

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 232**

51 Int. Cl.:

B23K 26/70 (2014.01)

B23K 26/06 (2014.01)

B23K 26/08 (2014.01)

B23K 26/36 (2014.01)

B23K 26/38 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2020** **PCT/EP2020/062952**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2020** **WO20225448**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2020** **E 20724125 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024** **EP 3965990**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el procesado por láser de una pieza de trabajo**

30 Prioridad:

08.05.2019 EP 19173341

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2025

73 Titular/es:

WSOPTICS TECHNOLOGIES GMBH (100.00%)
Südliche Keltenstraße 3
86972 Altenstadt, DE

72 Inventor/es:

SEPP, FLORIAN y
WEISS, CHRISTOPH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 997 232 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el procesado por láser de una pieza de trabajo

La invención se sitúa en el campo técnico del granallado de piezas de trabajo metálicas con un chorro de procesamiento enfocado.

5 Los dispositivos de corte por láser disponibles comercialmente posibilitan una producción automatizada de partes de piezas de trabajo en grandes cantidades y con alta precisión. En este caso, las partes de piezas de trabajo se cortan mediante un rayo láser a partir de una pieza de trabajo metálica. Ventajosamente, con el láser también se pueden introducir orificios en las partes de piezas de trabajo a cortar.

10 Dependiendo del tipo de procedimiento de corte por láser utilizado, los bordes cortados generados por láser requieren generalmente un posterior procesamiento mecánico complejo. Por ejemplo, los bordes de corte deben redondearse o prepararse para un posterior procesamiento mediante alisado o raspado. Esto se considera especialmente para los bordes de corte de orificios en partes de pieza de trabajo ya cortadas, que normalmente deben estar provistos de un bisel (avellanado) si deben servir para una fijación de las partes de piezas de trabajo, por ejemplo mediante atornillado o remachado. Para ello se tratan los orificios con arranque de virutas, introduciendo en los orificios taladros
15 (avellanadores) de forma correspondiente y taladrando estos, por ejemplo, en forma cónica.

En el caso de corte con láser con oxígeno como gas de trabajo, la oxidación que se produce en los bordes de corte representa un problema adicional. Dado que las capas de óxido suelen ser difíciles de barnizar, hay que eliminarlas laboriosamente mediante pulido. Además es problemático que en piezas de trabajo ya galvanizadas el revestimiento de zinc se pierde en la zona de los bordes de corte, por lo que es necesario un galvanizado posterior.

20 En principio, el procesamiento posterior de los bordes de corte requiere mucho tiempo y personal, especialmente porque a menudo se realiza manualmente. Además, el procesamiento posterior es costoso, de modo que la producción de partes de piezas de trabajo se prolonga y se encarece de manera indeseable. Esto se considera en medida especial para el procesamiento posterior de los bordes de corte de orificios.

El documento US 2014/0151347 A1 muestra un procedimiento en el que se produce una zanja de soldadura a través

25 de ablación con láser. El documento WO 2014/048539 A1 muestra un procedimiento en el que se produce una junta de corte total en forma de terrazas mediante ablación con láser. El documento WO 03/00229 A1 muestra un procedimiento en el que se produce una zanja en una oblea semiconductora mediante ablación con láser. Durante la ablación con láser, la masa fundida resultante se vaporiza, lo que hace innecesario el uso de un gas de corte, o bien de trabajo.

30 El documento JP 2009 226475 A muestra un procedimiento en el que se crea una cavidad y simultáneamente una ranura con ayuda de dos chorros de procesamiento para obtener una mejor calidad del borde de corte. El documento DE 10 2013 210857 B3 divulga un dispositivo de chorreado según el preámbulo de la reivindicación 13.

Por el contrario, la tarea de la presente invención consiste en mejorar procedimientos convencionales

35 de tal manera que se pueda prescindir de un posterior procesamiento mecánico de los bordes de corte en partes de piezas de trabajo ya cortadas, en particular para so redondo o para generar avellanados (biseles). En general, la fabricación de tales partes de piezas de trabajo debería realizarse de forma automatizada de forma más rápida y económica.

40 Según la propuesta de la invención, estas y otras tareas se resuelven mediante un procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo con las características de la reivindicación de patente independiente. Mediante las características de las reivindicaciones subordinadas se indican configuraciones ventajosas de la invención.

Según la invención, se muestra un procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo por medio de un chorro de procesamiento enfocado. El procedimiento según la invención se puede utilizar en cualquier proceso en el que se generan ranuras en una pieza de trabajo mediante un chorro de corte penetrante (corte térmico) para la separación de partes de piezas de trabajo, a modo de ejemplo corte por láser o corte térmico. Preferiblemente, pero no necesariamente, el procedimiento según la invención se utiliza en el corte por láser de una pieza de trabajo, siendo el
45 chorro de procesamiento un rayo láser y el chorreado un procesamiento por rayo láser.

El término "pieza de trabajo" designa un componente metálico que puede ser plano o curvado, pero que dispone preferiblemente de al menos una sección plana con una superficie de pieza de trabajo plana. La pieza de trabajo es, a modo de ejemplo, una placa plana con dos superficies de pieza de trabajo planas paralelas. Un tratamiento de chorreado se puede realizar en toda la placa o solo en una zona parcial de la placa. En el caso de la pieza de trabajo también se puede tratar de un tubo con una sección transversal tubular preferentemente cuadrada o rectangular, que presenta al menos una sección de pared plana y, en especial, puede estar compuesto por varias secciones de pared planas. Un tratamiento de chorreado se puede realizar por separado en cada sección de pared plana.
50

Durante el chorreado, la pieza de trabajo normalmente descansa sobre un soporte de pieza de trabajo plano. La pieza de trabajo presenta una (primera) superficie de pieza de trabajo preferiblemente plana, opuesta al cabezal de chorro, o bien orientada hacia el cabezal de chorro, sobre la que se dirige el chorro de procesamiento. La primera superficie de la pieza de trabajo puede chorrear directamente mediante el chorro de procesamiento. La primera superficie de la pieza de trabajo define preferentemente un plano. Opuesta al cabezal de chorro, la pieza de trabajo presenta una segunda superficie de pieza de trabajo que es paralela a la primera superficie de pieza de trabajo. La segunda superficie de la pieza de trabajo no puede ser chorreada por el chorro de procesamiento. El soporte plano de la pieza define igualmente un plano.

En el procedimiento según la invención para el chorreado de una pieza de trabajo, el chorro de procesamiento es guiado por un cabezal de chorro y sale por una tobera de chorro terminal. Como es habitual, el chorro de procesamiento está diseñado en forma de un cono de chorro enfocado, de simetría rotacional, con un eje de chorro central (eje de simetría). En el enfoque, el chorro de procesamiento se agrupa mediante una lente de enfoque o un espejo de enfoque. El foco del chorro de procesamiento está definido por aquel punto tras la lente de enfoque o tras el espejo de enfoque en el que el chorro de procesamiento tiene su sección transversal mínima, o bien su diámetro de chorro mínimo. La anchura focal indica la distancia desde el plano principal de la lente (o plano principal del espejo) hasta el punto focal de un chorro paralelo enfocado ideal. Cuanto menor sea la anchura focal, más enfocado estará el rayo láser y menor será el diámetro del foco, y viceversa.

Un parámetro importante para el chorro de procesamiento es la potencia del chorro, medida por ejemplo en kW. La potencia del chorro describe la energía emitida en forma de radiación (por ejemplo, medida en kJ) por segundo. Tal como se utiliza aquí y a continuación, el término "densidad de potencia" (también llamado intensidad) indica la potencia del chorro de procesamiento en relación con el área chorreada, medida por ejemplo en kW/mm².

El diámetro del chorro presente en un punto respectivo del chorro de procesamiento perpendicular al eje del chorro determina la densidad de potencia del chorro de procesamiento en este punto de chorro de procesamiento. El diámetro del chorro es el diámetro del área de la sección transversal circular del chorro de procesamiento perpendicular al eje del chorro. Cuanto mayor sea el diámetro del chorro, menor será la densidad de potencia y viceversa. El chorro de procesamiento converge en la zona entre la lente de enfoque o el espejo de enfoque y el foco, y después del enfoque el chorro de procesamiento diverge. Cuando se observa en el sentido de propagación del chorro, la densidad de potencia aumenta en la zona convergente con distancia creciente desde la lente de enfoque o el espejo de enfoque, tiene su valor máximo en el foco y disminuye en la zona divergente con distancia creciente desde el foco.

Por lo tanto, la densidad de potencia en la pieza de trabajo depende del tamaño del área chorreada (punto de chorro en la pieza de trabajo), correspondientemente al diámetro del chorro en el punto donde el chorro de procesamiento incide en la pieza de trabajo. En el sentido de la presente invención, por "diámetro del chorro en la pieza de trabajo" se entiende el diámetro del chorro perpendicular al eje del chorro que tiene el chorro de procesamiento cuando incide sobre la pieza de trabajo. En el sentido de la presente invención, el "área de la sección transversal de la pieza de trabajo" se refiere al área de la sección transversal perpendicular al eje del chorro que tiene el chorro de procesamiento cuando incide sobre la pieza de trabajo.

El diámetro del chorro sobre la pieza de trabajo depende de la posición de enfoque del chorro de procesamiento. Bajo el término "posición de enfoque" se entiende la posición del foco con respecto a la pieza de trabajo, en especial con respecto al plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo plana, sobre la que se dirige el chorro de procesamiento, o también con respecto al soporte de la pieza de trabajo. La posición de enfoque es en especial la distancia vertical (más corta) del foco desde la pieza de trabajo, en especial desde el plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo plana hacia la que se dirige el chorro de procesamiento, o bien desde el soporte de la pieza de trabajo. Mediante un cambio de la posición de enfoque, se puede cambiar el diámetro del chorro en la pieza de trabajo. Si la pieza de trabajo está en la zona divergente del cono del chorro (foco sobre la superficie de la pieza de trabajo sobre la que incide el chorro de procesamiento), mediante un aumento de la distancia entre el foco y la pieza de trabajo se puede aumentar el diámetro del chorro en la pieza de trabajo, y viceversa.

Por lo tanto, mediante un cambio del diámetro del chorro en la pieza de trabajo, se puede cambiar de forma selectiva la densidad de potencia en la pieza de trabajo. Por "densidad de potencia en la pieza de trabajo" se entiende la potencia del chorro de procesamiento sobre la superficie irradiada de la pieza de trabajo (punto de chorro). Especialmente en el caso de los láseres, la intensidad del rayo fuera del foco no es constante en relación con la sección transversal. Idealmente, la intensidad de potencia es un perfil gaussiano. En cualquier caso, la densidad de potencia hacia el borde es relativamente baja.

El cabezal de chorro sirve también para la guía de un chorro de gas de trabajo, que normalmente, pero no necesariamente, sale de la misma tobera de chorro que el chorro de procesamiento y se guía preferentemente de forma coaxial al chorro de procesamiento. El chorro de gas de trabajo que sale de la tobera de chorro está configurado típicamente, pero no necesariamente, en forma de un cono de gas que incide sobre la pieza de trabajo. El cabezal de chorro también se puede utilizar para guiar un chorro de gas de revestimiento que se utiliza para el transporte de material de revestimiento. El cabezal de chorro para la guía del chorro de procesamiento se puede mover con respecto a la pieza de trabajo en un plano (típicamente horizontal) paralelo al plano de la (primera) superficie de la pieza de trabajo a la que se dirige el chorro de procesamiento, y en un sentido perpendicular al mismo (típicamente vertical).

El procedimiento según la invención sirve para el chorreado de una pieza de trabajo de la que se debe separar al menos una parte de la pieza de trabajo, normalmente un gran número de partes de piezas de trabajo. El chorreado se lleva a cabo con un chorro de procesamiento enfocado que se dirige hacia la (primera) superficie de la pieza de trabajo, preferiblemente plana. La al menos una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo está definida por un contorno (silueta) que limita la pieza de trabajo. La parte de la pieza de trabajo se puede separar de la pieza de trabajo si la pieza de trabajo se corta a lo largo de una línea de separación (cerrada) siguiendo el contorno. La parte de la pieza de trabajo es un objeto físico que se puede extraer en su totalidad de la pieza de trabajo restante (rejilla residual).

Según la invención, mediante el chorro de procesamiento se crea en primer lugar (al menos) una cavidad en la pieza de trabajo o en la (primera) superficie de la pieza de trabajo orientada hacia el cabezal de chorro. La cavidad se genera a lo largo de al menos una sección de un contorno de al menos una parte de la pieza de trabajo que se va a separar de la pieza de trabajo. La cavidad puede extenderse a lo largo de todo el contorno de la parte de la pieza de trabajo. Sin embargo, la cavidad también puede extenderse solo a lo largo de una o varias secciones del contorno de la parte de la pieza de trabajo. En especial, la cavidad puede presentar varias secciones a lo largo del contorno de una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo. En la generación de la cavidad se mueve un eje del chorro de procesamiento con al menos un componente de movimiento paralelo al plano de la superficie de la pieza de trabajo. En especial, el eje del chorro de procesamiento se mueve con dos componentes de movimiento que son paralelos (perpendiculares entre sí) al plano de la superficie de la pieza de trabajo. En el caso de un gran número de partes de piezas de trabajo a separar de la pieza de trabajo, también se pueden generar correspondientemente varias cavidades a lo largo de los contornos de varias partes de piezas de trabajo, en donde no necesariamente está asignado una cavidad a cada parte de la pieza de trabajo. De la pieza de trabajo también se pueden separar partes de la pieza de trabajo, a lo largo de cuyo contorno no se forma ninguna cavidad. Sin embargo, según la invención se genera al menos una cavidad a lo largo del contorno de una parte de una pieza de trabajo a separar. En principio, a lo largo del contorno de una misma parte de una pieza de trabajo se extiende solo una única cavidad.

Tras la generación de al menos una cavidad, se cambia una posición de enfoque del chorro de procesamiento de modo que el chorro de procesamiento tenga un diámetro de chorro más pequeño en la pieza de trabajo.

A continuación, mediante el chorro de procesamiento se genera con la posición de enfoque modificada una ranura en la pieza de trabajo a lo largo de al menos una sección del contorno de la al menos una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo. La ranura se genera al menos parcialmente dentro de la cavidad de la al menos una parte de la pieza de trabajo. En la generación de la ranura se mueve un eje del chorro de procesamiento con dos componentes de movimiento paralelos (perpendiculares entre sí) al plano de la superficie de la pieza de trabajo. La ranura se genera dentro de la cavidad de la al menos una parte de la pieza de trabajo y, en caso dado, también fuera de la cavidad, en donde la ranura fuera de la cavidad sigue preferiblemente a la ranura dentro de la cavidad. En el caso de un gran número de partes de piezas de trabajo a separar de la pieza de trabajo, también se generan correspondientemente varias ranuras en la pieza de trabajo, en donde no se asigna necesariamente una cavidad a cada parte de la pieza de trabajo a lo largo de cuyo contorno se genera una ranura. De la pieza de trabajo también se pueden separar partes de la pieza de trabajo a lo largo de cuyo contorno no se forma ninguna cavidad. Sin embargo, según la invención se genera una ranura en cada cavidad presente (y en caso dado más allá). Cada ranura en el sentido de la invención forma un contorno y se extiende a lo largo del contorno de una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo. En principio, a lo largo del contorno de una misma pieza de trabajo solo se extiende una única ranura. La ranura puede extenderse a lo largo de todo el contorno de la parte de la pieza de trabajo, en donde la parte de la pieza de trabajo se corta (se libera por corte) completamente de la pieza de trabajo. La parte de la pieza de trabajo se puede separar inmediatamente del resto de la pieza de trabajo (rejilla residual). Sin embargo, la ranura también puede extenderse solo a lo largo de una o varias secciones del contorno de la parte de la pieza de trabajo y, por lo tanto, presentar varias secciones, es decir, la ranura está interrumpida. En especial, una ranura puede ser interrumpida por uno o varios nervios de pequeñas dimensiones (microuniones), que unen la parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo con la pieza de trabajo restante (rejilla residual). Una microunión de este tipo tiene típicamente una dimensión máxima de 1,5 mm a lo largo del contorno de la parte de la pieza de trabajo. Las microuniones generalmente se seccionan manualmente (por ejemplo, mediante rotura de la parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo). Sin embargo, también es posible el corte completo, es decir, la liberación por corte de una parte de la pieza de trabajo seccionando las microuniones mediante el chorro de procesamiento.

Tal como se utiliza aquí y a continuación, el término "cavidad" designa una depresión (calado) de la pieza de trabajo, o bien de la (primera) superficie de pieza de trabajo plana. La cavidad no penetra en la pieza de trabajo. Por el contrario, el término "ranura" designa una abertura, bien rotura de la pieza de trabajo. Puesto que en el procedimiento según la invención además de un procesamiento por separación de la pieza de trabajo para la generación de una ranura también tiene lugar un procesamiento sin separación de la pieza de trabajo para la generación de una cavidad, en lugar de chorro de corte se utiliza el término "chorro de procesamiento".

En la generación de la al menos una cavidad, un eje del chorro de procesamiento se mueve con al menos un componente de movimiento paralelo (por ejemplo horizontal) al plano de la (primera) superficie de la pieza de trabajo. El movimiento del chorro de procesamiento durante la generación de la al menos una cavidad comprende ventajosamente dos componentes de movimiento perpendiculares entre sí y paralelos al plano de la (primera) superficie de la pieza de trabajo. Según la invención, en especial con respecto a la primera superficie de la pieza de

trabajo, preferiblemente plana, se genera una cavidad alargada, o bien oblonga con una extensión, o bien curso, siendo la cavidad alargada fundamentalmente diferente de una cavidad circular que se genera mediante un chorro de procesamiento estacionario (inmóvil).

La extensión de una cavidad es en principio arbitraria siempre que se extienda a lo largo de al menos una sección del contorno de una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo. Por ejemplo, la cavidad presenta un curso recto. En este caso, el chorro de procesamiento se mueve preferiblemente a lo largo de una trayectoria rectilínea (línea) en la generación de la cavidad. Asimismo, según la invención es posible y está previsto que la cavidad tenga un curso no rectilíneo (curvado). En este caso, el chorro de procesamiento se mueve a lo largo de una trayectoria (línea) no rectilínea en la generación de la cavidad. La cavidad puede presentar varias secciones, que se extienden respectivamente a lo largo del contorno de una parte de una pieza de trabajo y es entonces una cavidad interrumpida. La cavidad puede extenderse también a lo largo de todo el contorno de una parte de una pieza de trabajo y es entonces una cavidad cerrada.

En la generación de una ranura se mueve un eje del chorro de procesamiento con dos componentes de movimiento perpendiculares entre sí, paralelos al plano de la superficie de la pieza de trabajo. En este caso se genera una ranura alargada, o bien alargada con una extensión, o bien curso, especialmente en relación con la primera superficie de la pieza de trabajo, preferiblemente plana. La ranura alargada es en principio diferente de un orificio circular que se genera mediante un chorro de procesamiento estacionaria (inmóvil).

El curso de una ranura es en principio arbitrario, en donde la ranura (en el sentido de la invención una ranura que forma el contorno) se extiende siempre a lo largo del contorno de una parte de una pieza de trabajo. La generación de una ranura que no forma un contorno, por ejemplo para traspasar un chorro de corte en la pieza de trabajo y acercar o alejar el chorro de corte del contorno de una parte de una pieza de trabajo, no se considera una ranura en el sentido de la invención. En cualquier caso, se genera una ranura dentro de una cavidad, pero también se puede generar fuera de la cavidad, preferiblemente a continuación de la ranura dentro de la cavidad.

De manera especialmente preferida, la ranura (que forma el contorno) dentro de una cavidad sigue el curso de la cavidad. En la generación de la ranura, el chorro de procesamiento se mueve preferiblemente a lo largo de una trayectoria idéntica o equidistante a la trayectoria del chorro de procesamiento durante la generación de la cavidad.

Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, se genera una ranura cerrada a lo largo del contorno de una parte de una pieza de trabajo para liberar por corte la pieza de trabajo. Ventajosamente, pero no necesariamente, también está prevista una cavidad que se extiende a lo largo del contorno de la parte de la pieza de trabajo, por ejemplo a lo largo de todo el contorno. Ventajosamente, la cavidad y la ranura tienen respectivamente una forma circular, liberándose por corte la parte de la pieza de trabajo en forma de disco de la pieza de trabajo.

Según otra forma de realización preferida del procedimiento según la invención, a lo largo del contorno de la parte de la pieza de trabajo se genera una ranura interrumpida mediante al menos un nervio (de unión). Para separar la parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo, preferentemente se separa el al menos un nervio mediante el chorro de procesamiento, en donde también es posible quemar el al menos un nervio de otra manera, por ejemplo mediante desprendimiento de la parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo.

Si a una parte de la pieza se asigna una cavidad, es decir, si una cavidad se extiende a lo largo de la al menos una sección de la parte de la pieza de trabajo, en la parte de la pieza de trabajo separada de la pieza de trabajo se encuentra siempre una parte de la cavidad, en donde la otra parte de la cavidad permanece en la pieza de trabajo restante (rejilla residual). La parte de la pieza de trabajo separada de la pieza de trabajo puede ser una buena pieza, en donde la parte de la cavidad dispuesta por encima representa, por ejemplo, un borde biselado formado selectivamente. Sin embargo, también es posible que la parte de la pieza de trabajo se deseché como pieza de desecho. Mediante separación de la parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo se genera una rotura o un orificio en la pieza de trabajo restante (rejilla residual), cuyo borde limitante presenta la otra parte de la cavidad. Tras la separación de una parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo, la pieza de trabajo presenta una sección de cavidad (parte de la cavidad). Sobre la pieza restante (rejilla residual) queda otra sección de cavidad (parte de la cavidad). Preferiblemente, la sección de cavidad que queda en la pieza de trabajo y/o en la parte de la pieza de trabajo tras la separación de una parte de la pieza de trabajo de la pieza de trabajo está configurada en forma de un bisel.

A modo de ejemplo, se pueden generar una o más roturas (orificios) dentro de una (primera) parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo, en donde se elimina una (segunda) parte de la pieza de trabajo adicional de la pieza de trabajo para cada orificio. Ventajosamente, se asignan cavidades a las segundas partes de piezas de trabajo, en donde una cavidad se extiende al menos a lo largo de una sección del contorno, en especial completamente a lo largo del contorno de una segunda parte de la pieza de trabajo. Los orificios generados mediante eliminación de las segundas partes de piezas de trabajo dentro de la primera parte de la pieza de trabajo presentan ventajosamente una parte de la cavidad en cada caso, que está configurada preferentemente en forma de un bisel. De esta manera se puede producir de forma sencilla, económica y rápida una (primera) parte de la pieza de trabajo con uno o varios orificios con biseles. No es necesario asignar una cavidad a la primera parte de trabajo.

En el procedimiento según la invención, generalmente hay que separar de la pieza de trabajo un gran número de partes de piezas de trabajo. Según la invención, son posibles y están previstos diversos procedimientos. Por ejemplo, inmediatamente después de la generación de una cavidad, también se puede generar una ranura dentro (y en caso dado también fuera) de la cavidad. Esto significa que a la generación de una cavidad sigue inmediatamente la generación de la ranura de la cavidad. Sin embargo, también es posible generar una pluralidad de cavidades en sucesión inmediata durante un primer periodo de tiempo, seguido de una generación de una pluralidad de ranuras dentro de un segundo periodo de tiempo que sigue al primer periodo de tiempo, en donde se genera una (única) ranura dentro (y, en caso dado, también fuera) de una cavidad ya generada. No se genera ninguna ranura durante el primer periodo y no se crea ninguna cavidad durante el segundo periodo.

El chorro de procesamiento para la generación de una cavidad y el chorro de procesamiento para la generación de una ranura presentan posiciones de enfoque diferentes entre sí. Concretamente, la posición de enfoque del chorro de procesamiento se cambia de modo que el diámetro del chorro en la pieza de trabajo sea menor en la generación de una ranura que en la generación de una cavidad. En otras palabras, en la generación de una cavidad, el diámetro del chorro en la pieza de trabajo es mayor que en la generación de una ranura. La posición de enfoque del chorro de procesamiento se cambia antes de la generación de una ranura y la ranura se genera con la posición de enfoque cambiada.

Mediante un cambio del diámetro del chorro en la pieza de trabajo debido a un cambio en la posición de enfoque, se puede conseguir que la densidad de potencia en la pieza de trabajo en la generación de una cavidad sea menor que la densidad de potencia en la pieza de trabajo en la generación de una ranura. La posición de enfoque se ajusta preferiblemente de la manera deseada mediante desplazamiento del cabezal de chorro perpendicularmente a la base de la pieza de trabajo, o bien perpendicularmente a la (primera) superficie de pieza de trabajo plana y se cambia de modo que se presente una densidad de potencia adecuada en la pieza de trabajo para la generación de una cavidad o de una ranura. Normalmente, el cabezal de chorro se desplaza en sentido vertical. Si la pieza de trabajo se encuentra en la zona divergente del chorro de procesamiento (el enfoque está por encima de la pieza de trabajo, o bien de la (primera) superficie de pieza de trabajo plana), el diámetro del chorro en la pieza de trabajo se puede reducir mediante desplazamiento del cabezal de chorro hacia la pieza de trabajo (la distancia entre el cabezal de chorro y la pieza de trabajo se reduce). Por el contrario, al alejar el cabezal de chorro de la pieza de trabajo (se aumenta la distancia entre el cabezal de chorro y la pieza de trabajo, o bien la (primera) superficie de pieza de trabajo plana), se puede aumentar el diámetro del chorro en la pieza de trabajo. En la generación de una ranura, el enfoque tiene típicamente una distancia de la pieza de trabajo esencialmente mayor. En la generación de una cavidad, el enfoque tiene típicamente una distancia de la pieza de trabajo esencialmente mayor. Además o como alternativa al desplazamiento del cabezal de chorro, se puede cambiar ópticamente la posición de enfoque del chorro de procesamiento.

Preferiblemente, la densidad de potencia del chorro de procesamiento sobre la pieza de trabajo para generar una cavidad asciende a menos del 50 %, menos del 40 %, menos del 30 %, menos del 20 %, menos del 10 % o incluso menos del 1 % de la densidad de potencia del chorro de procesamiento en la pieza de trabajo para la generación de una ranura. Esta diferencia en la densidad de potencia se refleja en un cambio del diámetro del chorro, o bien del área de la sección transversal circular de la pieza de trabajo. Preferiblemente, el área de la sección transversal en la pieza de trabajo para la generación de una ranura asciende a menos del 50 %, menos del 40 %, menos del 30 %, menos del 20 %, menos del 10 % o incluso menos del 1 % del área de la sección transversal en la pieza de trabajo para la generación de una cavidad. Los valores indicados se consideran de forma análoga al diámetro de chorro en la sección transversal, en donde hay que tener en cuenta que el área de la sección transversal resulta del producto de la mitad al cuadrado del diámetro de chorro por el número circular π .

En los dispositivos de corte por láser actuales, el diámetro del rayo sobre la pieza de trabajo durante el procesamiento de separación se sitúa típicamente en 1/10 a 5/10 mm. Para la generación de una cavidad mediante un rayo láser, el diámetro del rayo según la presente invención es preferiblemente de al menos 1,5 mm y se sitúa, a modo de ejemplo, en el intervalo de 3 a 25 mm. Por consiguiente, la anchura de una cavidad (es decir, la dimensión más corta de la cavidad en un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad) asciende siempre al menos a 3 mm y se sitúa, a modo de ejemplo, en el intervalo de 4 a 15 mm.

En el procedimiento según la invención se genera una ranura dentro (y en caso dado también fuera) de al menos una cavidad. En vista perpendicular a través de la pieza de trabajo, o bien de la (primera) superficie de pieza de trabajo, preferiblemente plana, chorreada por el chorro de procesamiento, la ranura se encuentra, por ejemplo, completamente dentro de la cavidad. La vista perpendicular a través del plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo plana corresponde a una proyección de la ranura y la cavidad en el plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo. Sin embargo, la ranura también se puede encontrar fuera de la cavidad, en especial como continuación de la ranura dentro de la cavidad.

Una cavidad siempre está limitada por un borde de cavidad. El borde de cavidad es la zona de la pieza de trabajo donde la cavidad comienza a profundizarse. La ranura que se encuentra dentro de la cavidad presenta siempre una distancia desde el borde de la cavidad distinta de cero, al menos con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad alargada. Se entiende que la ranura pasa el borde de la cavidad cuando continúa más allá de la cavidad. Si la ranura se encuentra completamente dentro de la cavidad, la ranura presenta siempre (es decir, completamente) una distancia distinta de cero hasta el borde de la cavidad. Preferiblemente, la cavidad se profundiza hacia la ranura.

De manera especialmente preferida, la ranura tiene la posición más profunda dentro de la cavidad. Ventajosamente, la ranura está dispuesta por así decirlo en el fondo de la cavidad.

De manera particularmente preferida, la ranura tiene una posición centrada dentro de la cavidad, al menos con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad alargada. Si la ranura se encuentra completamente dentro de la cavidad, esto se considera en toda su extensión, en donde siempre es constante la distancia entre la ranura y el borde de la cavidad alrededor de la ranura.

Preferiblemente, en vista vertical a través de la (primera) superficie de la pieza de trabajo preferiblemente plana, al menos con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad alargada, la distancia más corta entre la ranura y el borde de la cavidad que limita la cavidad es siempre al menos 0,5 mm, en particular al menos 1 mm y se sitúa, a modo de ejemplo, en el intervalo de 0,5 mm a 10 mm. En la generación de la ranura dentro de la cavidad, el punto de chorro (superficie chorreada sobre la pieza de trabajo) está preferentemente solo dentro de la cavidad y está espaciado del borde de la cavidad.

Si en la pieza de trabajo se genera un orificio con bisel circundante mediante formación de al menos una ranura cerrada (por ejemplo, una ranura anular) dentro de una cavidad, el orificio incluyendo biseles circundantes tiene preferiblemente un diámetro de al menos 6 mm, que se encuentra en especial en el intervalo de 8 a 30 mm. El propio orificio tiene preferentemente un diámetro de al menos 1 mm.

En el procedimiento según la invención se generan sucesivamente al menos una cavidad y una ranura al menos parcialmente dentro de la cavidad. Este orden cronológico tiene la ventaja especial de que la ranura no puede verse afectada por el material desgastado durante la generación de la cavidad. Si la cavidad se genera después de la ranura, esto tiene por consecuencia que el material desgastado de la cavidad se inyecta en la ranura. Esto se puede evitar ventajosamente según la invención.

Una cavidad puede estar formada como redondeo del borde de la ranura y de manera especialmente preferida como bisel del borde de corte de la ranura. Según el uso común, el término "bisel" designa un ensanchamiento de la ranura hacia la superficie de la pieza de trabajo, es decir, un calado de la superficie de la pieza de trabajo hacia la ranura. Una cavidad está configurada preferentemente en forma de una superficie inclinada, por ejemplo una superficie inclinada que se ensancha al menos aproximadamente de forma cónica, en donde es posible en principio cualquier forma del área de la cavidad (cónica, cóncava y/o plana).

El procedimiento según la invención posibilita la generación de ranuras dentro de cavidades de forma especialmente sencilla y rápida. Como ya se ha indicado, de manera especialmente ventajosa, antes de la separación de una parte de la pieza de trabajo, se puede generar una cavidad dentro de la parte de la pieza de trabajo a lo largo de al menos una sección de un contorno de al menos otra parte de la pieza de trabajo y una ranura al menos dentro de la cavidad. Si se generan ranuras cerradas, en particular ranuras anulares, se libera por corte respectivamente una parte (protuberancia interior) de la pieza de trabajo, de modo que se generan orificios en la pieza de trabajo. Los orificios están rodeados respectivamente por la parte de la cavidad que queda en la pieza de trabajo restante (rejilla residual). De este modo, con especial ventaja se pueden realizar de forma rápida y eficiente orificios con secciones de cavidad, por ejemplo formados como bisel, dentro de una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo mediante el chorro de procesamiento. Ventajosamente se puede prescindir de un complejo procesamiento posterior de los bordes de corte de los orificios en la parte de la pieza de trabajo separada, de modo que la producción de piezas de trabajo con orificios con biseles se puede efectuar de forma más rápida, económica y eficiente.

Por lo tanto, una configuración particularmente preferida de la invención se refiere a un procedimiento en el que en una parte de la pieza de trabajo a separar de la pieza de trabajo se generan uno o más orificios, que están parcial o completamente rodeados por una sección de cavidad, en especial que forman un bisel para el orificio. A la parte de la pieza de trabajo a separar, que está provista de uno o varios orificios, no necesariamente se debe asignar una cavidad, es decir, una cavidad no tiene que extenderse necesariamente a lo largo de su contorno.

Las cavidades y las ranuras para la generación de orificios se introducen en la parte de la pieza de trabajo respectivamente antes de su separación, en especial liberación por separación de la rejilla residual. Esto significa que una parte de la pieza de trabajo solo se separa de la pieza de trabajo, en particular se corta completamente (se libera por corte) de la pieza de trabajo, cuando ya se han formado las correspondientes cavidades y ranuras para la generación de orificios dentro de la parte de la pieza de trabajo. En especial, una pieza de trabajo solo se corta cuando los orificios correspondientes están formados con biseles. Por lo tanto, no se efectúa ningún procesamiento de una parte de la pieza de trabajo ya liberada por corte mediante el procedimiento según la invención, es decir, con el procedimiento según la invención no se generan orificios en partes de la pieza de trabajo ya separadas, en especial liberadas por corte de la pieza de trabajo.

Si se genera una ranura tras la generación de una cavidad, el diámetro del chorro en la pieza de trabajo se ajusta adecuadamente (es decir, se reduce) para la generación de la ranura mediante un cambio de la posición de enfoque. La posición de enfoque se ajusta preferiblemente mediante desplazamiento del cabezal de chorro perpendicularmente a la base de la pieza de trabajo, o bien perpendicularmente a la (primera) superficie de pieza de trabajo preferiblemente plana, en donde la distancia de trabajo entre el cabezal de chorro y la pieza de trabajo se reduce. Si se genera una

cavidad tras la generación de una ranura, el diámetro del chorro en la pieza de trabajo se ajusta apropiadamente (es decir, se aumenta) para la generación de la cavidad de manera análoga mediante un cambio de la posición de enfoque. La posición de enfoque se ajusta preferiblemente mediante desplazamiento del cabezal de chorro perpendicularmente a la base de la pieza de trabajo o perpendicularmente al plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo, en donde la distancia de trabajo entre el cabezal de chorro y la pieza de trabajo se aumenta.

Ventajosamente, en el procedimiento según la invención, la forma de una cavidad creada no está predeterminada por la geometría del chorro, ya que durante la creación de la cavidad el chorro de procesamiento se mueve, de modo que siempre se genera una cavidad alargada. Por lo tanto, la forma de la cavidad es diferente de la geometría del chorro. De manera correspondiente, la forma de una ranura que se encuentra dentro (y en caso dado también fuera) de la cavidad no está predeterminada por la geometría del chorro, ya que durante la generación de la ranura también se mueve el chorro de procesamiento, de modo que se genera una cavidad alargada preferiblemente según el curso de la cavidad. Por lo tanto, la forma de la ranura siempre difiere de la geometría del chorro.

En el procedimiento según la invención se genera preferentemente una cavidad y/o una ranura mediante un chorro de procesamiento en onda continua. Esto significa que el chorro de procesamiento no se desconecta durante la generación de la cavidad y/o la ranura.

En la generación de una ranura, la pieza de trabajo se procesa generalmente de forma separada, en donde el chorro de procesamiento tiene una densidad de potencia sobre la pieza de trabajo que está dimensionada de tal manera que la pieza de trabajo se seccione completamente. El chorro de procesamiento (por ejemplo rayo láser) interactúa con un chorro de gas de trabajo dirigido a la ranura. Mediante el uso de oxígeno como gas de trabajo, se puede aumentar la densidad de potencia absorbida por la pieza de trabajo. Para la generación de la ranura, primero se debe traspasar el chorro de procesamiento (por ejemplo rayo láser) en la pieza de trabajo. En el sentido de la invención, esta perforación no debe considerarse generación de una ranura.

Según una configuración ventajosa del procedimiento según la invención, durante la generación de la misma cavidad se modifica la densidad de potencia del chorro de procesamiento sobre la pieza de trabajo. Esta medida permite ajustar selectivamente la profundidad y/o la forma de la cavidad. Un cambio en la densidad de potencia durante la generación de la cavidad se ocasiona preferiblemente mediante un cambio del diámetro del chorro sobre la pieza de trabajo mediante un cambio de la posición de enfoque. Para este fin, de manera especialmente preferente, durante la generación de la cavidad se cambia la altura del cabezal de chorro sobre la pieza de trabajo, o bien el plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo, es decir, el cabezal de chorro se desplaza con un componente de movimiento perpendicular al plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo (normalmente en sentido vertical). El cambio de la posición de enfoque durante la generación de la cavidad es solo una posibilidad de cambiar la densidad de potencia del chorro de procesamiento en la pieza de trabajo. El especialista conoce otras posibilidades, en especial un cambio de tipo y composición del gas de trabajo.

Normalmente, el eje del chorro de procesamiento durante la generación de la cavidad y la ranura es siempre perpendicular al soporte plano de la pieza de trabajo, o bien perpendicular al plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo chorreada, es decir, el ángulo entre el eje del chorro y el soporte de la pieza de trabajo asciende a 90°. Esto trae consigo ventajas técnicas de control. Además se pueden ahorrar costes para la realización técnica de un giro correspondiente del chorro de procesamiento con respecto al plano del soporte de la pieza de trabajo.

Sin embargo, también es concebible que el eje del chorro cambie al chorrear la pieza de trabajo, en donde el eje del chorro ocupa al menos temporalmente un ángulo distinto de 90° con respecto al soporte de la pieza de trabajo, o bien al plano de la (primera) superficie de pieza de trabajo irradiada, durante la generación de una ranura y/o durante la generación de una cavidad. La orientación del chorro de procesamiento se puede lograr mediante un giro del cabezal de chorro (mecánicamente) y/o un giro del chorro de procesamiento (ópticamente). Por ejemplo, mediante un giro del chorro de procesamiento durante la generación de la cavidad se puede barrer una zona más grande de la pieza de trabajo, lo que puede resultar ventajoso.

Según otra configuración del procedimiento según la invención, se efectúa un procesamiento posterior de la ranura y/o la cavidad mediante el chorro de procesamiento. Para este procesamiento posterior, el chorro de procesamiento presenta una densidad de potencia sobre la pieza de trabajo que está dimensionada de manera que la pieza de trabajo no se seccione, es decir, que no se cree ninguna rotura en la pieza de trabajo. Más bien, la densidad de potencia se dimensiona de tal manera que la pieza de trabajo se procesa sin separación y sin unión. En el procesamiento posterior de ranura y/o cavidad son posibles y están previstos diferentes casos de aplicación. Normalmente, pero no necesariamente, la ranura y la cavidad se procesan de manera conjunta.

En un caso de aplicación, se elimina una capa de óxido generada por el oxígeno del gas de trabajo en la zona de la cavidad y/o la ranura. En otro caso de aplicación se elimina las rebabas (por ejemplo microrebabas) en la zona de la cavidad y/o la ranura. La rebaba se encuentra frecuentemente en la (segunda) superficie de pieza de trabajo que está alejada del chorro de procesamiento. En otro caso de aplicación, la pieza de trabajo se trata térmicamente, a modo de ejemplo se endurece o se somete a recocido blando. En otro caso de aplicación, la cavidad y/o la ranura se dotan de un revestimiento (por ejemplo revestimiento de zinc). Esto se puede efectuar de manera sencilla mediante adición de una sustancia que genere el recubrimiento (por ejemplo zinc) a un chorro de gas de revestimiento. El chorro de gas

de revestimiento se diferencia del chorro de gas de trabajo conducido coaxialmente al chorro de procesamiento. Mediante esta medida se pueden procesar con separación térmicamente de forma especialmente ventajosa piezas de trabajo ya revestidas. No es necesario un eventual revestimiento posterior fuera del chorreado.

5 El procedimiento según la invención para el chorreado 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 el procesamiento posterior de la pieza de trabajo, los casos de aplicación descritos anteriormente, así como otros casos de aplicación, se pueden realizar individualmente o en cualquier combinación en el ámbito de las reivindicaciones divulgadas.

10 Según una configuración del procedimiento según la invención, mediante el chorro de procesamiento se genera una segunda cavidad a través de la ranura en la (segunda) superficie de pieza de trabajo no chorreada. Con este fin se ajustan adecuadamente la posición de enfoque y la densidad de potencia en la pieza de trabajo. De este modo, por ejemplo, una ranura se puede dotar de un bisel respectivo en ambas superficies de pieza de trabajo de la pieza de trabajo.

15 La invención se extiende además a un dispositivo de chorreado con un chorro de procesamiento guiado por un cabezal de chorro para el chorreado, a modo de ejemplo, de una pieza de trabajo en forma de placa o tubular, que presenta un dispositivo de control electrónico para el control/la regulación del chorreado de la pieza de trabajo, que está configurado para la realización del procedimiento según la invención (mediante técnica de programación).

20 Además, la invención se extiende a un código de programa para un dispositivo de control electrónico adecuado para el procesamiento de datos para tal dispositivo de chorreado, que contiene comandos de control que hacen que el dispositivo de control lleve a cabo el procedimiento según la invención. Por lo demás, la invención se extiende a un producto de programa informático (medio de almacenamiento) con un código de programa almacenado para un dispositivo de control electrónico adecuado para el procesamiento de datos para tal dispositivo de chorreado, que contiene comandos de control que hacen que el dispositivo de control lleve a cabo el procedimiento según la invención.

25 Se entiende que las configuraciones de la invención mencionadas anteriormente son utilizables en modo individual o en cualquier combinación sin abandonar el ámbito de las reivindicaciones divulgadas de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica ahora con más detalle mediante ejemplos de realización, en donde se hace referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

30 la Fig. 1 una representación esquemática de un dispositivo de chorreado ejemplar para la realización del procedimiento según la invención para el chorreado de una pieza de trabajo;

la Fig. 2-9 una configuración diferente del procedimiento según la invención;

la Fig. 10 un diagrama de flujo del procedimiento según la invención. Descripción detallada de los dibujos.

35 Considérese primero la Figura 1, donde se ilustra un dispositivo de chorreado conocido para el corte por chorro de piezas de trabajo en forma de placa. El dispositivo de chorreado, designado en total con el número de referencia 1, comprende un dispositivo de corte por chorro 2 con un cabezal de chorro 3, así como una mesa de trabajo 4 con un soporte de pieza de trabajo 5 plano para una pieza de trabajo 9 (no mostrado en la Figura 1, véanse Figuras 2 a 6), a modo de ejemplo una chapa metálica plana. El soporte de la pieza de trabajo 5 está sostenido por un travesaño 6, que está guiado de forma desplazable a lo largo de un sentido axial (sentido x).

40 En el travesaño 6 está montado un carro guía 7 para el cabezal de chorro 3, que se guía de forma desplazable en el travesaño 6 a lo largo de un segundo sentido axial (sentido y) perpendicular al primer sentido axial. De este modo, el cabezal de chorro 3 se puede desplazar en un plano abarcado por los dos sentidos axiales (sentidos x, y) paralelas y con respecto a, a modo de ejemplo, el soporte de pieza de trabajo 5 horizontal. El cabezal de chorro 3 está formado además para ser desplazable verticalmente en un tercer sentido axial (sentido z) perpendicular al primer y segundo sentidos axiales, mediante lo cual se puede cambiar la distancia perpendicularmente al soporte de pieza de trabajo 5 o a la pieza de trabajo 9. En un soporte de pieza de trabajo 5 horizontal, el sentido z corresponde al sentido de la gravedad. El cabezal de chorro 3 presenta en su lado orientado hacia el soporte de pieza de trabajo 5 una tobera de chorro 13 que se estrecha en forma cónica hacia el soporte de pieza de trabajo 5. El cabezal de chorro 3 sirve para guiar un chorro de procesamiento 14 (véase, por ejemplo, la Figura 2), aquí a modo de ejemplo un rayo láser, así como un chorro de gas de trabajo 15 (no representado más detalladamente en las figuras). El chorro de procesamiento se genera por una fuente de chorro de procesamiento 8 y se conduce, a modo de ejemplo, a través de un tubo guía de chorro y varios espejos deflectores o un cable conductor de luz hasta el cabezal de chorro 3. El chorro de procesamiento se puede dirigir a la pieza de trabajo en forma agrupada (es decir, enfocado) mediante una lente de enfoque u óptica adaptativa. Debido a la desplazabilidad del cabezal de chorro 3 a lo largo del primer sentido axial (sentido x) y el segundo sentido axial (sentido y), se puede acceder a cualquier punto de la pieza de trabajo 9 con el chorro de procesamiento 14. La pieza de trabajo 9 presenta dos superficies de pieza de trabajo 10, 11 opuestas (véase, por ejemplo, la Figura 2), en donde una primera superficie de pieza de trabajo 10 está orientada hacia la tobera

de chorro 13 y una segunda superficie de pieza de trabajo 11 es opuesta a la tobera de chorro 13. Debido a la desplazabilidad en altura del cabezal de chorro 3 en sentido z, la distancia de trabajo de la tobera de chorro 13 a la pieza de trabajo 9 se puede ajustar a través de un cambio de la distancia a la primera superficie de pieza de trabajo 10. La distancia del cabezal de chorro 3 desde la primera superficie de pieza de trabajo 10 se puede ajustar antes, durante y después del chorreado. La posición de enfoque del chorro de procesamiento 14 se puede ajustar mediante un cambio de la distancia de la tobera de chorro 13 desde la primera superficie de pieza de trabajo 10 y mediante elementos ópticos en el cabezal de chorro 3, a modo de ejemplo una óptica adaptativa.

Para expulsar la masa fundida de la junta de corte y de la cavidad sirve un chorro de gas de trabajo 15 (no representado más detalladamente en las figuras). El chorro de gas de trabajo 15 se genera por un dispositivo generador de chorro de gas no representado. Como gas de trabajo inerte se utiliza, a modo de ejemplo, helio (He), argón (Ar) o nitrógeno (N₂). Habitualmente se utiliza oxígeno (O₂) como gas de trabajo reactivo. También se conoce el uso de mezclas de gases. El chorro de gas de trabajo 15 sale de la tobera de chorro 13 y se conduce coaxialmente al chorro de procesamiento 14 hasta el punto de procesamiento e incide sobre la primera superficie de pieza de trabajo 10 de la pieza de trabajo 9 con una presión de gas (inicial) predeterminada por el dispositivo generador de chorro de gas.

Como se muestra en la Figura 1, el soporte de pieza de trabajo 5 plano está constituido, a modo de ejemplo, por un gran número de elementos de soporte con, a modo de ejemplo, puntas de puntos de soporte de forma triangular, que definen conjuntamente un plano de soporte para la pieza de trabajo 9 a procesar. Los elementos de soporte están realizados aquí, a modo de ejemplo, como nervios de soporte alargados, que se extienden respectivamente a lo largo del sentido y y están dispuestos en yuxtaposición en disposición paralela a lo largo del sentido x y, a modo de ejemplo, con una distancia intermedia constante. No se representa más detalladamente un dispositivo de succión a través del cual se pueden aspirar humos de corte, partículas de escoria y pequeñas partículas de residuos generadas durante el corte por chorro.

Para el control/la regulación del procedimiento según la invención para el chorreado de la pieza de trabajo 9 en el dispositivo de chorreado 1 sirve un dispositivo de control 12 controlado por programa.

Ahora se hace referencia a las Figuras 2 a 9, donde se representan configuraciones ejemplares del procedimiento según la invención para el chorreado de una pieza de trabajo 9 mediante el dispositivo de chorreado 1 de la Figura 1. Con el fin de una representación simplificada y para la suficiente comprensión de la invención, solo se muestran la tobera de chorro 13 y el chorro de procesamiento 14 que sale de la tobera de chorro 13 en combinación con la pieza de trabajo 9.

Considérese primero la Figura 2, donde se muestran la pieza de trabajo 9 en forma de placa con las dos superficies de pieza de trabajo 10, 11 planas y paralelas y la tobera de chorro 13. Una primera superficie (superior) de pieza de trabajo 10 está orientada hacia la tobera de chorro 13. La segunda superficie (inferior) de pieza de trabajo 11 está orientada en sentido opuesto a la tobera de chorro 13. El chorro de procesamiento 14 que sale de la tobera de chorro 13 (así como el chorro de gas de trabajo 15 no representado más detalladamente) inciden sobre la primera superficie de pieza de trabajo 10. El chorro de procesamiento 14 está configurado en forma de un cono de chorro con un eje de chorro 20 central y enfocado en un foco 19. El eje de chorro 20 central, que corresponde al eje de simetría del cono de chorro, está dirigido perpendicularmente a la primera superficie de pieza de trabajo 10. La tobera de chorro 13 tiene una distancia de trabajo A relativamente grande desde la primera superficie de pieza de trabajo 10 y el foco 19 se encuentra cerca de la tobera de chorro 13, en donde la pieza de trabajo 9 se encuentra en la zona divergente del chorro de procesamiento 14, lo que conduce a un punto de chorro 21 relativamente ancho con un diámetro de chorro D relativamente grande sobre la pieza de trabajo 9, o bien la primera superficie de pieza de trabajo 10. El diámetro de chorro D se dimensiona perpendicularmente al eje de chorro 20 y en el punto en el que el chorro de procesamiento 14 incide sobre la pieza de trabajo 9. La posición de enfoque y, por lo tanto, el diámetro de chorro D se seleccionan de modo que la densidad de potencia en la pieza de trabajo 9 del chorro de procesamiento 14 sea relativamente baja y el chorro de procesamiento 14 solo genere una cavidad 17 y la pieza de trabajo 9 no sea penetrada (procesamiento sin separación).

En la generación de la cavidad 17, el chorro de procesamiento 14, o bien la tobera de chorro 13, se mueve en un plano paralelo (horizontal) al plano de soporte de pieza de trabajo 5. El movimiento del chorro de procesamiento 14 en la generación de la cavidad 17 comprende en principio al menos un componente de movimiento horizontal. El movimiento del chorro de procesamiento 14 también puede estar compuesto por dos componentes de movimiento perpendiculares entre sí (por ejemplo horizontales) (sentidos x e y), en donde el chorro de procesamiento 14 se mueve a lo largo de una trayectoria 25 curvada, en especial a lo largo de una trayectoria circular abierta o cerrada. (véase también la Figura 7). Por lo tanto, la cavidad 17 tiene siempre una forma alargada, o bien oblonga y se extiende a lo largo de una trayectoria 25 recta o arqueada, en especial a lo largo de una trayectoria cerrada, a modo de ejemplo una trayectoria cerrada circular. La forma longitudinal, o bien el curso de la cavidad 17 se puede definir arbitrariamente.

Perpendicularmente a la extensión, la cavidad 17 puede estar provista opcionalmente de una forma de sección transversal definida. En especial, la posición de enfoque y, por lo tanto, el diámetro del chorro D se pueden variar durante la generación de la cavidad 17 para ajustar selectivamente la profundidad y/o la forma de la sección transversal de la cavidad 17. En el caso de una reducción del diámetro del chorro D en la pieza de trabajo 9, la cavidad 17 se vuelve más profunda, es decir, los flancos se vuelven más inclinados, mientras que la cavidad 17 se vuelve más plana,

es decir, los flancos se vuelven menos inclinados cuando se aumenta el diámetro del chorro D en la pieza de trabajo 9.

En la Figura 7 se ilustra esquemáticamente de manera ejemplar la generación de una cavidad alargada 17. En consecuencia, el chorro de procesamiento 14 se mueve a lo largo de una trayectoria curvada (no rectilínea) 25, en donde la cavidad 17 se genera con un curso correspondiente.

Considérese ahora además la Figura 3, en la que la generación de una ranura 18 que penetra la pieza de trabajo 9 dentro de la cavidad 17 de la Figura 7 se ilustra mediante una representación análoga a la Figura 2. Con este fin se movió el cabezal de chorro 3 o la tobera de chorro 13, hacia la primera superficie de pieza de trabajo 10 (en sentido vertical), de modo que, en comparación con la producción de la cavidad 17, se presenta una distancia de trabajo A esencialmente menor entre la tobera de chorro 13 y la primera superficie de pieza de trabajo 10. La distancia de trabajo A para la producción de la ranura 18 es, a modo de ejemplo, al menos 6 veces menor, en especial al menos 10 veces menor que la distancia de trabajo A para la generación de la cavidad 17. De manera correspondiente, el punto de chorro 21 y el diámetro del chorro D en la pieza de trabajo es esencialmente menor. A modo de ejemplo, el área de la sección transversal del punto de chorro 21 sobre la pieza de trabajo es al menos 6 veces menor, en especial al menos 10 veces menor. El foco 19 del chorro de procesamiento 14 se encuentra dentro de la pieza de trabajo 9. Concretamente, el diámetro del chorro D para la generación de la ranura 18 está dimensionado de manera que la densidad de potencia del chorro de procesamiento 14 sobre la pieza de trabajo 9 conduce a un procesamiento con separación (penetración). de la pieza de trabajo 9.

Considérese ahora además la Figura 8. En la generación de la ranura 18, el chorro de procesamiento 14 se desplaza en un plano paralelo (por ejemplo horizontal) al plano de soporte de la pieza de trabajo 5. El movimiento del chorro de procesamiento 14 en la generación de la ranura 18 comprende dos componentes de movimiento perpendiculares entre sí (por ejemplo horizontales) (sentidos x e y), en donde el chorro de procesamiento 14 se mueve a lo largo de una trayectoria 25' curvada, mediante lo cual se genera la ranura 18. La ranura 18 se genera a lo largo del contorno 27 (imaginario) de una parte de la pieza de trabajo 26 a separar de la pieza de trabajo 9. El contorno 27 tiene aquí, a modo de ejemplo, un curso no lineal y no redondo, en donde sería igualmente posible un curso circular. También la cavidad 17 se generó de manera correspondiente a lo largo de una sección del contorno 27 de la parte de la pieza de trabajo 26. Como se ilustra en la Figura 8, la cavidad 17 no se extiende a lo largo de todo el contorno 27, sino solo a lo largo de una sección del mismo.

La ranura 18 se genera dentro de la cavidad 17 y se extiende más allá de la misma. La ranura 18 tiene una forma alargada, o bien oblonga. La forma longitudinal, o bien el curso de la ranura 18 se puede definir arbitrariamente, con la condición de que la ranura 18 siga siempre el contorno 27 y esté formada al menos dentro de la cavidad 17. Dentro de la cavidad 17, el curso de la ranura 18 corresponde al curso de la cavidad 17.

Las trayectorias 25, 25' en la generación de la cavidad 17 y la ranura 18 están dispuestas, a modo de ejemplo, iguales o equidistantes. Como se ilustra en la Figura 8, el chorro de procesamiento 14 se guía más allá de la cavidad 17 en la generación de la ranura 18 y la ranura 18 se cierra de manera que la parte de la pieza de trabajo 26 (protuberancia interior) se libera por corte de la pieza de trabajo 9. Mediante separación de la parte de la pieza de trabajo 26 de la pieza de trabajo restante, es decir, la rejilla residual 28, se genera una rotura o un orificio 29 en la rejilla residual 28.

En una variante no mostrada, la cavidad 17 podría tener, a modo de ejemplo, un curso circular cerrado, en donde la ranura 18, siguiendo el curso de la cavidad 17, también tendría un curso circular cerrado. En este caso se recortaría de la pieza de trabajo 9 una parte de la pieza de trabajo 26 circular, o bien en forma de disco, de modo que en la rejilla residual 28 se genera un orificio 29 circular.

También sería imaginable que la parte de la pieza de trabajo 26 no sea cortada completamente (liberada por corte) por el chorro de procesamiento 14, sino que queden uno o más nervios (microuniones) entre la parte de la pieza de trabajo 26 y la rejilla residual 28. Los nervios se pueden seccionar mediante el chorro de procesamiento 14 o de otro modo para eliminar la parte de la pieza de trabajo 26 de la rejilla residual 28. Por ejemplo, la parte de la pieza de trabajo 26 podría desprenderse de la pieza de trabajo 9.

La forma de la cavidad 17 y la forma de la ranura 18 se eligen de manera que la ranura 18 esté siempre dispuesta dentro de la cavidad 17 con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17. La ranura 18 se genera aquí paralela a la trayectoria hacia la cavidad 17, en donde la trayectoria 25 para la generación de la cavidad 17 y la trayectoria 25' para la generación de la ranura 18 tienen un curso igual o equidistante. Como se ilustra en la Figura 8, la ranura 18 está dispuesta, a modo de ejemplo, centrada con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17. En este caso, la trayectoria 25 para la generación de la cavidad 17 y la trayectoria 25' para la generación de la ranura 18 son, a modo de ejemplo, idénticas.

En la zona de la cavidad 17 se genera la ranura 18 dentro de la cavidad 17, en donde el chorro de procesamiento 14 se guía de tal manera que el punto de chorro 21 para la generación de la ranura 18 se encuentra únicamente dentro de la cavidad 17. La cavidad 17 está limitada, o bien bordeada en la primera superficie de pieza de trabajo 10 por un borde de cavidad 22 (cerrado). La cavidad 17 es un calado, o bien depresión de la pieza de trabajo 9 en la primera superficie de la pieza de trabajo 10. El borde de la cavidad 22 se define como la zona de la pieza de trabajo 9 en la

que la cavidad 17 comienza a profundizarse hacia el interior de la pieza de trabajo 9.

El punto de chorro 21 y, por tanto, la ranura 18 creada, siempre está distanciado del borde de la cavidad 22 en un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17 (en particular, en vista perpendicular a través del plano de la primera superficie de la pieza de trabajo 10), es decir, la ranura 18 presenta siempre una distancia al borde de la cavidad distinta de cero en relación con un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17.

La ranura 18 está preferiblemente centrada dentro de la cavidad 17 con respecto a un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17, en donde siempre tiene una distancia más corta invariable (constante) al borde de la cavidad 22. La ranura 18, en vista perpendicular a través de la primera superficie de pieza de trabajo 10 plana en relación con un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad 17, se encuentra dentro de la cavidad 17, es decir, en relación con una proyección (perpendicular) de la ranura 18 y la cavidad 17 en el plano de la primera superficie de pieza de trabajo 10. La cavidad 17 se profundiza hacia la ranura 18, en donde la ranura 18 está dispuesta en el fondo de la cavidad.

La cavidad 17 puede ser un redondeo del borde de corte de la ranura 18. De manera especialmente ventajosa, la cavidad 17 está formada de modo que representa un bisel de la ranura 18. La ranura 18 está formada preferentemente como ranura cerrada, en especial como ranura cerrada en forma de anillo (ranura anular), de modo que en la pieza de trabajo 9 queda un orificio. La ranura 18 (o bien el orificio) puede servir entonces ventajosamente para una fijación de una parte de la pieza de trabajo a cortar de la pieza de trabajo 9, que presenta la ranura 18 (o bien el orificio), en donde un cabezal de tornillo o de remache es retráctil en la parte restante de la cavidad 17, que sirve de bisel.

La cavidad 17 presenta una sección de cavidad 16' en el lado de la rejilla residual y una sección de cavidad 16 en el lado de la pieza de trabajo.

En la Figura 9 se muestra la rejilla residual 28 con orificio 29 después de eliminar la parte de la pieza de trabajo 26. La rejilla residual 28 presenta en el orificio 29 la sección de cavidad 16' de la cavidad 17 que permanece en la rejilla residual 28 (la otra sección de cavidad 16 se encuentra en la pieza de trabajo 26 eliminada). La sección de cavidad 16' puede estar formada, a modo de ejemplo, como bisel.

En especial, también sería posible configurar el orificio 29 en forma circular y formar una sección de cavidad 16' completamente circunferencial, a modo de ejemplo en forma de un bisel. El orificio 29, en caso dado con uno o más orificios adicionales, se encuentra ventajosamente dentro del contorno de una parte de la pieza de trabajo 26' más grande, que se puede cortar mediante el chorro de procesamiento 14. En la Figura 9 se indica esquemáticamente una parte de la pieza de trabajo 26' más grande por medio de una línea de contorno. De este modo se pueden producir de forma especialmente sencilla partes de piezas de trabajo (por ejemplo sin cavidad asignada) con orificios, que presentan respectivamente un bisel. Los orificios pueden servir en especial para la fijación de la pieza de trabajo cortada más tarde.

Ahora se ilustran otras configuraciones del procedimiento según la invención con referencia a las Figuras 4 a 6. En este caso se trata respectivamente de etapas de procedimiento para el procesamiento posterior de la ranura 18 y la cavidad 17 circundante.

En la Figura 4 se ilustra un caso en el que la distancia A entre la tobera de chorro 13 y la primera superficie de pieza de trabajo 10 es relativamente grande, de modo que el chorro de procesamiento 14 incide en la primera superficie de pieza de trabajo 10 en un punto de chorro 21 relativamente grande con un diámetro de chorro D relativamente grande. La densidad de potencia del chorro de procesamiento 14 en la primera superficie de pieza de trabajo 10 está dimensionada de manera que el chorro de procesamiento 14 no sea penetrante ni de unión. Durante el procesamiento posterior de la Figura 4, se eliminan capas de óxido de las áreas de la cavidad 17 y del espacio 18, que se generaron durante su producción. Las capas de óxido se pueden eliminar fácilmente mediante descamación. La forma y la profundidad de la cavidad 17 y el tamaño de la ranura 18 solo se modifican de forma insignificante.

En la Figura 5 se ilustra un caso en el que, además de la eliminación de óxido, las áreas de la cavidad 17 y la ranura 18 están provistas de un revestimiento (por ejemplo revestimiento de zinc). Para ello se dirige hacia la cavidad 17 y la ranura 18 un chorro de gas de revestimiento 23, guiado coaxialmente con respecto al chorro de procesamiento 14. El material de revestimiento 24 (por ejemplo zinc) está contenido en el chorro de gas de revestimiento 23. El material de revestimiento 24 se añade al chorro de gas de revestimiento 23, que preferentemente irradia completamente la cavidad 17 y la ranura 18, lo que tiene por consecuencia que el material de revestimiento 24 se deposita allí y forma un revestimiento (por ejemplo revestimiento de zinc). La distancia de la tobera de chorro 13 desde la primera superficie de pieza de trabajo 10 y la posición de enfoque puede ser como en la Figura 4. Se hace referencia a las realizaciones de la misma. El recubrimiento también se puede realizar como alternativa a la eliminación de óxido.

En la Figura 6 se ilustra un caso en el que se elimina las rebabas adyacentes a la segunda superficie de pieza de trabajo 11 (lado inferior de la pieza de trabajo 9) mediante el chorro de procesamiento 14. Además, los bordes de corte en el lado inferior de la pieza de trabajo de la ranura 18 pueden redondearse. También es posible que, de forma análoga a la primera superficie de pieza de trabajo 10 (lado superior de la pieza de trabajo 9), se genere una cavidad 17 que sirva, por ejemplo, como bisel para la ranura 18. Por lo tanto, la ranura 18 presenta en ambas superficies de pieza de trabajo 10, 11 de la pieza de trabajo 9 un bisel formado por una cavidad 17. La posición de enfoque y el

diámetro del chorro para obtener una densidad de potencia deseada del chorro de procesamiento 14 deben ajustarse correspondientemente.

Los distintos procesamiento posteriores se pueden realizar individualmente o en cualquier combinación. Durante cada procesamiento posterior, la tobera de chorro 13 se puede desplazar paralelamente a la primera superficie de pieza de trabajo 10 (normalmente en al menos un sentido horizontal) y/o perpendicularmente a la primera superficie de pieza de trabajo 10 (normalmente en un sentido vertical). También es imaginable que el eje de chorro 20 gire con respecto a una perpendicular a la primera superficie de pieza de trabajo 10.

En las configuraciones del procedimiento según la invención descritas anteriormente se generan generalmente un gran número de cavidades 17 con una respectiva ranura 18, en donde se pueden formar una o varias cavidades 17 con una respectiva ranura 18 en una pieza de trabajo 26' aún no liberada por corte. Si en la pieza de trabajo 9 se generan varias cavidades 17 con una respectiva ranura 18, es posible que, tras la generación de una respectiva cavidad 17, se genere inmediatamente a continuación la ranura 18 dentro de la cavidad 17. Sin embargo, también es posible que se generen varias cavidades 17 en sucesión inmediata, sin que se genere una ranura 18 entre la generación de dos cavidades 17, seguida de la generación de una ranura 18 dentro de una respectiva cavidad 17, en donde las ranuras 18 se generan en sucesión inmediata sin que se genere una cavidad 17 entre la generación de dos ranuras 18. Por lo tanto, primero se generan varias cavidades 17 y a continuación las ranuras 18 dentro de las cavidades 17. Si después de la generación de una cavidad 17 se debe generar una ranura 18, con este fin se ajusta apropiadamente (es decir, se reduce) el diámetro del chorro en la pieza de trabajo 9 mediante un cambio de la posición de enfoque para la generación de la ranura 18. En especial, la posición de enfoque se ajusta mediante reducción de la distancia de trabajo del cabezal de chorro 3 desde la pieza de trabajo 9 mediante desplazamiento del cabezal de chorro 3 hacia la primera superficie de pieza de trabajo 10. Si se debe generar una cavidad 17 tras la generación de una ranura 18, con este fin se ajusta apropiadamente (es decir, se aumenta) el diámetro del chorro en la pieza de trabajo 9 mediante un cambio de la posición de enfoque para la generación de la cavidad 17. En especial, la posición de enfoque se ajusta mediante aumento de la distancia de trabajo del cabezal de chorro 3 desde la pieza de trabajo 9 alejando el cabezal de chorro 3 de la primera superficie de pieza de trabajo 10.

En la Figura 10 se muestra un diagrama de flujo del procedimiento según la invención.

El procedimiento comprende tres etapas sucesivas. Estas son una primera etapa I, en la que se genera al menos una cavidad 17 en la pieza de trabajo 9 mediante el chorro de procesamiento 14, una segunda etapa II, en la que se cambia una posición de enfoque del chorro de procesamiento 14 de modo que el chorro de procesamiento 14 tenga un diámetro de chorro más pequeño en la pieza de trabajo 9 y una tercera etapa III, en la que se genera una ranura 18 dentro (y en caso dado adicionalmente fuera) de una respectiva cavidad 17 a través del chorro de procesamiento 14 con la posición de enfoque modificada.

Como resulta de la descripción anterior, la invención proporciona un procedimiento novedoso para el chorreado de una pieza de trabajo, a través del cual se pueden producir eficientemente ranuras dentro de cavidades de una pieza de trabajo de una manera sencilla y económica. En especial, en la pieza de trabajo se pueden producir orificios con un respectivo bisel. Se puede prescindir de un complejo procesamiento mecánico posterior de los bordes de corte, por ejemplo para el redondeo de los bordes de corte o para la generación de biseles. Una implementación del procedimiento según la invención en dispositivos de chorreado existentes es posible de manera sencilla, sin tener que prever para ello medidas técnicas complejas. Más bien, con el procedimiento según la invención se puede realizar un chorreado deseado de una pieza de trabajo mediante simple intervención en el control de la máquina.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Dispositivo de chorreado
- 2 Dispositivo de corte por chorro
- 3 Cabezal de chorro
- 4 Mesa de trabajo
- 5 Soporte de pieza de trabajo
- 6 Travesaño
- 7 Carro guía
- 8 Fuente de chorro de procesamiento
- 9 Pieza de trabajo
- 10 Primera superficie de pieza de trabajo
- 11 Segunda superficie de pieza de trabajo

	12	Dispositivo de control
	13	Tobera de chorro
	14	Chorro de procesamiento
	15	Chorro de gas de trabajo
5	16, 16'	Sección de cavidad
	17	Cavidad
	18	Ranura
	19	Foco
	20	Eje de chorro
10	21	Punto de chorro
	22	Borde de cavidad
	23	Chorro de gas de revestimiento
	24	Material de revestimiento
	25, 25'	Trayectoria
15	26, 26'	Pieza de trabajo
	27	Contorno
	28	Rejilla residual
	29	Orificio

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) formada como componente metálico, de la que se debe separar al menos una parte de la pieza de trabajo (26) con un chorro de procesamiento enfocado (14), que comprende las siguientes etapas:
 - 5 - generar una cavidad (17) en la pieza de trabajo (9) mediante el chorro de procesamiento enfocado (14), en donde la cavidad (17) se genera a lo largo de al menos una sección de un contorno (27) de la al menos una parte de la pieza de trabajo (26) a separar de la pieza de trabajo,
 - cambiar una posición de enfoque del chorro de procesamiento (14) de tal manera que el chorro de procesamiento (14) tenga un diámetro de chorro más pequeño sobre la pieza de trabajo (9),
 - 10 - generar una ranura (18) en la pieza de trabajo (9) mediante el chorro de procesamiento (14) con la posición de enfoque modificada a lo largo de al menos una sección del contorno (27) de la al menos una parte de la pieza de trabajo (26) a separar de la pieza de trabajo (9), en donde se genera la ranura (18) al menos parcialmente dentro de la cavidad (17), en donde un chorro de gas de trabajo (15) sirve para expulsar la masa fundida de la ranura (18) y de la cavidad (17).
- 15 2. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según la reivindicación 1, en el que
 - i) para liberar por corte la parte de la pieza de trabajo (26) se genera una ranura (18) cerrada a lo largo del contorno (27) de la pieza de trabajo (26), o
 - ii) a lo largo del contorno (27) de la parte de la pieza de trabajo (26) se genera una ranura (18) interrumpida por al menos un nervio.
- 20 3. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que, después de la separación de la parte de la pieza de trabajo (26) de la pieza de trabajo (9), se forma una sección de cavidad (16') que queda en la pieza de trabajo (9) y/o una sección de cavidad (16) que queda en la parte de la pieza de trabajo (26) en forma de un bisel.
- 25 4. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la posición de enfoque del chorro de procesamiento (14) se modifica mediante reducción de una distancia de trabajo de un cabezal de chorro (3) que guía el chorro de procesamiento (14) a la pieza de trabajo (9).
5. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la cavidad (17) y la ranura (18) se generan respectivamente con un chorro de procesamiento (14) en onda continua.
- 30 6. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, durante la generación de la cavidad (17), se modifica una densidad de potencia y/o una posición de enfoque del chorro de procesamiento (14).
- 35 7. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la cavidad (17) y/o la ranura (18) se someten al menos a un procesamiento posterior con un chorro de procesamiento (14), en donde el chorro de procesamiento (14) tienen una densidad de potencia adecuada para el respectivo procesamiento posterior, en donde el procesamiento posterior se selecciona entre:
 - eliminar una capa de óxido en la cavidad (17) y/o en la ranura (18),
 - eliminar rebabas en la cavidad (17) y/o en la ranura (18),
 - tratar térmicamente, en especial endurecer o someter a recocido blando la cavidad (17) y/o la ranura (18),
 - 40 - recubrir la cavidad (17) y/o la ranura (18) con un material de revestimiento (24) contenido en un chorro de gas de revestimiento (23).
8. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que a través de la ranura (18) se genera una segunda cavidad (17) en una superficie de la pieza de trabajo (11) de la pieza de trabajo (9) paralela a la superficie de la pieza de trabajo (10) mediante el chorro de procesamiento (14).
- 45 9. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, en vista perpendicular a través de la superficie de la pieza de trabajo (10), al menos en un sentido perpendicular a la extensión de la cavidad (17), la distancia más corta entre la ranura (18) y un borde de la cavidad (22) que limita la cavidad (17) asciende siempre al menos a 0,5 mm.

- 5 10. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que, antes de la separación de una primera parte de la pieza de trabajo (26') de la pieza de trabajo (9), se genera una cavidad (17) dentro de la primera parte de la pieza de trabajo (26') a lo largo de al menos una sección de un contorno (27) de al menos una segunda parte de la pieza de trabajo (26) y se genera una ranura (18) al menos dentro de la cavidad (17).
- 10 11. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según la reivindicación 10, en el que en la primera parte de la pieza de trabajo (26') a separar de la pieza de trabajo (9) se generan uno o varios orificios (29), en donde para cada orificio se elimina de la pieza de trabajo (9) una segunda parte de la pieza de trabajo (26), en donde los orificios (29) están parcialmente o completamente rodeados por una sección de canal (16'), en particular formando un bisel.
12. Procedimiento para el chorreado de una pieza de trabajo (9) según la reivindicación 11, en el que no se asigna ningún cavidad a la primera parte de la pieza de trabajo (26').
13. Dispositivo de chorreado (1) que comprende
- 15 una fuente de chorro de procesamiento (8) para la generación de un chorro de procesamiento, un dispositivo de generación de chorro de gas para la generación de un chorro de gas de trabajo (15), un cabezal de chorro (3) para guiar el chorro de procesamiento (14) y el chorro de gas de trabajo (15), en donde el cabezal de chorro (3) es desplazable en tres sentidos axiales y contiene una lente de enfoque u óptica adaptativa para el enfoque del chorro de procesamiento (14), caracterizado por
- 20 un dispositivo de control electrónico (12) para el control del chorreado de una pieza de trabajo (9), que está configurado mediante técnica de programación para llevar a cabo el método según una de las reivindicaciones 1 a 12.
14. Código de programa para un dispositivo de control electrónico apropiado para el procesamiento de datos para un dispositivo de chorreado (1) según la reivindicación 13, que contiene comandos de control que hacen que el dispositivo de control (12) lleve a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12.
- 25 15. Producto de programa de ordenador que comprende un código de programa almacenado para un dispositivo de control electrónico apropiado para el procesamiento de datos para un dispositivo de chorreado (1) según la reivindicación 13, que contiene comandos de control que hacen que el dispositivo de control (12) lleve a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12.

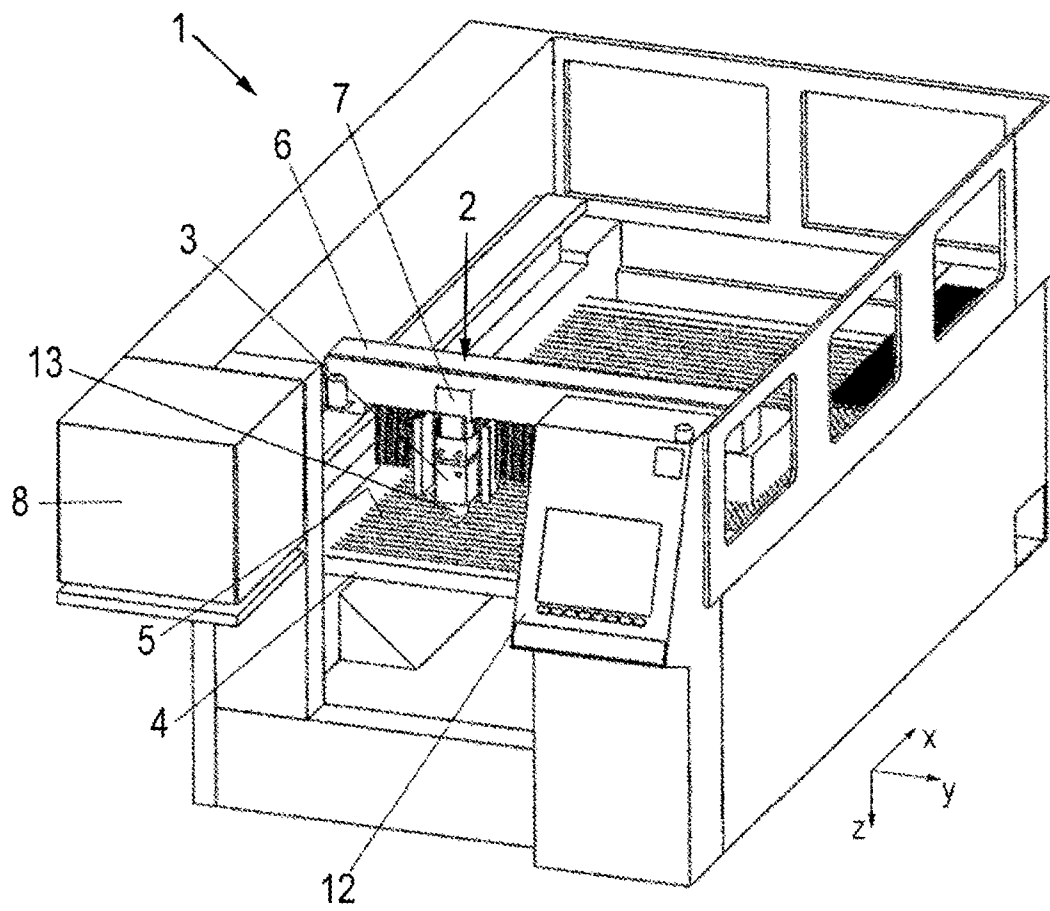


Fig. 1

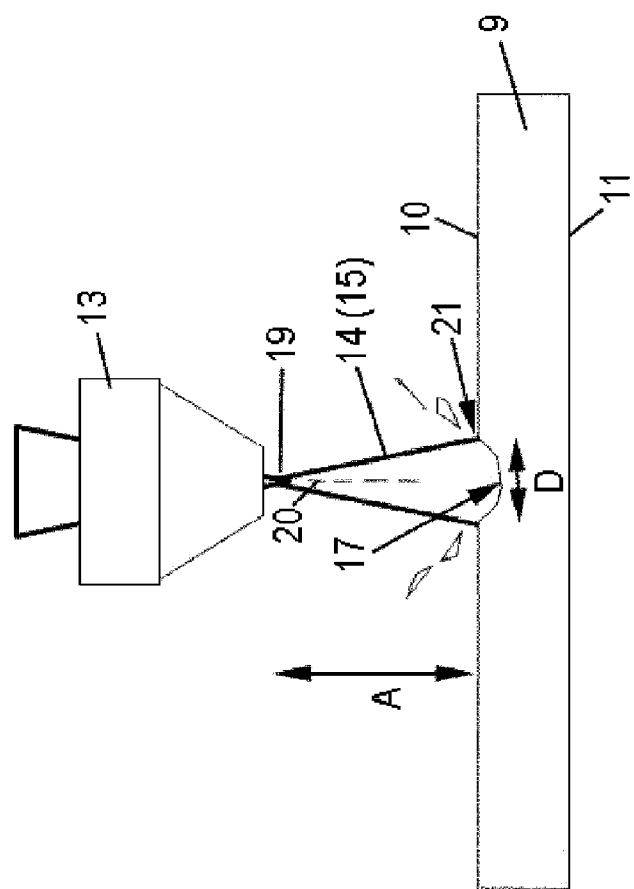


FIG. 2

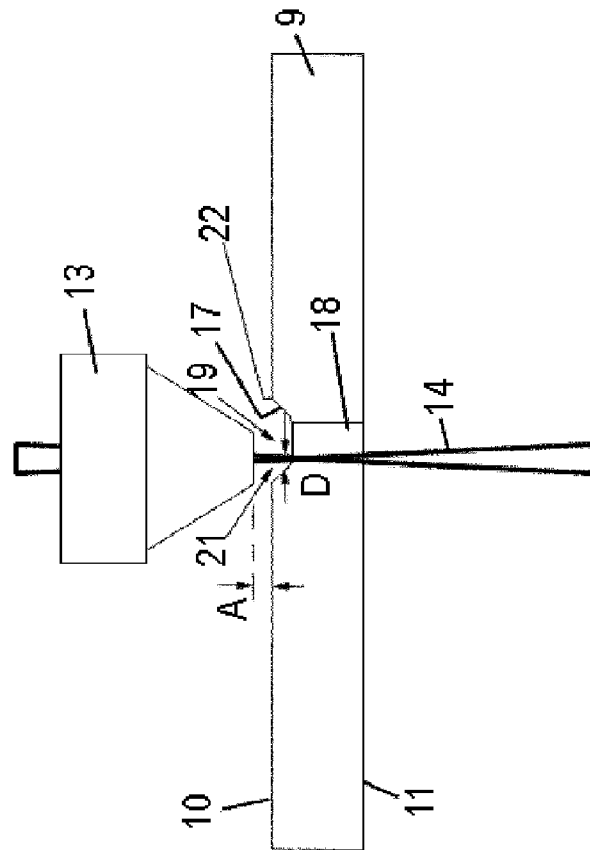


FIG. 3

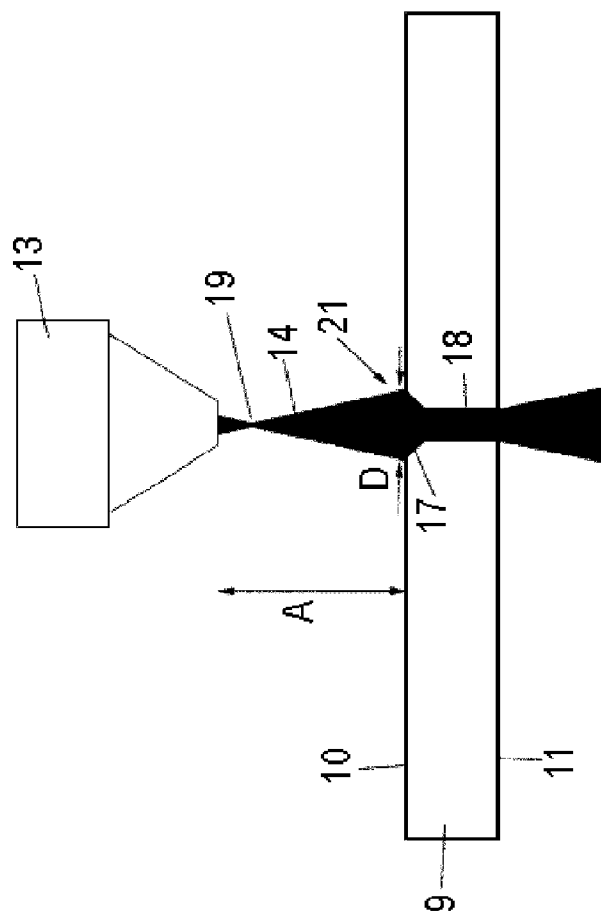


FIG. 4

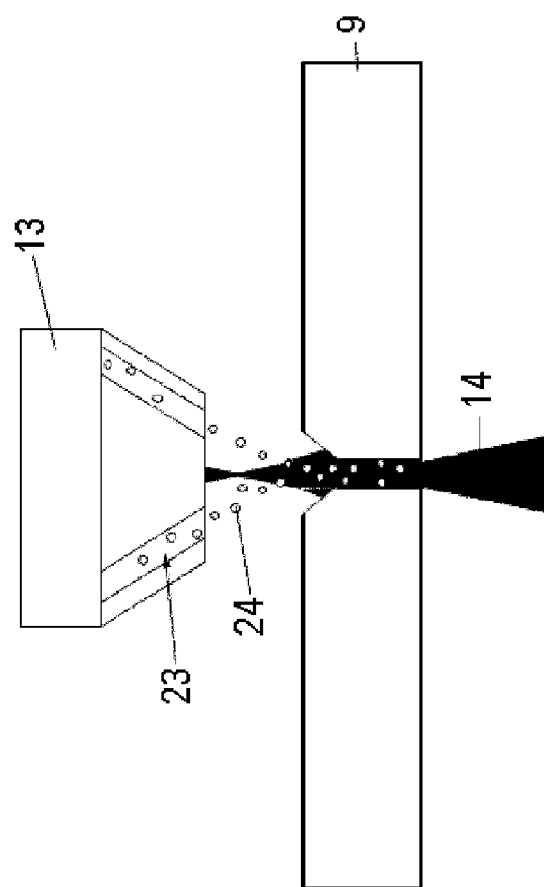
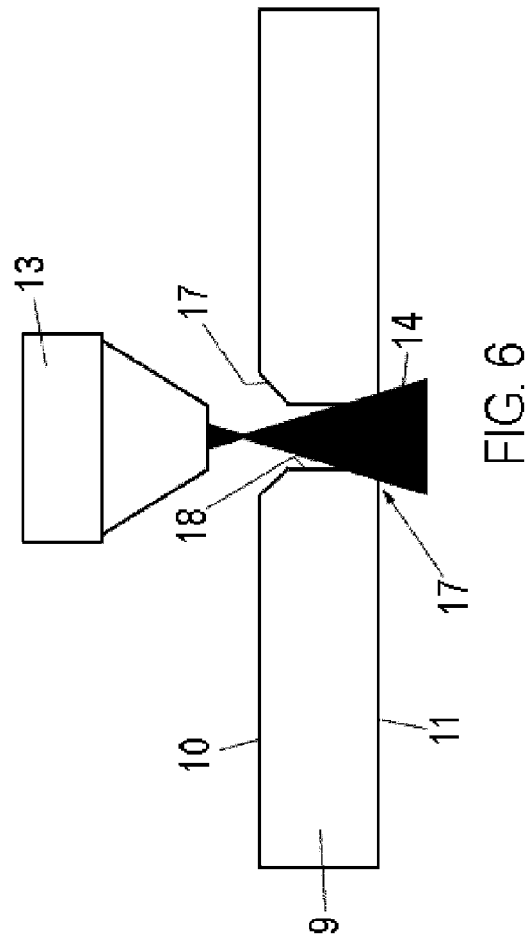


FIG. 5



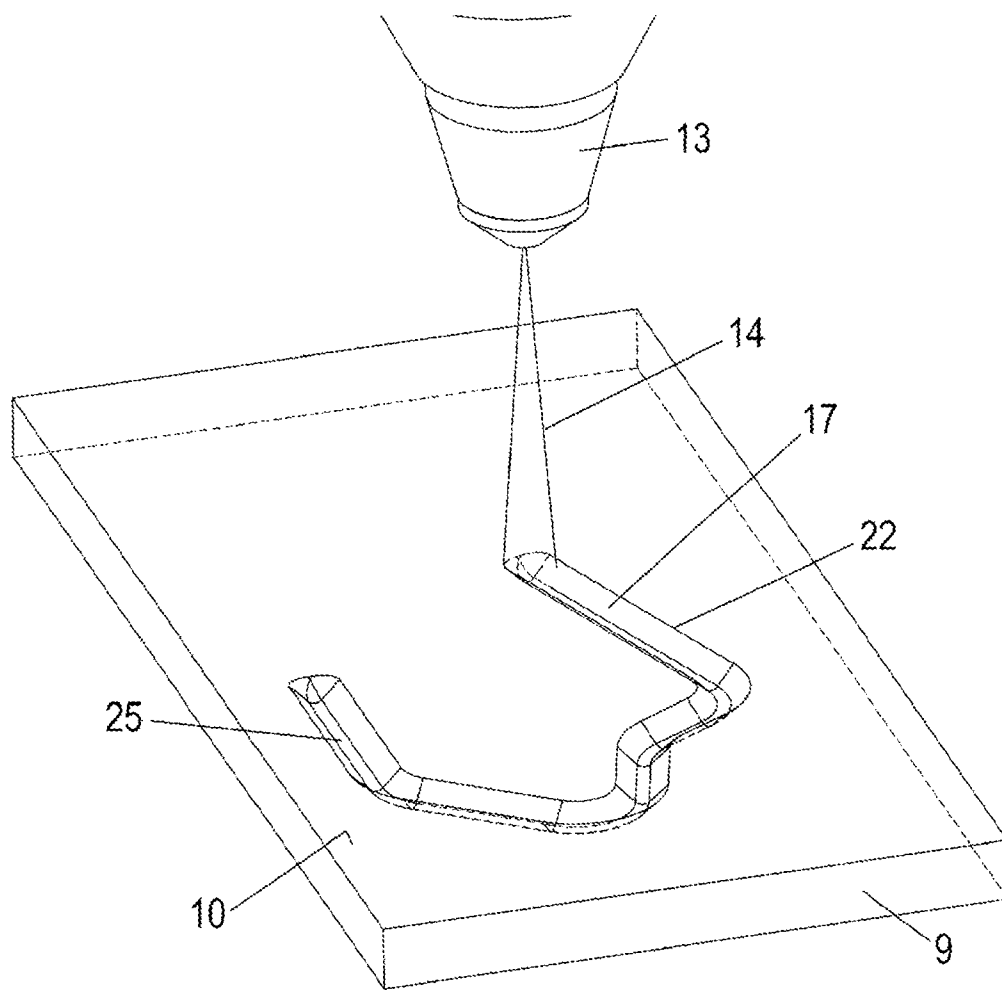


FIG. 7

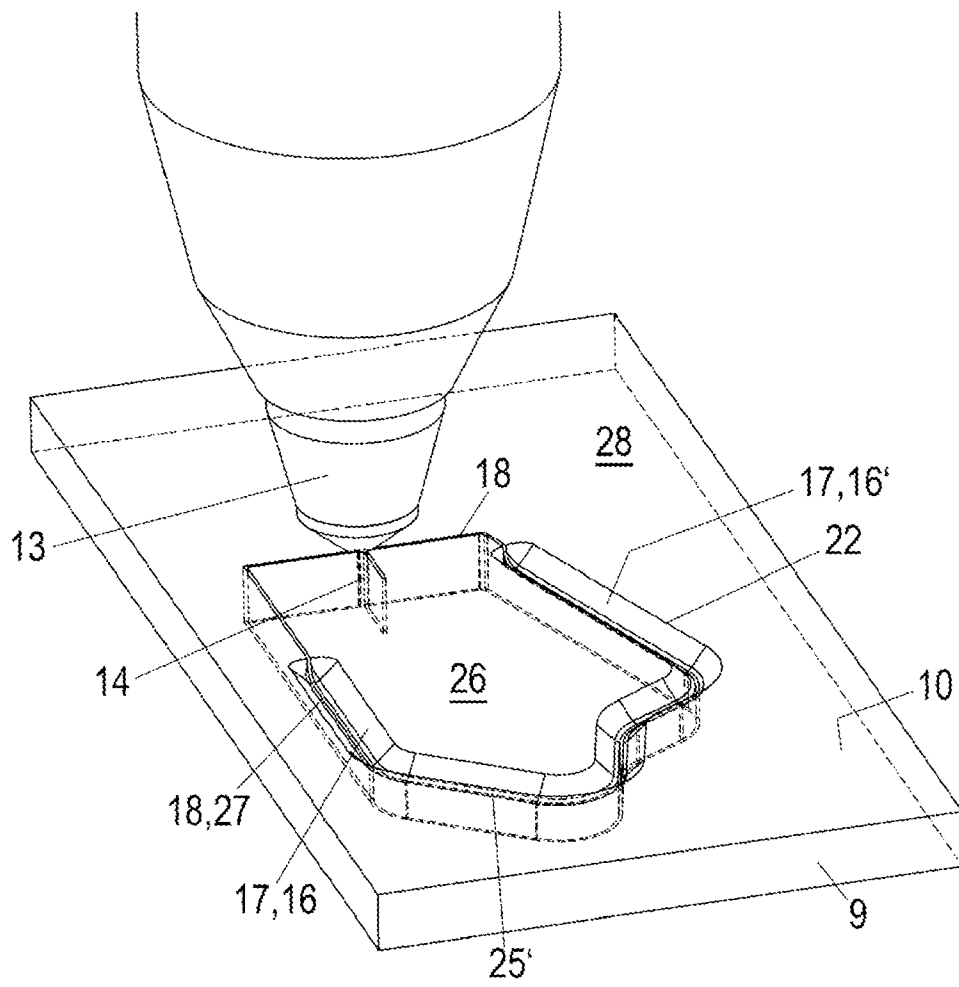


FIG. 8

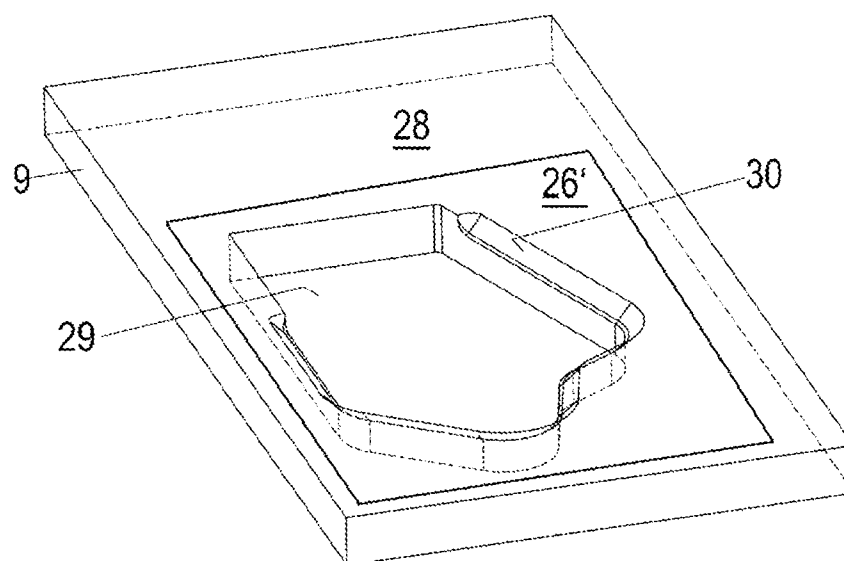


FIG. 9

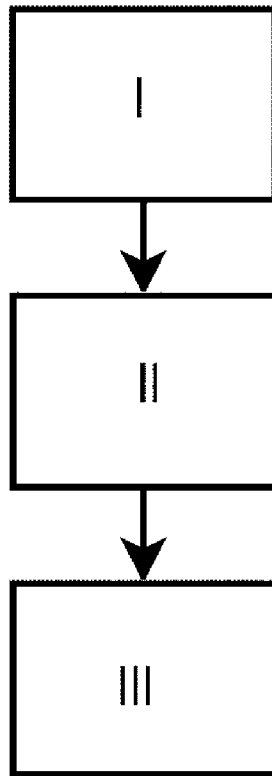


FIG. 10