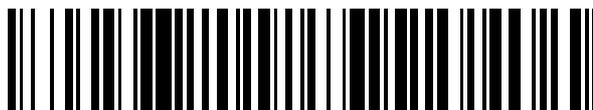


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 360**

51 Int. Cl.:

B24C 1/04 (2006.01)

B24C 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10714077 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 2414134**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para cortar por chorro de agua**

30 Prioridad:

31.03.2009 CH 52009

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

05.12.2014

73 Titular/es:

**BYSTRONIC LASER AG (100.0%)
Industriestrasse 21
3362 Niederönz, CH**

72 Inventor/es:

**MAURER, WALTER;
PUDE, FRANK y
SCHWERMANN, TORBEN**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 524 360 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

Dispositivo y procedimiento para cortar por chorro de agua.

- 5 [0001] La presente invención se refiere a un dispositivo para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo, del tipo mencionado en el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo, del tipo mencionado en la reivindicación 12.
- 10 [0002] En el corte por chorro de agua se utiliza el chorro de agua que sale del cabezal de corte, por ejemplo, para cortar una capa de material, respectivamente una pieza de trabajo, a lo largo de un contorno desplazando a lo largo de este el cabezal de corte en forma controlada con una velocidad definida. En el proceso de corte, el chorro de agua impacta con alta velocidad sobre la superficie del material, respectivamente de la pieza de trabajo, y la penetra, de modo que resulta una ranura de corte.
- 15 [0003] Generalmente, los cantos de corte que delimitan la ranura de corte corren paralelos uno al otro únicamente con una velocidad de avance definida del cabezal de corte 10. Esto está representado en forma esquemática en la figura 9b que muestra una parte de una pieza de trabajo 31 en sección, así como el recorrido del chorro de agua 30b que sale del cabezal de corte 10. Si la velocidad de avance es demasiado reducida o demasiado alta, los cantos de corte no están dispuestos paralelos, sino inclinados uno con respecto al otro. La figura 9a muestra el recorrido del chorro de agua 30a en el caso de velocidad de avance demasiado reducida y la figura 9c el recorrido del chorro de agua 30c en el caso de velocidad de avance demasiado alta. Como es evidente, los cantos de corte presentan una inclinación δ con respecto a la vertical sobre la superficie de pieza de trabajo 31c. Este defecto angular también se denomina "conicidad".
- 20 [0004] Para asegurar un mecanizado racional se trata de elegir una velocidad de avance que en lo posible sea alta. Para evitar en este caso en al menos uno de los dos cantos de corte la "conicidad" es conocido configurar el cabezal de corte en forma giratoria (compárese, por ejemplo, con los documentos US 6,922,605 B1 o US 6,766,216 B2). Para ello están previstos, aparte de los tres ejes para desplazar el cabezal de corte en el espacio, dos ejes de giro adicionales que posibilitan el giro del cabezal de corte. Deben preverse medidas apropiadas para posibilitar una orientación exacta del cabezal de corte y, por consiguiente, un corte preciso.
- 25 [0005] Para poder posicionar el cabezal de corte correctamente con respecto a la pieza de trabajo es conocido además registrar la distancia entre el cabezal de corte y la superficie de la pieza de trabajo colocando sobre esta un palpador (compárese, por ejemplo, con los documentos EP 1 317 999 A1 o US 2006/0040590 A1). Sin embargo, de este modo, la distancia se deja determinar en forma exacta sólo en una medida limitada, lo cual tiene como consecuencia inexactitudes correspondientes al cortar.
- 30 [0006] Del documento WO 2008/128303 A1 se conoce un dispositivo para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo, el cual comprende un cabezal de corte y un soporte, que puede rotarse alrededor de un eje de rotación y al cual está fijado el cabezal de corte. El cabezal de corte presenta un tubo concentrador con una abertura de salida para un chorro de agua, estando el cabezal de corte alineado a lo largo de un eje de cabezal de corte inclinado bajo un ángulo con respecto al eje de rotación.
- 35 [0007] En esta y otras soluciones conocidas es desventajoso que al rotar el cabezal de corte alrededor del eje de rotación, para que, por ejemplo, sea realizable en la pieza de trabajo un corte que corra en un ángulo, se desplace el punto de entrada del chorro de agua sobre la superficie de la pieza de trabajo. Este desplazamiento debe compensarse por medio de un movimiento de corrección en dirección X, Y y/o Z. Esto hace necesaria una operación de control adicional separada en el caso de cada modificación de la posición angular del cabezal de corte.
- 40 [0008] Del documento US 2003/0037650 A1 se conoce un dispositivo para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo con un cabezal de corte, un soporte, que puede rotarse alrededor de un eje de rotación y al cual está fijado el cabezal de corte. El cabezal de corte presenta un tubo concentrador con una abertura de salida para un chorro de agua. El cabezal de corte está alineado a lo largo de un eje de cabezal de corte inclinado bajo un ángulo con respecto al eje de rotación. Además, está previsto un equipo de medición con un medio de registro para registrar la distancia entre el cabezal de corte y una superficie de pieza de trabajo de la pieza de trabajo.
- 45 [0009] Otro dispositivo genérico para cortar por chorro de agua se muestra en el documento US 2006/0149410 A1.
- 50 [0010] Un objetivo de la presente invención es indicar un dispositivo y un procedimiento para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo, los cuales no presentan las desventajas mencionadas previamente y posibilitan este modo un corte más exacto.
- 55 [0011] Este objetivo se consigue mediante el dispositivo según la reivindicación 1, una máquina según la reivindicación 11, mediante el procedimiento según la reivindicación 12, así como mediante el procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo según la reivindicación 15. Las otras reivindicaciones indican fabricaciones
- 60
- 65

preferidas de los correspondientes dispositivos según la invención y del correspondiente procedimiento según la invención.

5 [0012] Un dispositivo para cortar por chorro de agua comprende, por ejemplo, un cabezal de corte y un equipo de medición con un palpador para registrar la distancia entre el cabezal de corte y la superficie de pieza de trabajo, comprendiendo el equipo de medición un accionamiento, mediante el cual el palpador puede presionarse en forma controlada por fuerza contra la superficie de pieza de trabajo. El accionamiento es, por ejemplo, un motor lineal con eje de ajuste desplazable linealmente. El palpador presenta, p. ej., un extremo con forma anular. Ventajosamente está previsto un sistema de medición de desplazamiento para registrar la posición del eje de ajuste del accionamiento. Además, está previsto ventajosamente un control, mediante el cual puede ajustarse la fuerza, con la cual el palpador es presionable contra la superficie de pieza de trabajo, dependiendo el control del palpador del control del cabezal de corte.

15 [0013] Una lista de caracteres de referencia es parte de la divulgación.

[0014] La invención se explica detalladamente en forma simbólica y ejemplar en base a figuras.

20 [0015] Las figuras se describen en forma conexa y extendida. Iguales caracteres de referencia significan iguales componentes, caracteres de referencia con índices diferentes indican componentes de igual funcionamiento o similares.

[0016] Muestran en este caso

25 la figura 1, una vista en perspectiva del dispositivo según la invención,

la figura 2, una vista de adelante del dispositivo según la figura 1, estando el cabezal de corte rotado de modo tal que se lo ve con todo su ángulo de inclinación prefijado,

30 la figura 3, una vista lateral de otra forma de fabricación de un dispositivo según la invención,

la figura 4, una vista en perspectiva del dispositivo según la invención según la figura 3,

la figura 5, la articulación intermedia del dispositivo según la figura 3 en una vista lateral,

35 la figura 6, la articulación intermedia según la figura 6 seccionada en el plano según la línea VI-VI en la figura 7,

la figura 7, una articulación intermedia según la figura 5 en una vista de arriba,

40 la figura 8, una vista lateral parcialmente seccionada de una pieza de trabajo que se corta con el dispositivo según la figura 1 o la figura 3,

las figuras 9a-9c, esquemáticamente los recorridos del chorro de agua al cortar una pieza de trabajo en tres velocidades diferentes de avance del cabezal de corte,

45 las figuras 10a-10b, una vista en perspectiva de otra forma de fabricación de un dispositivo según la invención,

la figura 11, una variante según la invención del dispositivo según las figuras 10a y 10b, y

50 la figura 12, otra variante según la invención del dispositivo según la figura 1.

[0017] Como se ve de la figura 1, el dispositivo de corte para cortar por chorro de agua comprende un cabezal de corte 10 con un tubo concentrador 10b que está fijado a un cubo como soporte 11. Este está provisto para ello de un agujero, en el cual está ubicado el cabezal de corte 10. El tubo concentrador 10b presenta una abertura de salida 10c, de la cual sale el chorro de agua 30 que se forma en la operación.

55 [0018] El soporte 11 del cabezal de corte 10 está apoyado en forma rotatoria sobre una placa base como soporte 12. Los cojinetes del soporte 11 están protegidos mediante sellos contra la penetración de agua, polvo, etc. El soporte 11 presenta una abertura 15 dispuesta excéntrica, a través de la cual sobresale el extremo 10a, correspondiente al lado de entrada y opuesto a la abertura de salida 10c, del cabezal de corte 10.

60 [0019] Sobre la placa base 12 está fijado un accionamiento 13 en forma de un motor de giro que está acoplado al soporte 11, que está apoyado en forma rotatoria, mediante una correa dentada 14. Como accionamiento 13 es apropiado, p. ej. un servomotor o un motor de paso a paso.

65 [0020] El extremo 10a, que está del lado de entrada, del cabezal de corte 10 está unido a una pieza angular 17 que está conectada mediante un tubo 18 a una articulación giratoria 19 que está conformada como articulación

giratoria de alta presión. Esta está provista, en el lado de entrada, de un tubo de conexión 20. El tubo de conexión 20 puede conectarse mediante otras tuberías a una bomba de alta presión no representada aquí. Los componentes 17-20 forman una tubería de alta presión que permite suministrar agua con la presión necesaria al cabezal de corte 10. Típicamente, la presión es de 3000 bar o más.

5 [0021] Para poder desplazar el dispositivo de corte como un todo en forma controlada horizontalmente (es decir, en dirección X e Y), así como verticalmente (es decir en dirección Z), ese está dispuesto sobre un carro (p. ej., en el soporte 12) que es desplazable en el espacio mediante un dispositivo de desplazamiento apropiado.

10 [0022] El cabezal de corte 10 está provisto de una boquilla para producir un chorro de agua 30 y de una tubuladura para adicionar un material abrasivo. La boquilla y la tubuladura son de tipo conocido y no son visibles en la figura 1.

15 [0023] Como muestra la figura 2, el cabezal de corte 10 está dispuesto bajo un ángulo de inclinación α con respecto al eje de rotación 24, alrededor del cual es rotatorio el soporte 11. El eje de cabezal de corte 25 (dirección, en la cual se abre el chorro de agua 30) está dispuesto, por lo tanto, inclinado en el ángulo α con respecto al eje de rotación 24. El cabezal de corte 10 está fijado al soporte 11 de modo tal que el punto de intersección 27 del eje de rotación 24 con el eje de cabezal de corte 25 se encuentra distanciado de la abertura de salida 10c y debajo de esta. Ese punto de intersección 27 también se denomina punto focal o punto central de herramienta.

20 [0024] El eje de accionamiento 15 del accionamiento 13 está dispuesto paralelo al eje de rotación 24.

25 [0025] La articulación giratoria 19 está dispuesta de modo tal que su parte giratoria 19a es giratoria alrededor de un eje de rotación que coincide con el eje de rotación 24 del soporte 11. La configuración de la pieza angular 17 está elegida de modo tal que junto con la articulación giratoria 19 permite una rotación del soporte 11, así como del cabezal de corte 10, alrededor del eje de rotación 24.

30 [0026] En la figura 2 están representados los canales internos mediante líneas de trazo interrumpido 26a, 26b 26c, a través de los cuales se suministra durante la operación el agua del tubo de conexión 20 mediante los componentes 17 a 19 al cabezal de corte 10, donde finalmente sale de la abertura de salida 10c e impacta sobre la pieza de trabajo 31. Esta puede ser, p. ej., una chapa, de la cual se recortan una o varias piezas.

35 [0027] En la operación, el dispositivo de corte se mueve en el espacio en forma controlada para poder cortar una capa de material, respectivamente una pieza de trabajo 31, a lo largo de un contorno mediante el chorro de agua 30. El accionamiento 13 se controla en este caso de modo tal que el soporte 11 se rota junto con el cabezal de corte 10 con un determinado ángulo de rotación β alrededor del eje de rotación 24. Los componentes 17, 18 y 19a también se rotan en este caso alrededor del eje de rotación 24. El control del dispositivo de corte se realiza, por ejemplo, por medio de un control CNC.

40 [0028] El ángulo de rotación β está elegido de modo tal que al cortar se tiene en consideración una inclinación no deseada del canto de corte ("defecto angular" / "conicidad") y este presenta la orientación deseada (por lo general perpendicular a la superficie de pieza de trabajo 31c). La compensación de esta inclinación se denomina a continuación también corrección de defecto angular.

45 [0029] Supóngase que la dirección de corte es en dirección negativa del eje X según la figura 2 y la posición de rotación del cabezal de corte 10 es análoga a la posición de rotación mostrada en la figura 2, es decir, $\beta = 0$ grados. En ese caso, el eje de cabezal de corte 25 está dispuesto paralelo al plano, en el cual corre la dirección de corte y que según la figura 2 es análogo al plano XZ. En el caso de este ajuste no tiene lugar ninguna corrección de defecto angular. Ventajosamente, el corte de separación se realiza en forma punzante en esta orientación del cabezal de corte 10, es decir, el chorro de agua 30 se orienta en sentido de la dirección de corte para realizar el corte de separación. Alternativamente, el corte de separación puede realizarse en forma arrastrada en una orientación de cabezal de corte 10 que con respecto a la orientación mostrada en la figura 2 está girada en 180 grados, es decir, el chorro de agua 30 se orienta opuesto al sentido de la dirección de corte, para realizar el corte.

50 [0030] Si ahora el cabezal de corte 10 se rota en $\beta = 90$ grados, el eje de cabezal de corte 25 está dispuesto inclinado en el ángulo de inclinación α con respecto al plano XZ. Con este ajuste tiene lugar la máxima corrección posible de defecto angular.

55 [0031] Por medio de modificación del ángulo β es posible una corrección de defecto angular en el rango de $-\alpha$ a $+\alpha$, siendo el respectivo ángulo de corrección el resultado de la proyección del ángulo de inclinación α sobre el plano perpendicular a la dirección de corte.

60 [0032] El valor del ángulo de inclinación α fija la máxima corrección posible de defecto angular y está fijado de acuerdo con el diseño del dispositivo de corte. Típicamente, el ángulo de inclinación α es menor que 10 grados y ventajosamente mayor que 1 grado.

65

- [0033] En las figuras 3 y 4 está mostrada una variante del dispositivo según la invención para cortar por chorro de agua. Las piezas que se corresponden con las piezas de la primera forma de fabricación según la figura 1 están provistas de los mismos caracteres de referencia.
- 5 [0034] En las figuras 3 y 4 se ve una articulación intermedia 1, mediante la cual puede suministrarse material abrasivo al cabezal de corte 10. Una articulación intermedia 1 de este tipo también se denomina articulación giratoria de tubo para abrasivo.
- 10 [0035] La articulación intermedia 1, respectivamente articulación giratoria de tubo para abrasivo, se encuentra entre la articulación giratoria 19, que está conformada como articulación giratoria de alta presión, y la pieza angular 17, y presenta una entrada 1 a que está unida a una tubería de suministro 2 y que desemboca en un anillo 3. Este está sujeto en una posición fija estando apoyado mediante un apoyo 8 en una placa lateral 9 unida firmemente a la placa base 12. La articulación intermedia 1 está provista además de una salida 1 b que está unida a la tubuladura 10d del cabezal de corte 10 mediante una tubería de conexión 4.
- 15 [0036] Las figuras 5 a 7 muestran la articulación intermedia 1 en detalle. Como puede verse, esa es atravesada por el tubo 18, mediante el cual puede conducirse agua bajo alta presión, de la articulación giratoria 19 a la pieza angular 17, y el cual corre concéntrico con el eje de rotación 24 del soporte 11 (compárese con la figura 2).
- 20 [0037] La articulación intermedia 1 comprende un elemento de tapa 5 que está colocado sobre un elemento de embudo 6, de modo que entre medio resulta una
- 25 [0038] hendidura 7 con forma de embudo. Los dos elementos 5 y 6 están unidos firmemente al tubo 18, pero son libremente giratorios con respecto al anillo 3. La entrada 1 a se encuentra en el anillo 3 estacionario, mientras que la salida 1 b está fijada al elemento de embudo 6 rotatorio. Las partes 1 b, 5 y 6 pueden, por consiguiente, seguir una rotación del cabezal de corte 10, mientras que la entrada 1a y el anillo 3 permanecen estacionarios.
- 30 [0039] Un material abrasivo que en la operación entra por la entrada 1a en el anillo 3 se guía por la hendidura 7 entre el elemento de tapa 5 y el elemento de embudo 6 y vuelve a salir por la salida 1 b.
- 35 [0040] Debido a que está prevista la articulación giratoria 1 puede desacoplarse la tubería de suministro 2, para el suministro del material abrasivo, del movimiento de rotación del cabezal de corte 10. Este puede rotarse, por lo tanto, en 360 grados o más alrededor del eje de rotación 24 sin que al hacerlo se enrolle la tubería de suministro 2 para el material abrasivo. De este modo se asegura que un transporte del medio abrasivo al cabezal de corte ocurra sin dificultades.
- 40 [0041] La figura 8 muestra esquemáticamente el corte de una capa de material, respectivamente de una pieza de trabajo 31, mediante un chorro de agua 30, encontrándose la dirección de corte perpendicular al plano del dibujo. El eje de rotación 24, alrededor del cual se rota el cabezal de corte 10, corre en este caso preferentemente vertical a través de la superficie de material, respectivamente de pieza de trabajo 31 c, que se corta.
- 45 [0042] Al cortar se forman dos paredes en la capa de material 31 que forman el canto de corte 31 a de la parte con la forma deseada ("parte útil" 32) y el canto de corte 31 b de la parte que resulta ser desecho ("parte de desecho" 33). El ángulo de rotación β , que está referido al eje de rotación 24 y con el cual está girado el cabezal de corte 10, está elegido en este caso de modo tal que el chorro de agua 30 produce un canto de corte 31 a que se encuentra perpendicular a la superficie de la capa de material, respectivamente de la pieza de trabajo 31. El segundo canto de corte 31 b será en este caso generalmente achaflanado, lo cual no tiene importancia, dado que corresponde a la parte de desecho 33 que no se continuará utilizando.
- 50 [0043] Particularmente al cortar a lo largo de un contorno recto o que se modifica en forma no escalonada es suficiente el control de solamente un único eje para la corrección de defectos angulares. Esto tiene, entre otros, la ventaja de que el cabezal de corte 10 es orientable en forma precisa, lo cual posibilita un corte preciso.
- 55 [0044] Además, la abertura de salida 10c del cabezal de corte 10 permanece en este caso en la misma altura cuando ese se rota alrededor del eje de rotación 24. Por consiguiente, también el punto focal, respectivamente el punto central de herramienta, permanece en la misma posición sobre la superficie de pieza de trabajo 31 c al rotar el cabezal de corte 10 alrededor del eje de rotación 24. Para la corrección de defecto angular no es necesario, por consiguiente, un seguimiento del cabezal de corte 10 en dirección vertical, es decir, en dirección Z. Tampoco es necesaria una corrección en dirección X y/o Y, dado que el punto de entrada del chorro de agua 30 en la superficie de pieza de trabajo 31c no se modifica al rotar el cabezal de corte 10 alrededor del eje de rotación 24.
- 60 [0045] En las figuras 1 y 2 se muestra además un equipo de medición 39 que sirve para registrar la distancia entre el cabezal de corte 10 y la superficie de pieza de trabajo 31 c para posibilitar un corte preciso. El equipo de medición 39 presenta una varilla 40 que atraviesa la placa base 12 y que guiada por esta es desplazable en el eje Z, como se lo bosqueja en las figuras 1 y 2 mediante la flecha doble 41.
- 65

- 5 [0046] La varilla 40 está provista, en su extremo superior, de una pieza de unión 42 y, en su extremo inferior, de un pescante 43. A este está fijado en el lado de extremo un palpador 44 en forma de un anillo, que rodea el eje de rotación 24 y a través del cual puede pasarse la abertura de salida 10c del cabezal de corte 10. En la figura 2, las líneas continuas representan el palpador 44 en la posición extendida, mientras que las líneas de trazo interrumpido representan el palpador 44' en su posición retraída.
- 10 [0047] Para desplazar el palpador 44 sirve un accionamiento 45, que está dispuesto sobre el soporte 12 conformado como placa base, que está configurado en forma de un motor lineal con un eje de ajuste 45a desplazable linealmente. Este está unido firmemente por el lado de extremo a la pieza de unión 42. El accionamiento 45 es accionable controlado por fuerza para poder presionar el palpador 44 con una determinada fuerza prefijable sobre la pieza de trabajo. En lugar de un accionamiento que trabaja en forma eléctrica también es concebible utilizar un accionamiento neumático, p. ej., un cilindro neumático. Opcionalmente puede preverse una guía para el accionamiento 45 para impedir que fuerzas eventuales actúen lateralmente sobre el eje de ajuste 45a.
- 15 [0048] Para registrar en forma exacta la posición del eje de ajuste 45a y, por consiguiente, del palpador 44 sirve un sistema de medición de desplazamiento 46, que está dispuesto sobre el soporte 12, con un eje de medición 46a desplazable linealmente que está unido firmemente a la pieza de unión 42. El sistema de medición de desplazamiento 46 está conformado, p. ej., como sistema magnético de tipo usual, en el cual se registra la posición de un sensor magnético a lo largo de una cinta magnética. En lugar de un sistema de medición de desplazamiento 20 46 externo también es concebible utilizar un accionamiento 45, en el cual ya está integrado un sistema de medición de desplazamiento.
- 25 [0049] Para registrar la distancia entre el cabezal de corte 10 y la superficie de pieza de trabajo 31 c se desplaza el palpador 44 mediante un accionamiento 45, con una fuerza F prefijada. El palpador 44 hace contacto finalmente con la superficie de pieza de trabajo 31 c y se presiona contra esta con la fuerza F. Mediante el sistema de medición de desplazamiento 45 se determina la posición del eje de medición 46a y de ello la distancia entre el cabezal de corte 10 y la superficie de pieza de trabajo 31 c.
- 30 [0050] Para calibrar el equipo de medición 39 pueden estar previstas dos superficies de referencia con posición, de una con respecto a la otra, conocida. El palpador 44 hace contacto con la primera superficie de referencia, p. ej., después de la puesta en marcha del control. Del recorrido que necesita luego el cabezal de corte 10 hasta tocar por descenso la segunda superficie de referencia puede determinarse la posición relativa vertical entre el palpador 44 y el cabezal de corte 10.
- 35 [0051] La medición permanente de distancia mediante el palpador 44 permite una regulación de la fuerza de apriete entre el palpador y la pieza de trabajo 31 para influir de este modo activamente sobre la distancia de trabajo de la herramienta. De esta manera puede impedirse una oscilación y una flotación de la pieza de trabajo 31. Por consiguiente, se asegura que el punto focal, respectivamente el punto central de herramienta, que es análogo al punto de intersección del eje de rotación 24 con el eje de cabezal de corte 25 se mantenga exactamente en la superficie de pieza de trabajo 31c.
- 40 [0052] Este equipo de medición 39 asegura un palpado activo que, entre otros, presenta las siguientes ventajas:
- 45 Por principio pueden registrarse en forma exacta eventuales irregularidades en la superficie de pieza de trabajo 31 c mediante el equipo de medición 39. Esto permite un seguimiento del cabezal de corte 10 ajustando correspondientemente su posición vertical para así mantener constante la distancia entre la superficie de pieza de trabajo 31 c y el cabezal de corte 10.
- 50 [0053] La posición vertical de una pieza de trabajo 31 puede modificarse debido a vibraciones, a las cuales están sometidos la pieza de trabajo 31 y/o un soporte de pieza de trabajo durante la operación. Por medio de la fuerza de apriete, que es función del movimiento, del palpador 44 sobre la superficie de pieza de trabajo 31 c se estabiliza la pieza de trabajo 31 en su posición y se posibilita de este modo un mantenimiento exacto de la distancia.
- 55 [0054] El palpado activo del equipo de medición 39 posibilita en suma una regulación precisa de la distancia, lo cual a la postre permite un posicionado preciso del cabezal de corte 10 y, por consiguiente, un corte preciso. Típicamente puede determinarse la distancia con una precisión que se encuentra en el rango de 100 micrómetros o hasta de 50 micrómetros.
- 60 [0055] En el dispositivo representado en las figuras 10a y 10b está previsto un dispositivo de posicionamiento para el cabezal de corte 10, mediante el cual el cabezal de corte 10 puede pasarse de una posición inclinada en el ángulo α prefijado a una posición perpendicular a la superficie de pieza de trabajo 31 c.
- 65 [0056] El posicionamiento del cabezal de corte 10 posibilita, p. ej., utilizar en una máquina, en la que están montados, por ejemplo, dos cabezales 2D y dos cabezales basculantes, los cabezales basculantes como cabezales 2D normales. Con ello pueden cortarse piezas de trabajo 31 en la operación de cuatro cabezales, dado que

normalmente no es posible una operación simultánea de cabezales 2D y cabezales basculantes debido a sus diferentes perfiles de velocidad de los planes de corte.

5 [0057] Además, el posicionamiento del cabezal de corte 10 es ventajoso para cortar secciones de contorno críticas, como, p. ej., ángulos agudos, o de radios pequeños. El cabezal de corte 10 se posiciona para ello delante de la sección en cuestión y se lo utiliza como un cabezal 2D convencional.

10 [0058] El dispositivo de posicionamiento 51 comprende un aparato de posicionamiento, con el cual el cabezal de corte 10 puede girarse con respecto al soporte 11 en la cantidad angular del ángulo α .

15 [0059] El aparato de posicionamiento comprende una guía 52 y un cilindro neumático como elemento de accionamiento 56. La guía 52 está prevista en el soporte 11, y corre desde el centro de ese en dirección del borde radialmente externo y está delimitada en cada caso en los lados extremos. Mediante el elemento de accionamiento 56, el cabezal basculante 10 puede pasarse de una posición inclinada a una posición orientada paralela al eje de rotación 24.

20 [0060] Cuando el cabezal de corte se encuentra en una posición inclinada según la figura 10a, ese está situado en esa posición ventajosamente junto al extremo 53 de la guía 52 opuesto al eje de rotación 24. En la posición de posicionamiento que está representada en la figura 10b, el eje de cabezal de corte 25 está orientado paralelo al eje de rotación 24. El eje de cabezal de corte 25 presenta, por consiguiente, con respecto al eje de rotación 24 una orientación de 0 grados y se encuentra, por lo tanto, perpendicular a la superficie de pieza de trabajo 31 c. También el extremo 54, que es adyacente al eje de rotación 24, de la guía 52 conforma ventajosamente un tope para el cabezal de corte 10.

25 [0061] En lugar de un cilindro neumático también pueden preverse dispositivos hidráulicos o eléctricos como elemento de accionamiento 56 que son apropiados para el propósito de posicionamiento del cabezal de corte 10.

30 [0062] En la variante representada en la figura 11, el dispositivo de posicionamiento 61 comprende un eje de inclinación 62 que corre por el punto focal, respectivamente lo solapa. El soporte 12' está conformado de dos piezas y comprende una parte fija 12a, así como una parte giratoria 12b que es inclinable con respecto a la parte fija 12a en la cantidad angular del ángulo α . La parte giratoria 12b está apoyada correspondientemente en la parte fija 12a para que al inclinar no se desplace el punto focal 27. El eje de inclinación 62 corre perpendicular al eje de rotación 24. En la posición de posicionamiento del cabezal de corte 10 como está representada en la figura 11, el eje de cabezal de corte 25 está orientado perpendicular a la superficie de pieza de trabajo 31c, y el eje de rotación 24 está orientado
35 inclinado en el ángulo α con respecto al eje de cabezal de corte 25. Para alcanzar esta orientación del cabezal de corte 10, el cabezal de corte 10 aún inclinado se coloca previamente alrededor del eje de rotación 24 en una posición definida. Al inclinar la parte giratoria 12b se inclinan simultáneamente también los elementos dispuestos sobre esa parte giratoria 12b, como el soporte 11, la pieza angular 17, la articulación giratoria 19, así como las tuberías conectadas a esos.

40 [0063] Ambas variantes del dispositivo de posicionamiento 51 y 61 pueden estar controladas en forma manual o por CNC. Es ventajoso que el ángulo con respecto al eje de rotación 24 en ambas variantes de fabricación del cabezal de corte 10 posicionable no es ajustable en forma no escalonada, sino que sólo son ajustables dos posiciones del cabezal de corte 10, por un lado, 0 grados con respecto al eje de rotación 24 y, por otro lado, el
45 ángulo α prefijado con respecto al eje de rotación 24, el cual es análogo al máximo ángulo de incidencia del cabezal de corte 10. La corrección angular en la pieza de trabajo 31 se continúa ajustando mediante la orientación relativa del cabezal de corte 10, respectivamente del soporte 11, con respecto a la dirección de corte. El ajuste de la posición de 0 grados se corresponde con una desconexión de la función de compensación de defectos angulares.

50 [0064] En la variante mostrada en la figura 12 está previsto en la abertura 15 del soporte 11 un cojinete 66, en el cual el cabezal de corte 10 está alojado en forma rotatoria alrededor de su eje de cabezal de corte 25 en el soporte 11. Si bien este apoyo adicional conlleva una disminución de la precisión de sistema, permite, por otro lado, prescindir de una articulación giratoria 19 conformada como cojinete giratorio de alta presión y de una articulación intermedia 1, dado que el cabezal de corte 10 y la tubería de alta presión 18' unida a ese se desacoplan del
55 movimiento de rotación alrededor del eje de rotación 24. Por medio de una rotación del soporte 11 alrededor del eje 24 se produce un movimiento de tambaleo del cabezal de corte 10 alrededor del eje de rotación 24. La tubería de alta presión 18' presenta al menos por zonas una flexibilidad, por medio de la cual es posible una compensación sobre un rango angular de $-\alpha$ a $+\alpha$. El movimiento libre de torsión del extremo 10a, que está del lado de entrada, del cabezal de corte 10 puede absorberse debido a la flexibilidad de un tubo en espiral o una varilla tubular larga.

60 [0065] El funcionamiento con respecto a la corrección angular es en esta variante idéntico al funcionamiento de las soluciones según la invención mencionadas previamente.

65 [0066] De la descripción precedente le son accesibles al experto numerosas modificaciones sin salir del ámbito de protección de la invención, el cual está definido por las reivindicaciones.

5 [0067] Prever un soporte 11 rotatorio, al cual está fijado un cabezal de corte 10, así como prever un accionamiento 45 para presionar un palpador 44 sobre la superficie de pieza de trabajo 31c son dos medidas diferentes que también pueden aplicarse independientemente una de otra para posibilitar un corte más preciso al cortar por chorro de agua. Por ejemplo, el dispositivo de corte representado aquí puede estar provisto de un equipo de medición 39 usual, o el equipo de medición, que está representado aquí, con palpado activo puede utilizarse en un dispositivo de corte usual.

10 [0068] En lugar de un equipo de medición 39 con un palpado mecánico puede utilizarse, p. ej., también un equipo de medición con un palpado por ultrasonido, láser o capacitivo. Una variante sería un procedimiento, en el que se define la posición de la pieza de trabajo 31 en el espacio y el cual asegura la distancia del cabezal de corte 10 a la pieza de trabajo 31 por medio de procedimientos de calibración apropiados. De este modo podría prescindirse del empleo de un equipo de medición con un palpado.

15 [0069] El dispositivo de corte es adaptable a todos los tipos de corte por chorro de agua. El dispositivo es particularmente apropiado para el corte mediante chorro de agua pura o chorro de inyección de agua abrasiva.

20 [0070] El soporte 11 no necesita en absoluto estar conformado de modo tal que sea rotatorio en un ángulo completo de 360 grados o más. Dependiendo del propósito de aplicación también puede ser suficiente una rotación en un rango angular menor, p. ej., 90 grados o 180 grados, alrededor del eje de rotación 24.

[0071] El cabezal de corte 10 también puede estar fijado al soporte 11 de modo tal que el ángulo de inclinación α sea ajustable. Esto puede realizarse, p. ej., mediante un accionamiento de actuación lineal que actúe sobre el cabezal de corte 10.

25 **Lista de caracteres de referencia**

1	Articulación intermedia	30, a-c	Chorro de agua
1a	Entrada	31	Pieza de trabajo
1b	Salida	31a	Canto de corte
2	Tubería de suministro	31b	Segundo canto de corte
3	Anillo	31c	Superficie de pieza de trabajo
4	Tubería de conexión	32	Parte útil
5	Elemento de tapa	33	Parte de desecho
6	Elemento de embudo		
7	Hendidura	39	Equipo de medición
8	Apoyo	40	Varilla
9	Placa lateral	41	Flecha doble
10	Cabezal de corte	42	Pieza de unión
11	Soporte	43	Pescante
12	Soporte	44	Palpador
12a	Parte fija de 12'	45	Accionamiento
12b	Parte giratoria de 12'	45a	Eje de ajuste de 45
13	Accionamiento	46	Sistema de medición de desplazamiento
14	Correa dentada	46a	Eje de medición de 46
15	Abertura en 11		
		51	Dispositivo de posicionamiento
17	Pieza angular	52	Agujero de guía oblongo
18	Tubo	53	Extremo de 52
19	Articulación giratoria	54	Otro extremo de 52
20	Tubo de conexión		
		56	Elemento de accionamiento
24	Eje de rotación		
25	Eje de cabezal de corte	61	Dispositivo de posicionamiento
26a-c	Canales internos de 19/20, 17, 10	62	Eje de inclinación
27	Punto de intersección		
		66	Cojinete en 15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo (31) con un cabezal de corte (10), un soporte (11), que es rotatorio alrededor de un eje de rotación (24) y al cual está fijado el cabezal de corte (10), presentando el cabezal de corte (10) un tubo concentrador (10b) con una abertura de salida (10c) para un chorro de agua (30), estando el cabezal de corte (10) alineado a lo largo de un eje de cabezal de corte (25) inclinado bajo un ángulo (α) con respecto al eje de rotación (24), estando previsto un equipo de medición (39) con un medio de registro para registrar la distancia entre el cabezal de corte (10) y una superficie de pieza de trabajo (31 c) de la pieza de trabajo (31), caracterizado porque el eje de cabezal de corte (25) está inclinado en un ángulo (α), que está prefijado, mediante un control, encontrándose el punto de intersección del eje de rotación (24) con el eje de cabezal de corte (25) con respecto al eje de rotación (24) a la misma altura axial que la altura axial, que registra el medio de registro del equipo de medición (39), de la superficie de pieza de trabajo (31 c) de la pieza de trabajo (31).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, encontrándose el punto de intersección del eje de rotación (24) con el eje de cabezal de corte (25) distanciado de la abertura de salida (10c) y debajo de esta con respecto a la dirección de salida del chorro de agua (30).
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, pudiendo el soporte (11) junto con el cabezal de corte (10) rotarse en al menos 90 grados, preferentemente en al menos 180 grados y en forma particularmente preferente en al menos 360 grados, ventajosamente en una trayectoria circular, alrededor del eje de rotación (24).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el medio de registro del equipo de medición (39) un palpador (44) regulado que presenta un extremo que puede apoyarse contra la superficie de pieza de trabajo (31 c) de la pieza de trabajo (31).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, con un accionamiento (13) para rotar el soporte (11), que presenta un eje de accionamiento (15) que preferentemente está dispuesto paralelo al eje de rotación (24) del soporte (11).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, con una articulación intermedia (1), mediante la cual puede conducirse material abrasivo al cabezal de corte (10), presentando la articulación intermedia (1) una entrada (1 a) y una salida (1 b) giratoria con respecto a esa, presentando la articulación intermedia (1) entre la entrada (1a) y la salida (1b) opcionalmente una hendidura (7).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, con una articulación giratoria (19), que presenta una entrada (20) y una salida (18) giratoria con respecto a esa, que está unida a un cabezal de corte (10), coincidiendo el eje de rotación de la articulación giratoria (19) con el eje de rotación (24) del soporte (11).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, estando previsto un cojinete (66) entre el cabezal de corte (10) y una abertura (15) en el soporte (11), de modo que el cabezal de corte (10) está apoyado en forma libremente rotatoria alrededor del eje de cabezal de corte (25) en el soporte (11).
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, estando previsto un dispositivo de posicionamiento (51, 61) para el cabezal de corte (10), mediante el cual el cabezal de corte (10) puede pasarse de una posición inclinada en el ángulo (α) prefijado a una posición orientada perpendicular a la superficie de pieza de trabajo (31c).
10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque el dispositivo de posicionamiento (61) comprende un eje de inclinación (62), alrededor del cual es inclinable el soporte (11) junto con el cabezal de corte (10) en la cantidad angular del ángulo (α), corriendo el eje de inclinación (62) ventajosamente perpendicular al eje de rotación (24), o el dispositivo de posicionamiento (51) comprende un aparato de posicionamiento, con el cual el cabezal de corte (10) puede girarse con respecto al soporte (11) en la cantidad angular del ángulo (α), comprendiendo el aparato de posicionamiento ventajosamente una guía (52) y un elemento de accionamiento (56), estando prevista la guía (52) en el soporte (11) corriendo desde el centro de este en dirección del borde radialmente externo y delimitada en cada caso en los lados extremos, y pudiendo pasarse el cabezal de corte (10), mediante el elemento de accionamiento (56), de una posición inclinada a una posición orientada paralela al eje de rotación (24).
11. Máquina para cortar por chorro de agua que presenta los componentes del dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Procedimiento para cortar por chorro de agua una pieza de trabajo (31) con un cabezal de corte (10) que está fijado a un soporte (11), que es rotatorio alrededor de un eje de rotación (24), así como presenta un tubo concentrador (10b) con una abertura de salida (10c) para un chorro de agua (30), estando el cabezal

ES 2 524 360 T3

- de corte (10) alineado a lo largo de un eje de cabezal de corte (25) inclinado bajo un ángulo (α) prefijado con respecto al eje de rotación (24), y con un equipo de medición (39) que comprende un medio de registro para registrar la distancia entre el cabezal de corte (10) y una superficie de pieza de trabajo (31 c) de la pieza de trabajo (31), desplazándose el cabezal de corte (10) en forma controlada mediante un control en dependencia de la distancia medida con respecto a la superficie de pieza de trabajo (31 c) de la pieza de trabajo (31) de modo tal que el punto de intersección del eje de rotación (24) con el eje de cabezal de corte (25) se encuentra sobre la superficie de pieza de trabajo (31 c), que está orientada hacia el cabezal de corte (10), de la pieza de trabajo (31).
- 5
- 10 13. Procedimiento según la reivindicación 12, registrándose la distancia entre el cabezal de corte (10) y la superficie de pieza de trabajo (31c) mediante un palpador (44) como medio de registro del equipo de medición (39), que se presiona en forma regulada contra la superficie de pieza de trabajo (31 c), presionándose el palpador (44) ventajosamente contra la superficie de pieza de trabajo (31 c) mediante un accionamiento (13) controlado por fuerza para asegurar la distancia de trabajo, registrándose además ventajosamente durante el mecanizado de la pieza de trabajo (31) la distancia entre el cabezal de corte (10) y la superficie de pieza de trabajo (31 c) y guiándose el palpador (44) de modo tal que la distancia se encuentre en el rango prefijado.
- 15
- 20 14. Procedimiento según las reivindicaciones 12 o 13, pudiendo rotarse el cabezal de corte (10) en al menos 90 grados, preferentemente en al menos 180 grados y en forma particularmente preferente en al menos 360 grados alrededor del eje de rotación (24).
- 25 15. Procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo (31), en el cual se emplea un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, una máquina según la reivindicación 11 y/o un procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14.

Fig. 2

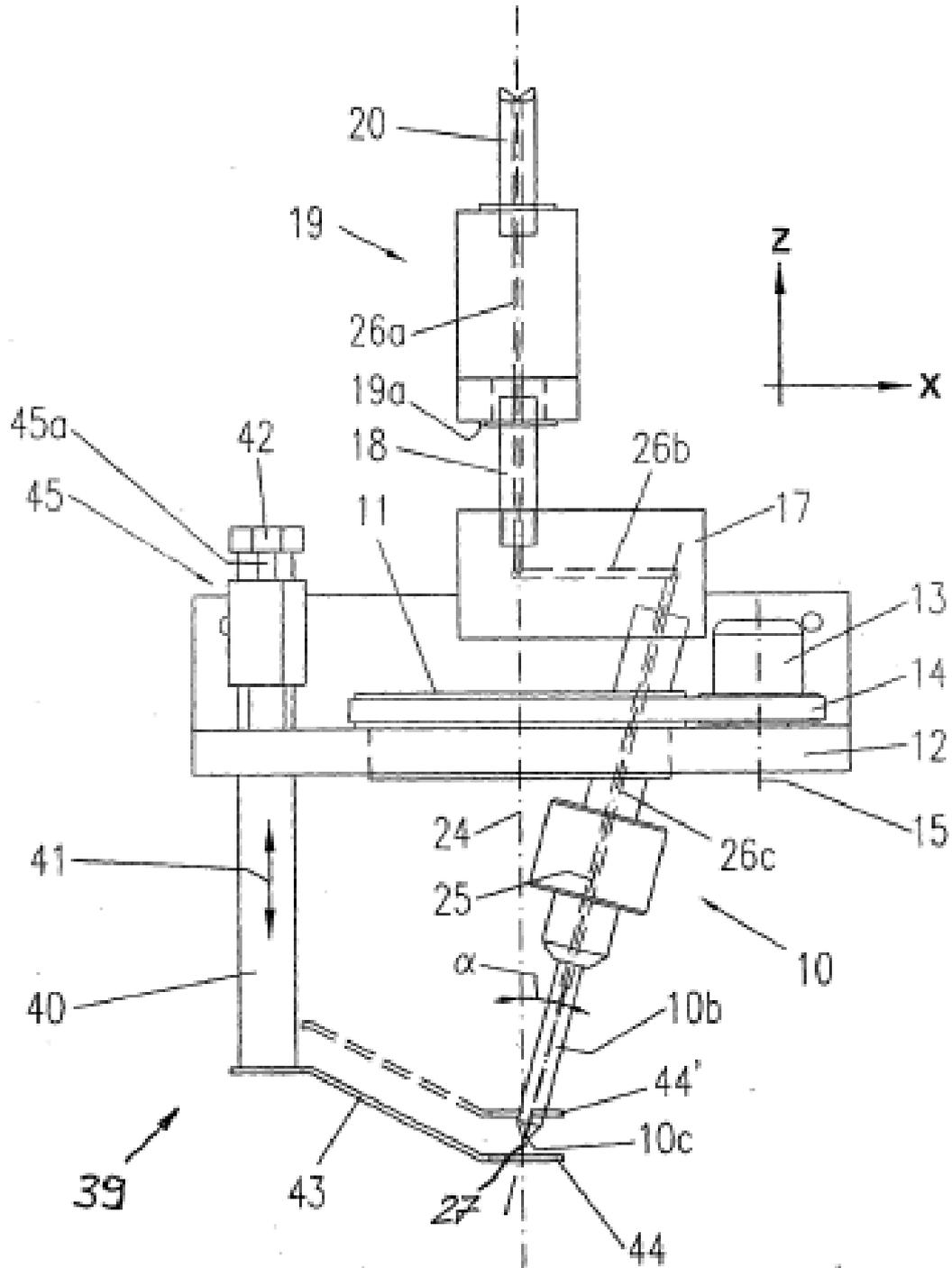


Fig. 3

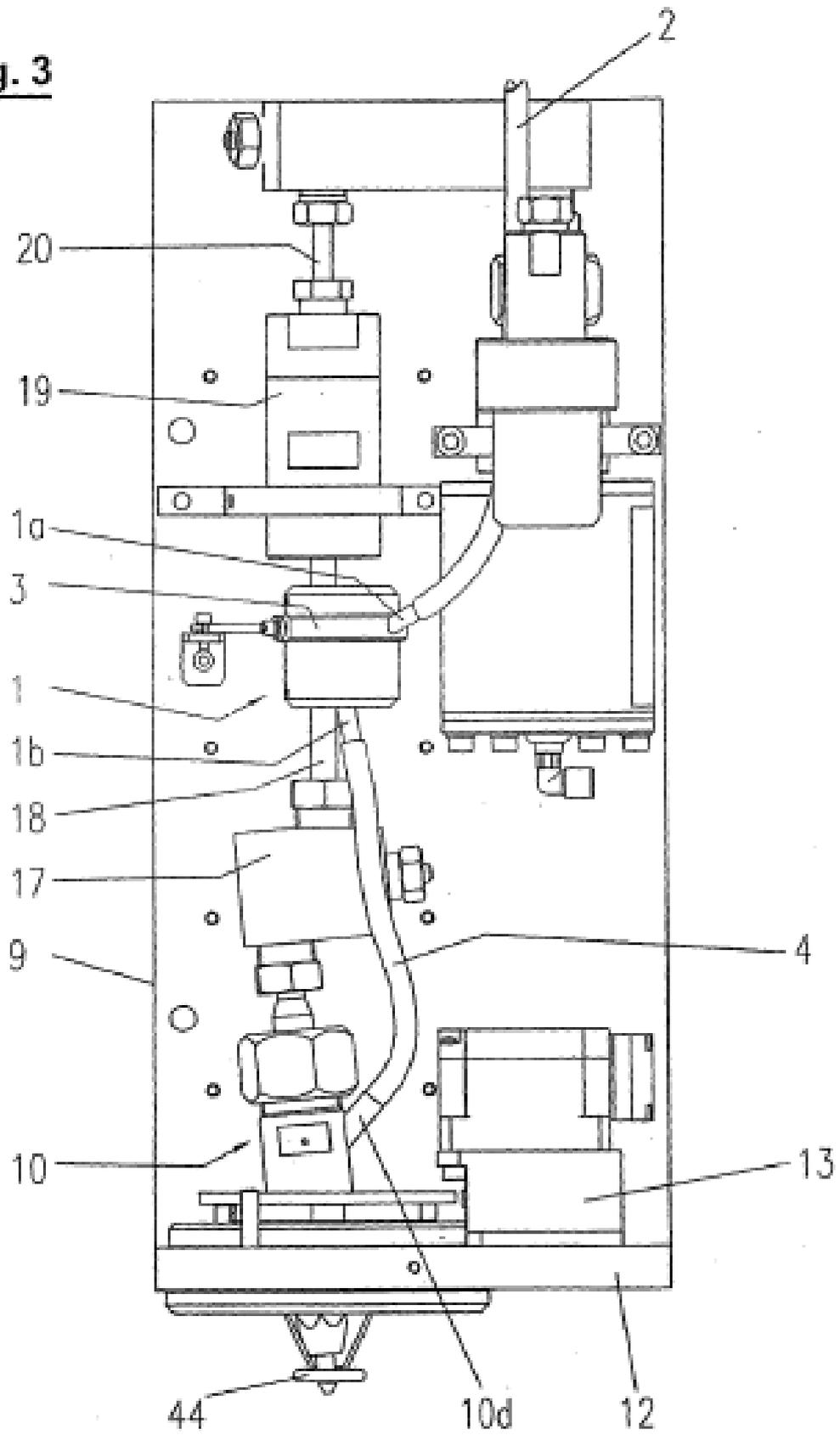
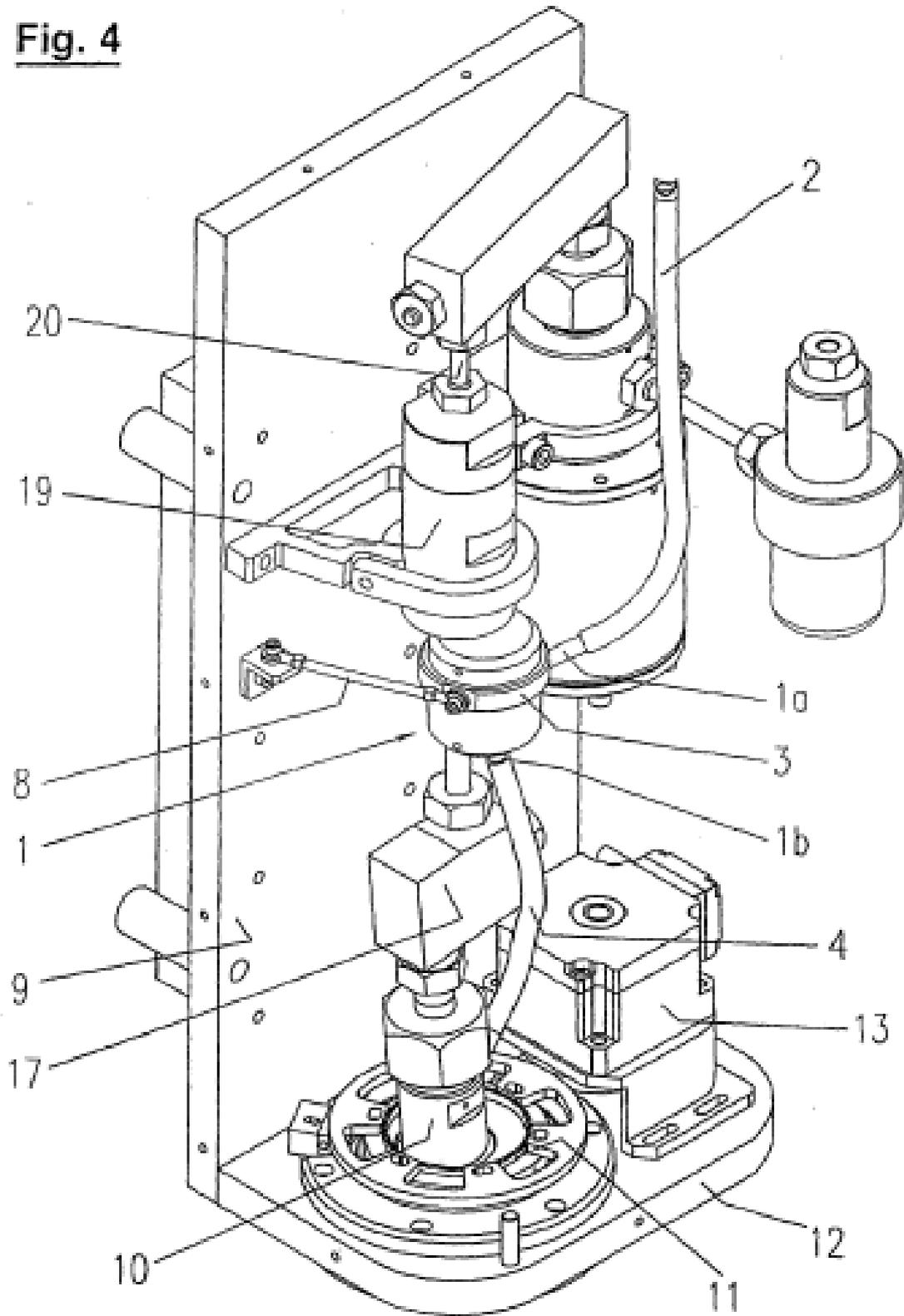


Fig. 4



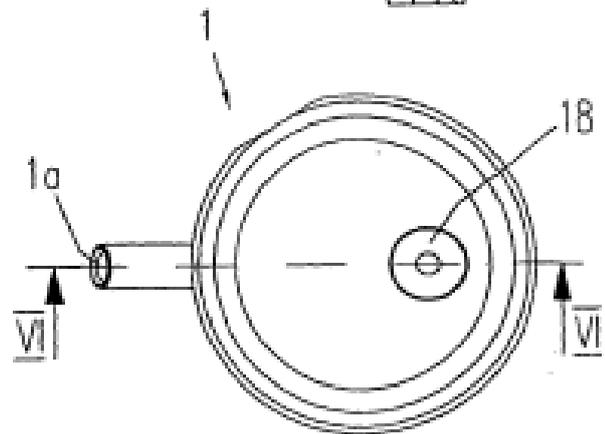
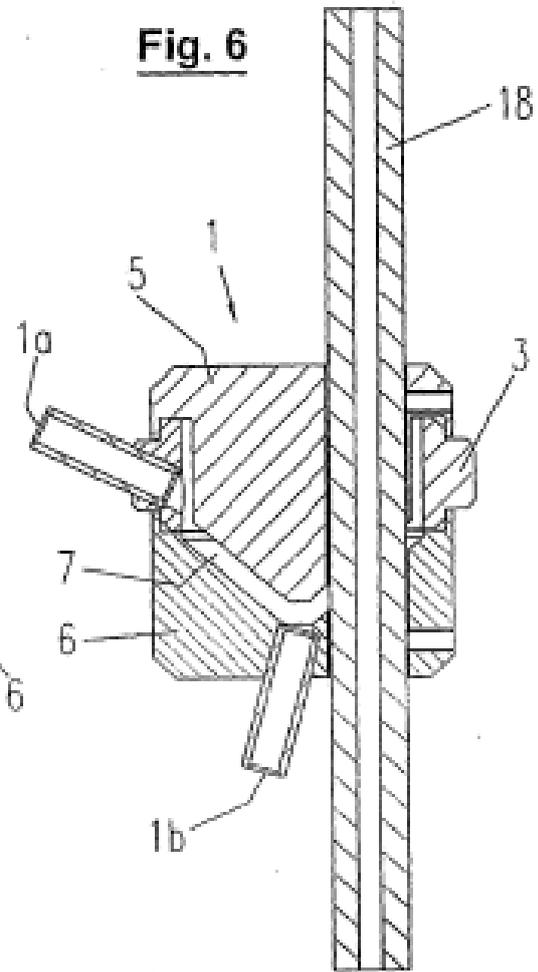
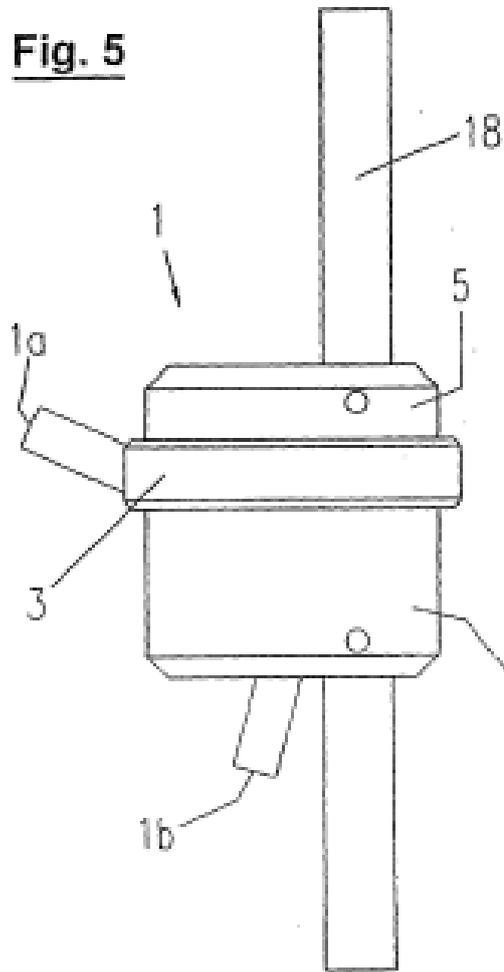


Fig. 7

Fig. 8

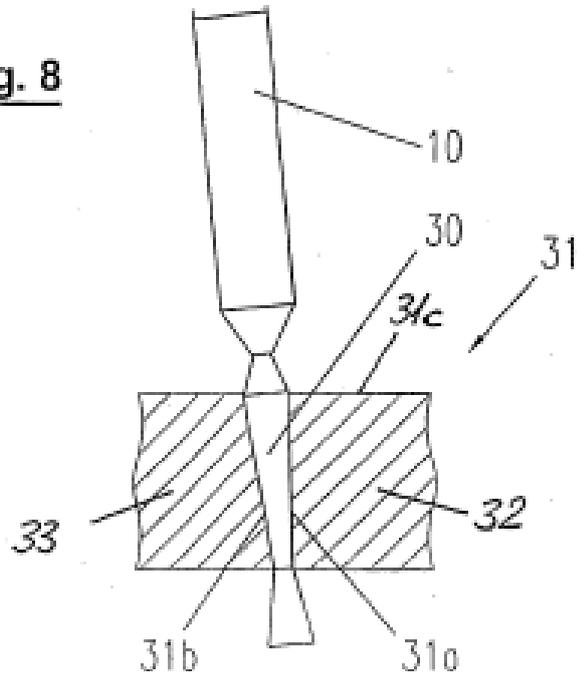


Fig. 9a

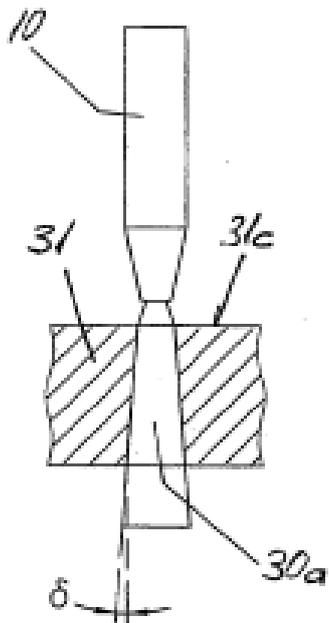


Fig. 9b

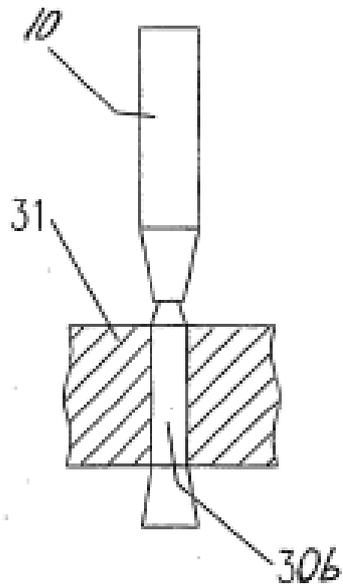
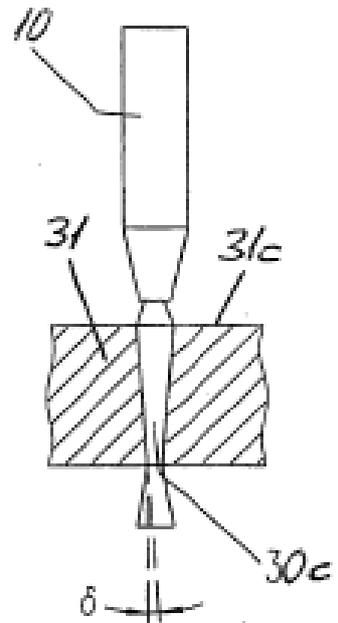


Fig. 9c



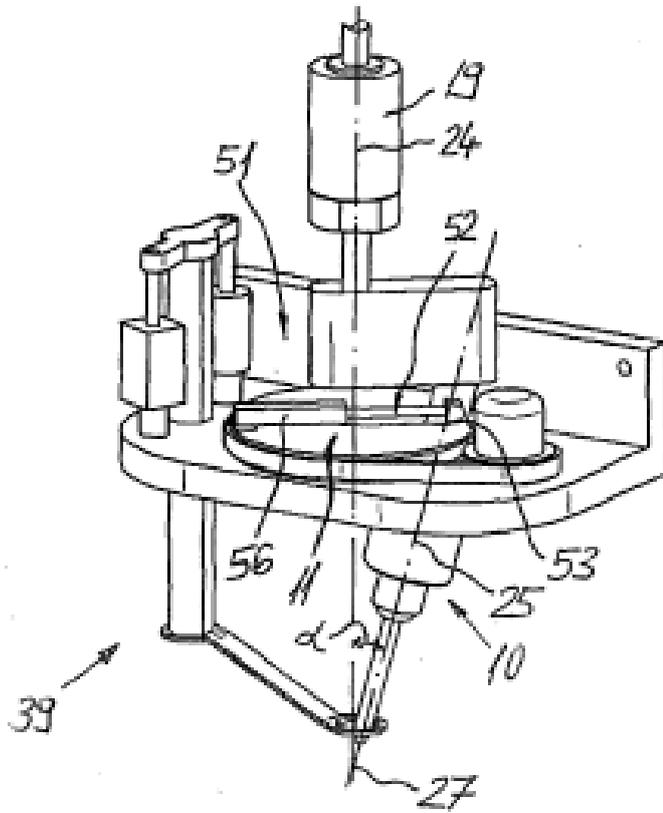


Fig. 10a

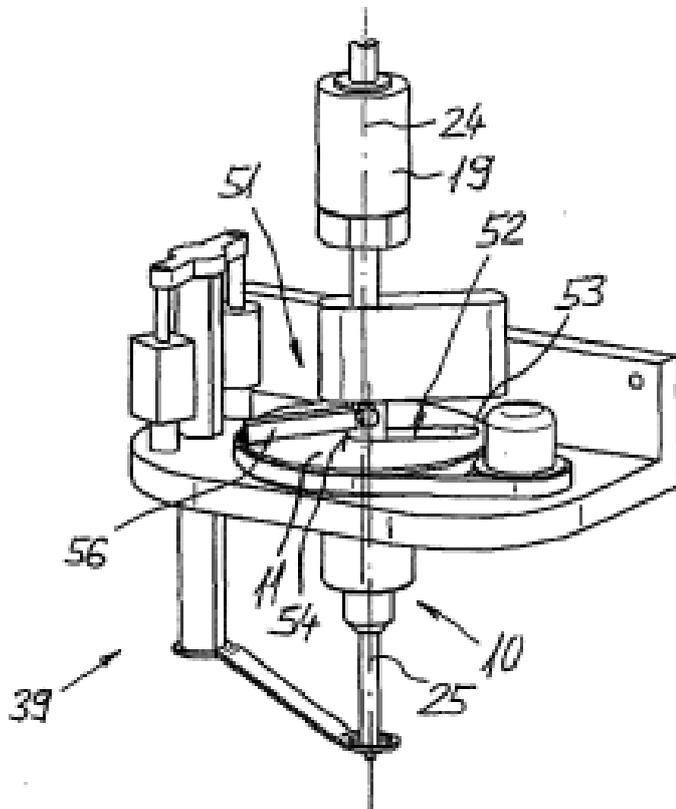


Fig. 10b

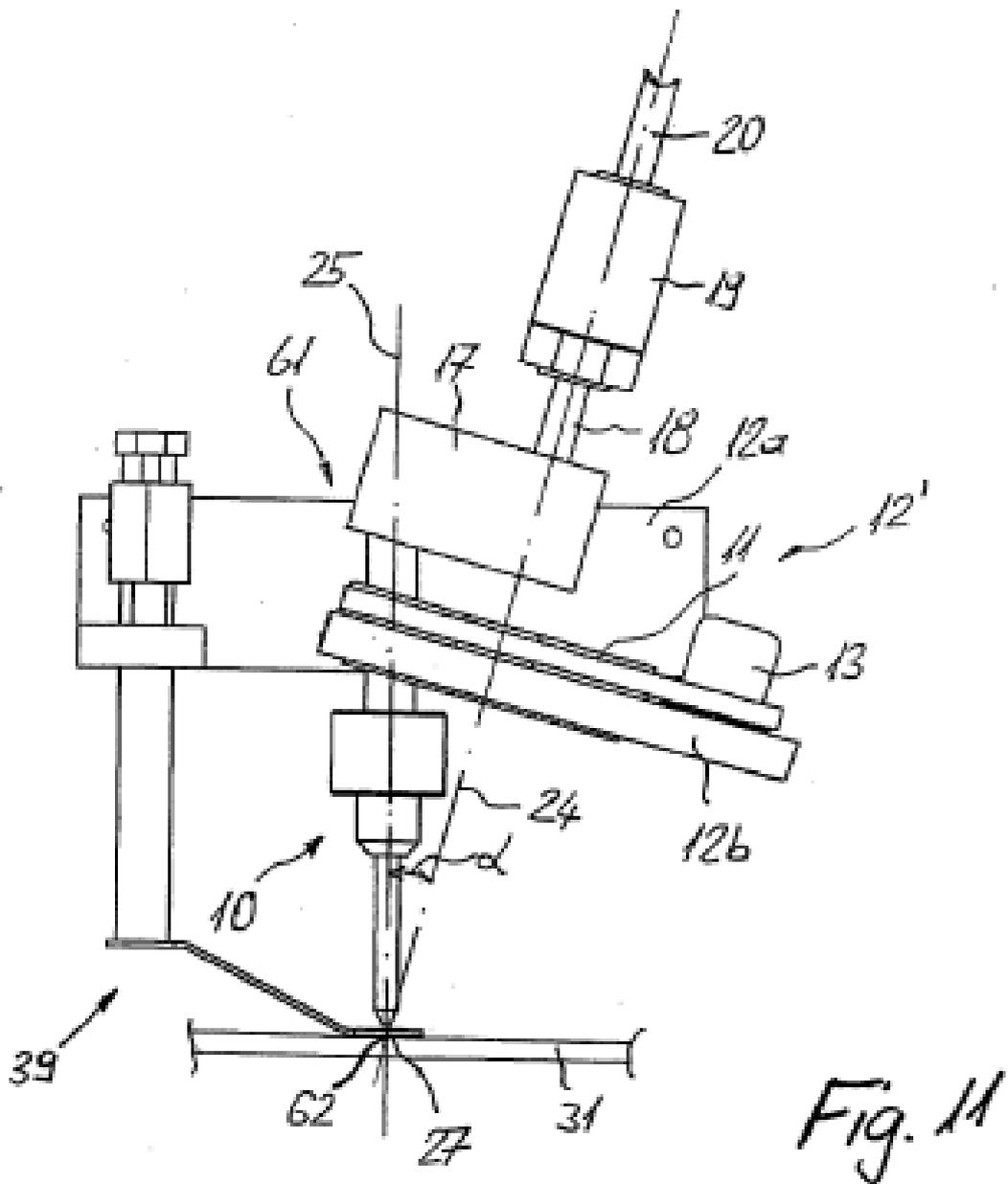


Fig. 11

Fig. 12

