

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 896**

51 Int. Cl.:

B23K 26/04 (2014.01)

G05B 19/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2015 PCT/EP2015/068439**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2016 WO16023893**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2015 E 15750698 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3180153**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de valores de corrección de la distancia en el procesamiento por láser de una pieza de trabajo y máquina de procesamiento por láser pertinente**

30 Prioridad:
13.08.2014 DE 102014216084

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2019

73 Titular/es:
**TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH
(100.0%)
Johann-Maus-Str. 2
71254 Ditzingen, DE**

72 Inventor/es:
**HAGENLOCHER, TOBIAS;
KIEWELER, THOMAS;
REYER, MICHAEL y
WADEHN, WOLF, DR.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 704 896 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 para la determinación de valores de corrección de la distancia en el procesamiento por láser de una pieza de trabajo y máquina de procesamiento por láser pertinente

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la determinación de valores de corrección de la distancia de una distancia teórica entre una boquilla de procesamiento por láser dispuesta en un cabezal de procesamiento por láser y una pieza de trabajo en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo, en donde en el procesamiento por láser se mide capacitivamente hasta la pieza de trabajo la distancia de la boquilla de procesamiento por láser que se mueve a lo largo de una trayectoria teórica, así como también una máquina de procesamiento por láser adecuada para la realización de este procedimiento.

10 Un procedimiento de este tipo y una máquina de procesamiento por láser se conoce por ejemplo del documento DE 10121655 C1.

15 En el procesamiento por láser de piezas de trabajo la posición focal del rayo láser se encuentra en relación directa con la distancia entre una boquilla de procesamiento por láser, desde la que sale el rayo láser con un gas de proceso, y la pieza de trabajo. Por tanto se monitoriza esta distancia de la boquilla hasta la pieza de trabajo y se regula a una distancia teórica predeterminada fija, en la que el cabezal de procesamiento por láser se aleja durante el procesamiento por láser sobre la pieza de trabajo hacia o desde esta. Para un resultado de corte óptimo se tolera una desviación de la distancia de boquilla de $\pm 0,5$ mm como aceptable.

20 La medida de la distancia entre la boquilla de procesamiento por láser y pieza de trabajo se realiza frecuentemente capacitivamente, midiendo la capacidad entre la boquilla de procesamiento por láser eléctricamente conductora y la pieza de trabajo eléctricamente conductora y se determina a partir de esta en función de una línea característica la distancia de la boquilla. Esta línea característica, por ejemplo de la conexión clara entre la capacidad medida y la distancia de boquilla pertinente, se graba mediante una plancha plana. Sin embargo en piezas de trabajo en 3 dimensiones los ángulos internos y externos conducen a desviaciones de la línea característica y con ello a una medida fallida de la distancia de la boquilla, con lo que por ejemplo se ve influenciada negativamente la bondad del corte por láser. Este problema sistemático se remedia por tanto mediante valores de corrección de la distancia teórica, que se determinan manualmente de forma empírica con gran coste de tiempo y se deben registrar o ajustar en las posiciones correspondientes del programa NC de la pieza de trabajo.

30 Del documento DE 10121655 C1 se conoce un procedimiento para el control de operación de un equipo de procesamiento por láser con un cabezal de procesamiento por láser para el procesamiento de una pieza de trabajo mediante un rayo láser, portando el cabeza de procesamiento por láser un electrodo sensor eléctricamente conductor para la medida capacitiva de una distancia entre este y la pieza de trabajo, con las siguientes etapas:

- disposición del electrodo sensor en el cabezal de procesamiento por láser;
- posicionamiento del cabezal de procesamiento por láser respecto a la pieza de trabajo a una distancia, que corresponde a una capacidad de medida mínima deseada;
- 35 - medida de esta capacidad mínima y grabación del valor de medida en una memoria electrónica;
- comparación de una capacidad actual medida en un procesamiento de la pieza de trabajo con la capacidad mínima memorizada; y
- generación de una señal de mando, cuando la capacidad real es menor que la capacidad mínima memorizada.

40 El documento US 2013/103183 A1 da a conocer un controlador para el procesamiento por rayo láser, en el que se procesa un objeto mediante la irradiación de un rayo láser desde un cabezal de procesamiento en una posición de escisión de referencia, que presenta una separación predeterminada respecto al objeto. El controlador comprende un sensor de ranura, que detecta el tamaño de la ranura entre el cabezal de procesamiento y el objeto, calculando una sección de cálculo de comandos de posición de ranura, que genera junto con el sensor de ranura un comando de posición de ranura, una sección de servomecanismo, que mueve el cabezal de procesamiento soportado sobre el comando de posición de ranura en la posición de ranura de referencia, una sección de lectura de desviación de la servoposición, que lee el tamaño de la desviación de la posición de la sección del servomecanismo, una sección de cálculo de refuerzo de la posición, que calcula un refuerzo de posición corregido de la sección de servomecanismo y en concreto del tamaño de la desviación de la posición de la sección del servomecanismo, y una sección de sustitución de refuerzo de posición, que reemplaza el refuerzo de la posición de la sección del servomecanismo mediante el refuerzo de posición corregido, que calcula la sección de cálculo de refuerzo de la posición.

55 Del documento WO 2012/022718 A1 se conoce una medida capacitiva de la distancia de una boquilla de procesamiento por láser hasta la pieza de trabajo. Para establecer una conexión clara entre la capacidad y la distancia de la boquilla, se registra una línea característica en una pieza de trabajo plana. Si la geometría de la pieza de trabajo no es constante a lo largo de la trayectoria teórica, se cambia la señal de la distancia también con la geometría de la pieza de trabajo, lo que puede conducir a una determinación inexacta de la distancia de la boquilla. Se describen

distintas geometrías de boquilla que presentan una menor sensibilidad lateral de la medida de la capacidad, para reducir de este modo la influencia de la geometría de la pieza de trabajo sobre la señal de distancia.

En consecuencia es el objetivo de la invención perfeccionar al efecto un procedimiento del tipo citado al comienzo, que pueda determinar los valores de corrección de la distancia lo más fácil posible y sin gran consumo de tiempo, así como precisar una máquina de procesamiento por láser adecuada para la realización del procedimiento.

Este objetivo se consigue según la invención de modo que la pieza de trabajo tanto con la boquilla de procesamiento por láser como también con un cabezal de medida dispuesto en lugar de la boquilla de procesamiento por láser en el cabezal de procesamiento por láser, que presenta una sensibilidad lateral menor de la medida de la capacidad que la boquilla de procesamiento por láser, es recorrida respectivamente con especificación de una distancia teórica y a este respecto se determina la trayectoria recorrida de la boquilla de procesamiento por láser y porque se determinan a partir de las trayectorias determinadas con la boquilla de procesamiento por láser y con el cabezal de medida los valores de corrección de la distancia para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser a lo largo de la trayectoria teórica en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo. Preferiblemente la boquilla de procesamiento por láser y el cabezal de medida recorren la pieza de trabajo con la misma distancia teórica.

Según la invención se determina mediante recorrido de la pieza de trabajo tanto con el cabezal de medida como también con la boquilla de procesamiento por láser propiamente, y en concreto con especificación de la distancia teórica predeterminada fija no corregida, respectivamente la topografía de la pieza de trabajo en función de las trayectorias recorridas del cabezal de medida y de la boquilla de procesamiento por láser. Debido a que el cabezal de medida presenta una menor sensibilidad lateral de la medida de capacidad que la boquilla de procesamiento por láser, la señal de distancia del cabezal de medida - distinta de la señal de distancia de la boquilla de procesamiento por láser - no se ve influenciada por la geometría de la pieza de trabajo. La distancia del cabezal de medida corresponde por tanto a lo largo de la trayectoria recorrida siempre a la distancia teórica predeterminada, mientras que la distancia de la boquilla de procesamiento por láser en ángulos interiores y exteriores es claramente mayor que la distancia teórica predeterminada. El cabezal de medida es por tanto más adecuado para el mantenimiento independiente de la geometría preciso de la distancia entre boquilla de procesamiento por láser y pieza de trabajo que la boquilla de procesamiento por láser.

La trayectoria teórica es recorrida por tanto una vez con mayor exactitud de medida de distancia del cabezal de medida y una vez con menor exactitud de medida de distancia de la boquilla de procesamiento por láser, calculándose a partir de la diferencia de las trayectorias recorridas los valores de corrección de la distancia (local) requeridos para el mantenimiento de la distancia teórica para la trayectoria de la boquilla de procesamiento por láser. En el procesamiento de componentes idénticos de una serie se consideran estos valores de corrección de la distancia y de este modo la distancia teórica entre la pieza de trabajo y la boquilla de procesamiento por láser se mantiene constante en un estrecho intervalo de tolerancia como hasta ahora.

Con la invención se pueden conseguir de forma particular las siguientes ventajas:

- Ahorro de tiempo para la generación de un componente;
- Se requiere menor conocimiento del proceso por el operario;
- Reducción de las fuentes de error por automatización;
- Menores números de piezas se vuelven interesantes para el procesamiento por láser.

Preferiblemente el cabezal de medida está configurado como detector, cuyo diámetro en el extremo de medida que da a la pieza de trabajo es menor que el diámetro de la boquilla en el extremo de la boquilla que da a la pieza de trabajo de la boquilla de procesamiento por láser. Un eje del detector está rodeado bien de material eléctricamente no conductor o bien con un blindaje a tierra para reducir la sensibilidad lateral de la medida de la capacidad.

Con especial preferencia se asumen para un tipo de pieza de trabajo que se va a procesar los valores de corrección de la distancia pertinentes de la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser a lo largo de la trayectoria teórica como distancias teóricas corregidas en un programa NC para el procesamiento por láser de la pieza de trabajo. Se constata en función de las trayectorias recorridas, que una distancia de boquilla teórica ajustada en el programa NC para el procesamiento por láser de una pieza de trabajo de por ejemplo 1,0 mm en un ángulo interior de la pieza de trabajo sería guiada a una distancia de boquilla real de 1,25 mm, así se reduce en el programa NC la distancia de boquilla teórica en este ángulo interior a 0,75 mm, lo que conduce en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo en el ángulo interior a la distancia de boquilla real deseada de 1,0 mm.

Adicionalmente se realiza preferiblemente el procesamiento por láser de una pieza de trabajo a lo largo de la trayectoria teórica con los valores de corrección de la distancia determinados previamente en esta pieza de trabajo o en una pieza de trabajo igual, con lo que se puede mantener constante también en piezas de trabajo en 3 dimensiones la distancia de la boquilla en un intervalo de tolerancia estrecho.

La invención se refiere en un aspecto adicional también a una máquina para el procesamiento por láser de una pieza de trabajo, de forma particular una máquina láser 3D o máquina de procesamiento en bruto, con una boquilla de procesamiento por láser dispuesta en un cabezal de procesamiento por láser, con un dispositivo de medida de la distancia para la medida capacitiva de la distancia entre la boquilla de procesamiento por láser y la pieza de trabajo y con un control de máquina para el movimiento de la boquilla de procesamiento por láser a lo largo de una trayectoria teórica con especificación de una distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser respecto a la pieza de trabajo. Según la invención la máquina de procesamiento por láser presenta un dispositivo, que en función de las trayectorias, que fueron recorridas respectivamente con especificación de una distancia teórica en una pieza de trabajo a lo largo de una trayectoria teórica tanto con la boquilla de procesamiento por láser como también con un cabezal de medida dispuesto en el cabezal de procesamiento por láser en lugar de la boquilla de procesamiento por láser, determinándose los valores de corrección de la distancia para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser a lo largo de la trayectoria teórica.

La invención se refiere finalmente también a un producto de programa de computador, que presenta medios de codificación, que están ajustados para la realización de todas las etapas del procedimiento anteriormente descrito, si el programa se ejecuta sobre un control de máquina de una máquina de procesamiento por láser.

Otras ventajas de la invención se deducen de las reivindicaciones, de la descripción y de las figuras. Igualmente pueden ser de uso las características citadas previamente y las que se indican más adelante tal cual o en varias combinaciones discrecionales. Las formas de realización mostradas y descritas no deben entenderse como una lista exhaustiva, sino que presentan carácter muy ejemplar para la ilustración de la invención.

Estas muestran:

Fig. 1 una máquina de procesamiento por láser adecuada para la realización del procedimiento según la invención para la determinación de valores de corrección de la distancia;

Fig. 2a, 2b las líneas de campo de la medida de la distancia capacitiva de una boquilla de procesamiento por láser respecto a una pieza de trabajo plana (Fig. 2a) y respecto a un ángulo interior de una pieza de trabajo en 3 dimensiones (Fig. 2b);

Fig. 3a, 3b las líneas de campo de la medida de la distancia capacitiva de una boquilla de medida respecto a una pieza de trabajo plana (Fig. 3a) y respecto a un ángulo interior de una pieza de trabajo en 3 dimensiones (Fig. 3b);

Fig. 4 las trayectorias recorridas con especificación de la misma distancia teórica respecto a un ángulo interior de una pieza de trabajo en 3 dimensiones, de la boquilla de procesamiento por láser y del cabezal de medida, así como los valores de corrección determinados a partir de estos para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo.

La máquina de procesamiento por láser 1 representada en la Fig. 1 en perspectiva como máquina de corte por láser en lecho plano comprende, por ejemplo, un generador de rayo láser 2 configurado como láser de CO₂, láser de diodos o láser de cuerpos sólidos, un cabezal de procesamiento por láser 3 operable en dirección X, Y y Z y un soporte de pieza de trabajo 4. En el generador de rayo láser 2 se genera un rayo láser 5, que es guiado mediante un cable conductor de luz (no mostrado) o espejo de desvío (no mostrado) del generador de rayo láser 2 hasta el cabezal de procesamiento por láser 3. El rayo láser 5 se dirige mediante una óptica de focalización dispuesta en el cabezal de procesamiento por láser 3 sobre una pieza de trabajo (por ejemplo una plancha) 6, que descansa sobre el soporte de la pieza de trabajo 4. La máquina de procesamiento por láser 1 es suministrada adicionalmente con gases de proceso 7, por ejemplo oxígeno y nitrógeno. El gas de proceso 7 es alimentado a una boquilla de procesamiento por láser 8 del cabezal de procesamiento por láser 3 configurada como boquilla de gas de corte, desde la que sale este junto con el rayo láser 5, para cortar la pieza de trabajo 6. La máquina de procesamiento por láser 1 comprende además un control de máquina 9 para el movimiento del cabezal de procesamiento por láser 3 junto con la boquilla de procesamiento por láser 8 a lo largo de una trayectoria teórica.

En el procesamiento por láser se mide en continuo la distancia («distancia de boquilla») A de la boquilla de procesamiento por láser 8 respecto a la pieza de trabajo 6 y se regula a una distancia teórica, alejándose respecto o desde esta el cabezal de procesamiento por láser 3 sobre la pieza de trabajo 6. En el cabezal de procesamiento por láser 3 está integrado un dispositivo de medida de la distancia 10 para la medida capacitiva de la distancia A entre la boquilla de procesamiento por láser 8 metálica y la pieza de trabajo 6 metálica. En la medida de la distancia una fuente de tensión del dispositivo de medida de la distancia 10 genera una diferencia de potencial predeterminada entre la boquilla de procesamiento por láser 8 y la pieza de trabajo 6, de modo que entre ambos se conforma un campo eléctrico E, cuyas líneas de campo se muestran en las Fig. 2a, 2b. La Fig. 2a muestra las líneas de campo en la medida de distancia capacitiva respecto a una superficie de pieza de trabajo 6a plana que transcurre en paralelo respecto al plano XY y la Fig. 2b las líneas de campo respecto a un ángulo interior 6b de una pieza de trabajo 6 en 3 dimensiones.

En función de la distancia de la boquilla A cambia la posición o la longitud de las líneas de campo y con ello la capacidad. Para determinar la relación entre la distancia A y la capacidad, se puede emprender por ejemplo una medida de la capacidad en distancia A conocida, variable, para obtener una línea característica para la distancia de

boquilla A en función de la capacidad. La distancia de la boquilla A se determina bien en el dispositivo de medida de la distancia 10 propiamente o en otra unidad constructiva prevista en la máquina de procesamiento por láser 1 en función de la línea característica y la capacidad medida. Para obtener una relación clara entre capacidad y distancia de la boquilla A en la calibración del dispositivo de medida de la distancia 10, se usa para la determinación de la línea característica de forma típica una pieza de trabajo 6 plana mostrada en la Fig. 2a. Pero si la geometría de la pieza de trabajo 6, como se muestra en la Fig. 2b, no es constante durante todo el procesamiento, cambia la señal de distancia medida con la boquilla de procesamiento por láser 8 en base al alargamiento lateral del campo eléctrico E, por ejemplo debido a la sensibilidad lateral de la medida de la capacidad, no solo con la distancia de la boquilla A, sino que también con la geometría de la pieza de trabajo. En las piezas de trabajo en 3 dimensiones no puede mantenerse constante por tanto la distancia teórica entre la boquilla de procesamiento por láser 8 y la pieza de trabajo 6 en un intervalo de tolerancia estrecho. Este problema sistemático se puede subsanar mediante valores de corrección de la distancia teórica, que se registran o se ajustan en las posiciones correspondientes del programa NC de la pieza de trabajo 6.

Para la determinación de los valores de corrección de la distancia ΔA es recorrida la pieza de trabajo 6 como se muestra en la Fig. 4, tanto con la boquilla de procesamiento por láser 8 propiamente como también con un cabezal de medida 11 dispuesto en lugar de la boquilla de procesamiento por láser 8 en el cabezal de procesamiento por láser 3 (Fig. 3a, 3b), que presenta una sensibilidad lateral menor de la medida de la capacidad que la boquilla de procesamiento por láser 8, respectivamente con especificación de la misma distancia teórica por ejemplo de 1,0 mm y a este respecto a la trayectoria recorrida respectivamente y por tanto la distancia real de la boquilla de procesamiento por láser 8 y del cabezal de medida 11. La distancia real de la boquilla de procesamiento por láser 8 a lo largo de la trayectoria recorrida se representa como curva a trazos 12_1 , y la distancia real del cabezal de medida 11 a lo largo de la trayectoria recorrida como la curva 12_2 continua.

Como se muestra esquemáticamente en las Fig. 3a, 3b, el cabezal de medida 11 que no puede cortar muestra un alargamiento lateral menor del campo eléctrico E y por tanto es independiente de la geometría de la pieza de trabajo. El cabezal de medida 11 puede estar configurado como detector, cuyo diámetro en el extremo de medida que da a la pieza de trabajo es menor que el diámetro de la boquilla en el extremo de la boquilla que da a la pieza de trabajo de la boquilla de procesamiento por láser 8.

La distancia real determinada del cabezal de medida 11 es a lo largo de toda la trayectoria recorrida 1,0 mm, correspondiendo por tanto a la distancia teórica. La distancia real determinada de la boquilla de procesamiento por láser 8 llega en la superficie de la pieza de trabajo 6a plana igualmente a 1,0 mm y en el ángulo interior 6b por contra 1,25 mm, correspondiente por tanto solo a la zona de la pieza de trabajo 6a plana la distancia teórica. Un dispositivo 12 integrado por ejemplo en el control de máquina 9 determina a partir de las trayectorias determinadas con la boquilla de procesamiento por láser 8 y con el cabezal de medida 11 los valores de corrección de la distancia ΔA para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser 8 a lo largo de la trayectoria teórica en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo 6. En el presente ejemplo se determina para el ángulo interior 6b un valor de corrección de la distancia ΔA de -0,25 mm, en torno al cual se corrige la distancia teórica contenida en el programa NC. En el procesamiento por láser esta o una pieza de trabajo 6 idéntica resulta una distancia de la boquilla A de 1 mm, que se mantiene constante a lo largo de la trayectoria teórica recorrida completa en una ventana de tolerancia estrecha.

En lugar de la diferencia de las distancias reales se pueden determinar los valores de corrección de la distancia AA también a partir de la diferencia de valores reales de la regulación de la distancia en el recorrido con la boquilla de procesamiento por láser 8 y con el cabezal de medida 11.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la determinación de valores de corrección de la distancia (ΔA) de una distancia teórica entre una boquilla de procesamiento por láser (8) dispuesta en un cabezal de procesamiento por láser (3) y una pieza de trabajo (6) en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo (6), en donde se mide capacitivamente hasta la pieza de trabajo (6) en el procesamiento por láser la distancia (A) de la boquilla de procesamiento por láser (8) que se mueve a lo largo de una trayectoria teórica y se regula sobre la distancia teórica corregida.

caracterizada por que

10 la pieza de trabajo (6) tanto con la boquilla de procesamiento por láser (8) como también con un cabezal de medida (11) dispuesto en el cabezal de procesamiento por láser (3) en lugar de la boquilla de procesamiento por láser (8), que presenta una sensibilidad lateral menor de la medida de la capacidad que la boquilla de procesamiento por láser (8), es recorrida respectivamente con especificación de una distancia teórica y a este respecto se determina la trayectoria recorrida de la boquilla de procesamiento por láser (8), y porque se determinan desde las trayectorias determinadas con la boquilla de procesamiento por láser (8) y con el cabezal de medida (11) los valores de corrección de la distancia (ΔA) para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser (8) a lo largo de la trayectoria teórica en el procesamiento por láser de la pieza de trabajo (6).

2. Procesamiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cabezal de medida (11) está configurado como detector, cuyo diámetro en el extremo de medida que da a la pieza de trabajo es menor que el diámetro de boquilla en el extremo de boquilla que da a la pieza de trabajo de la boquilla de procesamiento por láser (8).

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque para un tipo de pieza de trabajo que se va a procesar se asumen los valores de corrección de la distancia (ΔA) pertinentes de la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser (8) a lo largo de la trayectoria teórica como distancias teóricas corregidas en un programa NC para el procesamiento por láser de la pieza de trabajo (6).

25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el procesamiento por láser de una pieza de trabajo (6) se realiza a lo largo de la trayectoria teórica con los valores de corrección de la distancia (ΔA) determinados previamente en la pieza de trabajo (6) o en una misma pieza de trabajo.

30 5. Máquina (1) para el procesamiento por láser de una pieza de trabajo (6), con una boquilla de procesamiento por láser (8) dispuesta en un cabezal de procesamiento por láser (3), con un dispositivo de medida de la distancia (10) para la medida capacitiva de la distancia (A) entre la boquilla de procesamiento por láser (8) y la pieza de trabajo (6) y con un control de máquina (9) para el movimiento de la boquilla de procesamiento por láser (8) a lo largo de una trayectoria teórica con especificación de una distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser (8) hasta la pieza de trabajo (6).

caracterizada por que

35 la máquina de procesamiento por láser (1) presenta un dispositivo (12), que en función de las trayectorias, que recorrieron respectivamente con especificación de una distancia teórica en una pieza de trabajo (6) a lo largo de una trayectoria teórica tanto con la boquilla de procesamiento por láser (8) como también con un cabezal de medida (11) dispuesto en el cabezal de procesamiento por láser (3) en lugar de la boquilla de procesamiento por láser (8), determinándose los valores de corrección de la distancia (ΔA) para la distancia teórica de la boquilla de procesamiento por láser (8) a lo largo de la trayectoria teórica.

40 6. Máquina para el procesamiento por láser según la reivindicación 5, caracterizado porque el dispositivo (12) se integra en el control de la máquina (9).

7. Máquina de procesamiento por láser según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque el dispositivo (12) registra los valores de corrección de la distancia (ΔA) determinados como distancias teóricas corregidas en un programa NC para el procesamiento por láser de la pieza de trabajo (6).

45 8. Producto de programa de computadora, que presenta medios de codificación, que están ajustados para la realización de todas las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, si el programa se ejecuta en un control de máquina (9) de una máquina de procesamiento por láser (1).

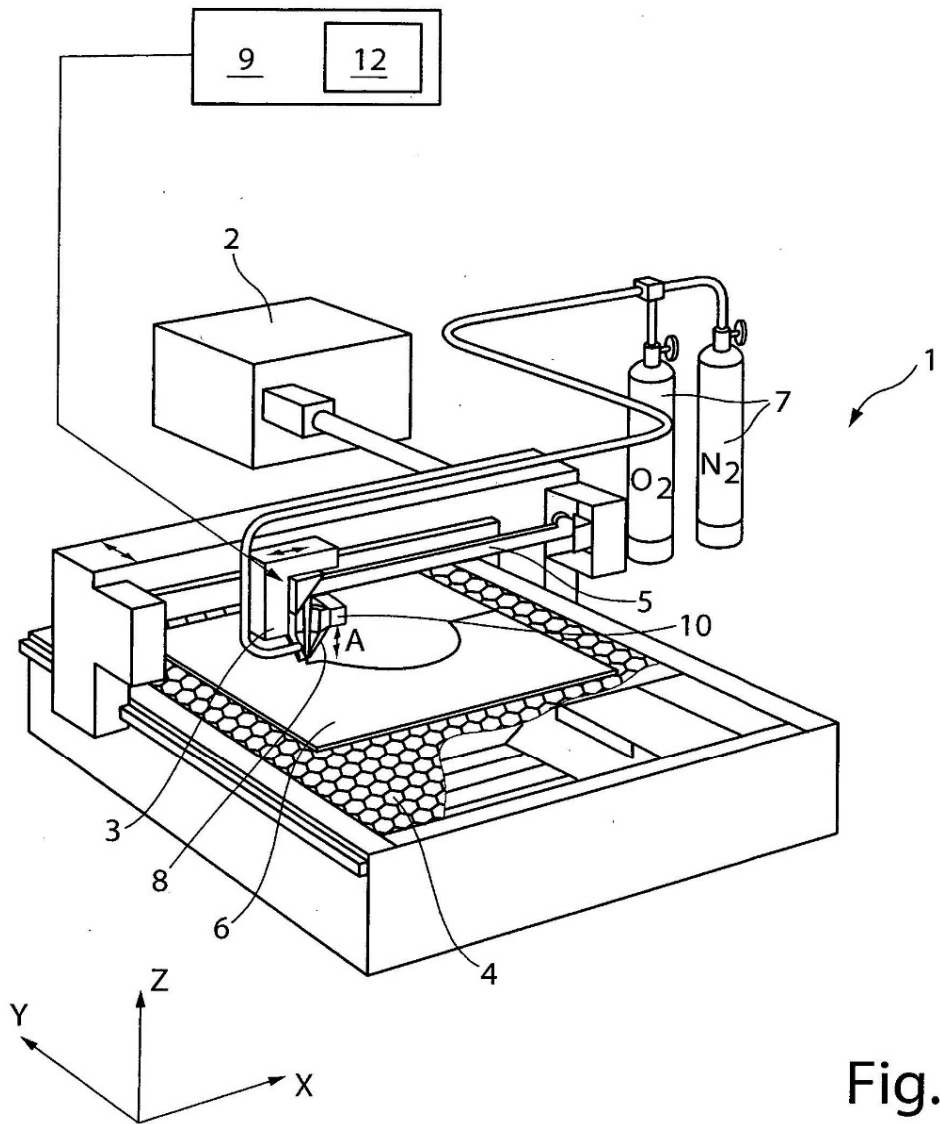


Fig. 1

