



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 306 193**

51 Int. Cl.:
B23K 26/04 (2006.01)
B23K 26/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05772323 .1**
86 Fecha de presentación : **16.08.2005**
87 Número de publicación de la solicitud: **1796867**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **20.06.2007**

54 Título: **Procedimiento para la determinación y procedimiento para el ajuste, de la posición mutua de un eje de un rayo láser de mecanizado por una parte y un eje de un chorro de gas de proceso por otra parte en una máquina de mecanizado por láser, y máquina de mecanizado por láser con un dispositivo para la realización del procedimiento.**

30 Prioridad: **04.09.2004 EP 04021074**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es:
TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG.
Johann-Maus-Strasse 2
71254 Ditzingen, DE

72 Inventor/es: **Horn, Armin y**
Hammann, Gerhard

74 Agente: **Gil Vega, Víctor**

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 y procedimiento para el ajuste, de la posición mutua de un eje de un rayo láser de mecanizado por una parte y un eje de un chorro de gas de proceso por otra parte en una máquina de mecanizado por láser, y máquina de mecanizado por láser con un dispositivo para la realización del procedimiento.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la determinación, así como a un procedimiento para el ajuste, de la posición mutua de un eje de un haz de láser de mecanizado por una parte y un eje de un chorro de gas de proceso por otra parte en una máquina de mecanizado por láser para mecanizar piezas de trabajo. Para ello se mueven uno en relación con otro un haz/chorro de detección de posición de eje, con un eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas, y un elemento de detección de posición de ejes, con un movimiento de detección de posición de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro. El movimiento de detección de posición de ejes tiene acoplado el movimiento de un elemento de referencia para el eje de chorro de gas, elemento de referencia que está situado en una correspondencia espacial definida con respecto al eje de haz/chorro. Si la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas difiere de una posición mutua nominal, la desviación de la posición se corrige ajustando la posición del eje de haz de láser y/o ajustando la posición del eje de chorro de gas.

La invención se refiere además a una máquina de mecanizado por láser para mecanizar piezas de trabajo con un cabezal de mecanizado por láser, desde el que puede dirigirse sobre una pieza de trabajo un haz de láser de mecanizado con un eje de haz de láser y un chorro de gas de proceso con un eje de chorro de gas, así como con un dispositivo para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser por una parte y el eje de chorro de gas por otra parte. El dispositivo para determinar la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas comprende un elemento de detección de posición de ejes, un elemento de referencia, para el eje de chorro de gas, y un dispositivo de evaluación. Un haz/chorro de detección de posición de eje, con un eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas, y el elemento de detección de posición de ejes pueden moverse el uno en relación con el otro con un movimiento de detección de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro. El elemento de referencia para el eje de chorro de gas se halla en una correspondencia espacial definida con respecto al eje de haz/chorro y puede moverse acoplado al movimiento de detección de posición de ejes.

En distintos tipos de mecanizado por láser de piezas de trabajo se dirige sobre el lugar a mecanizar, además de un haz de láser de mecanizado, un chorro de gas de proceso. En el corte por láser, por ejemplo, entran en consideración como gases de proceso oxígeno o gases inertes, por ejemplo nitrógeno o argón. Los gases de corte tienen por objeto eliminar mediante soplado de la ranura de corte el material fundido que se forma en el marco del proceso de corte. Si se alimenta oxígeno como gas de corte, se favorece además el proceso de corte mediante procesos de oxidación en el lugar a mecanizar. En cualquier caso, se requiere una posición mutua adecuada del haz de láser de mecanizado y el chorro de gas de proceso. En el corte por láser se logran resultados de mecanizado óptimos si el eje del haz de láser de mecanizado que se dirige sobre la pieza de trabajo en cuestión y el eje del chorro de gas de corte que se dirige sobre la pieza de trabajo coinciden. Por los más diversos motivos, por ejemplo debido a un ensuciamiento de la boquilla de láser del cabezal de mecanizado por láser, una posición mutua nominal ajustada del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas no permanece inalterada por un tiempo ilimitado durante el funcionamiento de una máquina de mecanizado por láser. Por lo tanto, con el fin de lograr resultados de mecanizado óptimos, la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas se ha de vigilar y corregir si difiere de la posición mutua nominal de un modo no deseado.

Por el documento US 4,427,873 A, que se considera el estado actual de la técnica más próximo, se conocen un procedimiento y un dispositivo del tipo arriba indicado. En el caso del estado actual de la técnica, para determinar y ajustar la posición mutua de un eje de un haz de láser de mecanizado y de un eje de un chorro de gas de proceso, se mueve en primer lugar el cabezal de mecanizado por láser de la máquina ya conocida hasta una pieza de trabajo de ensayo. A continuación se perfora la pieza de trabajo de ensayo mediante una breve conexión del haz de láser de mecanizado y se crea un pequeño agujero en la misma. A continuación, con el haz de láser de mecanizado desconectado, se mueve sobre la pieza de trabajo de ensayo, en dirección transversal al haz/chorro, el chorro de gas de proceso que sale de una boquilla de láser del cabezal de mecanizado por láser. Para ello se desplaza la boquilla de láser con relación a la carcasa estacionaria del cabezal de mecanizado por láser y se coloca frente a la pieza de trabajo de ensayo en la posición en la que el chorro de gas de proceso que sale de la boquilla de láser atraviesa el pequeño agujero de la pieza de trabajo de ensayo y en la que la presión que se establece debajo de esta última alcanza su máximo. Una vez que la boquilla de láser ocupa la posición correspondiente a dicho máximo de presión, el eje del haz de láser de mecanizado y el eje del chorro de gas de proceso coinciden uno con otro.

En el caso del estado actual de la técnica según el documento US 4,427,873 A, únicamente el eje del chorro de gas de proceso realiza un movimiento de detección de eje en dirección transversal al haz/chorro. Este movimiento se produce mediante un desplazamiento de la boquilla de láser con relación a una carcasa estacionaria del cabezal de mecanizado por láser. Para desplazar la boquilla de láser se utiliza un mecanismo de ajuste previsto expresamente con este fin. La boquilla de láser constituye un elemento de referencia para el eje de chorro de gas.

Según el documento DE 43 36 136 A1, el lugar de mecanizado de un haz de láser de mecanizado se detecta mediante una cámara a través del orificio de una boquilla de láser prevista en un cabezal de mecanizado por láser. Mediante una evaluación de señales se averigua en caso dado el desplazamiento del lugar de mecanizado y, con ello, del eje del haz de láser de mecanizado con relación al centro del orificio de la boquilla de láser que define la posición

del eje de un chorro de gas de proceso. El desplazamiento averiguado para el eje de haz de láser y el eje de chorro de gas constituye finalmente la base para una corrección de la posición mutua de ambos ejes.

Otro procedimiento para determinar la posición mutua del eje de un haz de láser de corte de una máquina de corte por láser por una parte y el eje de un chorro de gas de corte por otra parte se conoce en la práctica empresarial como el llamado, "procedimiento Tapeshot". En este caso se pega en primer lugar una cinta adhesiva sobre el orificio de una boquilla de láser de un cabezal de corte por láser. A continuación se hace pasar brevemente un haz de láser de corte por el orificio de boquilla. La posición mutua del centro del agujero producido por el haz de láser de corte en la cinta adhesiva por una parte y el centro de la boquilla de láser por otra parte se registra finalmente como posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas. Si ésta difiere de la posición mutua nominal, se corrige la posición del haz de láser de corte o del chorro de gas de corte para subsanar la desviación de la posición.

La presente invención se ha planteado como objetivo hacer posible una determinación y, en caso necesario, un ajuste correspondiente de la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas adaptados a la funcionalidad habitual de las máquinas de mecanizado por láser, y poner a disposición una máquina de mecanizado por láser en la que pueda realizarse una determinación o un ajuste de la posición de este tipo.

Según la invención, este objetivo se logra mediante el procedimiento según las reivindicaciones 1 y 10 y mediante la máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 11.

Según las mismas, para determinar en el caso de la invención la posición del eje de un haz de láser de mecanizado y el eje de un chorro de gas de proceso, se mueven uno en relación con otro, en dirección transversal al haz/chorro o al eje de haz/chorro, por una parte un primer haz/chorro de detección de posición de eje, cuyo eje de haz/chorro representa el eje del haz de láser de mecanizado, y un segundo haz/chorro de detección de posición de eje, cuyo eje de haz/chorro representa el eje del chorro de gas de proceso, y por otra parte un elemento de detección de eje. En este sentido, según la invención se realizan, para la determinación de la posición del eje, movimientos del tipo de los que también han de realizarse durante el servicio normal de la máquina de mecanizado por láser, por ejemplo para posicionar el haz de láser de mecanizado con relación a la pieza de trabajo a mecanizar o para el mecanizado de la pieza de trabajo. Por consiguiente, existe en particular la posibilidad de, para el movimiento de detección de posición de ejes del primer haz/chorro de detección de posición de eje y el segundo haz/chorro de detección de posición de eje por una parte y del elemento de detección de posición de ejes por otra parte, recurrir a accionamientos y mandos de accionamiento o controles de movimiento que de todos modos son necesarios para el servicio normal de la máquina de mecanizado por láser. Correspondientemente puede elegirse el elemento de referencia para el eje de haz de láser y/o el elemento de referencia para el eje de chorro de gas y/o el elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes. También en este sentido, el concepto según la invención permite la integración de la función "determinación de la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas" en la funcionalidad habitual de una máquina de mecanizado por láser. En general, con la utilización de elementos de referencia del tipo mencionado se desplaza el lugar de determinación de la posición relativa del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas a un área apartada de los haces/chorros de detección de posición de eje o del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas. Gracias a ello, la invención permite una determinación de fácil manejo y al mismo tiempo muy exacta de la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas.

De las reivindicaciones dependientes 2 a 9 resultan formas de realización especiales del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 10. En las reivindicaciones 12 a 21 se describen formas de realización especiales de la máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 11.

Según las reivindicaciones 2 y 12, en una configuración preferida de la invención, se utiliza como primer haz/chorro de detección de posición de eje un haz de láser con el eje de haz de láser y/o como segundo haz/chorro de detección de posición de eje un chorro de gas con el eje de chorro de gas. En el caso del haz de láser utilizado como primer haz/chorro de detección de posición de eje no ha de tratarse necesariamente de un haz de láser de mecanizado, como el que se dirige sobre la pieza de trabajo en cuestión durante el servicio normal de la máquina de mecanizado por láser. Es concebible, por ejemplo, utilizar para la detección de la posición de eje un haz de láser con una potencia menor e insuficiente para un mecanizado normal de la pieza de trabajo. De un modo análogo, no es absolutamente necesario utilizar un chorro de gas de proceso como chorro de gas para la detección de la posición de eje. Por ejemplo por motivos económicos, puede resultar conveniente producir el chorro de gas para la detección de la posición de eje no con un gas de proceso relativamente caro, sino con un gas más barato, por ejemplo con aire atmosférico. En favor de unos haces/chorros de detección de posición de eje coincidentes en la medida de lo posible con el haz de láser de mecanizado dirigido sobre la pieza de trabajo a mecanizar durante el servicio normal de la máquina, así como con el chorro de gas de proceso correspondiente, habla la circunstancia de que, en este caso, la determinación de la posición relativa del eje del haz de láser de mecanizado y el eje del chorro de gas de proceso puede realizarse en condiciones que como mínimo se acercan mucho a las condiciones reinantes durante el servicio normal de la máquina y, por consiguiente, proporciona resultados que reproducen realmente las condiciones durante el servicio normal de la máquina.

Las medidas descritas en las reivindicaciones 3, 13 y 14 están previstas en interés de una puesta en práctica constructiva del concepto según la invención lo más sencilla posible. Si el cabezal de mecanizado de la máquina de mecanizado por láser sirve de elemento de referencia común para el eje de haz de láser y el eje de chorro de gas, es posible, para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas, recurrir a

ES 2 306 193 T3

dispositivos para el accionamiento y el control de movimiento del cabezal de mecanizado que también se utilizan en el servicio normal de la máquina de mecanizado por láser.

Las reivindicaciones 4 y 15 se refieren a la puesta en práctica del concepto según la invención en casos en los que se requiere una coincidencia del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas. El corte por láser representa un caso de aplicación de este tipo.

En otra configuración preferida de la invención, la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas se determina por medio de las posiciones que ocupan el elemento de referencia para el eje de haz de láser y el elemento de referencia para el eje de chorro de gas la primera vez que los ejes de los haces/chorros de detección de posición de eje inciden en el elemento de detección de posición de ejes (reivindicaciones 5 y 16). Con la primera incidencia de los ejes de haz/chorro mencionados en el elemento de detección de posición de ejes está asegurado un estado claramente definido de la disposición para la detección de posición de ejes como disparador para la detección de las posiciones del elemento de referencia para el eje de haz de láser y del elemento de referencia para el eje de chorro de gas. Por lo tanto, se garantiza que las posiciones del o de los elementos de referencia detectadas permitan realmente deducir con exactitud las posiciones del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas o su posición relativa.

Según las reivindicaciones 6 a 9 y 17 a 20, en el caso de la invención se eligen posibilidades para la definición o el registro de la primera incidencia de los ejes de los haces/chorros de detección de posición de eje en el elemento de detección de posición de ejes que sean factibles y puedan realizarse recurriendo a dispositivos ya disponibles. Así, por ejemplo, puede utilizarse la detección de la producción de luz de proceso en el punto de mecanizado del lado de la pieza de trabajo de un haz de láser de mecanizado durante el servicio normal de la máquina para el mando y el control del proceso de perforación en piezas de trabajo. La medición de distancias es usual por ejemplo en el servicio de corte de una máquina de mecanizado por láser, donde se registra y controla la distancia entre la boquilla de láser y la pieza de trabajo para garantizar una posición invariable del foco del haz de láser con relación a la pieza de trabajo.

La reivindicación 21 se refiere a una máquina de mecanizado por láser en la que puede ponerse en práctica el procedimiento descrito en la reivindicación 10 para el ajuste automatizado de la posición mutua del eje de haz de láser y el eje de chorro de gas.

A continuación se explica la invención más detalladamente por medio de unas representaciones esquemáticas a modo de ejemplo. Las figuras muestran:

Figura 1: una máquina de corte por láser durante el mecanizado por corte de una pieza de trabajo mediante un haz de láser de corte y con alimentación de un chorro de gas de corte sobre el lugar de mecanizado.

Figura 2: la máquina de corte por láser según la figura 1 durante la determinación de la posición mutua del eje del haz de láser de corte y el eje del chorro de gas de corte.

Figura 3: el cabezal de corte por láser de la máquina de corte por láser según las figuras 1 y 2 en sección longitudinal.

Figuras 4 a 7: representaciones del desarrollo de la determinación de la posición mutua del eje del haz de láser de corte y el eje del chorro de gas de corte.

Según la figura 1, una máquina de mecanizado por láser configurada como una máquina de corte por láser 1 tiene una bancada de máquina 2 por la que está guiado un puente de máquina 3 que puede desplazarse en una primera dirección axial (dirección X). El puente de máquina 3 aloja por su parte, en un travesaño, una corredera de guía 4 con un cabezal de mecanizado por láser o de corte por láser 5, que se ha representado abierto. Conjuntamente con la corredera de guía 4, el cabezal de corte por láser 5 puede desplazarse en una segunda dirección axial (dirección Y) a lo largo del travesaño del puente de máquina 3. Además, el cabezal de corte por láser 5 puede moverse en relación con la corredera de guía 4 en una tercera dirección axial (dirección Z). Debajo del cabezal de corte por láser 5, una pieza de trabajo en forma de una chapa 6 está alojada sobre un soporte de pieza 7.

Para mecanizar la chapa 6 se utiliza un haz de láser, que en las figuras está representado con un eje de haz de láser 8. El haz de láser lo genera una fuente de haz de láser 9 y está guiado, mediante un tubo de conducción de haz 10 y espejos de desviación 11, 12, hasta un elemento óptico de enfoque 13 (lente o espejo) instalado en el interior del cabezal de corte por láser 5. El elemento óptico de enfoque 13 concentra el haz de láser y lo dirige como haz de láser de corte sobre la chapa 6. Gracias a la capacidad de desplazamiento descrita del puente de máquina 3 y de la corredera de guía 4 es posible mecanizar con el haz de láser de corte cualquier punto que se desee de la chapa 6. En la figura 1 se indica un corte 14 producido en la chapa 6 en el ejemplo mostrado. La movilidad del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Z se utiliza para ajustar la posición de foco del haz de láser de corte en dirección transversal a la chapa.

Para desplazar el cabezal de corte por láser 5 en las tres direcciones del espacio se emplea un accionamiento por motor de la máquina de corte por láser 1, que se controla mediante un mando numérico 15. Las demás funciones de la máquina de corte por láser 1 también están integradas en el mando numérico 15 en lo que se refiere a su control.

ES 2 306 193 T3

Conjuntamente con el haz de láser de corte, desde el cabezal de corte por láser 5 se dirige sobre la chapa 6 un chorro de gas de proceso en forma de un chorro de gas de corte 16. El gas de corte alimentado a la chapa 6, en el caso representado nitrógeno, sirve para eliminar mediante soplado el metal fundido procedente de la ranura de corte creada en la chapa en el lugar de mecanizado del haz de láser de corte. Lo ideal es que el eje 8 del haz de láser de corte y el eje 17 del chorro de gas de corte 16 coincidan. La máquina de corte por láser 1 está representada en la figura 1 con una posición mutua óptima de este tipo del eje 8 del haz de láser y el eje 17 del chorro de gas.

Durante el servicio continuo de la máquina de corte por láser 1 puede producirse un desajuste del eje 8 del haz de láser de corte o del chorro de gas de corte 16. Para determinar una eventual divergencia de la posición real mutua del eje 8 del haz de láser y el eje 17 del chorro de gas con respecto a la posición nominal correspondiente se emplean unos elementos de detección de posición de ejes 18, 19, que están instalados en un extremo longitudinal de la bancada de máquina 2 y, por lo tanto, en el borde más exterior del área de trabajo del cabezal de corte por láser 5. Tanto en el caso del elemento de detección de posición de ejes 18 como en el caso del elemento de detección de posición de ejes 19 se trata de una plaquita de acero para resortes. El elemento de detección de posición de ejes 18 está sujeto a la bancada de máquina 2 con uno de sus bordes que se extienden en la dirección Y, y el elemento de detección de posición de ejes 19 con uno de sus bordes que se extienden en la dirección X. Por lo demás, los elementos de detección de posición de ejes 18, 19 sobresalen en cada caso libremente de la bancada de máquina 2. Los bordes inmediatamente siguientes al borde sujeto del elemento de detección de posición de ejes 18 se extienden en la dirección X y los bordes inmediatamente siguientes al borde sujeto del elemento de detección de posición de ejes 19 se extienden en la dirección Y. La posición de los dos elementos de detección de posición de ejes 18, 19 en el sistema de coordenadas X-Y-Z de la máquina de corte por láser 1 es una posición definida.

En la figura 3 está representado el cabezal de corte por láser 5 con un desajuste mutuo del eje 8 del haz de láser y el eje 17 del chorro de gas. En esta figura puede verse también una boquilla de láser 20 del cabezal de corte por láser 5, a través de la cual se dirigen sobre la chapa 6 el haz de láser de corte con el eje de haz de láser 8 y el chorro de gas de corte 16 con el eje de chorro de gas 17. Con este fin, la boquilla de láser 20 está provista de un orificio de boquilla 21 (por ejemplo redondo o con una hendidura anular). El eje de chorro de gas 17 se extiende a través del centro del orificio de boquilla 21. El gas de corte se alimenta al cabezal de corte por láser 5 a través de un orificio de alimentación de gas 22 de un suministro de gas de corte 23. El suministro de gas de corte 23 puede controlarse mediante el mando numérico 15.

La boquilla de láser 20 forma parte de un dispositivo medidor de distancias capacitivo convencional 24. Dispositivos medidores de este tipo los vende, por ejemplo, la firma TRUMPF, Ditzingen, Alemania, con la denominación "DIAS". Mediante el dispositivo medidor de distancias 24 puede determinarse la distancia entre la cara inferior de la boquilla de láser 20 y la superficie de una pieza de trabajo metálica situada frente a la boquilla de láser 20. El dispositivo medidor de distancias 24 también está conectado al mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1.

En la figura 3 también está representado un soporte 25 del elemento óptico de enfoque 13. El soporte 25 está alojado en la carcasa del cabezal de corte por láser 5 de modo que puede posicionarse en la dirección X y la dirección Y. Los eventuales movimientos de posicionamiento se realizan mediante un accionamiento regulador 26, que por su parte está controlado por el mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1.

Por último, la máquina de corte por láser 1 está provista de un dispositivo óptico medidor de luz de proceso 27, mostrado someramente en la figura 3. El dispositivo medidor de luz de proceso 27 también es de tipo convencional. Dispositivos medidores de este tipo los vende, por ejemplo, la firma TRUMPF, Ditzingen, Alemania, con la denominación "PCS". Mediante el dispositivo medidor de luz de proceso 27 se mide la luz de proceso que se produce en el lado de la chapa en el lugar de mecanizado del haz de láser de corte. El dispositivo medidor de luz de proceso 27 también está conectado al mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1.

El procedimiento para la comprobación de la posición mutua del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 en cuanto a la existencia de una divergencia con respecto a la posición mutua nominal se explica por medio de las figuras 4 a 7. El orificio de boquilla 21 tiene aquí una sección transversal circular.

Según la figura 4, el cabezal de corte por láser 5, como elemento de referencia conjunto para el eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17, se mueve con la boquilla de láser 20 en la dirección positiva del eje Y (dirección Y⁺), con un movimiento de detección de posición de ejes, sobre el elemento de detección de posición de ejes 18. En cuanto la boquilla de láser 20 se sitúa sobre el elemento metálico de detección de posición de ejes 18 con el borde del orificio de boquilla 21 que se halla delante en la dirección de movimiento, se comienza a determinar, mediante el dispositivo medidor de distancias 24, la distancia entre la boquilla de láser 20 y el elemento de detección de posición de ejes 18. El suministro de gas de corte 23 está conectado; por lo tanto desde cabezal de corte por láser 5 se dirige hacia abajo un chorro de gas de corte 16 que, por el momento, aún está separado del elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (1) de la figura 4).

En el curso del movimiento del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y⁺, el chorro de gas de corte 16 alcanza el elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (2) de la figura 4). En cuanto el gas de corte incide en el elemento de detección de posición de ejes 18, éste comienza a desviarse hacia abajo. El principio de la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18 se detecta mediante el dispositivo medidor de distancias 24

ES 2 306 193 T3

y señala un momento en el que se detecta la posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ . Estableciendo como premisas que la sección transversal del chorro de gas de corte 16 corresponde en un caso ideal a la sección transversal circular del orificio 21 de la boquilla de láser 20 y que el radio del orificio de boquilla 21 es conocido, resulta sin más la posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ en la que el eje de chorro de gas 17 alcanza el borde delantero del elemento de detección de posición de ejes 18. En la representación parcial (2) de la figura 4, la distancia que ha de recorrer el cabezal de corte por láser 5 entre el punto en que el chorro de gas de corte 16 incide por primera vez en el elemento de detección de posición de ejes 18 y el punto en que se alcanza el borde delantero del elemento de detección de posición de ejes 18 con el eje de chorro de gas 17 se designa con " S_{1Y} ".

Según continúa el movimiento del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ aumenta la superposición del orificio de boquilla 21 y el elemento de detección de posición de ejes 18. Esto lleva asociado un aumento de la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18.

Además, en el curso del movimiento del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ , también el eje de haz de láser 8 alcanza el borde delantero del elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (3) de la figura 4). Esto lleva asociado un comienzo de corte del elemento de detección de posición de ejes 18 por el haz de láser de corte. El destello que se produce cuando el haz de láser de corte perfora el elemento de detección de posición de ejes 18 es registrado por el dispositivo medidor de luz de proceso 27 y señala un segundo momento en el que se determina la posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ . Esta posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ se compara con la posición que ocupaba el cabezal de corte por láser 5 al incidir el chorro de gas de corte 16 por primera vez en el elemento de detección de posición de ejes 18. En el ejemplo mostrado, el cabezal de corte por láser 5 ha recorrido entre las dos posiciones mencionadas una distancia " S_{2Y} ". La distancia S_{2Y} es mayor que la distancia S_{1Y} en una medida d_{SY} . Por lo tanto, d_{SY} define el desplazamiento mutuo del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 en la dirección Y . La medida d_{SY} se determina mediante un dispositivo de evaluación del mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1 previsto con este fin.

El haz de láser de corte se desconecta inmediatamente después de que perfore el elemento de detección de posición de ejes 18. La desconexión del haz de láser de corte la provoca el mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1, que controla correspondientemente la fuente de haz de láser 9.

Si, en contra de la premisa arriba indicada, el radio o el diámetro del chorro de gas de corte 16 no se presupone como conocido, es necesario modificar el procedimiento arriba descrito. En este caso se determina de forma complementaria el diámetro del chorro de gas de corte 16.

En este caso se determinan también las posiciones del cabezal de corte por láser 5 en la primera incidencia del chorro de gas de corte 16 en el elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (2) de la figura 4) y al perforar el haz de láser de corte el elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (3) de la figura 4). Y en este caso también se desconecta el haz de láser de corte inmediatamente después de perforar este último el elemento de detección de posición de ejes 18. Sin embargo, adicionalmente a las dos posiciones antes mencionadas del cabezal de corte por láser 5, se determina también la posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y^+ en la que la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18 alcanza su valor máximo bajo el efecto del chorro de gas de corte 16. Este valor máximo se alcanza en cuanto el chorro de gas de corte 16 se halla, en el curso de su movimiento en la dirección Y^+ , con la totalidad de su sección transversal sobre el elemento de detección de posición de ejes 18, o sea en cuanto el límite del chorro de gas de corte 16 que se halla detrás en la dirección de movimiento alcanza el borde delantero del elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (4) de la figura 4). La distancia recorrida por el cabezal de corte por láser 5 entre la primera incidencia del chorro de gas de corte 16 en el elemento de detección de posición de ejes 18 y la desviación máxima del elemento de detección de posición de ejes 18 define el diámetro, es decir la dimensión " D ", del chorro de gas de corte 16 en la dirección Y .

Por lo tanto, si el eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 coincidieran, el haz de láser de corte tendría que haber perforado el elemento de detección de posición de ejes 18 después de haber recorrido una distancia $1/2 D$ desde la primera incidencia del chorro de gas de corte 16 en el elemento de detección de posición de ejes 18. Sin embargo, en el ejemplo mostrado no era éste el caso. Por el contrario, el cabezal de corte por láser 5 recorrió una distancia $1/2 D + d_{SY}$ entre el momento en que el chorro de gas de corte 16 incidió por primera vez en el elemento de detección de posición de ejes 18 y el momento en que el haz de láser de corte perforó el elemento de detección de posición de ejes 18. Para d_{SY} resulta por consiguiente, también en el procedimiento descrito en último lugar, que constituye una modificación del procedimiento presentado inicialmente, el desplazamiento del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 en la dirección Y .

El procedimiento modificado se distingue por una extraordinaria precisión. Como base para la determinación de un eventual desplazamiento del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 se recurre a la dimensión real del chorro de gas de corte 16 en la dirección Y , y no, como en el procedimiento descrito al principio, al diámetro del orificio 21 de la boquilla de láser 20. La dimensión real del chorro de gas de corte 16 puede diferir del diámetro del orificio de boquilla 21 por ejemplo a consecuencia de un ensuciamiento del orificio de boquilla 21. Si se conoce el diámetro del orificio de boquilla exento de suciedad, la medición descrita del diámetro del chorro de gas de corte 16 puede servir también para comprobar el estado de ensuciamiento de la boquilla de láser 20.

ES 2 306 193 T3

En aquellos casos en los que el grado de la desviación producida en el elemento de detección de posición de ejes 18 por el chorro de gas de corte 16 no pueda detectarse con suficiente precisión, para determinar la dimensión del chorro de gas de corte 16 en la dirección Y se 'palpa' el elemento de detección de posición de ejes 18 con el chorro de gas de corte 16 no sólo - como se ha descrito más arriba - en la dirección Y^+ , sino también en la dirección Y^- .

Como se desprende de la figura 5, para ello se mueve el cabezal de corte por láser 5 con el chorro de gas de corte 16, que en un primer momento aún está alejado del elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (1) de la figura 5), con el haz de láser de corte desconectado, en la dirección Y^- hasta que el chorro de gas de corte 16 incide por primera vez en el elemento de detección de posición de ejes 18 (representación parcial (2) de la figura 5). El comienzo de la desviación como tal del elemento de detección de posición de ejes 18 que esto lleva asociado puede determinarse en todo caso de forma inequívoca mediante el dispositivo medidor de distancias 24. De forma análogamente inequívoca se había identificado previamente la primera incidencia del chorro de gas de corte 16 movido en la dirección Y^+ , o el comienzo de la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18 que ésta lleva asociado (representación parcial (2) de la figura 4).

Tanto en el momento de comenzar la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18 por el chorro de gas de corte 16 movido en la dirección Y^+ como en el momento de comenzar la desviación del elemento de detección de posición de ejes 18 por el chorro de gas de corte movido en la dirección Y^- se detecta la posición del cabezal de corte por láser 5 en la dirección Y. Entre ambas posiciones del cabezal de corte existe una distancia que corresponde al doble de la dimensión del chorro de gas de corte 16 en la dirección Y más la anchura del elemento de detección de posición de ejes 18 en la dirección Y. La anchura del elemento de detección de posición de ejes 18 y la distancia entre las dos posiciones del cabezal de corte mencionadas son conocidas y por lo tanto es posible calcular la dimensión del chorro de gas de corte 16 en la dirección Y, o el diámetro D del chorro de gas de corte.

Además del desplazamiento del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 en la dirección Y, en el ejemplo mostrado se determina también el desplazamiento d_{sx} en la dirección X. Con este fin se mueve el cabezal de corte por láser 5 con el haz de láser de corte y el chorro de gas de corte 16 en la dirección del eje X sobre el elemento de detección de posición de ejes 19. En este caso se procede en particular igual que para la determinación del desplazamiento d_{sy} del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17. En las figuras 6 y 7 se ilustra la determinación del desplazamiento d_{sx} del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17, incluyendo la determinación de la dimensión D del chorro de gas de corte 16 en la dirección del eje X.

De acuerdo con el desplazamiento del eje de haz de láser 8 y el eje de chorro de gas 17 existente tanto en la dirección Y como en la dirección X, una unidad de cálculo del mando numérico 15 prevista con este fin genera un valor de corrección. Sobre la base de este valor de corrección, el mando numérico 15 de la máquina de corte por láser 1 controla el accionamiento regulador 26 del soporte 25 para el elemento óptico de enfoque 13. El soporte 15 se ajusta junto con el elemento óptico de enfoque 13 a una posición en el plano definido por el eje X y el eje Y en la que, al ocuparla, el elemento óptico de enfoque 13 dirige el haz de láser de corte coaxialmente con el chorro de gas de corte 16 sobre la chapa 6.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la posición mutua de un eje de haz de láser (8) de un haz de láser de mecanizado por una parte y un eje de chorro de gas (17) de un chorro de gas de proceso (16) por otra parte, en una máquina de mecanizado por láser (1) para mecanizar piezas de trabajo, en el que un haz/chorro de detección de posición de eje, con un eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas (17), y un elemento de detección de posición de ejes (18, 19) se mueven uno en relación con el otro con un movimiento de detección de posición de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro y en el que un elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17), elemento de referencia (5) que está situado en una correspondencia espacial definida con respecto al eje de haz/chorro, se mueve acoplado al movimiento de detección de posición de ejes, **caracterizado** porque, por una parte, un primer haz/chorro de detección de posición de eje, con un primer eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de haz de láser (8), y, como segundo haz/chorro de detección de posición de eje, el haz/chorro de detección de posición de eje con el eje de haz/chorro (segundo eje de haz/chorro) dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas (17) y, por otra parte, el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) se mueven uno en relación con el otro con un movimiento de detección de posición de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro, porque un elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8), elemento de referencia (5) que está situado en una correspondencia espacial definida con respecto al primer eje de haz/chorro, y el elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o un elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), elemento de referencia que está situado en una correspondencia especial definida con respecto al elemento de detección de posición de ejes (18, 19), se mueven acoplados al movimiento de detección de posición de ejes, y porque unas posiciones reales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), que corresponden a una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), se comparan con posiciones nominales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) correspondientes a una posición mutua nominal del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, por una parte, como primer haz/chorro de detección de posición de eje, un haz de láser con un eje de haz de láser (8) y/o, como segundo haz/chorro de detección de posición de eje, un chorro de gas con el eje de chorro de gas (17) y, por otra parte, un elemento de detección de posición de eje (18, 19) se mueven uno en relación con el otro con un movimiento de detección de posición de eje en dirección transversal al eje de haz/chorro.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque un elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) se mueve acoplado al movimiento de detección de posición de ejes y porque unas posiciones del elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17), que corresponden a una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), se comparan con posiciones nominales del elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) correspondientes a una posición mutua nominal del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque un elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) se mueve acoplado al movimiento de detección de posición de ejes y porque se comprueba si una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), corresponde a una misma posición del elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque unas posiciones reales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), que corresponden a la primera incidencia del primer eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), se comparan con las posiciones nominales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) correspondientes a una posición mutua nominal del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque como elemento de detección de posición de ejes (18, 19) se utiliza un elemento de detección de posición de ejes (18, 19) que puede cortarse, especialmente cortarse por láser, que se somete a la acción de un primer haz/chorro de detección de posición de eje en forma de un haz de corte, especialmente en forma de un haz de láser de corte, y porque la primera incidencia del primer eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) se define mediante el comienzo del corte del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del haz de corte, en caso dado por medio del haz de láser de corte.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el comienzo del corte del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del haz de corte, en caso dado por medio del haz de láser de corte, se detecta mediante la producción de luz de proceso asociada al comienzo del corte.

5 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, como elemento de detección de posición de ejes (18, 19), se somete un elemento de detección de posición de ejes (18, 19) desviable a la acción de un segundo haz/chorro de detección de posición de eje en forma de un chorro de medio de presión, especialmente en forma de un chorro de gas, moviéndose el chorro de medio de presión, en caso dado el chorro de gas, en la dirección del movimiento de detección de posición de ejes sobre el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) y definiéndose la primera incidencia del segundo eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) mediante la primera desviación del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del chorro de medio de presión, en caso dado por medio del chorro de gas.

15 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la desviación del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del chorro de medio de presión, en caso dado por medio del chorro de gas, se detecta mediante una medición de distancia.

20 10. Procedimiento para el ajuste de la posición mutua de un eje de haz de láser (8) de un haz de láser de mecanizado por una parte y un eje de chorro de gas (17) de un chorro de gas de proceso (16) por otra parte en una máquina de mecanizado por láser (1), en el que, si la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) difiere de una posición mutua nominal, la desviación de posición se corrige mediante un ajuste de la posición del eje de haz de láser (8) y/o mediante un ajuste de la posición del eje de chorro de gas (17), **caracterizado** porque la posición mutua del eje de haz de láser (8) del haz de láser de mecanizado por una parte y el eje de chorro de gas (17) de un chorro de gas de proceso (16) por otra parte se determina de acuerdo con el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9 y porque, si la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) difiere de una posición mutua nominal, se genera una magnitud de ajuste adaptada a la desviación de posición y se corrige la desviación de posición sobre la base de dicha magnitud de ajuste.

30 11. Máquina de mecanizado por láser para mecanizar piezas de trabajo (6) con un cabezal de mecanizado por láser, desde el que puede dirigirse sobre una pieza de trabajo (6) un haz de láser de mecanizado con un eje de haz de láser (8) y un chorro de gas de proceso (16) con un eje de chorro de gas (17), así como con un dispositivo para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser (8) por una parte y el eje de chorro de gas (17) por otra parte, en la que

- 35 - el dispositivo para determinar la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) comprende un elemento de detección de posición de ejes (18, 19), un elemento de referencia (5), para el eje de chorro de gas (17), y un dispositivo de evaluación,
- 40 - un haz/chorro de detección de posición de eje, con un eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas (17), y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) pueden moverse el uno en relación con el otro con un movimiento de detección de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro,
- el elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) se halla en una correspondencia espacial definida con respecto al eje de haz/chorro y
- 45 - el elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) puede moverse acoplado al movimiento de detección de posición de ejes,

caracterizada porque

- 50 - el dispositivo para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) comprende un elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y/o un elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) y porque
- 55 - por una parte un primer haz/chorro de detección de posición de eje con un primer eje de haz/chorro dispuesto de forma definida con respecto al eje de haz de láser (8) y, como segundo haz de detección de posición de eje, el haz/chorro de detección de posición de eje con el eje de haz/chorro (segundo eje de haz/chorro) dispuesto de forma definida con respecto al eje de chorro de gas (17) y, por otra parte, el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) pueden moverse uno en relación con el otro con un movimiento de detección de posición de ejes en dirección transversal al eje de haz/chorro,
- 60 - el elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) está situado en una correspondencia espacial definida con respecto al primer eje de haz/chorro y/o el elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) está situado en una correspondencia especial definida con respecto al elemento de detección de posición de ejes (18, 19),
- 65 - el elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y/o el elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) pueden moverse acoplados al movimiento de detección de posición de ejes

- mediante el dispositivo de evaluación pueden detectarse unas posiciones reales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), que corresponden a una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), y porque
- mediante el dispositivo de evaluación pueden compararse las posiciones reales detectadas con posiciones nominales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) correspondientes a una posición mutua nominal del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

12. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 11, **caracterizada** porque, como primer haz/chorro de detección de posición de eje está previsto un haz de láser con el eje de haz de láser (8) y/o como segundo haz/chorro de detección de posición de eje está previsto un chorro de gas con el eje de chorro de gas (17).

13. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizada** porque está previsto un elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) y porque, mediante el dispositivo de evaluación, pueden detectarse posiciones reales del elemento de referencia (5) conjunto que corresponden a una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), y compararse con las posiciones nominales del elemento de referencia (5) conjunto correspondientes a una posición mutua nominal del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

14. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada** porque como elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) está previsto el cabezal de mecanizado de la máquina de mecanizado por láser (1).

15. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizada** porque, mediante el dispositivo de evaluación, puede comprobarse si una misma posición relativa del primer eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), así como del segundo eje de haz/chorro y el elemento de detección de posición de ejes (18, 19), corresponde a una misma posición del elemento de referencia (5) conjunto para el eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17).

16. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 15, **caracterizada** porque, mediante el dispositivo de evaluación, pueden detectarse como posiciones reales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) las posiciones existentes en la primera incidencia del primer eje de haz/chorro o del segundo eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) y compararse con posiciones nominales.

17. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 16, **caracterizada** porque como primer haz/chorro de detección de posición de eje está previsto un haz de corte, especialmente un haz de láser de corte, y como elemento de detección de posición de ejes (18, 19) está previsto un elemento de detección de posición de ejes (18, 19) que puede cortarse, especialmente cortarse por láser, y porque la primera incidencia del primer eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) está definida por el comienzo del corte del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del haz de corte, en caso dado por medio del haz de láser de corte.

18. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 17, **caracterizada** porque el dispositivo de evaluación comprende un detector de luz de proceso que permite detectar el comienzo del corte del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por el haz de corte, en caso dado por el haz de láser de corte, mediante la producción de luz de proceso asociada al comienzo del corte.

19. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 18, **caracterizada** porque como segundo haz/chorro de detección de posición de eje está previsto un chorro de medio de presión, especialmente un chorro de gas, y como elemento de detección de posición de ejes (18, 19) está previsto un elemento de detección de posición de ejes (18, 19) que puede desviarse bajo la acción del chorro de medio de presión, en caso dado del chorro de gas, porque el chorro de medio de presión, en caso dado el chorro de gas, puede moverse en la dirección del movimiento de detección de posición de ejes sobre el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) y porque la primera incidencia del segundo eje de haz/chorro en el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) está definida por la primera desviación del elemento de detección de posición de ejes (18, 19) por medio del chorro de medio de presión, en caso dado por medio del chorro de gas.

20. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 19, **caracterizada** porque el dispositivo de evaluación comprende un detector de distancias mediante el cual puede detectarse la desviación del elemento de detección de posición de ejes (18, 19).

ES 2 306 193 T3

21. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 11 a 20, **caracterizada** porque el dispositivo para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) forma parte de un dispositivo para el ajuste de la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) y porque dicho dispositivo de ajuste comprende adicionalmente una unidad de cálculo y un mando de posicionamiento para el eje de haz de láser (8) y/o el eje de chorro de gas (17), estando la unidad de cálculo conectada al dispositivo para la determinación de la posición mutua del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) y pudiéndose mediante la unidad de cálculo, en caso de diferir las posiciones reales de las posiciones nominales, generarse una magnitud de ajuste para el mando de posicionamiento para el eje de haz de láser (8) y/o el eje de chorro de gas (17) de acuerdo con el resultado de la comparación de posiciones reales y posiciones nominales del elemento de referencia (5) para el eje de haz de láser (8) y del elemento de referencia (5) para el eje de chorro de gas (17) y/o del elemento de referencia para el elemento de detección de posición de ejes (18, 19) realizada por dicho dispositivo de determinación, y porque el mando de posicionamiento del eje de haz de láser (8) y/o el eje de chorro de gas (17) puede controlarse sobre la base de esta magnitud de ajuste en un sentido que convierte la posición mutua real del eje de haz de láser (8) y el eje de chorro de gas (17) en la posición mutua nominal.

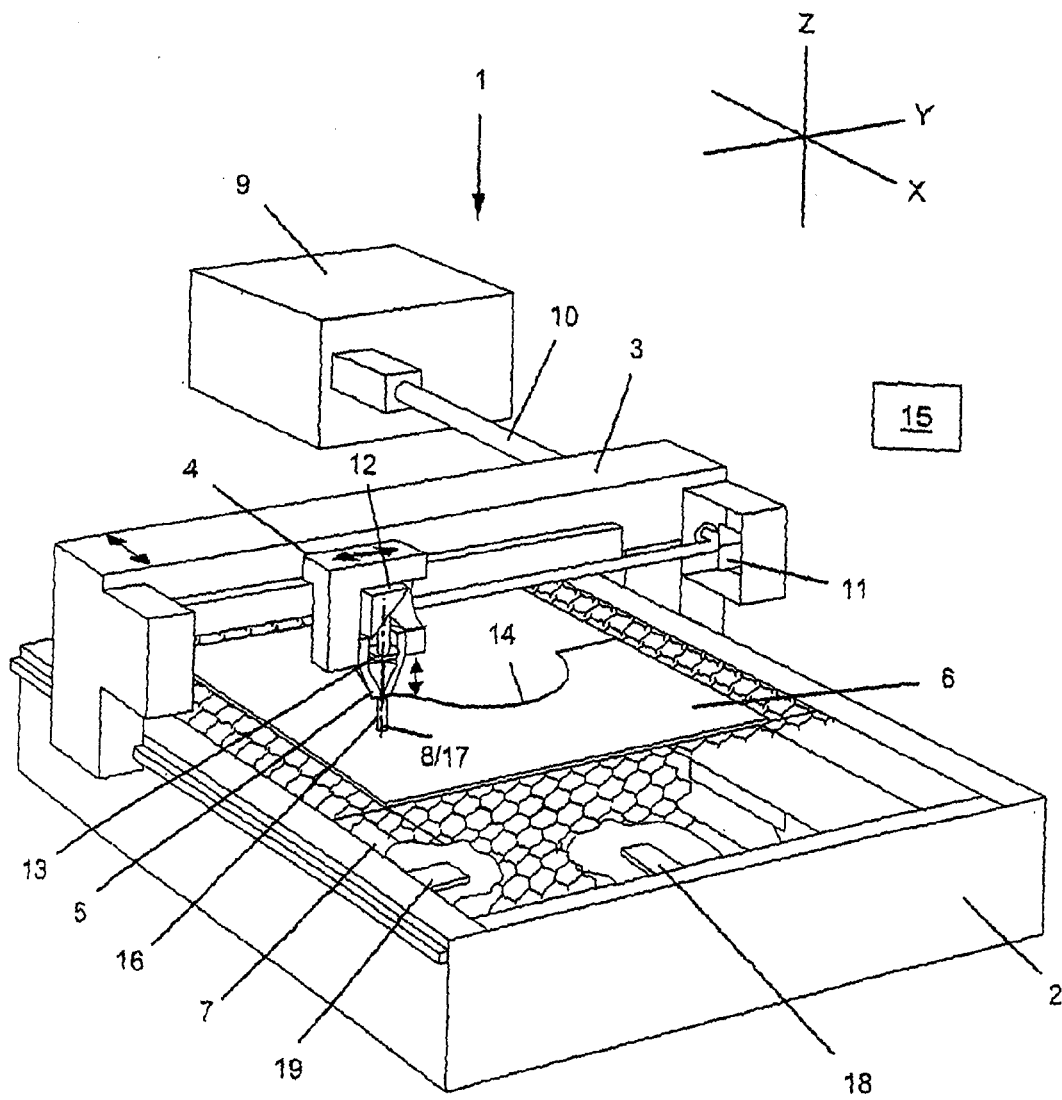


Fig. 1

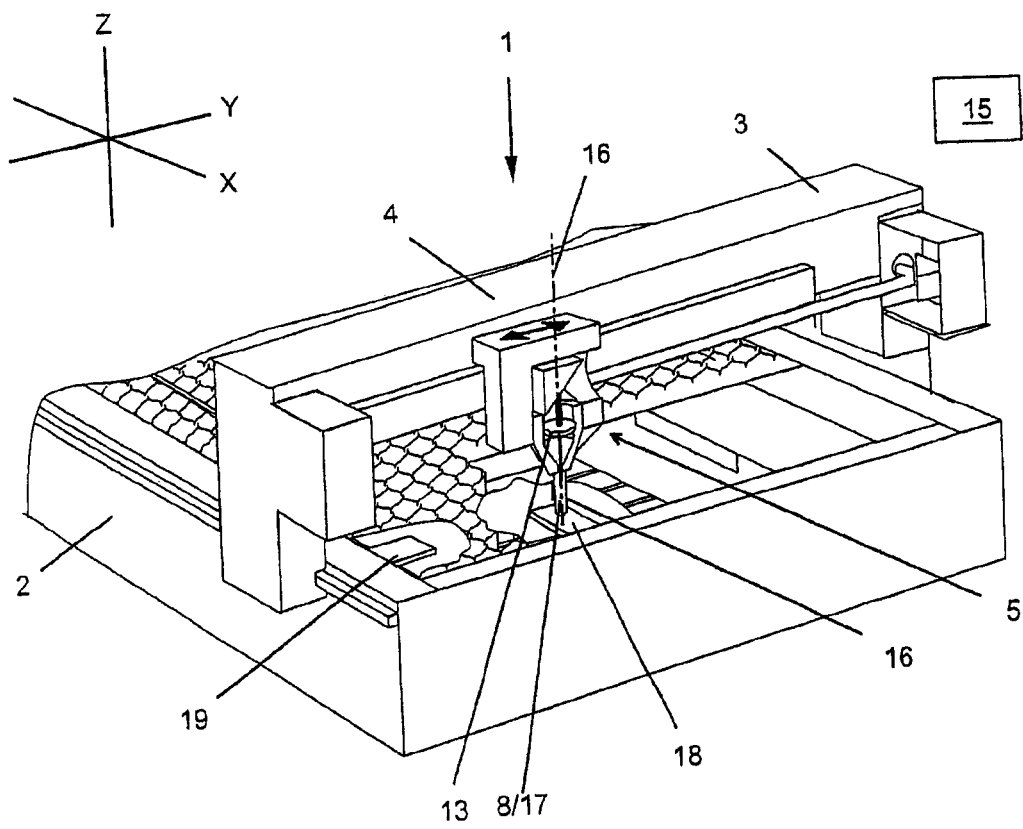
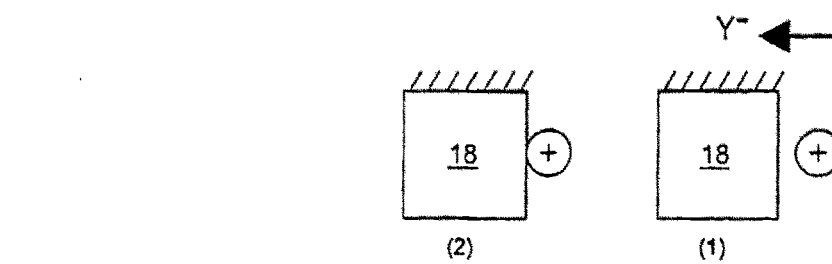
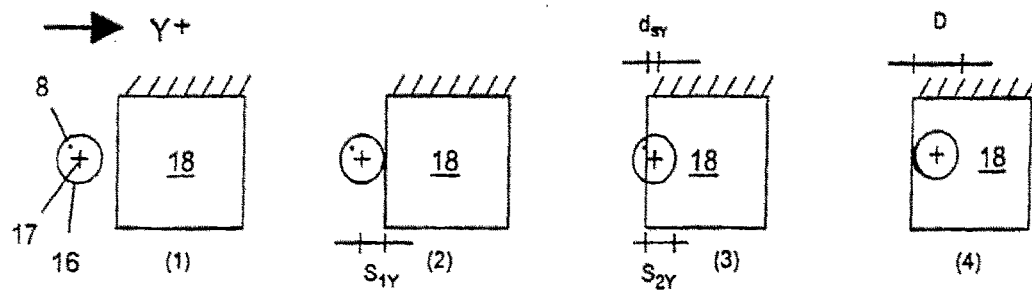
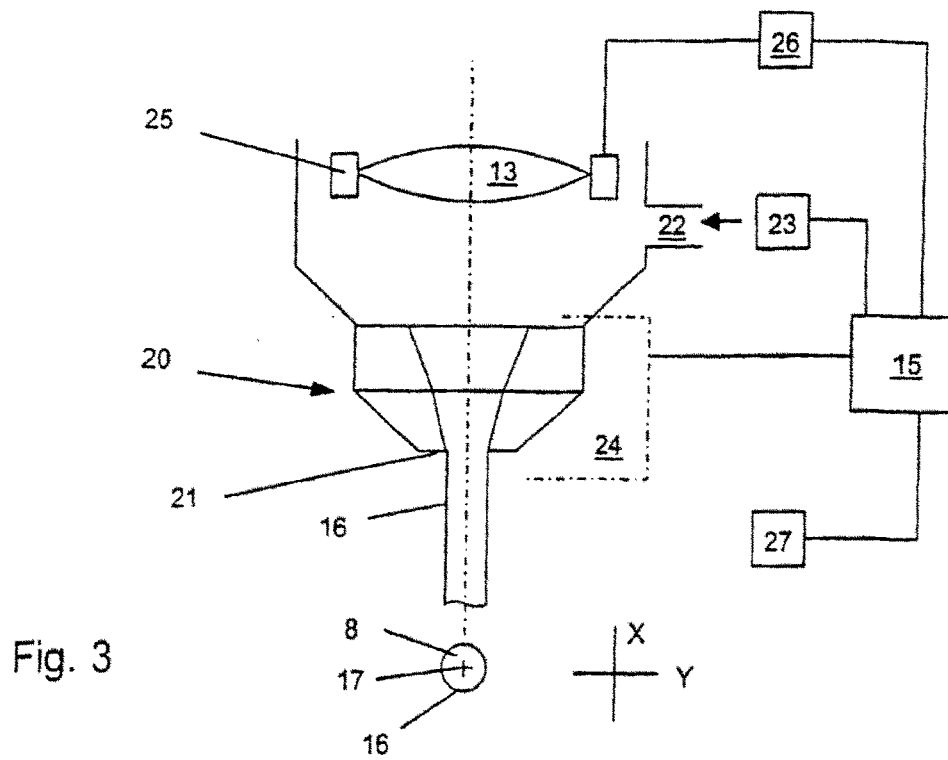


Fig. 2



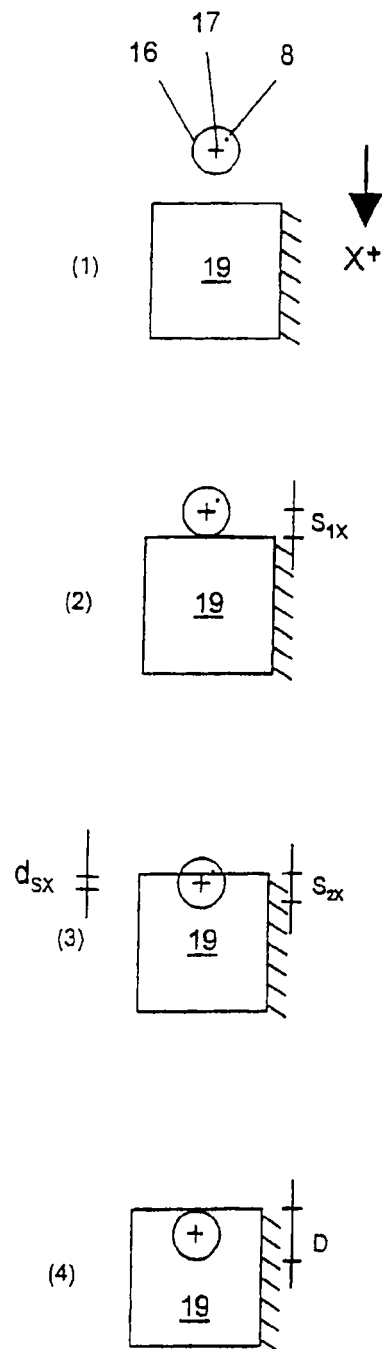


Fig. 6

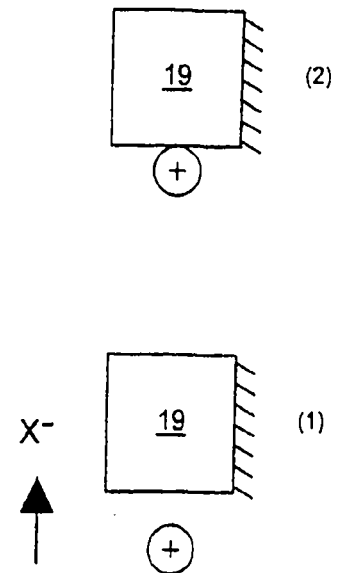


Fig. 7