a cabo uno o varios procedimientos de mecanizado posterior a lo largo de todo el hueco de corte. De acuerdo con una realización adicional del proceso de acuerdo con la invención, se llevan a cabo uno o varios procedimientos de mecanizado posterior a lo largo de una o varias partes del hueco de corte. Si la pieza de trabajo presenta al menos una parte de la pieza de trabajo que solo está parcialmente recortada, se produce un mecanizado posterior de la pieza de trabajo mediante irradiación con el rayo de mecanizado en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o en una zona del esqueleto que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. Si de la pieza de trabajo ya se ha recortado completamente al menos una parte de pieza de trabajo y se ha retirado del esqueleto, se produce un mecanizado posterior de la pieza de trabajo solo en una zona de la pieza de trabajo que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto.

El procedimiento según la invención permite ventajosamente la producción de un hueco de corte y el mecanizado posterior de la pieza de trabajo (esqueleto y/o parte de la pieza de trabajo) a lo largo de al menos una parte del hueco de corte por medio del rayo de mecanizado. Puede prescindirse de un mecanizado posterior laborioso en tiempo y costoso de la parte de pieza de trabajo extraída del esqueleto, por lo que se pueden ahorrar tiempo y costes en la producción de partes de piezas de trabajo. Esta es una gran ventaja del proceso de acuerdo con la invención, dado que también dispositivos de mecanizado mediante rayo existentes, en particular dispositivos de corte por láser, pueden reequiparse fácilmente para llevar a cabo el proceso de acuerdo con la invención.

Según una forma de realización del procedimiento según la invención, comprende únicamente un único procedimiento de separación y al menos un procedimiento de mecanizado posterior para el mecanizado mediante rayo completo de una misma pieza de trabajo. El hueco de corte creado durante el proceso de corte se extiende total o solo parcialmente a lo largo del contorno de la parte de pieza de trabajo. Debido a que la parte de pieza de trabajo solo se recorta

parcialmente mediante el procedimiento de corte, mediante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior se produce un mecanizado posterior de la pieza de trabajo en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o en una zona del esqueleto que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. También se pueden realizar varios procedimientos de mecanizado posterior.

Según otra forma de realización del procedimiento según la invención, éste comprende una pluralidad de procedimientos de separación y al menos un procedimiento de mecanizado posterior para el mecanizado mediante rayo completo de una misma parte de pieza de trabajo. El hueco de corte creado mediante los varios procedimientos de separación se extiende total o solo parcialmente a lo largo del contorno de la parte de pieza de trabajo. Debido a

que la parte de pieza de trabajo solo se recorta parcialmente mediante los procedimientos de separación, mediante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior se produce un mecanizado posterior de la pieza de trabajo en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o en una zona del esqueleto que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. También se puede realizar una pluralidad de procedimientos de mecanizado posterior para una misma o diferentes partes del hueco de corte. En esta realización de la invención, al menos dos procedimientos de separación

consecutivos (par de procedimientos de separación consecutivos) están interrumpidos por uno o varios procedimientos de mecanizado posterior. Preferentemente todos los procedimientos de separación consecutivos están interrumpidos respectivamente por uno o varios procesos de mecanizado posterior, por ejemplo, pero no necesariamente, con la excepción del último par, ya que un procesamiento posterior en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene el canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo solo es posible cuando la parte de pieza de trabajo todavía está conectada con el esqueleto. Sin embargo, también es posible un mecanizado posterior en una zona que contiene el canto de corte de lado del esqueleto en el caso de los dos últimos procedimientos de separación para generar el hueco de corte de la parte de pieza de trabajo.

De acuerdo con una realización de la invención, se lleva a cabo una pluralidad de procedimientos de mecanizado posterior a lo largo de al menos una misma parte del hueco de corte, en particular a lo largo de todo el hueco de corte. En este caso, diferentes procedimientos de mecanizado posterior para la misma parte del hueco de corte pueden presentar las mismas líneas de mecanizado posterior y/o las mismas densidades de potencia o también diferentes líneas de mecanizado posterior y/o diferentes densidades de potencia del rayo de mecanizado. En una realización preferente del procedimiento según la invención, al menos dos procedimientos de mecanizado posterior que se llevan

a cabo para la misma parte de un hueco de corte presentan diferentes líneas de mecanizado posterior y/o diferentes densidades de potencia del rayo de mecanizado.

En una realización del proceso de acuerdo con la invención para el mecanizado mediante rayo de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, en la que se llevan a cabo al menos dos procedimientos de mecanizado posterior para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo de al menos una misma parte del hueco de corte, se irradia en al menos un primer procedimiento de mecanizado posterior la pieza de trabajo por una zona que contiene un canto de corte de la ranura de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o por una zona que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto mediante el rayo de mecanizado. Además, en al menos un segundo procedimiento de mecanizado posterior, la pieza de trabajo se irradia mediante el rayo de mecanizado por una zona que no contiene el canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o por una zona que no contiene el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. El al menos un primer procedimiento de mecanizado posterior puede llevarse a cabo en este sentido temporalmente antes del al menos un segundo procedimiento de mecanizado posterior, lo que puede ser preferente, o el al menos un segundo procedimiento de mecanizado posterior se lleva a cabo temporalmente antes del al menos un primer procedimiento de mecanizado posterior. Esta realización de la invención es ventajosa en particular cuando se produce un biselado en el hueco de corte. En particular, el biselado se puede generar a partir del canto de corte a mecanizar. En el al menos un segundo proceso de mecanizado posterior, el canto de corte ya no tiene que ser también irradiado, sino que el rayo de mecanizado se puede desplazar más hacia la parte de pieza de trabajo o esqueleto en dirección que se aleja del canto de corte.

Si el canto de corte se produce en varias etapas, de acuerdo con una realización de la invención se mecaniza posteriormente mediante un procedimiento de mecanizado posterior la pieza de trabajo solo a lo largo de la parte del hueco de corte que se produjo mediante el procedimiento de separación inmediatamente anterior. Esta puede ser la parte completa del hueco de corte creado en el procedimiento de separación inmediatamente anterior, o solo una sección de la misma, refiriéndose el término "sección" aquí a la extensión del hueco de corte a lo largo de la línea de corte. Sin embargo, también es concebible que la pieza de trabajo se mecanice posteriormente mediante un procedimiento de mecanizado posterior solo a lo largo de la parte del hueco de corte que se produjo mediante un procedimiento de separación no inmediatamente anterior. Esta puede ser la parte completa del hueco de corte que se creó en el procedimiento de separación no inmediatamente anterior, o solo una sección de la misma, refiriéndose el término "sección" aquí a la extensión del hueco de corte. También es posible que mediante un procedimiento de mecanizado posterior se mecanice posteriormente la pieza de trabajo a lo largo de varias partes del hueco de corte, que se produjeron mediante varios procedimientos de separación anteriores. Estas pueden ser respectivamente las partes completas del hueco de corte, creadas en los procedimientos de separación anteriores, o respectivamente solo una sección de las mismas, refiriéndose el término "sección" aquí a la extensión del hueco de corte.

En una realización del proceso según la invención, en la que se prevé una pluralidad de procedimientos de separación para producir el hueco de corte para una misma parte de pieza de trabajo, se produce una parte del hueco de corte en cada procedimiento de separación. En el último procedimiento de separación se produce preferentemente una parte del hueco de corte que presenta una dimensión (longitud) a lo largo de la línea de corte que es más pequeña que cada una de las dimensiones individuales (longitudes) medidas a lo largo de la línea de corte de las partes del hueco de corte producidas en uno o varios procedimientos de separación anteriores. Por ejemplo, las longitudes de las partes del hueco de corte producidas durante procesos de separación consecutivos, vistas desde un punto de corte libre de la parte de pieza de trabajo, no disminuyen en contra de la dirección de producción del hueco de corte, por ejemplo, de forma continua. Dado que un mecanizado posterior de la pieza de trabajo en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene el canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo solo es posible cuando la parte de pieza de trabajo todavía está unida al esqueleto, mediante esta medida puede lograrse de modo particularmente ventajoso que la pieza de trabajo pueda mecanizarse posteriormente a lo largo de una parte tan grande como sea posible del hueco de corte. Por lo tanto, la parte no mecanizada posteriormente del hueco de corte es pequeña en comparación con la longitud total del hueco de corte.

15 En una forma de realización del proceso según la invención, después de un proceso de separación el cabezal de rayo se aleja de la segunda posición de corte del proceso de separación, pudiendo desconectarse también el rayo de mecanizado para este movimiento de desplazamiento. En este caso, el cabezal de rayo también se puede desplazar sobre la pieza de trabajo, en particular dentro del contorno de la parte de pieza de trabajo a recortar. Debido a ello el cabezal de rayo se mueve a una posición en la que el rayo de mecanizado incide en la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior. Por lo tanto, la primera posición de mecanizado posterior es diferente de la segunda posición de corte del procedimiento de separación anterior. Por ejemplo, la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior es idéntica a la primera posición de corte del procedimiento de separación anterior, siendo igualmente posible que la primera posición de mecanizado posterior sea diferente de la primera posición de corte. También es posible que la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior se encuentre entre la primera posición de corte y la segunda posición de corte del proceso de separación anterior, al menos en vista perpendicular de la línea de corte o del hueco de corte. Por ejemplo, la segunda posición de mecanizado posterior es idéntica a la segunda posición de corte del procedimiento de separación anterior, siendo igualmente posible que la segunda posición de mecanizado posterior sea diferente de la segunda posición de corte. También es posible que la segunda posición de mecanizado posterior se encuentre entre la primera posición de corte y la segunda posición de corte del proceso de separación anterior, al menos en vista perpendicular de la línea de corte o del hueco de corte.

30 En otra realización del procedimiento según la invención, el cabezal de rayo no se aleja de la segunda posición de corte del procedimiento de separación anterior para la realización del al menos un procedimiento de mecanizado posterior, de modo que la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior es idéntica a la segunda posición de corte de la línea de corte del procedimiento de separación anterior.

35 La dirección para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo del hueco de corte puede corresponderse con la dirección en la que se genera el hueco de corte o también puede ser opuesta a la misma.

40 El eje de radiación del rayo de mecanizado está orientado en el al menos un procedimiento de separación preferentemente siempre en perpendicular con respecto a la pieza de trabajo en forma de placa o tubular o en perpendicular con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, siendo concebible no obstante también, que el eje de radiación se desvíe de la perpendicular. El eje de radiación del rayo de mecanizado está orientado en el al menos un procedimiento de mecanizado posterior preferentemente siempre en perpendicular con respecto a la pieza de trabajo en forma de placa o tubular o en perpendicular con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, siendo concebible no obstante también, que el eje de radiación se desvíe de la perpendicular.

45 Con "orientación" del rayo de mecanizado ha de entenderse el ángulo entre el rayo central del haz de rayos que incide sobre la pieza de trabajo (es decir, eje de radiación) del rayo de mecanizado y la superficie de pieza de trabajo plana de la pieza de trabajo. En el caso de una pieza de trabajo tubular, se considera un plano tangencial a la superficie de pieza de trabajo en el punto de impacto del eje de rayo. En el caso de una orientación perpendicular del rayo de mecanizado, el ángulo entre el eje de rayo y la superficie de pieza de trabajo es de 90°.

50 De acuerdo con una realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, la orientación del rayo de mecanizado durante la irradiación de la pieza de trabajo para el mecanizado posterior durante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior es siempre igual y similar a una orientación siempre sin cambios del rayo de mecanizado durante la irradiación de la pieza de trabajo para crear el hueco de corte en el al menos un procedimiento de separación. El rayo de mecanizado está orientado preferentemente durante el al menos un procedimiento de separación y el al menos un procedimiento de mecanizado posterior siempre en perpendicular con respecto a la superficie de la pieza de trabajo. Por lo tanto, el eje de rayo del rayo de mecanizado permanece sin cambios durante la generación del hueco de corte y el mecanizado posterior. Mediante esta medida puede simplificarse considerablemente el mecanizado posterior de la pieza de trabajo en términos de tecnología de control. Además, se pueden ahorrar costes para la implementación técnica de una capacidad de pivotamiento correspondiente del cabezal de rayo y/o rayo de mecanizado con respecto a la pieza de trabajo.

De acuerdo con una realización alternativa del procedimiento según la invención, la orientación del rayo de mecanizado durante la irradiación de la pieza de trabajo para el mecanizado posterior durante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior es al menos temporalmente diferente de la orientación del rayo de mecanizado en el al menos un procedimiento de separación. En particular, el eje de rayo puede adoptar durante el tratamiento posterior, al menos temporalmente, un ángulo distinto de 90° con respecto a la superficie de la pieza de trabajo. La orientación del rayo de mecanizado se puede lograr mediante una capacidad de pivotamiento del cabezal de rayo (mecánicamente) y/o una capacidad de pivotamiento del rayo de mecanizado (ópticamente).

En el al menos un procedimiento de separación el rayo de mecanizado o su eje de rayo se guía a lo largo de la línea de corte. Por lo tanto, la línea de corte indica la trayectoria del rayo de mecanizado sobre la superficie de la pieza de trabajo al generar el hueco de corte para una parte de pieza de trabajo a recortar. En el al menos un proceso de mecanizado posterior, el rayo de mecanizado o su eje de rayo se guía a lo largo de la línea de mecanizado posterior. La línea de mecanizado posterior indica así la trayectoria del rayo de mecanizado sobre la superficie de la pieza de trabajo durante el mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo del hueco de corte. En caso de incidir perpendicularmente el rayo de mecanizado sobre la superficie de la pieza de trabajo, el cabezal de rayo se mueve a lo largo de una curva de desplazamiento durante el proceso de separación, que se corresponde con una proyección de la línea de corte en vista vertical a través de la pieza de trabajo en forma de placa o tubular (plana). También es posible que el cabezal de rayo se mueva a lo largo de una curva de desplazamiento paralela con respecto a esta curva de desplazamiento. Correspondientemente, en el procedimiento de mecanizado posterior, el cabezal de rayo se mueve a lo largo de una curva de desplazamiento que se corresponde con una proyección de la línea de mecanizado posterior en vista vertical a través de la pieza de trabajo en forma de placa o tubular (plana). También es posible que el cabezal de rayo se mueva a lo largo de una curva de desplazamiento paralela con respecto a esta curva de desplazamiento.

La línea de mecanizado posterior del al menos un procedimiento de mecanizado posterior se asigna a la línea de corte o al hueco de corte y, en principio, puede tener una configuración cualquiera, siempre que se garantice que la pieza de trabajo pueda mecanizarse posteriormente mediante irradiación con el rayo de mecanizado en una zona de la parte de pieza de trabajo que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o en una zona del esqueleto que contiene un canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. De acuerdo con una realización del al menos un procedimiento de mecanizado posterior, la línea de mecanizado posterior es idéntica a la línea de corte o hueco de corte. En este caso, la línea de mecanizado posterior tiene un mismo desarrollo que la línea de corte. De acuerdo con una realización adicional del al menos un procedimiento de mecanizado posterior, la línea de mecanizado posterior no es idéntica a la línea de corte o hueco de corte. Por ejemplo, la línea de mecanizado posterior está desplazada lateralmente con respecto a la línea de corte, pudiendo extenderse la línea de mecanizado posterior en particular equidistante con respecto a la línea de corte. De acuerdo con una realización, la línea de mecanizado posterior y la línea de corte tienen una misma forma y un desarrollo paralelo.

En una realización de la invención, se realizan varios procesos de mecanizado posterior a lo largo de una misma parte del hueco de corte, en particular a lo largo de todo el hueco de corte, estando la línea de procesamiento posterior desplazada con mayor distancia de la línea de corte en un posterior procedimiento de mecanizado posterior que en un procedimiento de mecanizado posterior anterior. En particular, las líneas de mecanizado posterior pueden tener un mismo desarrollo que la línea de corte. Por ejemplo, las líneas de mecanizado posterior pueden ser respectivamente equidistantes con respecto a la línea de corte. Esta realización de la invención puede ser preferente en la producción de varias etapas de un biselado.

Un control del rayo de mecanizado puede producirse mediante desplazamiento del cabezal de rayo y/o mediante modificación de la orientación del cabezal de rayo con respecto a la superficie de pieza de trabajo (pivotamiento del cabezal de rayo) y/o mediante modificación de la dirección de rayo con respecto al cabezal de rayo (pivotamiento óptico del rayo de mecanizado en relación con el cabezal de rayo no modificado en su orientación). Un control del rayo de mecanizado se produce preferentemente solo mediante correspondiente desplazamiento del cabezal de rayo, manteniéndose la orientación del cabezal de rayo con respecto a la superficie de la pieza de trabajo y la orientación del rayo de mecanizado en relación con el cabezal de rayo durante el mecanizado mediante haz de la pieza de trabajo (mecanizado por separación y mecanizado posterior) de acuerdo con el proceso de acuerdo con la invención sin cambios, lo cual evita un equipamiento técnico laborioso y costoso de un dispositivo de mecanizado.

De acuerdo con una realización del proceso de acuerdo con la invención, la separación de la línea de mecanizado posterior de la línea de corte (línea de mecanizado posterior está desplazada preferentemente de forma equidistante con respecto a la línea de corte) es como máximo la mitad del ancho del hueco de corte más un radio de un cono de haz del haz de mecanizado en la superficie de la pieza de trabajo. Sin embargo, también es posible que la separación de la línea de mecanizado posterior de la línea de corte sea mayor, por ejemplo, en la producción de varias etapas de un biselado, en la que la línea de mecanizado posterior en un posterior procedimiento de mecanizado posterior está dispuesta más alejada del hueco de corte que la línea de mecanizado posterior de un procedimiento de mecanizado posterior anterior.

Por ejemplo, la curva de desplazamiento del cabezal de rayo está durante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior desplazada lateralmente (en particular de forma equidistante) con respecto a la curva de desplazamiento del cabezal de rayo durante el al menos un procedimiento de separación. La curva de desplazamiento

del cabezal de rayo durante el al menos un proceso de mecanizado posterior y la curva de desplazamiento del cabezal de rayo durante el al menos un proceso de separación pueden tener un desarrollo paralelo.

En el al menos un procedimiento de tratamiento posterior, el rayo de mecanizado tiene una segunda densidad de potencia que difiere de la primera densidad de potencia, que está dimensionada de tal manera que se da lugar a un tratamiento posterior de la pieza de trabajo sin unir ni separar (pero, dado el caso, de refusión). Durante el tratamiento posterior, por lo tanto, no se genera ni una unión entre la parte de pieza de trabajo parcialmente recortada y el esqueleto a través del hueco de corte, ni se corta la pieza de trabajo. Aquí se tiene en cuenta la influencia del gas de trabajo, pudiendo entenderse según la invención, por densidad de potencia del rayo de mecanizado también la densidad de potencia absorbida por la pieza de trabajo. Se puede lograr un cambio de la densidad de potencia o densidad de potencia absorbida mediante diferentes medidas, en particular mediante modificación de la energía del rayo de mecanizado, cambiando el foco del haz, cambiando la separación del cabezal de rayo de la superficie de pieza de trabajo, cambiando el tipo y/o parámetros del gas de trabajo y similares. El experto conoce bien medidas para modificar la densidad de potencia, por lo que no es necesario tratarlas con más detalle aquí.

Por ejemplo, la segunda densidad de potencia es inferior al 50 %, inferior al 40 %, inferior al 30 %, inferior al 20 %, inferior al 10 % o inferior al 1 % de la primera densidad de potencia.

En el proceso de acuerdo con la invención para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, los mecanizados posteriores de la pieza de trabajo pueden producirse a lo largo del hueco de corte de diferente modo, seleccionándose en dependencia del tipo de mecanizado posterior, la línea de mecanizado posterior y la segunda densidad de potencia del rayo de mecanizado convenientemente. También se pueden llevar a cabo diferentes mecanizados posteriores en las mismas zonas de la pieza de trabajo a lo largo del hueco de corte o a lo largo de una misma parte del hueco de corte o a lo largo de la totalidad del hueco de corte. El procedimiento según la invención se puede utilizar ventajosamente para una pluralidad de mecanizados posteriores, de los cuales se especifican a continuación siete casos de aplicación a modo de ejemplo.

En un primer caso de aplicación se elimina una capa de óxido del canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o del canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. Esto ahorra ventajosamente la eliminación de la capa de óxido en la parte de pieza de trabajo que se ha recortado por completo. La zona irradiada puede limitarse, dado el caso, al/a los canto(s) de corte.

En un segundo caso de aplicación se elimina rebaba (p. ej., microrebaba) del canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o del canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. La rebaba a menudo se encuentra junto a la superficie de pieza de trabajo (dirigida hacia el rayo de mecanizado) y/o junto al lado inferior de la pieza de trabajo (alejada del rayo de mecanizado). La zona irradiada puede limitarse, dado el caso, al/a los canto(s) de corte.

En un tercer caso de aplicación el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto se redondea (mediante refusión). La línea de mecanizado posterior puede estar en este caso desplazada lateralmente en relación con la línea de corte en dirección del canto de corte que se va a mecanizar, preferentemente como máximo a razón de la mitad del ancho del hueco de corte más el radio del cono de rayo del rayo de mecanizado en la superficie de pieza de trabajo.

En un cuarto caso de aplicación el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o el canto de corte del hueco de corte del lado del esqueleto se modifica en su forma (mediante refusión), por ejemplo, se alisa o se introduce rugosidad, por ejemplo, para mejorar un proceso de unión.

En un quinto caso de aplicación se produce un biselado en el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o en el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto. Esto también puede tener lugar de acuerdo con una realización preferente en varios pasos, estando dispuesta la línea de mecanizado posterior más alejada del correspondiente canto de corte en caso de cada posterior mecanizado posterior.

En un sexto caso de aplicación se proveen el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo y/o una zona de la parte de pieza de trabajo parcialmente recortada, que contiene el canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo, y/o el canto de corte del hueco de corte de lado del esqueleto y/o una zona del esqueleto que contiene el canto de corte de lado del esqueleto, de un revestimiento durante el tratamiento posterior (por ejemplo, recubrimiento de zinc). Esto puede producirse de modo sencillo mediante adición de una sustancia que produce el recubrimiento (por ejemplo, zinc) a un segundo chorro de gas de trabajo. El segundo chorro de gas de trabajo se diferencia del (primer) chorro de gas de trabajo que se conduce coaxialmente con respecto al rayo de mecanizado. La zona irradiada por el segundo chorro de gas de trabajo puede limitarse, dado el caso, al/a los canto(s) de corte. El recubrimiento también puede tener lugar en varios pasos, disponiéndose la línea de mecanizado posterior, de acuerdo con una realización preferente, más lejos del canto de corte correspondiente con cada posterior procesamiento posterior. Mediante esta medida, de modo particularmente preferente, pueden mecanizarse también piezas de trabajo revestidas mediante un rayo de corte mediante separación térmica. No es necesario ningún eventual revestimiento posterior de la parte de pieza de trabajo completamente recortada.

El proceso según la invención para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo no se limita a los casos de aplicación descritos anteriormente. Más bien son concebibles muchos otros casos de aplicación en los que se puede utilizar ventajosamente el procedimiento según la invención.

5 Durante el mecanizado posterior de la pieza de trabajo, los casos de aplicación descritos anteriormente, así como otros casos de aplicación, pueden implementarse individualmente o en cualquier combinación a lo largo de una misma o diferentes partes del hueco de corte, en particular a lo largo de todo el hueco de corte.

De acuerdo con la presente invención, el al menos un procedimiento de mecanizado posterior para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo no se usa para el endurecimiento por láser, el recocido por láser, en particular el recocido blando por láser.

10 En el proceso según la invención para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo, el rayo de mecanizado es guiado por el cabezal de rayo y sale por una boquilla de rayo con disposición en un extremo, que está provista de una abertura de boquilla de rayo. Típicamente, pero no necesariamente, la boquilla de rayo se estrecha cónicamente hacia la pieza de trabajo o hacia el soporte de la pieza de trabajo. La abertura de boquilla de rayo es típicamente, pero no necesariamente, redonda. El rayo de mecanizado está normalmente, pero no necesariamente, configurado en forma de un cono de haz que incide sobre la pieza de trabajo. Típicamente, el cabezal de rayo también se usa para guiar un (primer) chorro de gas de trabajo, que típicamente, pero no necesariamente, es entregado por la misma boquilla de rayo que el rayo de mecanizado y preferentemente se guía coaxialmente con respecto al rayo de mecanizado. El (primer) chorro de gas de trabajo que sale de la boquilla de rayo del cabezal de rayo está configurado típicamente, pero no necesariamente, en forma de un cono de gas que incide sobre la pieza de trabajo. Como se mencionó anteriormente, el cabezal de rayo también se puede usar para guiar un segundo chorro de gas de trabajo, diferente del primer chorro de gas de trabajo, que se usa para transportar material de revestimiento y no sale del mismo orificio del cabezal de rayo que el rayo de mecanizado.

25 El cabezal de rayo se puede mover en relación con la pieza de trabajo. La pieza de trabajo, que típicamente descansa sobre un soporte de pieza de trabajo plano, presenta una superficie de pieza de trabajo, por ejemplo, plana, opuesta al cabezal de rayo, hacia la cual se pueden dirigir el rayo de mecanizado y el chorro de gas de trabajo para el mecanizado por separación, así como para el mecanizado posterior.

30 La invención también se extiende a un dispositivo de mecanizado mediante haz con un rayo de mecanizado guiado por un cabezal de rayo, para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, que presenta un dispositivo de control electrónico para controlar/regular el mecanizado mediante haz de la pieza de trabajo, que está configurado para llevar a cabo el procedimiento según la invención descrito anteriormente (mediante tecnología de programación).

35 La invención también se extiende a un código de programa para un dispositivo de control electrónico adecuado para el procesamiento de datos para dicho dispositivo de mecanizado mediante rayo, que comprende órdenes de control, que hacen que el dispositivo de control lleve a cabo el proceso según la invención descrito anteriormente.

40 La invención también se extiende a un producto de programa de ordenador (medio de almacenamiento) con un código de programa memorizado para un dispositivo de control electrónico adecuado para el procesamiento de datos para dicho dispositivo de mecanizado mediante haz, que comprende órdenes de control, que hacen que el dispositivo de control lleve a cabo el proceso de acuerdo con la invención descrito anteriormente. Se entiende que las configuraciones de la invención mencionadas anteriormente se pueden usar solas o en cualquier combinación sin apartarse del alcance de la presente invención.

#### Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará ahora con más detalle utilizando ejemplos de realización, haciéndose referencia a las figuras que acompañan. Muestran:

- |  |   |
|--|---|
| Figs. 1-15                               | un proceso a modo de ejemplo para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo;   |
| 45 Figs. 16-21                           | diferentes casos de aplicación para el mecanizado posterior de una pieza de trabajo;  |
| Fig. 22                                  | una representación esquemática de un dispositivo de mecanizado mediante haz a modo de ejemplo para llevar a cabo el proceso según la invención para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo; |
| Fig. 23                                  | un diagrama de flujo del proceso según la invención.  |
| 50 Descripción detallada de los dibujos. |   |

En primer lugar, considérese la figura 22, en la que se ilustra un dispositivo de mecanizado mediante haz conocido en sí para cortar mediante haz piezas de trabajo en forma de placa. El dispositivo de mecanizado mediante haz, designado en su conjunto por la referencia 1, comprende una instalación de corte mediante haz 2 con un cabezal de rayo 3, así como una mesa de trabajo 4 con un soporte de pieza de trabajo 5 para una pieza de trabajo 9 (no mostrado

en la figura 21, ver figuras 1 a 15), por ejemplo, una chapa plana. El soporte de pieza de trabajo 5 está atravesado por un travesaño 6, que está guiado de forma desplazable a lo largo de una primera dirección axial (dirección x).

- En el travesaño 6 hay montado un carro de guía 7 para el cabezal de rayo 3, el cual está guiado de forma desplazable sobre el travesaño 6 a lo largo de una segunda dirección de eje (dirección y) perpendicular a la primera dirección de eje. El cabezal de rayo 3 puede ser desplazado de este modo en un plano atravesado por las dos direcciones axiales (dirección x, y) en paralelo y con respecto al soporte de la pieza de trabajo 5, por ejemplo, horizontal. El cabezal de rayo 3 también está diseñado desplazable en altura en una tercera dirección axial (dirección z) perpendicular a la primera y segunda dirección axial, debido a lo cual puede modificarse la separación en perpendicular con respecto al soporte de pieza de trabajo 5. En caso de un soporte de pieza de trabajo 5 horizontal, la dirección z se corresponde a la dirección de la gravedad. El cabezal de rayo 3 presenta por su lado orientado hacia el soporte de pieza de trabajo 5 una boquilla de rayo 13 que se estrecha cónicamente hacia el soporte de pieza de trabajo 5. El cabezal de rayo 3 sirve para guiar un rayo de mecanizado, aquí, por ejemplo, un rayo láser, así como un chorro de gas de trabajo. El rayo de mecanizado es generado por una fuente de rayo de mecanizado 8 y guiado, por ejemplo, hacia el cabezal de rayo 3 a través de un tubo de guía de rayo y varios espejos deflectores o un cable de guía de luz. A través de una lente de enfoque u óptica adaptativa, el rayo de mecanizado puede orientarse de forma concentrada sobre la pieza de trabajo. Debido a la capacidad de desplazamiento del cabezal de rayo 3 a lo largo de la primera dirección axial (dirección x) y la segunda dirección axial (dirección y), se puede abordar cualquier punto de la pieza de trabajo con el rayo de mecanizado. Debido a la capacidad de desplazamiento en altura del cabezal de rayo 3 en dirección z, puede ajustarse mediante una modificación de la separación con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, la separación de trabajo de la boquilla de rayo 13 con respecto a la pieza de trabajo. La separación del cabezal de rayo 3 de la superficie de la pieza de trabajo, en particular la altura de corte, se puede ajustar antes, durante y después del proceso de corte. Un mecanizado por separación de la pieza de trabajo se puede realizar en particular con una altura de corte variable dentro de un rango de altura de corte. La posición focal del rayo de mecanizado se puede ajustar a través de elementos ópticos en el cabezal de rayo 3, por ejemplo, una óptica adaptativa.
- Un primer chorro de gas de trabajo (no mostrado en detalle) sirve para hacer salir la masa fundida de la junta de corte. El chorro de gas de trabajo es generado por una instalación de generación de chorro de gas no representada en detalle. Como gas de trabajo inerte se usa, por ejemplo, helio (He), argón (Ar) o nitrógeno (N<sub>2</sub>). Como gas de trabajo reactivo se utiliza habitualmente oxígeno (O<sub>2</sub>). También se conoce el uso de mezclas de gases. El chorro de gas de trabajo emerge de la misma boquilla de rayo 13 que el rayo de mecanizado 16 y se guía coaxialmente con respecto al rayo de mecanizado 16 hacia el punto de mecanizado e incide allí sobre la superficie de pieza de trabajo de la pieza de trabajo con una presión de gas (inicial) especificada por la instalación de generación de chorro de gas.
- Como se muestra en la figura 22, el soporte de pieza de trabajo 5 consta, por ejemplo, de una pluralidad de elementos de soporte con, por ejemplo, puntas de puntos de soporte de configuración triangular, que definen conjuntamente un plano de soporte para la pieza de trabajo 9 a mecanizar. Los elementos de soporte están diseñados aquí, por ejemplo, como nervaduras de soporte alargadas, que se extienden respectivamente a lo largo de la dirección y, y están dispuestas unas al lado de las otras en disposición paralela a lo largo de la dirección x, por ejemplo, con una separación intermedia constante. No se muestra en detalle una instalación de aspiración a través de la cual se pueden aspirar humo de corte, partículas de escoria y pequeños residuos producidos durante el corte mediante rayo.
- Una instalación de control 12 controlada por programa sirve para el control/regulación del proceso de acuerdo con la invención para el mecanizado mediante haz de la pieza de trabajo 9 en el dispositivo de mecanizado mediante rayo 1.
- Se hace referencia ahora a las figuras 1 a 15, en las cuales se ilustra un proceso a modo de ejemplo para el mecanizado mediante rayo de una pieza de trabajo mediante el dispositivo de rayo 1 de la figura 21.
- Considérese en primer lugar la figura 1, en la cual se muestra una línea de corte 14 (línea discontinua), que se corresponde con el contorno completo de una parte de pieza de trabajo 11. El contorno se corresponde con la forma exterior o forma de la parte de pieza de trabajo 11 que se va a recortar. La parte de pieza de trabajo 11 se debe recortar completamente de la pieza de trabajo 9 en forma de placa o tubular no representada con mayor detalle, quedando el esqueleto 10. La parte de pieza de trabajo 11 tiene aquí, por ejemplo, una forma rectangular con esquinas redondeadas, entendiéndose que la parte de pieza de trabajo 11 puede tener cualquier forma.
- En la figura 2 se ilustra esquemáticamente el rayo de mecanizado 16 que sale del cabezal de rayo 3, por ejemplo, rayo láser. El cabezal de rayo 3 se ha desplazado a una posición por encima de la línea de corte 14, en la que el rayo de mecanizado 16 incide con su eje de rayo sobre una primera posición de corte A de la línea de corte 14. Como se ilustra en la figura 2, el cabezal de rayo 3 se desplaza a lo largo de la línea de corte 14, moviéndose el rayo de mecanizado 16 desde la primera posición de corte A a una segunda posición de corte B. Debido a ello se genera un hueco de corte 15 (línea continua) que atraviesa la pieza de trabajo 9, entre la primera posición de corte A y la segunda posición de corte B. Se sobreentiende que el rayo de mecanizado 16 también puede entrar en la pieza de trabajo 9 a cierta distancia de la línea de corte 14, teniéndose en consideración según la invención únicamente una línea de corte 14 que discurre a lo largo del contorno de la parte de pieza de trabajo 11 y, por lo tanto, un hueco de corte 15 que forme el contorno de la parte de pieza de trabajo 11.

En la figura 3 se ilustra una situación, en la que el hueco de corte 15 se generó entre la primera posición de corte A y la segunda posición de corte B. El mecanizado por separación de la pieza de trabajo 9 se interrumpe ahora y finaliza el primer proceso de separación. El rayo de mecanizado 16 se desconecta y el cabezal del rayo 3 se desplaza a una posición por encima de la primera posición de corte A de la línea de corte 14. Como se ilustra en la figura 3 con una flecha, el movimiento de desplazamiento del cabezal de rayo 3 puede tener lugar dentro de la línea de corte 14, es decir, por encima de la parte de pieza de trabajo 11 a recortar, en línea directa entre la segunda posición de corte B y la primera posición de corte A de la línea de corte 14. La primera posición de corte A se corresponde con la primera posición de mecanizado posterior de una línea de mecanizado posterior 18 (véase la figura 4).

Como se ilustra en la figura 4, el rayo de mecanizado 16 ahora se conecta nuevamente y el cabezal de rayo 3 se desplaza a lo largo de la línea de mecanizado posterior 18 (línea discontinua), desplazándose el rayo de mecanizado 16 comenzando desde la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte A hasta una segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte B. En este sentido se genera una zona de mecanizado posterior 22 (ilustrada esquemáticamente por la línea continua).

En la figura 5 se muestra una situación, en la que la pieza de trabajo 9 ha sido mecanizada posteriormente a lo largo de todo el hueco de corte 15 del primer proceso de separación. La zona mecanizada posterior o zona de mecanizado posterior 22 se ilustra esquemáticamente con una línea continua.

En la figura 4 y las demás figuras 5 a 15, la línea de mecanizado posterior 18 o la zona de mecanizado posterior 22 se muestra por motivos de representación desplazada en paralelo y equidistante con respecto a la línea de corte 14. Esto también se corresponde con un posicionamiento preferente de la línea de mecanizado posterior 18 para determinados casos de aplicación. Para el mecanizado posterior descrito aquí a modo de ejemplo, la línea de mecanizado posterior 18 debería ser idéntica a la línea de corte 14, que se corresponde con un posicionamiento igualmente preferente de la línea de mecanizado posterior 18 para determinados casos de aplicación, pero no se puede representar bien en el dibujo. Cuando el rayo de mecanizado 16 ha alcanzado la segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte B, finaliza el primer procedimiento de mecanizado posterior.

Como se ilustra adicionalmente en la figura 5, después de completarse el primer procedimiento de mecanizado posterior, partiendo desde la segunda posición de corte B, que representa la primera posición de corte para el segundo procedimiento de separación que sigue, continúa mecanizándose mediante corte la pieza de trabajo 9, alargándose la parte ya generada del hueco de corte 15 hasta la segunda posición de corte C del segundo proceso de separación.

En la figura 6 se ilustra una situación, en la que se produjo el hueco de corte 15 entre la primera posición de corte B y la segunda posición de corte C del segundo proceso de separación. El segundo proceso de separación está en este caso finalizado y se interrumpe el mecanizado por separación de la pieza de trabajo 9. El rayo de mecanizado 16 se desconecta y el cabezal del rayo 3 se desplaza a una posición por encima de la primera posición de corte B de la línea de corte 14, como se ilustra con una flecha. La primera posición de corte B del segundo proceso de separación se corresponde con la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior 18 para el segundo proceso de mecanizado posterior (ver figura 7).

Como se ilustra en la figura 7, el rayo de mecanizado 16 se conecta nuevamente y el cabezal del rayo 3 se desplaza a lo largo de la línea de mecanizado posterior 18, desplazándose el rayo de mecanizado 16 desde la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte B del segundo procedimiento de separación a una segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte C.

En la figura 8 se muestra una situación, en la que la pieza de trabajo 9 se ha mecanizado posteriormente a lo largo de todo el hueco de corte 15 entre la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte B del segundo proceso de separación y la segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte C del segundo procedimiento de separación. De este modo queda finalizado el segundo procedimiento de mecanizado posterior.

Como se ilustra en la figura 8, después de completar el segundo procedimiento de mecanizado posterior, comenzando desde la segunda posición de corte C, que representa la primera posición de corte para el tercer procedimiento de separación que sigue, la pieza de trabajo 9 continúa mecanizándose mediante corte, alargándose la parte ya generada del hueco de corte 15 hasta la segunda posición de corte D del tercer proceso de separación.

En la figura 9 se ilustra una situación en la que se generó el hueco de corte 15 entre la primera posición de corte C y la segunda posición de corte D del tercer procedimiento de separación. Aquí finaliza el tercer proceso de separación y se interrumpe el mecanizado por separación de la pieza de trabajo 9. El rayo de mecanizado 16 se desconecta y el cabezal de rayo 3 se desplaza a una posición por encima de la primera posición de corte C del tercer proceso de separación de la línea de corte 14. La primera posición de corte C del tercer proceso de separación se corresponde con la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior 18 para el tercer procesamiento de mecanizado posterior (ver figura 10).

Como se ilustra en la figura 10, el rayo de mecanizado 16 se conecta nuevamente y el cabezal de rayo 3 se desplaza a lo largo de la línea de mecanizado posterior 18, desplazándose el rayo de mecanizado 16 desde la primera posición

de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte C del tercer procedimiento de separación a una segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte D del tercer procedimiento de separación.

5 En la figura 11 se muestra una situación, en la que la pieza de trabajo 9 ha sido mecanizada a lo largo de todo el hueco de corte 15 entre la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte C del tercer proceso de separación y la segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte D del tercer procedimiento de separación. De este modo queda finalizado el tercer procedimiento de mecanizado posterior.

10 Como se ilustra en la figura 11, después de completar el tercer procedimiento de mecanizado posterior, comenzando desde la segunda posición de corte D del tercer procedimiento de separación, que representa la primera posición de corte para el cuarto procedimiento de separación que sigue, se continúa mecanizando por separación la pieza de trabajo 9, prolongándose la parte ya generada del hueco de corte 15 hasta la segunda posición de corte E del cuarto procedimiento de separación.

15 En la figura 12 se ilustra una situación, en la que se produjo el hueco de corte 15 entre la primera posición de corte D y la segunda posición de corte E del cuarto proceso de separación. Aquí finaliza el cuarto proceso de separación y se interrumpe el mecanizado por separación de la pieza de trabajo 9. El rayo de mecanizado 16 se desconecta y el cabezal de rayo 3 se desplaza a una posición por encima de la primera posición de corte D del cuarto proceso de separación de la línea de corte 14. La primera posición de corte D del cuarto proceso de separación se corresponde con la primera posición de mecanizado posterior de la línea de mecanizado posterior 18 para el cuarto proceso de mecanizado posterior (véase la figura 13).

20 Como se ilustra en la figura 13, el rayo de mecanizado 16 se conecta nuevamente y el cabezal de rayo 3 se desplaza a lo largo de la línea de mecanizado posterior 18, desplazándose el rayo 16 desde la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte D del cuarto procedimiento de separación a una segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte E del cuarto procedimiento de separación.

25 En la figura 14 se muestra una situación, en la que la pieza de trabajo 9 se ha mecanizado posteriormente a lo largo de todo el hueco de corte 15 entre la primera posición de mecanizado posterior correspondiente a la primera posición de corte D del cuarto procedimiento de separación y la segunda posición de mecanizado posterior correspondiente a la segunda posición de corte E del cuarto procedimiento de separación. Esto completa el cuarto procedimiento de mecanizado posterior.

30 Como se ilustra en la figura 15, después de completar el cuarto procedimiento de mecanizado posterior, comenzando desde la segunda posición de corte E del cuarto procedimiento de separación, que representa la primera posición de corte para el quinto procedimiento de separación que sigue ahora, la pieza de trabajo 9 continúa mecanizándose por separación, prolongándose la parte ya generada del hueco de corte 15 hasta la segunda posición de corte A del quinto proceso de separación. Debido a ello se recorta la parte de pieza de trabajo del esqueleto 10 y se puede retirar. No se produce ningún mecanizado posterior de la pieza de trabajo 9 a lo largo de la parte del hueco de corte 15 que se produjo en el quinto proceso de separación, ya que la parte de pieza de trabajo 11 ya se ha cortado y no se lleva a cabo de acuerdo con la invención ningún mecanizado posterior en la parte de pieza de trabajo 11.

35 En todos los procedimientos de separación, el rayo de mecanizado 16 tiene una primera densidad de potencia que está dimensionada de tal manera que se corta la pieza de trabajo 9. En todos los procedimientos de mecanizado posterior, el rayo de mecanizado 16 tiene una segunda densidad de potencia, que está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo 9 no se mecaniza ni por unión ni por separación. Debido a ello la pieza de trabajo 9 se mecaniza posteriormente a lo largo del hueco de corte 15, irradiándose, en dependencia del caso de aplicación, la pieza de trabajo 9 por una zona que comprende un canto de corte de lado de parte de pieza de trabajo, del hueco de corte 15 y/o por una zona que comprende un canto de corte de lado de esqueleto, del canto de corte, mediante el rayo de mecanizado 16.

40 El eje de rayo del rayo de mecanizado 16 es, por ejemplo, paralelo al eje de la boquilla de rayo cónica 13 e incide perpendicularmente sobre la pieza de trabajo 9. En todos los procesos de separación y todos los procesos de mecanizado posterior, el rayo de mecanizado 16 se dirige hacia la superficie de pieza de trabajo 17 con una alineación sin cambios de su eje de rayo con respecto a la superficie de pieza de trabajo 17 (por ejemplo, 90°).

45 Los procedimientos de mecanizado posterior pueden variarse de muchas maneras. Por ejemplo, la línea de mecanizado posterior 18 podría estar dispuesta lateralmente desplazada (equidistante) con respecto a la línea de corte 14. Por ejemplo, la primera posición de mecanizado posterior y la segunda posición de mecanizado posterior podrían estar posicionadas de tal manera que la pieza de trabajo 9 únicamente se mecanice posteriormente a lo largo de una parte del hueco de corte 15. Por ejemplo, la dirección del mecanizado posterior podría ser opuesta a la dirección de la generación del hueco de corte 15. Además, sería posible que se llevasen a cabo varios procedimientos de mecanizado posterior para una misma parte del hueco de corte 15.

Como puede verse en particular en la figura 14, durante el último proceso de separación se produce una parte del hueco de corte 15, cuya longitud es menor que las correspondientes longitudes de las partes del hueco de corte 15 producidas en todos los procedimientos de separación anteriores. Mediante esta medida puede lograrse que una parte lo más pequeña posible del hueco de corte 15 no se someta a ningún mecanizado posterior. También sería posible que las longitudes de las partes del hueco de corte 15 producidas durante los procesos de separación, partiendo del punto de corte libre de la parte de pieza de trabajo 11, aumenten, por ejemplo, de forma continua.

Ahora se hace referencia a las figuras 16 a 21, en las que se ilustran diferentes casos de aplicación para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo 9 en el procedimiento según las figuras 1 a 15.

En la figura 16, durante el mecanizado posterior, mediante el rayo de mecanizado 16, se eliminan capas de óxido del canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo y del canto de corte 19' de lado del esqueleto, del hueco de corte 15. Las capas de óxido se pueden eliminar fácilmente mediante astillado. El rayo de mecanizado 16 penetra en el hueco de corte 15 y está enfocado de tal manera que se irradian ambos cantos de corte 19, 19'. La línea de mecanizado posterior 18 puede ser idéntica a la línea de corte 14 o diferente de la misma.

En la configuración de la figura 16, a continuación, para eliminar las capas de óxido o alternativamente para eliminar las capas de óxido, se puede aplicar un recubrimiento (por ejemplo, recubrimiento de zinc) sobre el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo y el canto de corte 19' de lado de esqueleto, del hueco de corte 15. Esto se muestra en la figura 21, en la que se ilustra un segundo chorro de gas de trabajo 23 guiado coaxialmente con respecto al rayo de mecanizado 16 mediante el material de recubrimiento 24 (por ejemplo, zinc) transportado en éste. El material de recubrimiento 24 se añade al segundo chorro de gas de trabajo 23, que preferentemente irradia por completo ambos cantos de corte 19, 19', con el resultado de que el material de recubrimiento 24 se deposita allí y forma un recubrimiento (por ejemplo, recubrimiento de zinc).

En la figura 17, durante el mecanizado posterior mediante el rayo de mecanizado 16, el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo, de la parte de pieza de trabajo 11 se redondea en el límite con la superficie de pieza de trabajo 17 mediante refusión. La línea de mecanizado posterior 18 está dispuesta preferentemente desplazada lateralmente (por ejemplo, de forma equidistante) con respecto a la línea de corte 14, siendo preferente cuando una separación máxima entre la línea de mecanizado posterior 18 y línea de corte 14 es de la mitad del ancho del hueco de corte 15 más el radio del cono de rayo del rayo de mecanizado 16 en la superficie de la pieza de trabajo 17.

En la figura 18, se redondea durante el mecanizado posterior mediante el rayo de mecanizado 16 al mismo tiempo el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo adyacente a la parte inferior de pieza de trabajo 20 y el canto de corte 19' de lado del esqueleto adyacente a la superficie de pieza de trabajo 17 se alisa. La línea de mecanizado posterior 18 puede ser igual a la línea de corte o puede estar desplazada lateralmente (por ejemplo, de forma equidistante) con respecto a la línea de corte 14.

En la figura 19, durante el mecanizado posterior mediante el rayo de mecanizado 16, el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo está provisto de un biselado 21 donde limita con la superficie de pieza de trabajo 17. La línea de mecanizado posterior 18 está desplazada lateralmente (por ejemplo, de forma equidistante) con respecto a la línea de corte 14. Aquí, la generación del biselado 21 se produce mediante varios pasos o procesos de mecanizado posterior que se llevan a cabo en la misma parte del hueco de corte 15. En un primer proceso de mecanizado posterior, la parte de pieza de trabajo 11 se irradia por una zona que comprende el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo. La línea de mecanizado posterior 18 puede ser igual a la línea de corte o estar desplazada lateralmente (por ejemplo, de forma equidistante) con respecto a la línea de corte 14 (en dirección de la parte de pieza de trabajo). Esto puede repetirse opcionalmente una o más veces. En uno o varios procesos de mecanizado posteriores, la línea de mecanizado posterior 18 se desplaza aún más en dirección de la parte de pieza de trabajo 11 o sobre la parte de pieza de trabajo 11 para configurar el biselado 21 más lejos del canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo. En este caso, el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo dado el caso ya no se irradia. También sería concebible irradiar primero la parte de pieza de trabajo 11 de tal manera que se irradie una zona que no contiene el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo, seguido de un desplazamiento continuo de la línea de mecanizado posterior 18 en dirección del hueco de corte 15, siendo finalmente irradiado también el canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo.

En la figura 20, se eliminan durante el mecanizado posterior mediante el rayo de mecanizado 16 simultáneamente en cada caso las rebabas del canto de corte 19 de lado de la parte de pieza de trabajo que limita con el lado inferior de pieza de trabajo 20 y del canto de corte 19' de lado del esqueleto que limita con el lado inferior de pieza de trabajo 20. La línea de mecanizado posterior 18 puede ser idéntica a la línea de corte 14 o diferente de la misma. La posición focal del rayo de mecanizado 16 se ajusta de tal manera que los dos cantos de corte 19, 19' se irradién correspondientemente.

Los diferentes casos de aplicación pueden estar previstos individualmente o en cualquier combinación, realizándose para ello dos o más procedimientos de mecanizado posterior a lo largo de la misma parte del hueco de corte 15 o a lo largo de todo el hueco de corte 15.

En la figura 23 se muestra un diagrama de flujo del proceso según la invención.

El procedimiento comprende al menos un procedimiento de separación (procedimiento I) para producir un hueco de corte a lo largo de una línea de corte que se extiende al menos parcialmente a lo largo del contorno de una parte de pieza de trabajo que se va a producir a partir de la pieza de trabajo, comprendiendo el procedimiento de separación: desplazar un cabezal de rayo que sirve para guiar un rayo de mecanizado, sobre la pieza de trabajo, guiándose el rayo de mecanizado lo largo de la línea de corte desde una primera posición de corte a una segunda posición de corte, y teniendo el rayo de mecanizado una primera densidad de potencia, la cual está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo se corta. A continuación, se lleva a cabo al menos un procedimiento de mecanizado posterior (procedimiento II) para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo a lo largo de al menos una parte del hueco de corte, comprendiendo el procedimiento de mecanizado posterior: desplazar el cabezal de rayo sobre la pieza de trabajo, siendo guiado el rayo de mecanizado a lo largo de una línea de mecanizado posterior desde una primera posición de mecanizado posterior a una segunda posición de mecanizado posterior, teniendo el rayo de mecanizado una segunda densidad de potencia, la cual está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo no se corta, y teniendo la línea de mecanizado posterior un desarrollo tal, que la pieza de trabajo a lo largo de al menos una parte del hueco de corte se irradia por una zona que comprende un canto de corte de lado de la parte de pieza de trabajo, del hueco de corte y/o por una zona que comprende un canto de corte de lado del esqueleto, del hueco de corte, mediante el rayo de mecanizado, produciéndose una zona de mecanizado posterior. Como puede verse a partir de la descripción anterior, la invención pone a disposición un nuevo tipo de proceso de mecanizado mediante rayo para una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, a través del cual se recorta parcialmente una parte de la pieza de trabajo y se somete la parte de la pieza de trabajo que no ha sido cortada y/o el esqueleto a lo largo del hueco de corte a un tratamiento posterior mediante el rayo de mecanizado con una densidad de potencia menor. Esto significa que no es necesario un tratamiento posterior mecánico de la parte de pieza de trabajo que se ha recortado, de modo que la fabricación de partes de pieza de trabajo puede producirse de manera más fácil, rápida y económica. Una implementación del proceso de acuerdo con la invención en dispositivos de mecanizado mediante rayo ya existentes es posible de manera sencilla sin tener que prever medidas técnicas complejas para este fin. Más bien, mediante mera intervención en el control de máquina puede realizarse un mecanizado posterior deseado de una parte de pieza de trabajo todavía conectada al esqueleto o del esqueleto mismo mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

#### **Lista de referencias**

- 1 Dispositivo de mecanizado mediante haz
- 2 Instalación de corte mediante rayo
- 30 3 Cabezal de rayo
- 4 Mesa de trabajo
- 5 Soporte de pieza de trabajo
- 6 Travesaño
- 7 Carro de guía
- 35 8 Fuente de rayo de mecanizado
- 9 Pieza de trabajo
- 10 Esqueleto
- 11 Parte de pieza de trabajo
- 12 Instalación de control
- 40 13 Boquilla de rayo
- 14 Línea de corte
- 15 Hueco de corte
- 16 Rayo de mecanizado
- 17 Superficie de pieza de trabajo
- 45 18 Línea de mecanizado posterior
- 19, 19' Canto de corte
- 20 Lado inferior de pieza de trabajo
- 21 Biselado

## ES 2 911 642 T3

- 22 Zona de mecanizado posterior
- 23 Segundo chorro de gas de trabajo
- 24 Material de revestimiento

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular, que comprende

5 a) al menos un procedimiento de separación para producir un hueco de corte (15) a lo largo de una línea de corte (14) que se extiende al menos parcialmente a lo largo del contorno de una parte de pieza de trabajo (11) a producir a partir de la pieza de trabajo (9), comprendiendo el procedimiento de separación: desplazar un cabezal de rayo (3) que sirve para la guía de un rayo de mecanizado (16), sobre la pieza de trabajo (9), guiándose el rayo de mecanizado (16) a lo largo de la línea de corte (14) desde una primera posición de corte hasta una segunda posición de corte, y teniendo el rayo de mecanizado (16) una primera densidad de potencia que está dimensionada de tal manera que se corta la pieza de trabajo, estando el proceso caracterizado por

10 b) al menos un procedimiento de mecanizado posterior para el mecanizado posterior de la pieza de trabajo (9) a lo largo de al menos una parte del hueco de corte (15), no estando la parte de pieza de trabajo (11) recortada completamente a lo largo de la línea de corte (14), y comprendiendo el procedimiento de mecanizado posterior: desplazamiento del cabezal de rayo (3) sobre la pieza de trabajo (9), guiándose el rayo de mecanizado (16) a lo largo de una línea de mecanizado posterior (18) desde una primera posición de mecanizado posterior hasta una 15 segunda posición de mecanizado posterior, teniendo el rayo de mecanizado (16) una segunda densidad de potencia, la cual está dimensionada de tal modo que la pieza de trabajo (9) no se corta, e irradiándose la pieza de trabajo (9) a lo largo de al menos una parte del hueco de corte (15) por una zona que comprende un canto de corte (19) de lado de parte de pieza de trabajo, del hueco de corte (15) y/o por una zona que comprende un canto de corte (19) de lado del esqueleto, del hueco de corte (15), mediante el rayo de mecanizado (16).

20 2. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según la reivindicación 1, en el que se lleva a cabo una pluralidad de procesos de mecanizado posterior a lo largo de al menos una misma parte del hueco de corte (15).

25 3. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según la reivindicación 2, en el que al menos dos procedimientos de mecanizado posterior, que se llevan a cabo para una misma parte del hueco de corte (15), tienen diferentes líneas de mecanizado posterior (18) y/o diferentes densidades de potencia del rayo de mecanizado (16).

4. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según la reivindicación 2 o 3, en el que se realizan al menos dos procedimientos de mecanizado posterior para mecanizar posteriormente la pieza de trabajo (9) a lo largo de al menos una misma parte del hueco de corte (15), donde

30 (i) en al menos un primer proceso de mecanizado posterior, la pieza de trabajo (9) es irradiada por el rayo de mecanizado (16) por una zona que comprende un canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo, del hueco de corte (15) y/o por una zona que comprende un canto de corte (19) de lado de esqueleto, del hueco de corte (15), y

35 (ii) en al menos un segundo proceso de mecanizado posterior, la pieza de trabajo (9) es irradiada por el rayo de mecanizado (16) por una zona que no comprende el canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo, del hueco de corte (15) y/o por una zona que no comprende el canto de corte (19) de lado de esqueleto, del hueco de corte (15),

llevándose a cabo el al menos un primer procedimiento de mecanizado posterior temporalmente antes del al menos un segundo procedimiento de mecanizado posterior, o llevándose a cabo el al menos un segundo procedimiento de mecanizado posterior temporalmente antes del al menos un primer procedimiento de mecanizado posterior.

40 5. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el hueco de corte (15) de una misma parte de pieza de trabajo (11) se produce mediante una pluralidad de procesos de separación, estando al menos dos procesos de separación inmediatamente sucesivos interrumpidos por al menos un proceso de mecanizado posterior.

45 6. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según la reivindicación 5, en el que, mediante un procedimiento de mecanizado posterior, la pieza de trabajo (9) se mecaniza posteriormente solo a lo largo de aquella parte del hueco de corte que se produjo mediante el procedimiento de separación inmediatamente anterior.

50 7. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 5 o 6, en el que en el último procedimiento de separación para generar el hueco de corte (15) se genera una parte del hueco de corte (15), cuya longitud es menor que la correspondiente longitud de las partes del hueco de corte (15) generadas en todos los procedimientos de separación anteriores.

8. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según la reivindicación 7, en el que las longitudes de las partes del hueco de corte producido en los procedimientos de

separación, partiendo de un punto de corte libre de la parte de pieza de trabajo (11), no disminuyen en contra de la dirección para la generación del hueco de corte (15).

9. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que una orientación del rayo de mecanizado (16) con respecto a la pieza de trabajo (9) durante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior es siempre igual a una orientación del rayo de mecanizado (16) con respecto a la pieza de trabajo (9) durante el al menos un procedimiento de separación.

5 10. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que una orientación del rayo de mecanizado (16) con respecto a la pieza de trabajo (9) durante el al menos un procedimiento de mecanizado posterior es al menos temporalmente diferente de una orientación del rayo de mecanizado (16) con respecto a la pieza de trabajo (9) durante el al menos un procedimiento de separación.

10 11. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la línea de mecanizado posterior (18) del al menos un proceso de mecanizado posterior está desplazada lateralmente con respecto a la línea de corte (14).

15 12. Proceso para el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se llevan a cabo uno o más de los siguientes tratamientos posteriores en el al menos un procedimiento de mecanizado posterior:

i) eliminar una capa de óxido del canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo y/o del canto de corte (19') de lado del esqueleto, del hueco de corte (15),

20 ii) eliminar rebabas del canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo y/o del canto de corte (19') de lado del esqueleto, del hueco de corte (15),

iii) redondear el canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo y/o el canto de corte (19') de lado de esqueleto, del hueco de corte (15),

25 iv) modificación de la forma, en particular alisado o introducción de rugosidad, del canto de corte (19) de lado de la parte de pieza de trabajo y/o del canto de corte (19') de lado de esqueleto, del hueco de corte (15),

v) generar un biselado (21) a lo largo del hueco de corte (15),

vi) recubrir la pieza de trabajo (9) a lo largo del hueco de corte (15) por una zona que comprende el canto de corte (19) de lado de parte de pieza de trabajo y/o el canto de corte (19') de lado de esqueleto, del hueco de corte (15), con una sustancia contenida en un chorro de gas de trabajo.

30 13. Dispositivo de mecanizado mediante haz (1) con un rayo de mecanizado (16) guiado por un cabezal de rayo (3), que presenta una instalación de control electrónica (12) para controlar el mecanizado mediante haz de una pieza de trabajo (9) en forma de placa o tubular, la cual está configurada mediante técnica de programa para llevar a cabo el proceso según una de las reivindicaciones 1 a 12.

35 14. Código de programa para una instalación de control electrónica adecuada para el procesamiento de datos para un dispositivo de mecanizado mediante haz (1) según la reivindicación 13, que comprende órdenes de control que mediante la ejecución del programa hacen que la instalación de control (12) realice el proceso según una de reivindicaciones 1 a 12.

15. Medio de almacenamiento legible por ordenador, en el que se almacena el código de programa según la reivindicación 14.

Fig. 1

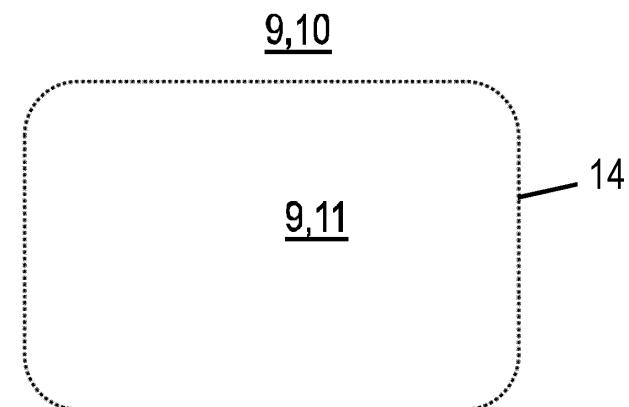


Fig. 2

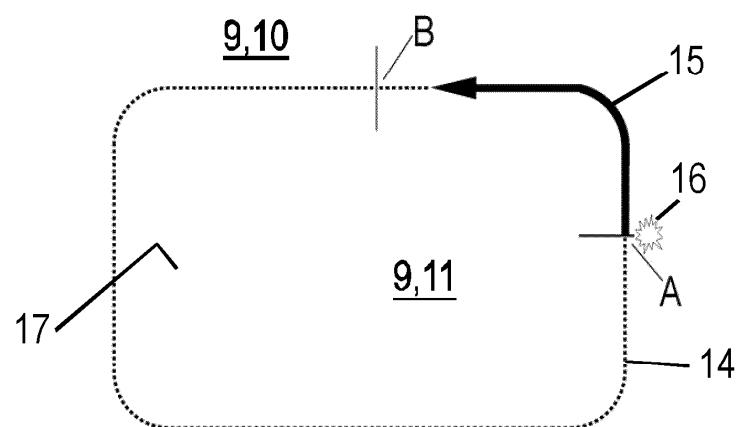


Fig. 3

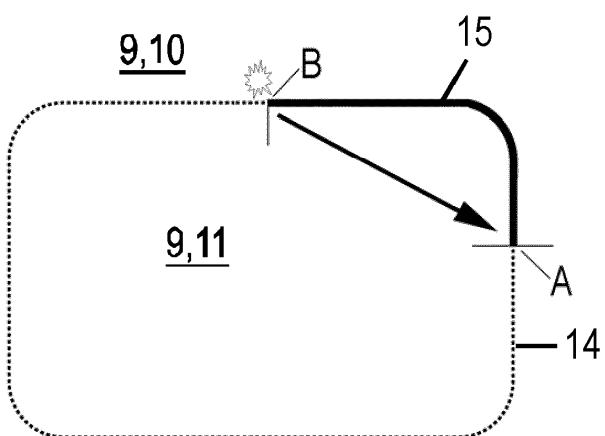


Fig. 4

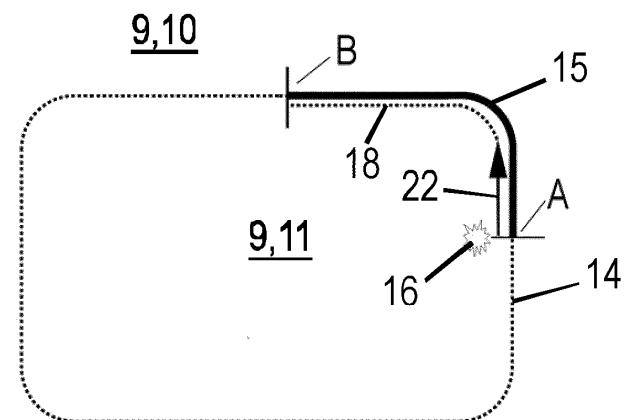


Fig. 5

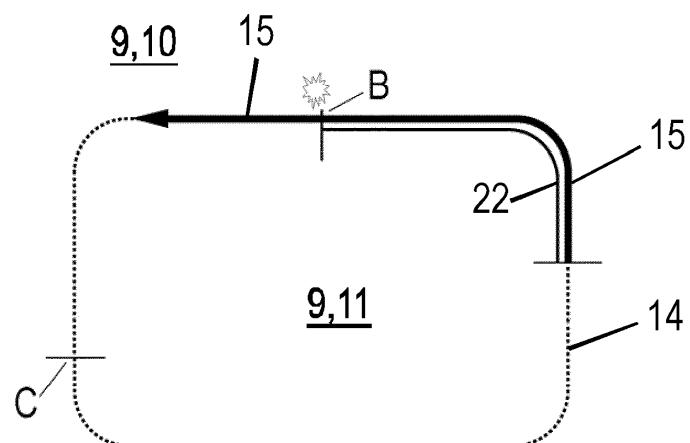
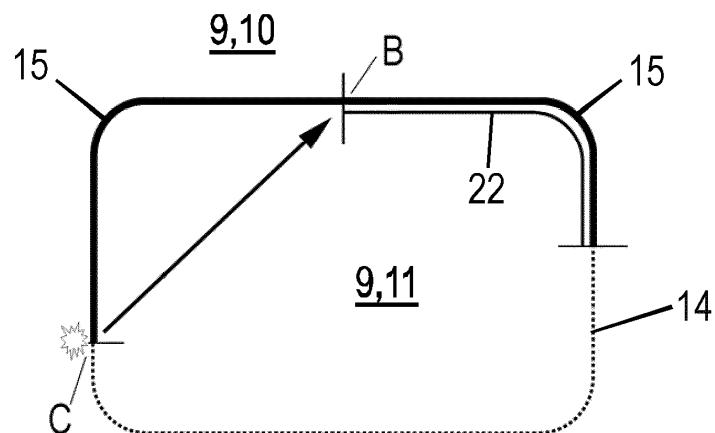
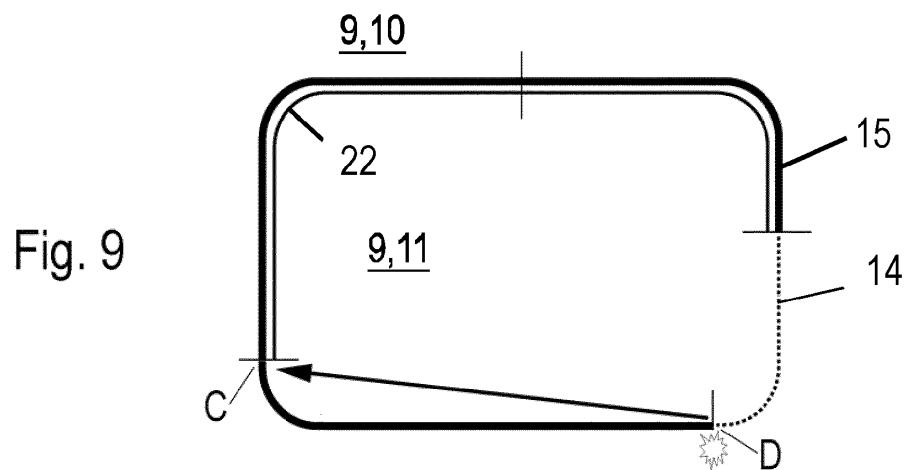
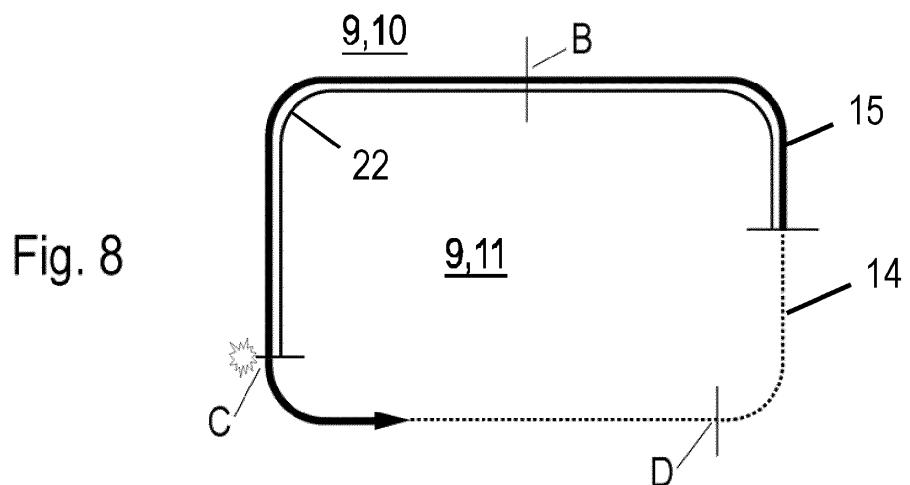
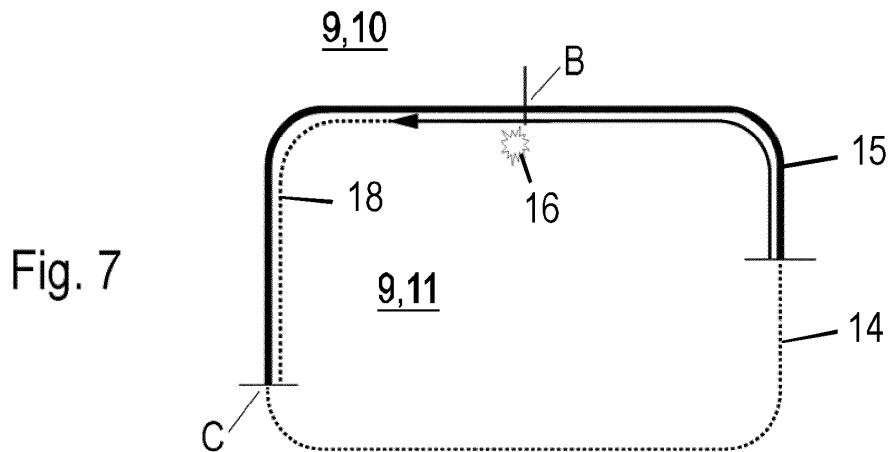


Fig. 6





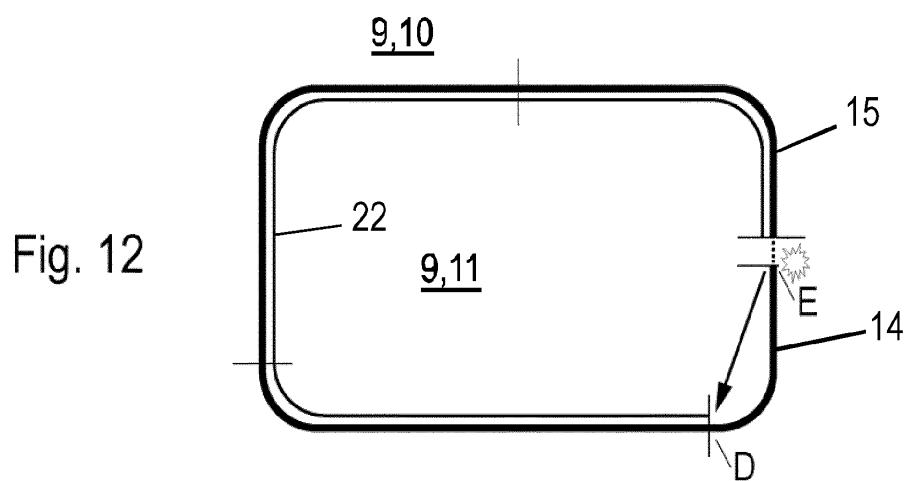
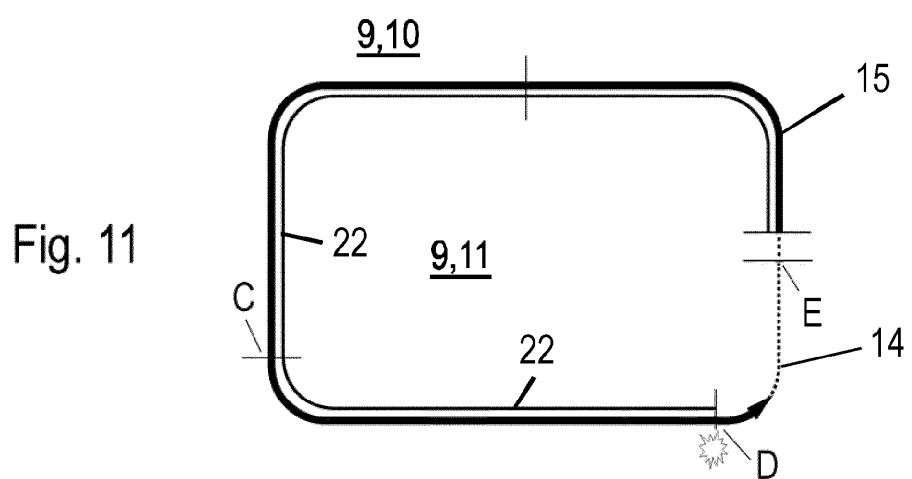
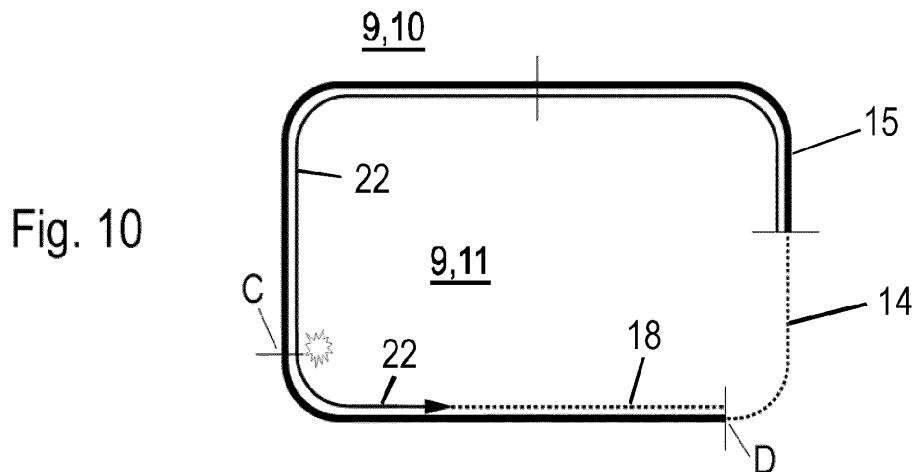


Fig. 13

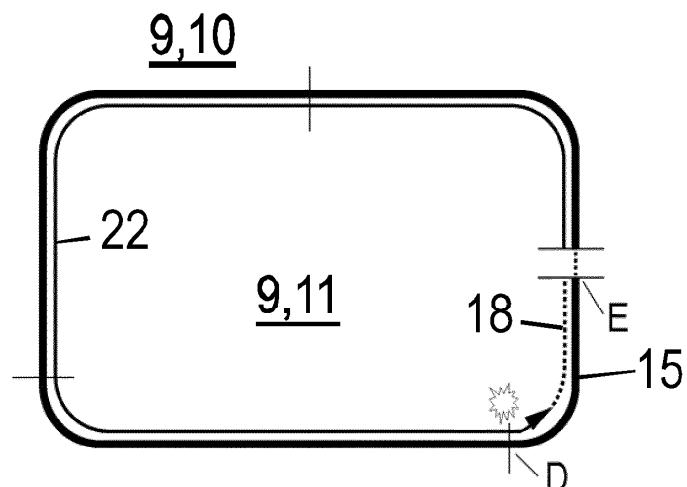


Fig. 14

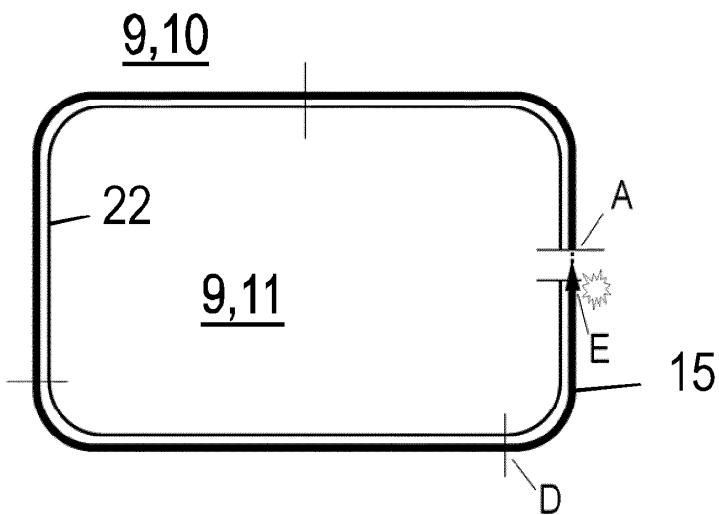


Fig. 15

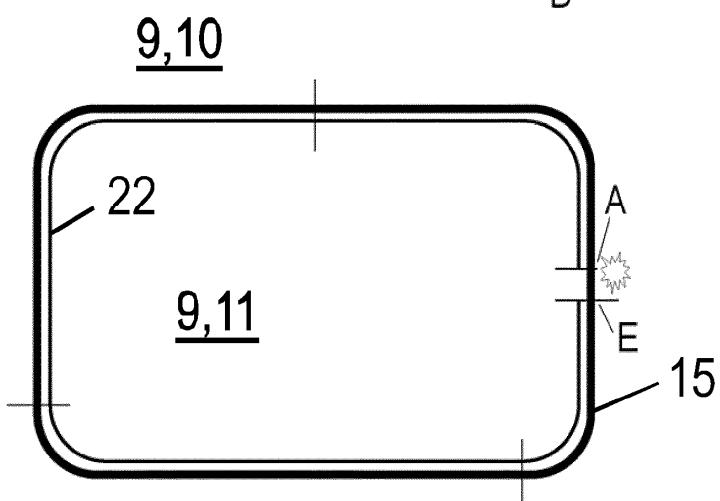


Fig. 16

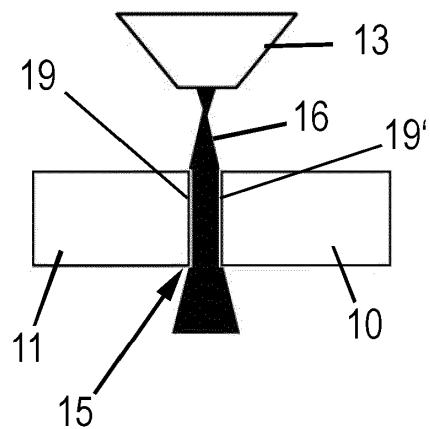


Fig. 17

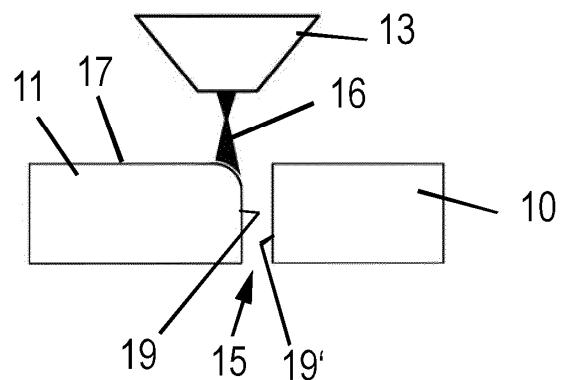


Fig. 18

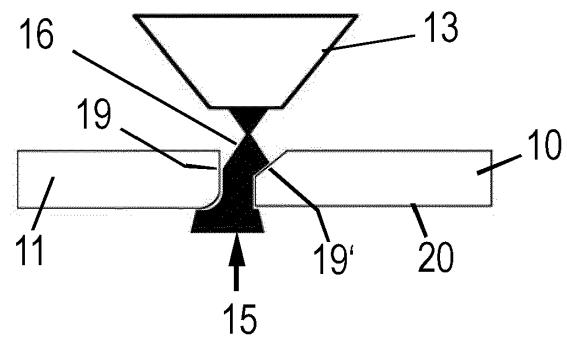


Fig. 19

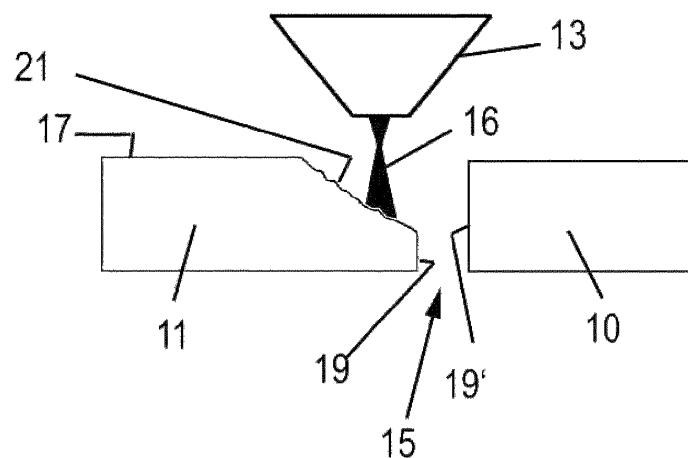


Fig. 20

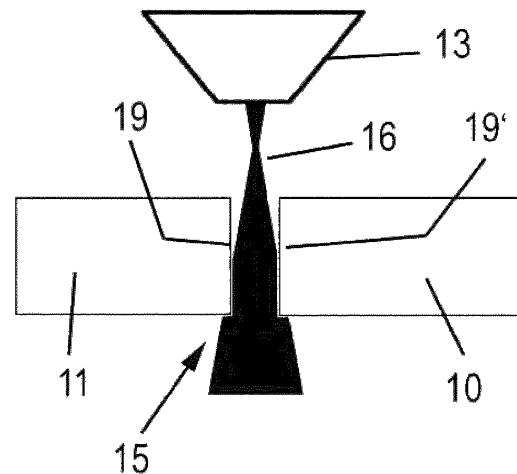
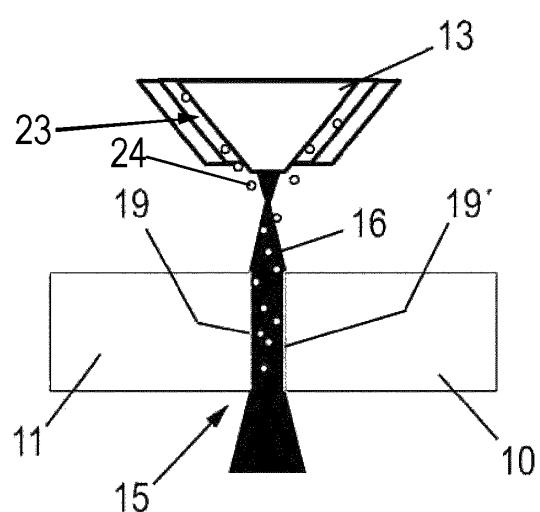


Fig. 21



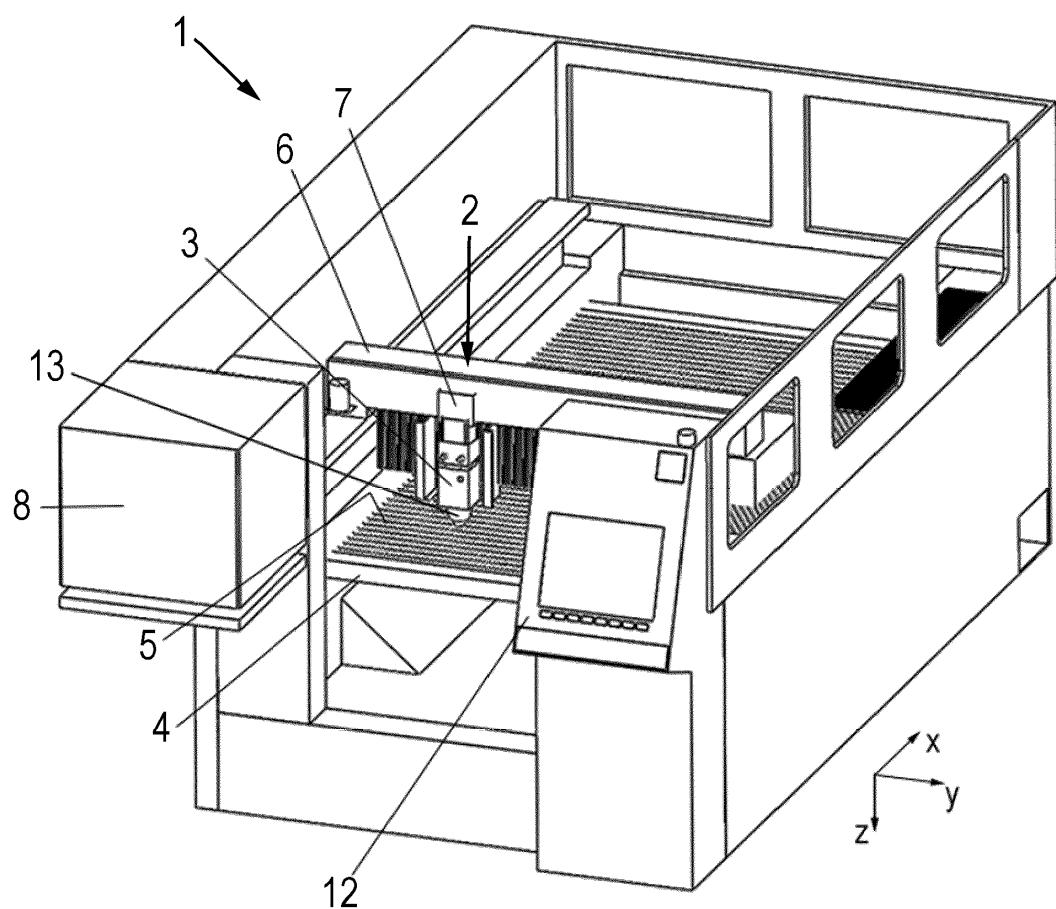


Fig. 22

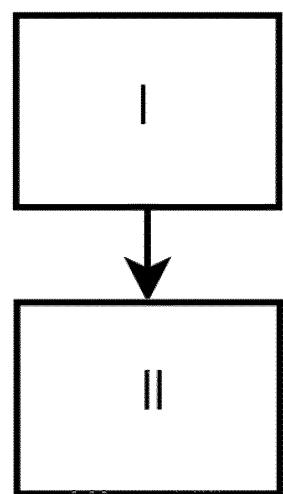


Fig. 23