

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 233**

51 Int. Cl.:

B23H 11/00 (2006.01)

B23H 7/02 (2006.01)

B23H 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2014** **E 14182753 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018** **EP 2990151**

54 Título: **Dispositivo de manipulación para máquinas de electroerosión por hilo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.01.2019

73 Titular/es:

AGIE CHARMILLES SA (100.0%)
Via dei Pioppi 2
6616 Losone, CH

72 Inventor/es:

MINOTTI, JEAN PIERRE y
GALIZIA, GIONA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 696 233 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 de manipulación para máquinas de electroerosión por hilo

5 CAMPO

La presente invención se refiere a un dispositivo para manipular las piezas en una máquina de electroerosión por hilo, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Dicha máquina aparece ya en el documento JP403079225A.

PROBLEMA A RESOLVER

15 Una de las principales aplicaciones de las máquinas de electroerosión por hilo (WEDM), que representa una parte importante del conjunto de la gama de aplicaciones WEDM, es la producción de punzones y matrices para herramientas de estampación, mientras que el punzón y la matriz tienen en esencia la misma geometría, pero tamaños ligeramente diferentes. Cuando se corta un contorno cerrado en una pieza de trabajo, por ejemplo, una matriz, queda una pieza central. Cuando se corta una matriz, la pieza central que se obtiene (llamada pieza sobrante, trozo o recorte) no se usa y tiene que retirarse porque resulta un obstáculo para el posterior procesamiento de la matriz. De forma similar, si la pieza central es la pieza que se desea fabricar, deberá extraerse cuidadosamente y almacenarse de forma segura para su posterior procesamiento.

20 Habitualmente, se realiza el corte principal del contorno dejando una pequeña junta de conexión, de modo que la pieza central queda suspendida en la pieza de trabajo. Se detiene la máquina y los operadores fijan la pieza central por medio de imanes o encolado o cualquier otro método sujetando la pieza central en su posición. Entonces, el operador reinicia el programa de control y la máquina corta la pequeña junta de unión. Vuelve a detenerse la máquina y los operadores retiran la pieza o piezas centrales. Finalmente, el operador reinicia el programa de control y la máquina termina las matrices ejecutando uno o más cortes de ajuste final.

25 Podría tomarse la simple decisión de dejar caer la pieza sobrante en el depósito de trabajo o en una cesta de recogida por acción de la gravedad, que, no obstante, representa ciertos riesgos. De hecho, alguna pieza central de pequeño tamaño podría deslizarse hacia abajo al interior de la boquilla o adherirse a la pieza de trabajo y, de esa manera, crear un estado de incertidumbre con un aumento del riesgo de colisión y posibles daños de la pieza de trabajo y de la boquilla inferior o de otras partes de la máquina. Por otro lado, si hubiera piezas sobrantes de gran tamaño o gran cantidad de trozos en el fondo del depósito de trabajo podrían ser un obstáculo y existiría un mayor riesgo de colisión con el brazo inferior. Para reducir este riesgo, las partes sobrantes de gran tamaño podrían cortarse en secciones más pequeñas.

30 Si el tamaño de la pieza central es pequeño, las partes sobrantes pueden evitarse por medio del llamado corte sin centro (también corte de extracción completa o embolsado), mediante el que se erosiona completamente la totalidad de la pieza central. También puede emplearse esta técnica para eliminar secciones sobresalientes de una pieza sobrante que pudieran ser un obstáculo para extraer la pieza sobrante. La técnica del embolsado presenta la ventaja de que no se requieren dispositivos de manipulación adicionales y no deja piezas de desecho que tengan que manipularse. Sin embargo, requiere mucho tiempo y, generalmente, su uso solo es razonable con volúmenes de trozos de tamaño análogamente pequeño.

35 De ese modo, puede ordenarse que el control adopte la estrategia de corte de extracción completa basada en el volumen de la pieza sobrante y en el tiempo estimado de mecanizado para realizar el corte de extracción completa.

40 En el campo de las WEDM, muchas máquinas están integradas en una red de comunicación por la que pueden monitorizarse y controlarse a distancia, y algunas incluyen cambiadores de palés con chips de identificación, tamaños extragrandes de carrete de hilo o circuito de doble hilo, estación de filtrado central para el acondicionamiento del dieléctrico, etc., por los que pueden ampliarse considerablemente las operaciones autónomas que no necesitan supervisión. No obstante, todavía hoy en día, la mayor parte de las máquinas carecen de medios automáticos para la eliminación de las partes sobrantes en la WEDM, que, de ese modo, se eliminan principalmente de forma manual después de realizarse el corte principal o se hace, simplemente, que caigan en el depósito de trabajo. Para paliar ligeramente esta situación, algunos dispositivos de control cuentan con las denominadas estrategias "tempranas-tardías" (EP 512 314), por las que el operador puede organizar la secuencia de mecanizado de una o más piezas que hayan de cortarse en función de su presencia en la máquina. El operador puede seleccionar el momento justo de una intervención real dentro del, generalmente, largo proceso operativo organizando la secuencia del corte principal (corte completo), el corte de separación y los cortes de ajuste final. Puede adaptar el momento de esta intervención de acuerdo con su horario de trabajo o, de manera más general, de acuerdo con su disponibilidad. Estas estrategias resultan ventajosas ya que el tiempo total de procesamiento en las WEDM es muy prolongado en comparación con el tiempo necesario para realizar el corte de separación y las intervenciones manuales, y porque, básicamente, no se necesitan herramientas adicionales.

Además de las medidas mencionadas anteriormente, que aumentan la disponibilidad de la máquina y la facilidad de su uso a través de una sencilla mejora del control, en la bibliografía de patentes se han propuesto algunos dispositivos para la retirada automática de las piezas sobrantes, pero solo unos pocos se han implementado en la práctica.

TÉCNICA ANTERIOR

Como ejemplo, a finales de los años ochenta se llevó a cabo un intento con el dispositivo mecánico para retirar piezas sobrantes Agiepick. Este dispositivo era capaz de eliminar piezas sobrantes de un tamaño de 10 mm cuadrados a alrededor de 50 mm cuadrados. Mediante un brazo movable con un pivote expandible, se cogía la pieza central que había de retirarse. La pieza central comprende el correspondiente orificio de 3 mm de diámetro en el que se insertaba el pivote expandible una vez finalizado el corte de separación. Entonces, se expandía el pivote expandible y se elevaba la pieza central por medio de un movimiento vertical de elevación y, después, se movía lateralmente con un movimiento de rotación. En ese momento, se aflojaba el pivote expandible de modo que la pieza central cayera en un receptáculo. Se incorporaba una placa de detección que proporcionaba una señal de control. El orificio era o bien el orificio del corte inicial, o bien un orificio adicional realizado con el propósito particular de retirar la parte central. El dispositivo mecánico de recogida se acoplaba al orificio de la pieza sobrante con un cierre forzado. El pivote expandible se insertaba en un orificio análogamente pequeño y tenía que centrarse de forma precisa. De ese modo, el pivote expandible estaba sujeto a desgaste y deterioro; la colocación errónea y los errores de manipulación provocaban, inevitablemente, problemas de funcionamiento y fallos del dispositivo para retirar piezas sobrantes, por lo que el objetivo principal no se alcanzaba con seguridad.

Se propuso otra solución con el Eject 1000, en la que el programa de control generaba una junta de conexión con forma triangular. Después del corte principal, el trozo se separa y se expulsa mediante un mecanismo parecido a un martillo.

Como ejemplo adicional, se ha fabricado una cesta de recogida montada con el brazo guía inferior del hilo. Esta solución resulta, en comparación, sencilla pero solo es adecuada para algunas aplicaciones, con partes análogamente pequeñas, y limita la carrera del eje debido al obstáculo de la cesta de recogida.

En la bibliografía de patentes se han descrito otras soluciones mecánicas, p. ej. en el documento JP2002-001618A, en el que un conjunto de pivotes que se acciona desde la parte inferior de la pieza de trabajo presiona contra la superficie inferior para elevar la parte central, que entonces se agarra con una pinza. En general, todos los dispositivos mecánicos de retirada de piezas sobrantes son, de alguna manera, precarios desde el punto de vista de la fiabilidad. Por ese motivo, se han considerado otros principios para contener el trozo:

- Dispositivos electromagnéticos como los descritos p. ej. en los documentos JP05-269625A, JP04-310316A, JP04-063629A, JP03-294118A, JP02-131816A, JP63-185531A, EP194353A1 son fácilmente controlables, pero poseen la desventaja de que solo pueden usarse con piezas de trabajo ferromagnéticas. El documento JP03-256617A es una combinación de un dispositivo electromagnético y una ventosa.
- Dispositivos de succión como los descritos p. ej. en los documentos JP03-256616A, JP03- 213214A, JP03-079225A, EP194353A1, JP60-180726A son, en comparación, de constitución sencilla y la presión negativa está generalmente disponible en las WEDM y funciona con todos los materiales y la mayoría de las superficies, pero presenta algunas desventajas de las que se hablará más adelante.
- En ocasiones, los dispositivos para retirar trozos se apoyan en un chorro de fluido a presión que actúa en la superficie inferior del trozo, tal como se muestra en los documentos JP08-001439A, JP03- 294118A, JP03-270822A.

Como es sabido, tanto los tamaños de los trozos como sus geometrías, así como la gama de materiales que han de procesar las WEDM son muy variados. Los dispositivos conocidos no son satisfactorios. Todos tienen uno o más inconvenientes, pero el aspecto más importante es su poca fiabilidad y la baja aplicabilidad al entorno de la máquina.

Por ese motivo, el objetivo de la presente invención es ofrecer un dispositivo sencillo para la retirada automática y fiable de las piezas centrales. El anterior y otros objetivos y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción detallada de la invención y de los dibujos que acompañan a la misma.

INVENCION

La presente invención alcanza este objetivo gracias a sus características tal y como se definen en la reivindicación 1 independiente.

La presente invención divulga, en concreto, un dispositivo para la manipulación automática de piezas centrales en el depósito de trabajo y/o en la periferia del depósito de trabajo de una máquina de electroerosión por hilo, con una pinza montada en conexión fija o movable con el cabezal guía superior del hilo, y en donde se suministra un líquido

bajo presión positiva, al menos, a una superficie adherente de dicha pinza que se encuentra orientada a la pieza central, y en donde dicho líquido fluye a alta velocidad entre dicha superficie de agarre y dicha pieza central cuando se acercan ambas, de modo que se genera una región de baja presión y una fuerza de elevación sobre la pieza central.

5 Otro aspecto de la presente invención es que la superficie adherente se encuentra integrada en un cabezal de guía del hilo.

10 Otro aspecto de la presente invención es que la pinza con flujo de fluido bajo presión positiva se acciona tanto con agua como con vapor.

Otro aspecto de la presente invención es que la pieza central se evacúa automáticamente de la zona de mecanizado a través de una caída hasta una bandeja.

15 Éstas y otras características y ventajas de la presente invención se presentarán con más detalle en la siguiente especificación de la invención y en las figuras que acompañan, que ilustran los principios de la invención y realizaciones específicas de la misma.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las figuras muestran:

FIG. 1 es una vista en sección lateral de una pinza Bernoulli en posición de funcionamiento sobre una pieza central.

25 FIG. 2 es la pinza de la FIG. 1 durante un movimiento de elevación.

FIG. 3 es la pinza de la FIG. 1 y 2 durante un movimiento de evacuación.

30 FIG. 4 es una vista de sección de una pinza Vortex durante un movimiento de elevación.

FIG. 5 es una vista de sección de una pinza Cyclone durante un movimiento de elevación.

35 FIG. 6 es una vista en plano frontal de una WEDM con una solución de evacuación de pieza central.

FIG. 7 y FIG. 8 son vistas de sección de un cabezal de guía superior de hilo con pinza integrada.

Ha de hacerse constar que los dibujos no muestran un diseño optimizado, sino que solo son una ayuda para comprender las características de la invención.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REPRESENTACIONES PREFERIDAS

Tal como se ha mencionado anteriormente en relación con la técnica anterior, ya se conoce el uso de pinzas con ventosa común de succión o de vacío respectivamente en dispositivos de manipulación de piezas sobrantes en máquinas WEDM. Estos dispositivos que ya se conocen emplean una presión negativa para generar una fuerza de elevación en la pieza sobrante. La ventosa de succión (o ventosa de vacío) tradicional se asocia a una fuente de presión negativa remota. La baja presión en la zona de contacto entre la ventosa y la pieza sobrante genera la fuerza de elevación. La eficiencia de la ventosa de vacío depende de la calidad del contacto con la superficie del objeto que haya de elevarse; la rugosidad, partes escalonadas, orificios y las irregularidades de la superficie reducen la eficiencia de la ventosa de vacío. La ventosa de vacío, generalmente, está hecha de caucho u otro material blando para ajustarse mejor a la zona de contacto. Con cada ciclo de elevación y aflojamiento, la ventosa de vacío entra en contacto con el objeto y fricciona contra una superficie que puede estar sucia y puede tener bordes afilados. Además, la ventosa de vacío y toda la sección de aspiración hasta la fuente remota de presión negativa están sujetas a incrustaciones por efecto de las partículas y el deterioro de la erosión. El progresivo deterioro genera, inevitablemente, fugas y finalmente el fallo de la ventosa de vacío. Por último, una ventosa de vacío deteriorada parcialmente y con incrustaciones puede dejar huellas no deseadas sobre la superficie de la pieza de trabajo.

En general, en el caso de una matriz producida por WEDM, hay un orificio inicial en algún lugar, en el que se ensarta el hilo y desde el que se corta la matriz. Dicho orificio inicial representa un desvío para la formación de la región de presión negativa en la pieza sobrante. En particular, si una sección de aspiración de la ventosa se alinea con dicho orificio inicial, la posible fuerza de elevación puede ser mucho menor de lo esperado.

Estos problemas pueden reducirse sustancialmente usando una pinza accionada por presión positiva, tal y como sugiere la invención. En la presente invención, el término pinza con "flujo de fluido bajo presión positiva" se usa para especificar que el fluido que se suministra está bajo presión positiva; la dirección del flujo va hacia la pinza. No

obstante, esta presión positiva es encaminada de modo que genere una baja presión. Se conocen varias pinzas similares de presión positiva, en particular, pinzas con flujo radial divergente, tales como la pinza Bernoulli o una pinza de flujo turbulento, como es la pinza "Vortex" o la pinza "Cyclone". Estas pinzas se describen a continuación con más detalle.

5 Uno de los primeros diseños de la llamada pinza Bernoulli aparece descrito en el documento GB748138A, por Blaber, presentado el 14 de abril de 1953, siguiendo los principios descritos por Daniel Bernoulli. La pinza Bernoulli se caracteriza por el hecho de que orienta de nuevo el flujo de un fluido bajo presión positiva desde una dirección axial a una radial, con el fin de obtener un flujo de fluido a alta velocidad uniforme y orientado hacia el exterior en la superficie activa de la pinza. Según la ecuación de Bernoulli, el flujo de velocidad aumentada genera un descenso de la presión local. Acercando la pinza a las proximidades del objeto que ha de manipularse, se forma un estrecho canal en la zona de contacto donde se genera, a su vez, un flujo de fluido radialmente divergente a alta velocidad. Dado que el flujo divergente es esencialmente circular, la zona de contacto entre la pinza y el objeto que ha de manipularse queda sometida a una baja presión, permitiendo así que dichos objetos se atraigan.

10 La nueva orientación del flujo de fluido se consigue dándole la forma adecuada al canal del líquido, por ejemplo, mediante un sencillo deflector en el extremo del flujo axial o mediante un deflector optimizado dinámicamente para fluidos con una boquilla con forma de ranura circular orientada de forma casi radial en la base de la pinza, generalmente circular.

15 El flujo de fluido inyectado se escapa al ambiente a través del estrecho hueco entre la pinza y el objeto que ha de manipularse, pero también crea una fuerza de repulsión sobre dicho objeto. En un determinado rango de distancia de separación, la fuerza de atracción es mayor que la fuerza de repulsión, por lo que puede elevarse un objeto de hasta un determinado peso. Se sabe que la fuerza de elevación neta tiene un máximo a una distancia determinada de la base de la pinza (Dini et al., 2009, "Grasping leather plies by Bernoulli grippers" [Sujetar capas de cuero con pinzas Bernoulli], CIRP Annals - Manufacturing Technology 58, pp.21-24., Fig.5). Con un hueco de fluido óptimo formado en la base de la pinza puede levantarse un peso que casi corresponda a la fuerza de elevación máxima. En caso de manipular objetos rígidos, también existe un pequeño hueco entre la pinza y el objeto que hace que las pinzas no entren en contacto prácticamente.

20 Aunque el hueco se regula él solo básicamente, las pinzas Bernoulli, generalmente, presentan uno o más espaciadores mecánicos prominentes, p. ej. anillos o almohadillas de fricción, típicamente 3 o 4 en la periferia de la zona de contacto, o una porción central elevada con la que el objeto contacta y establece el tamaño del hueco. Las almohadillas ofrecen estabilidad, de modo que se suprimen las vibraciones y los desplazamientos laterales.

25 Las pinzas Bernoulli están disponibles en diferentes dimensiones y geometrías. Por ejemplo, Vuototecnica S.r.l., Beverate di Brivio, Italia, suministra distintos tamaños que van de un diámetro de 20 mm a 60 mm (modelos BEC20 a BEC60). Bosch-Rexroth AG, Lohr am Main, Alemania, dispone de tamaños similares con las denominadas "series de transferencia sin contacto" (NCT). Festo AG, Esslingen am Neckar, Alemania, ofrece la serie de pinzas OGGB con diámetros que van de 60 mm a 140 mm (modelos OGGB-60 a OGGB-140). SMC Corporation, Tokio, Japón, ofrece una variedad de pinzas basadas en el principio de Bernoulli, con diámetros que van de 20 mm a 100 mm, y su correspondiente fuerza de elevación que va de 4,3 N a 44 N. Todas estas pinzas se accionan con aire comprimido o con gas inerte comprimido.

30 Otro ejemplo de pinza accionada por flujo de fluido bajo presión positiva, la pinza de flujo de tipo turbulento aparece descrita, por ejemplo, en el documento FR2174673A2. Se conecta una fuente de aire presurizado a una cámara cilíndrica y dicha primera cámara se conecta a una sección coaxial con forma de trompeta y además a una boquilla. Cerca de la boquilla hay un deflector con forma de cono y multitud de aletas por lo que se genera un flujo turbulento a alta velocidad. Cuando la pinza se sitúa cerca de un objeto, el flujo turbulento a alta velocidad genera una baja presión en el hueco e imprime una fuerza de elevación al objeto. Pinzas similares aparecen ilustradas en los documentos US2003052495A1 y W09745862A1.

35 Las ventosas llamadas "cyclone" están disponibles en SMC Corporation, Tokio, Japón. La altura de los modelos especiales de perfil bajo XT661-260 es menor a 2 mm y los tamaños van de 20 a 25 mm.

40 Las pinzas que no entran en contacto con la pieza se usan normalmente para la manipulación de objetos finos y ligeros, objetos básicamente bidimensionales, objetos frágiles y/o delicados, en particular, en la industria de obleas de semiconductor y electrónica, de los CD, DVD, componentes ópticos, industria alimentaria y farmacéutica y otras aplicaciones de recogida y colocación, en general, envasado, pero también con objetos no rígidos, como tejidos, etc. Su uso, generalmente, se limita al entorno de producción en masa, en su mayor parte para velocidades de manipulación análogamente altas. Debido a la naturaleza de los objetos que han de manipularse, en ocasiones se limita la baja presión y, de ese modo, también la fuerza de elevación. Además, ha de observarse que, por regla general, solo puede emplearse gas o aire seco perfectamente limpio para las aplicaciones mencionadas, ya que no se toleran emisiones.

65

Hasta donde los inventores conocen, este tipo de pinza nunca se ha usado en el entorno de la máquina herramienta. Esto se debe principalmente al hecho de que las aplicaciones conocidas requieren un entorno limpio y seco que difiere sustancialmente del entorno de mecanizado de EDM: Los objetos que han de sujetarse se encuentran inmersos en líquido o, al menos, están humedecidos por el líquido de mecanizado y manchados por los residuos que se producen durante el proceso de mecanizado. Aunque en el contexto de WEDM no hay necesidad de movimientos rápidos, los objetos que han de manipularse son muy diferentes en geometría y, a menudo, análogamente pesados, y con frecuencia, tienen un orificio y aberturas que hacen difícil sujetarlos. Ahora las pruebas han demostrado, sorprendentemente, que este principio de sujeción también puede aplicarse en el campo de la mecanización de EDM.

La presente invención divulga una pinza con flujo de fluido bajo presión positiva que se adapta para que pueda usarse en la manipulación automática de piezas centrales de máquinas de electroerosión por hilo. En primer lugar, se explicará una posible secuencia de operación para el caso en que hay que cortar una matriz, con una pieza sobrante que ha de retirarse de la pieza de trabajo, con referencia a las figuras 1-3 y 6, que ilustrará una de las muchas aplicaciones posibles del dispositivo según esta invención.

La operación WEDM normalmente arranca enhebrando el electrodo de hilo 3 en un orificio inicial 5 de la pieza de trabajo 2; en caso de que se trate de una matriz, el orificio inicial 5 se encuentra dentro del contorno que ha de cortarse. El corte principal se ejecuta de acuerdo con la geometría y la tecnología de procesos que se programen. Se corta la totalidad del contorno, sin dejar corte de separación, de modo que la pieza central 4 se libera completamente. El cabezal 7 de guía inferior del hilo soporta la pieza central 4. Por ejemplo, la boquilla de descarga del cabezal 7 de guía inferior del hilo puede tener una placa de apoyo plana 8, adyacente a la superficie inferior de la pieza de trabajo 2, de modo que la pieza central libre 4 se apoya y permanece en su lugar horizontalmente después de que finalice el corte principal. Después, el hilo 3 se corta y el cabezal 6 de guía superior del hilo se retrae en cierta medida desde la superficie de la pieza de trabajo por medio del eje Z 17. Supongamos ahora que el orificio inicial 5 está en el centro de la pieza central 4: en este caso, los ejes principales X/Y y U/V se mueven para alinear el eje del dispositivo de manipulación automática 18 con el orificio inicial 5 de la pieza central 4 (que en este caso es una pieza sobrante) por la parte superior de la pieza de trabajo 2, y para alinear el cabezal 7 de guía inferior del hilo con el orificio inicial 5 de la pieza sobrante 4 por la parte inferior de la pieza de trabajo 2. De esta forma, la pieza central 4 se soporta mejor en la placa de apoyo 8 sobre el cabezal 7 de guía inferior del hilo, y la pinza se encuentra colocada en la posición adecuada para alcanzar una amplia zona de interferencia, posiblemente, con la pieza central 4 para conseguir un agarre eficaz.

El dispositivo 18 de manipulación automática de piezas centrales está compuesto por un pistón mediante el que se mueve la pinza verticalmente hasta alcanzar la posición deseada, a la misma altura o a una altura inferior con respecto a la boquilla de descarga del cabezal 6 de guía superior del hilo. Después, el eje Z 17 se baja en la medida que sea necesaria para llevar la base de la pinza 22 a las proximidades de la pieza sobrante 4. El líquido bajo presión positiva se alimenta a la entrada de fluido 20 de la pinza, y dicha acción atrae la pieza sobrante 4. El eje Z 17 se eleva hasta su máxima altura, los ejes X/Y se mueven hasta colocar el dispositivo 18 de manipulación automática de piezas centrales sobre un receptáculo 12 ubicado junto al depósito de trabajo 11, entonces, se baja el eje Z 17 y se libera el líquido bajo presión positiva de modo que la pieza sobrante 4 cae en el receptáculo 12. El receptáculo 12 está unido a una caída 14, a saber, un conducto inclinado por el que se desliza la pieza sobrante 4 hasta llegar a una bandeja de recogida 15 de capacidad adecuada. De forma alternativa, la caída puede conducir las piezas sobrantes 4 a un contenedor ya existente para los hilos usados.

El dispositivo 18 de manipulación automática de piezas centrales, que se monta sobre el eje Z 17 de la WEDM 1, comprende un pistón neumático con un portapinzas 19 que es capaz de sostener diferentes tipos y tamaños de pinzas inventivas 30. La pinza 30 se mueve a posición de sujeción y vuelve a posición retraída. Durante el funcionamiento normal de WEDM, el pistón está retraído, aunque se extiende cuando se realiza el agarre. En caso necesario, el pistón también puede retraerse durante la evacuación de las piezas sobrantes, a saber, para elevar la pieza sobrante 4 hasta el receptáculo 12. Por supuesto que, además, puede usarse cualquier otro medio adecuado de actuación. La pinza 30 puede articularse a modo de bisagra con el portapinzas 19, de modo que la base 22 de la pinza se alinee con la pieza sobrante, también en caso de pequeños fallos de alineación.

El receptáculo 12 puede dividirse en secciones, por ejemplo, con una sección para piezas sobrantes (trozos) y otra sección para punzones. El receptáculo se ubica en la región superior de una pared lateral o posterior del depósito de trabajo 11, y puede montarse en el interior o exterior del mismo. En caso de montaje exterior, el dispositivo 18 de manipulación automática de piezas centrales se adaptará para elevar la pieza central 4 por encima de la pared del depósito de trabajo. El receptáculo 12 comprende, además una rejilla 16 y un desagüe 13 para realimentar el líquido al depósito de trabajo, p. ej. en casos donde se usa el líquido de mecanizado (agua desionizada) para suministrar líquido bajo presión positiva a la pinza 30.

Basándose en información relativa al trabajo actual, que por norma general se encuentra disponible con cada operación de WEDM, el sistema de control de la máquina puede decidir de manera autónoma si una pieza central puede retirarse de forma segura de la pieza de trabajo o no, y marcar cada una de las piezas centrales en

consecuencia. La secuencia de trabajo se organiza con las ya conocidas estrategias "tempranas-tardías", mientras que las piezas centrales marcadas como "extraíbles de forma segura (por medio del dispositivo de manipulación automática)" se integran en las operaciones que no requieren la presencia del operador. La información relativa al trabajo actual puede contener el tipo de material que ha de mecanizarse y la geometría de mecanizado y la altura de la pieza de trabajo, de modo que el control puede calcular con facilidad el volumen, la masa y peso correspondientes de la pieza central. Además, basándose en el contorno superior de la pieza central, puede estimarse la zona de interferencia entre la base 22 de la pinza y la pieza central 4, y puede calcularse un factor de pérdida de agarre (≤ 1) para corregir el peso máximo admisible de la pieza central. Asimismo, basándose en la altura conocida de la pieza de trabajo, el control puede comprobar si la pieza central puede evacuarse de forma segura a la bandeja de recogida, sin colisión alguna.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la fuerza de elevación conseguida con una pinza convencional puede ser mucho menor de lo esperado, en particular, si existe un desvío del líquido, tal como un orificio inicial 5, en la pieza central 4, ubicado frente a la base de la pinza 22. Dicho desvío puede impedir la formación de una región de presión baja consistente. De ese modo, según otra realización de la invención, la base 22 de la pinza puede tener la ventaja de disponer de un elemento de sellado (que no aparece en las figuras) para, al menos, reducir de forma parcial la pérdida de presión por medio de una apertura a través de la que pueda fluir el fluido; esto es, un orificio en la pieza central, o cualquier sección cortada por el hilo entre el orificio inicial y el contorno. Dicho elemento de sellado es, preferiblemente una almohadilla plana hecha de material plástico, que se encuentra en el centro de dicha base de la pinza, sobresaliendo de la base 22 de la pinza aproximadamente en una medida con la que se alcance la fuerza máxima de elevación neta. Dicho elemento de sellado, preferiblemente, se monta sobre una pieza central de la pinza, tal como un deflector 31 de la pinza Bernoulli 30, o una pieza central 41 de la pinza Vortex 40, o una pieza central 51 de la pinza "cyclone" 50. El elemento de sellado puede combinarse con el espaciador 42, que se emplea para ajustar el hueco a una distancia bien definida.

La figura 4 que muestra una pinza Vortex y la figura 5 que muestra una pinza Cyclone sirven para ilustrar variantes que también se basan en el principio de agarre por flujo de fluido bajo presión positiva. Como sucede con la pinza Bernoulli 30 -ilustrada en las figuras 1 y 2- se genera un flujo de fluido a alta velocidad en la base de la pinza. Se forma una región de baja presión 25 entre la base 22 de la pinza y la pieza central 4. Ambas, la pinza Vortex 40 y la pinza Cyclone 50, presentan una sección en la que se guía el flujo de fluido entrante de modo que se forme un remolino en el cuerpo de la pinza y en el hueco.

A continuación, se describe en detalle la pinza Vortex 40 de la figura 4. La entrada 20 de fluido de la pinza Vortex 40 es tangencial a una sección hueca cilíndrica del interior del cuerpo 21 de la pinza. Como aspecto ventajoso, una pieza central 41 de la pinza que soporta un espaciador 42 se encuentra montada coaxialmente a la sección hueca cilíndrica del interior de la pinza. Un flujo de fluido turbulento se desplaza en sentido descendente en el interior de la pinza, de modo que, por efecto de la fuerza centrífuga se genera baja presión en la región central de la sección hueca de la pinza. Entonces, el fluido fluye a alta velocidad al hueco formado entre la base 22 de la pinza y la pieza sobrante 4 produciendo también -favoreciendo la región de baja presión 25- una baja presión también en el hueco. Por último, el fluido escapa radial y tangencialmente en todas direcciones al ambiente. Se hace referencia a Kagawa et al. "Analysis of vortex levitation" [Análisis de la levitación de vórtice], en: Experimental Thermal and Fluid Science, 32 (2008) pp. 1448-1454.

A continuación, se describe en detalle la pinza Cyclone 50 de la figura 5. La entrada 20 de fluido de la pinza Cyclone 50 es coaxial y el líquido presurizado fluye en sentido descendente entre el cuerpo 21 de la pinza y una pieza central 51 de la pinza. Cerca de la abertura anular 52 en la base 22 de la pinza, el cuerpo 21 de la pinza y la pieza central 51 de la pinza se unen por efecto de una gran cantidad de aletas de guía oblicuas 53. Las aletas son oblicuas para generar un flujo de fluido turbulento en la abertura anular 52. Como sucede en el caso de la pinza Vortex 40, el fluido escapa radial y tangencialmente en todas direcciones a través del hueco existente en el fondo de la pinza, respectivamente en la base de la pinza 22 y en el ambiente.

Las pinzas con flujo de fluido bajo presión positiva, por norma general, se accionan con aire comprimido, que resulta particularmente adecuado puesto que puede expulsarse al ambiente de forma sencilla. En casos especiales puede usarse gas inerte. Según otra realización preferida de la presente invención, el flujo de fluido bajo presión positiva con que se alimenta la pinza es un líquido. Esto supone una gran ventaja ya que la fuerza de elevación neta generada por la pinza con flujo de fluido bajo presión positiva es proporcional a la densidad del fluido suministrado. En una realización preferida, el fluido que se suministra a la pinza con flujo de fluido bajo presión positiva es el fluido de procesamiento empleado en el procesamiento WEDM, es decir, agua desionizada. Esto es posible en el entorno particular de WEDM, dado que el objeto que ha de manipularse no resulta dañado ni afectado de ninguna manera por el líquido de procesamiento, y puesto que el fluido suministrado vuelve a caer en el depósito de trabajo 11. No obstante, puede usarse aire comprimido u otros fluidos o vapor para la aplicación de la invención.

En caso de formación de exceso de agua pulverizada debido a la presión positiva suministrada, puede usarse una cortina circular (que no aparece ilustrada) para capturar el agua pulverizada. La cortina circular puede ser una cortina textil o de goma o una cortina de fluido aplicada alrededor de la pinza inventiva.

Según otra representación preferida de la presente invención, el cabezal de guía superior y/o inferior del hilo de la WEDM contiene una o más pinzas integradas 60 (véanse figuras 7 y 8). En dicha representación, el cabezal de guía superior del hilo comprende un circuito de suministro de fluido integrado por lo que se encamina el fluido bajo presión positiva de manera que se genera una región de baja presión 25 entre la pinza integrada y la pieza central. Los ejes de la máquina pueden usarse para todos los movimientos de manipulación, de modo que no hay necesidad de medios adicionales para el ciclo de agarre. Como aspecto ventajoso, dicha pinza integrada con flujo de fluido bajo presión positiva es coaxial al eje del hilo 3, y está diseñada de forma que genera un flujo de fluido turbulento, como el que se conoce de la pinza Vortex o la pinza Cyclone.

Las figuras 7 y 8 muestran una parte del cabezal de guía superior del hilo con una pinza integrada 60 con flujo de fluido bajo presión positiva. La parte relevante del cabezal de guía superior del hilo comprende: un orificio central con la guía 9 del hilo, una boquilla de descarga con una entrada 61 por la que se alimenta el fluido dieléctrico a una cámara de equalización y a una sección cónica con varias aletas 63 de guía de fluido rectas. Además, comprende una boquilla ciclónica alrededor de dicha boquilla de descarga, con una entrada 62 por la que se alimenta el fluido a una cámara anular 64 y a una abertura anular 52 a través de varias aletas 55 de guía oblicuas. El fluido bajo presión positiva entra a través de la entrada 62 y se distribuye en la cámara anular 64, luego atraviesa las aletas 55 de guía oblicuas. El fluido rota a alta velocidad y, así, queda sujeto a fuerzas centrífugas, de modo que se genera baja presión en una región central entre el cabezal 60 de guía superior del hilo y la pieza sobrante. En teoría, el dispositivo funciona como la pinza Cyclone mencionada anteriormente.

La pinza integrada 60 con flujo de fluido bajo presión positiva mencionada anteriormente también puede usarse para generar una baja presión en el hueco de descarga durante el procesamiento de WEDM. Esto puede representar una ventaja a la hora de favorecer el flujo de descarga a través del hueco de descarga para evacuar los residuos de la erosión cuando se ajusta el modo succión a uno de los cabezales guía del hilo.

La figura 8 muestra otra representación de dicha pinza integrada 60 con flujo de fluido bajo presión positiva. Solo una parte del cabezal guía superior del hilo aparece representada. El cabezal de guía superior del hilo comprende una boquilla de descarga con una entrada 61 para el fluido de descarga que se distribuye en una cámara de equalización con multitud de aletas 63 de guía de fluido rectas, de modo que produce un flujo de descarga coaxial estable a través de la subsiguiente cámara cónica. La boquilla de descarga tiene al menos una entrada tangencial 62, bajo las aletas 63 de guía de fluido rectas. Cuando se suministra el fluido bajo presión positiva a través de la entrada tangencial 62 a la cámara cónica, el fluido gira a alta velocidad y genera un gradiente de presión debido a las fuerzas centrífugas, formando una región de baja presión en el centro de la boquilla de descarga. En dicha configuración, normalmente, está en funcionamiento la boquilla de descarga con la entrada 61 o la boquilla con la(s) entrada(s) tangencial(es) 62.

La pieza central 4 es atraída hacia el cabezal de guía del hilo con una pinza integrada 60 con flujo de fluido bajo presión positiva, y se extrae moviendo los ejes de la máquina: primero, el eje Z para elevar la pieza central y, luego, los ejes X/Y para evacuarla y dejarla caer en un receptáculo 12. El circuito central de descarga está cerrado para reducir la pérdida de presión a través de la sección de guía del hilo.

Como ya se ha indicado, el cabezal de guía del hilo puede comprender uno o más de dichos circuitos integrados de flujo que generan regiones de baja presión, que, sin embargo, se accionan como las ya mencionadas pinzas con flujo de fluido bajo presión positiva. Si se prevé una variedad de pinzas integradas, estas pinzas pueden ser del mismo o diferente tamaño, y pueden activarse de manera independiente o en cualquier combinación que se desee.

Un dispositivo para la manipulación automática de las partes sobrantes, según la presente invención, que tiene una pinza que se alimenta con un fluido bajo presión positiva, presenta varias ventajas sobre los sistemas conocidos. En primer lugar, la presión positiva es más fácil de producir que la presión negativa y, por regla general, se encuentra disponible en todos los talleres de maquinaria. En segundo lugar, puesto que la dirección del flujo de fluido va hacia la zona de mecanización, el circuito de suministro no se contamina por las partículas de mecanizado producidas en el procesamiento de WEDM ni de otras suciedades. Por el contrario, el uso de una presión positiva genera un efecto de autolimpieza. En otras palabras: a menor desgaste y menor mantenimiento; la expectativa de vida y su fiabilidad son muy altas.

El dispositivo para la manipulación automática de una pieza central se ha explicado haciendo referencia en particular a la evacuación de las piezas sobrantes. No hace falta decir que puede usarse el mismo dispositivo para manipular punzones semiacabados o acabados. En ese caso, el punzón extraído se coloca en un receptáculo seguro y seco.

NÚMEROS DE REFERENCIA

- 1 WEDM corresponde a Máquina de Electroerosión por Hilo [Wire Electric Discharge Machine]
- 2 Pieza de trabajo
- 3 Electrodo de hilo
- 4 Pieza central
- 5 5 Orificio de inicio; abertura
- 6 Cabezal de guía superior del hilo
- 7 Cabezal de guía inferior del hilo
- 8 Placa de soporte 9 Guía del hilo
- 10 10 Mesa de trabajo
- 10 11 Depósito de trabajo
- 12 Receptáculo
- 13 Desagüe
- 14 Caída
- 15 15 Bandeja de recogida
- 16 Rejilla
- 17 Eje Z
- 18 Dispositivo de manipulación automática
- 19 Portapinzas
- 20 20 Entrada de fluido
- 21 Cuerpo de la pinza
- 22 Base de la pinza
- 25 25 Región de baja presión
- 30 30 Pinza Bernoulli
- 31 Deflector
- 25 32 Soporte del deflector
- 35 35 Flujo de fluido divergente
- 40 40 Pinza Vortex
- 41 Pieza central de la Pinza Vortex
- 42 Espaciador
- 30 45 Flujo de fluido turbulento
- 50 50 Pinza Cyclone
- 51 Pieza central de la Pinza Cyclone
- 52 Abertura anular
- 53 53 Aleta de guía oblicua
- 35 60 Cabezal de guía superior del hilo con pinza integrada
- 61 Entrada para descarga
- 62 Entrada para elevación
- 63 63 Aleta de guía recta
- 64 64 Cámara anular
- 40 65 65 Salida de fluido
- 66 66 Flujo de fluido entrante
- X_G Movimiento de evacuación
- Z_G Movimiento de elevación
- 45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina de electroerosión por hilo (1) con dispositivo de manipulación (18) para manipular las piezas centrales (4) producidas por la máquina de electroerosión por hilo (1) durante el proceso de mecanizado de una pieza de trabajo (2), mientras que la máquina de electroerosión por hilo (1) tiene un cabezal de guía superior del hilo (6) y un cabezal (7) de guía inferior del hilo que son móviles entre ellos y con respecto a la pieza de trabajo (2), **caracterizada por que**

10 el dispositivo de manipulación (18) comprende una pinza (30, 40, 50, 60) montada en relación fija o móvil con el cabezal de guía superior del hilo (6), y en donde dicha pinza (30, 40, 50, 60) puede moverse hasta que se enfrente a una pieza central producida (4) con su base de la pinza (22), por lo que la pinza (30, 40, 50, 60) tiene una entrada de fluido (20), por la que un flujo de fluido bajo presión positiva puede entrar dentro de la pinza (30, 40, 50, 60), y una salida (52, 65) de fluido en la base de la pinza (22), por la que el flujo de fluido bajo presión positiva puede salir de la pinza (30, 40, 50, 60), por lo que el interior de la pinza (30, 40, 50, 60) está diseñado para guiar el flujo de fluido de modo que se genere una región (25) de baja presión en la base (22) de la pinza por el flujo de líquido que sale de la pinza (30, 40, 50, 60) a través de la salida de fluido (52, 65), y en donde la región de baja presión (25) producida en la base de la pinza (22) es tal que genera una fuerza de elevación sobre dicha pieza central (4) por la que dicha pieza central (4) puede ser retirada de la pieza de trabajo (2) a través del movimiento de la pinza (30, 40, 50, 60).
- 20 2. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la salida (52, 65) de fluido de la pinza (30, 40, 50, 60) está diseñada para encaminar el flujo de líquido que sale de la pinza en un modo (35) radialmente divergente, preferiblemente la salida (52, 65) de fluido está también diseñada, para permitir que el fluido fluya en una dirección radial paralela a la superficie de la base (22) de la pinza una vez que la base de la pinza (22) se haya movido junto a la superficie de una pieza central producida (4).
- 30 3. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la región (25) de baja presión en la base (22) de la pinza se genera al encaminar el fluido de presión positiva en el interior de la pinza (40, 50, 60) de forma que gire en un flujo turbulento (45) a alta velocidad, en el que la región (25) de baja presión se produce por la fuerza centrífuga.
- 35 4. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones 1 a la 3, **caracterizada por** el hecho de que la región (25) de baja presión en la base (22) de la pinza se genera por la combinación de un flujo turbulento (45) a alta velocidad y por un flujo 35 de fluido radialmente divergente a alta velocidad.
- 40 5. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la pinza (30, 40, 50) comprende al menos un espaciador (42) que sobresale de la base (22) de la pinza y que, por lo menos, uno de dichos espaciadores (42) se coloca en una posición predeterminada en la base (22) de la pinza, preferiblemente en su centro, por lo que el espaciador (42) tiene una superficie para cerrar al menos parcialmente aberturas (5) en las piezas centrales adyacentes (4).
- 45 6. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** al menos una pinza (30, 40, 50, 60) está integrada en el cabezal (6) de guía superior de hilo y por que se suministra un flujo de fluido bajo presión positiva al cabezal (6) de guía superior de hilo para generar una región (25) de baja presión en la base (22) de la pinza.
- 50 7. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** la máquina (1) de electroerosión por hilo incluye un receptáculo (12) para recibir las piezas centrales (4) retiradas.
- 55 8. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según la reivindicación 7, **caracterizada por que** el receptáculo (12) adyacente a una pared lateral o posterior dentro del depósito de trabajo (11) de la máquina (1) de electroerosión por hilo (1), preferiblemente el depósito de trabajo (11) tiene, una abertura al exterior en la región de dicho receptáculo (12).
- 60 9. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, **caracterizada por que** el receptáculo (12) se encuentra en la periferia externa del depósito de trabajo (11) de la máquina (1) de electroerosión por hilo.
- 65 10. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones de 7 a 9, **caracterizada por que** una caída (14) conectada al receptáculo (12) y por que la pieza central (4) desliza o cae por acción de la gravedad a través de dicha caída (14) a una bandeja de recogida (15), mientras que dicha bandeja de recogida (15) está situada en la periferia de la máquina (1) de electroerosión por hilo.

11. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según la reivindicación 10, **caracterizada por que** la bandeja de recogida (15) es una caja de recuperación del hilo que se utiliza para recoger el hilo usado.
- 5 12. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el fluido de presión positiva es aire, o el mismo fluido que se usa en el proceso de mecanizado de la máquina de electroerosión por hilo, preferiblemente agua desionizada, o una combinación de ambos.
- 10 13. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** una unidad de control de la máquina (1) de electroerosión por hilo calcula el peso de la pieza central (4), basándose en la geometría del contorno que se va a cortar, la altura de la pieza de trabajo (2), y la densidad del material de la pieza de trabajo que es almacenada en la unidad de control.
- 15 14. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la unidad de control de la máquina (1) de electroerosión por hilo calcula la zona de interferencia entre la base (22) de la pinza y la pieza central (4) y estima un factor de pérdida de agarre.
- 20 15. Máquina (1) de electroerosión por hilo con dispositivo (18) de manipulación según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, **caracterizada por que** una unidad de control decide si una pieza central (4) se puede retirar de manera segura o no considerando el peso de la pieza central (4) y el factor de pérdida de agarre, y **por que** la unidad de control marca las piezas centrales (4) como "extraíbles de forma segura" y por que el corte principal de dicha pieza central marcada (4) se completa sin dejar el corte de separación, y **por que** el proceso de mecanizado se pausa para retirar de manera automática la pieza central marcada (4), y por que el proceso de mecanizado se reanuda automáticamente tras la retirada de dicha pieza central marcada (4).
- 25

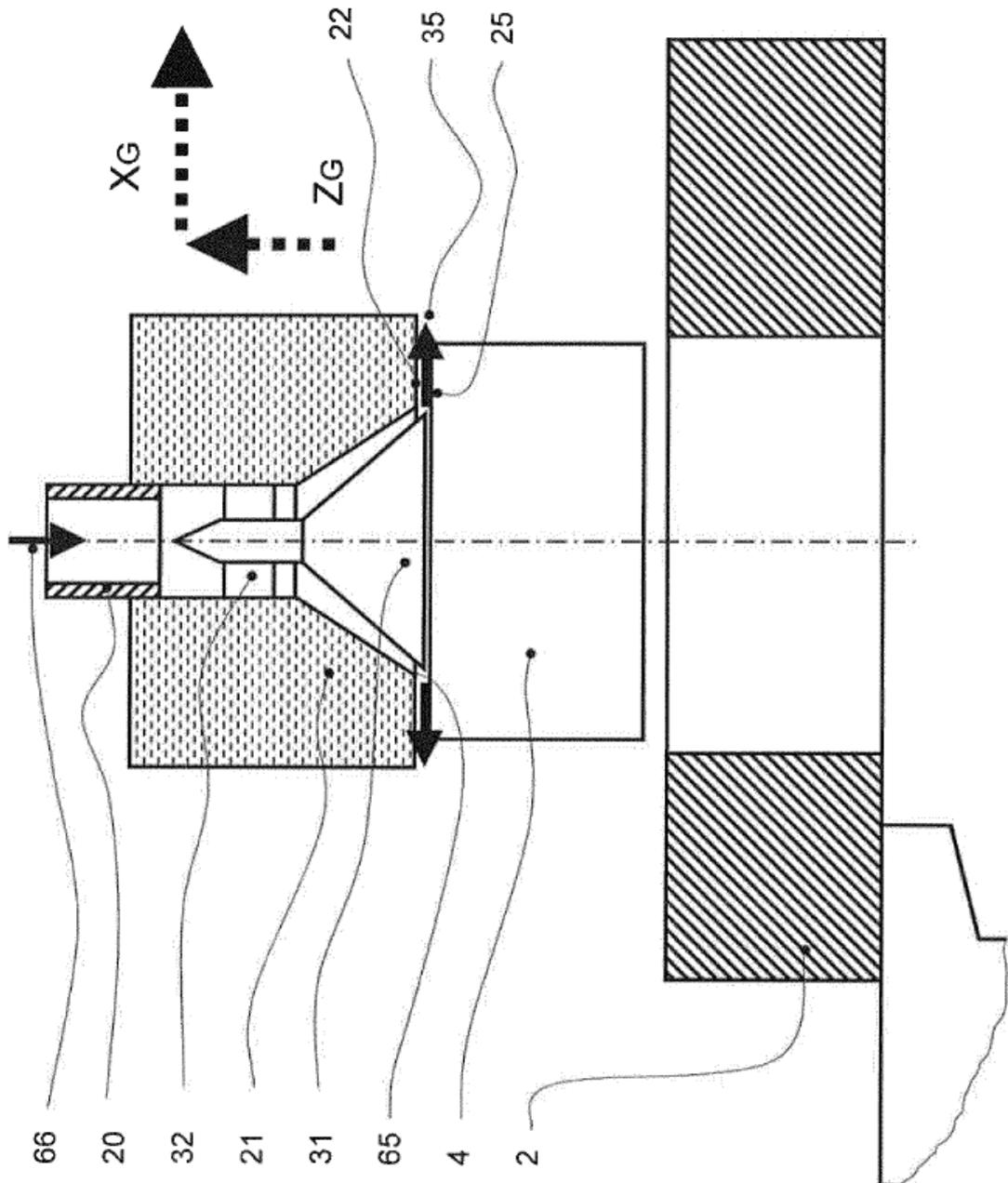


Figura 2

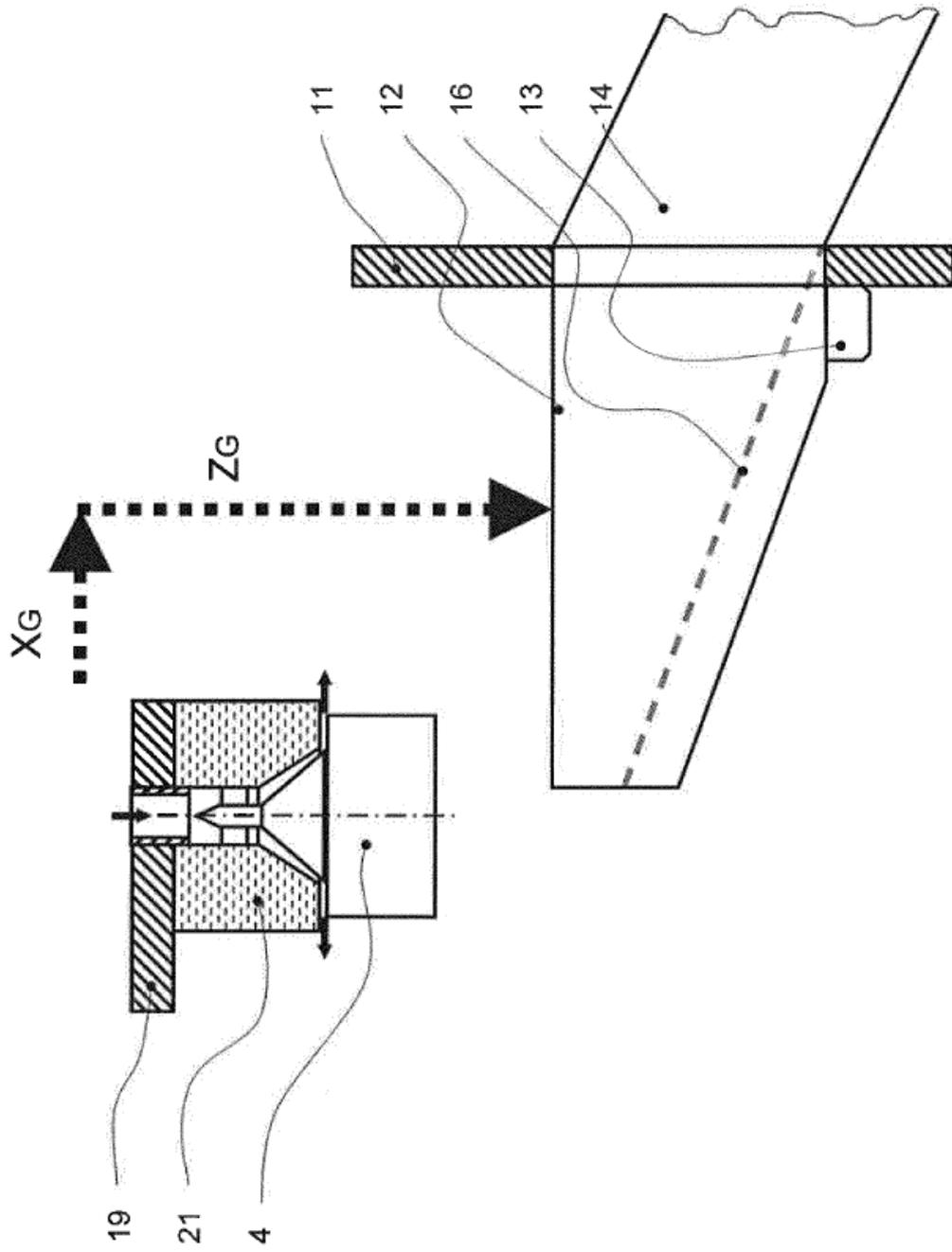


Figura 3

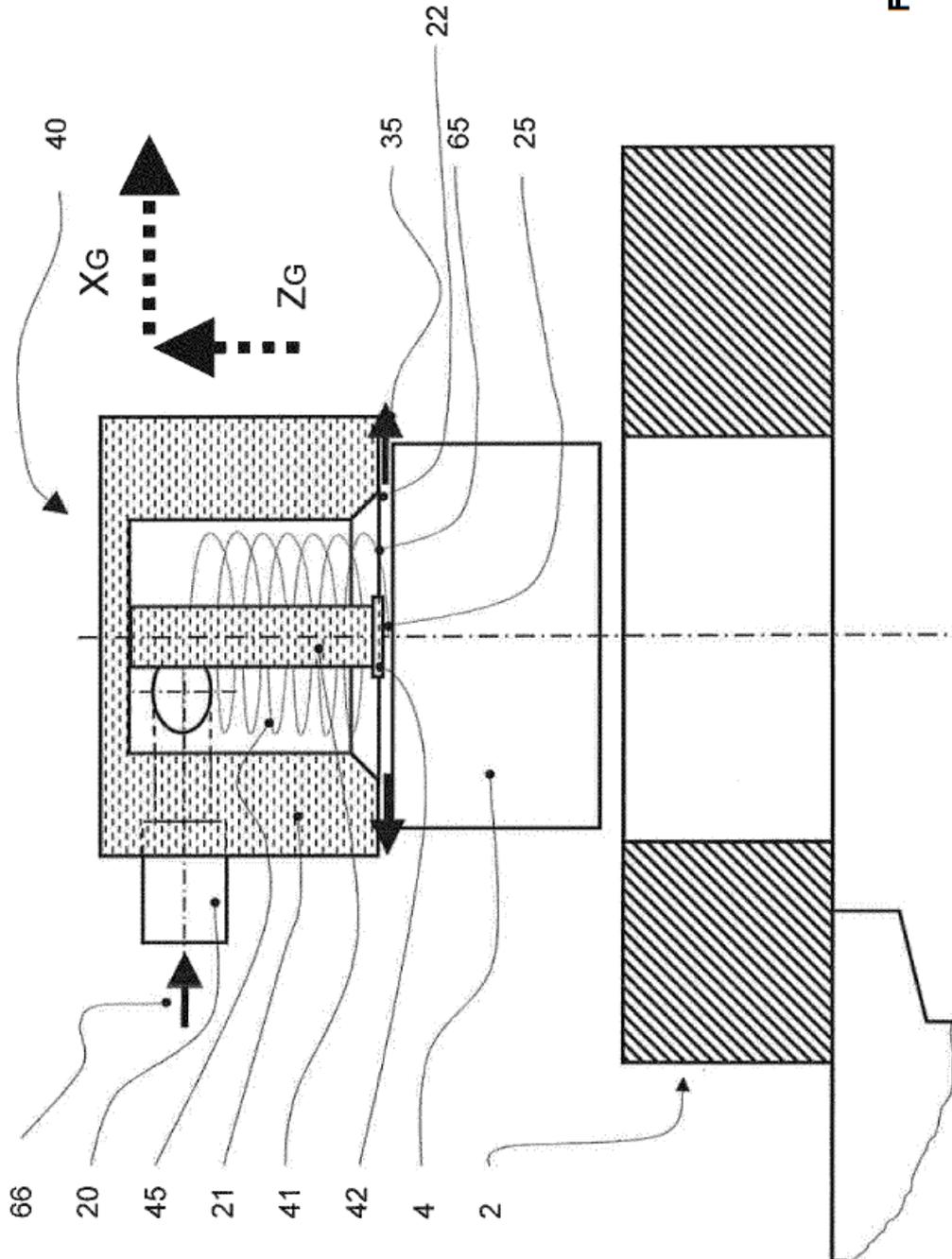


Figura 4

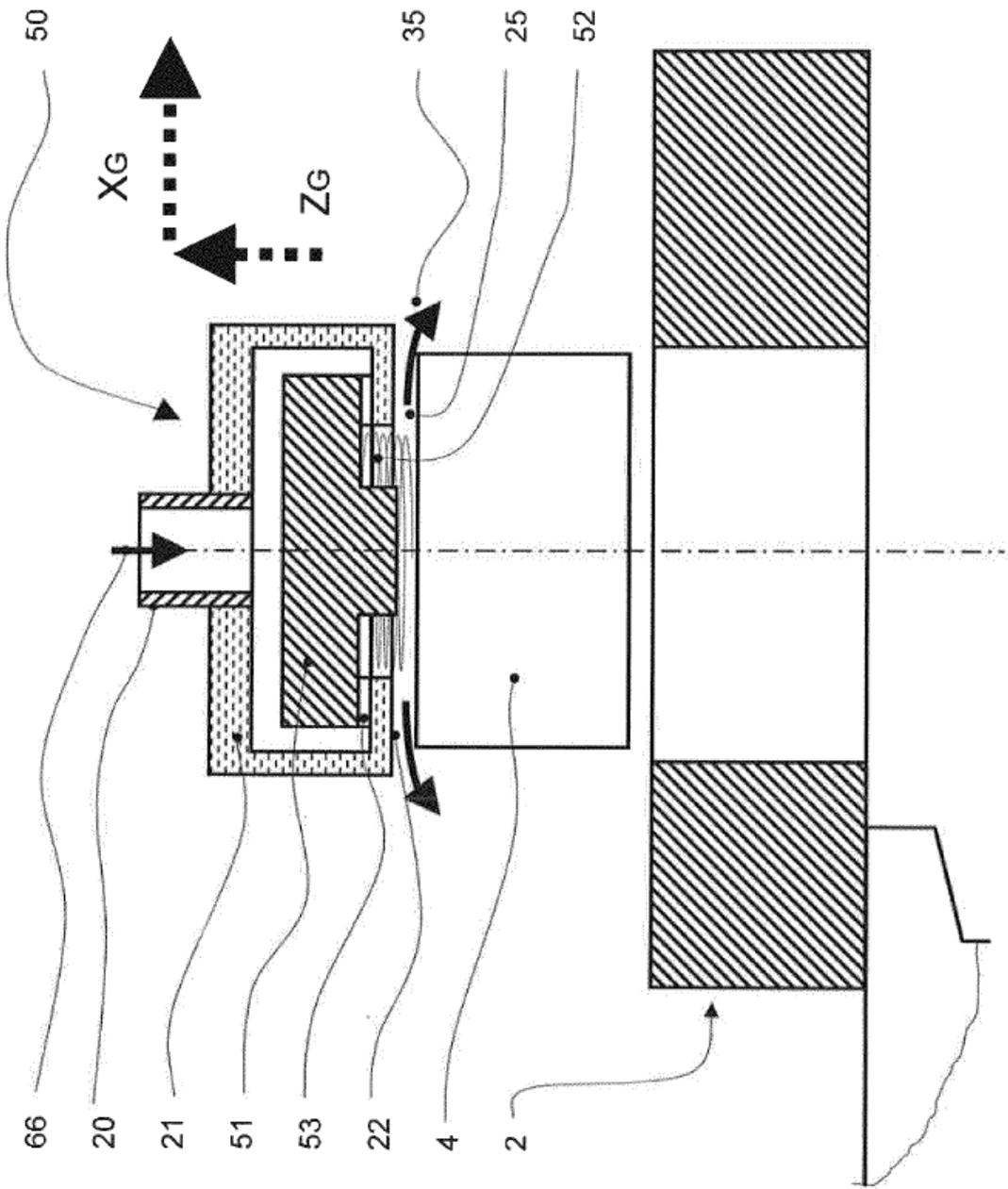


Figura 5

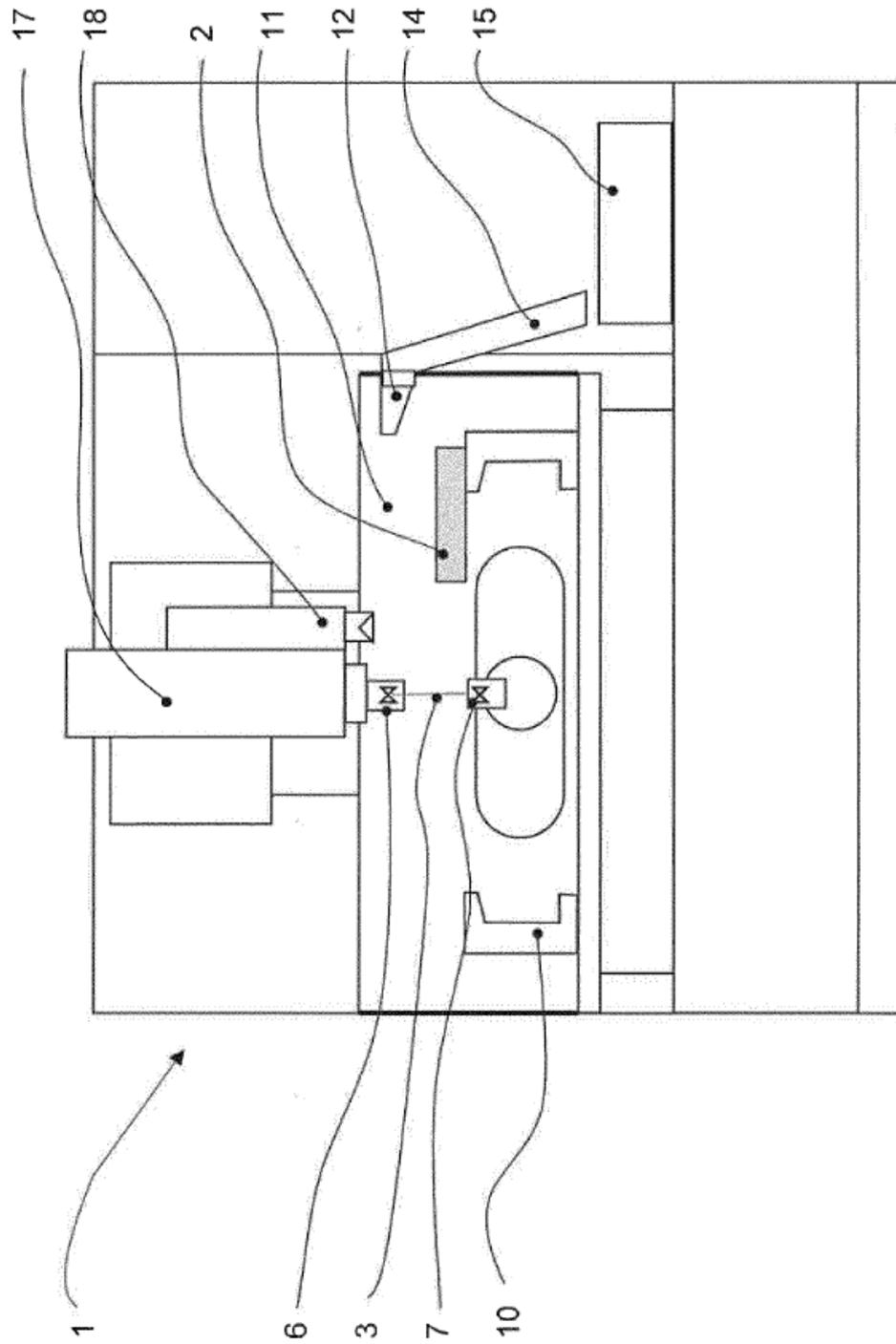


Figura 6

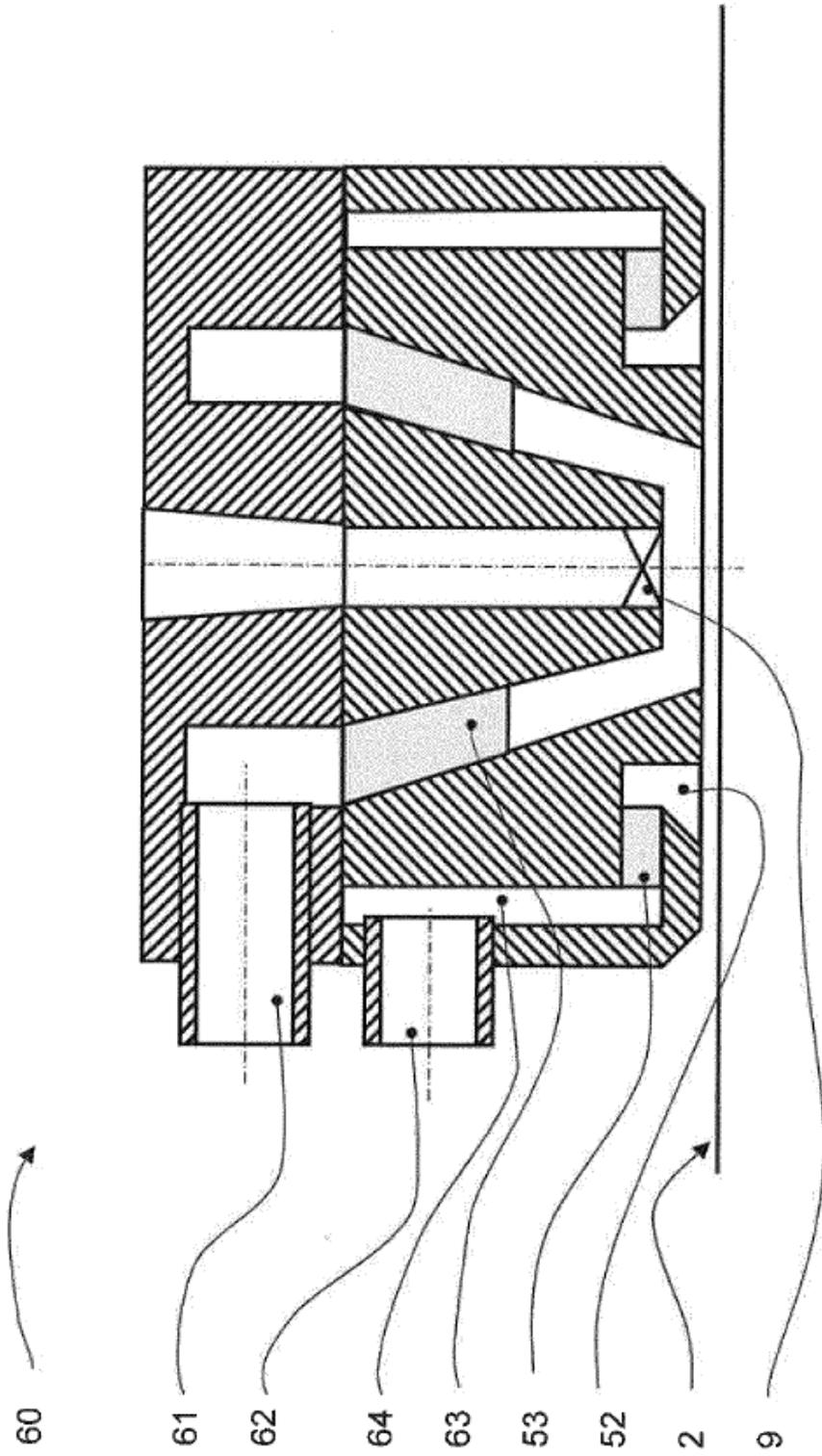


Figura 7

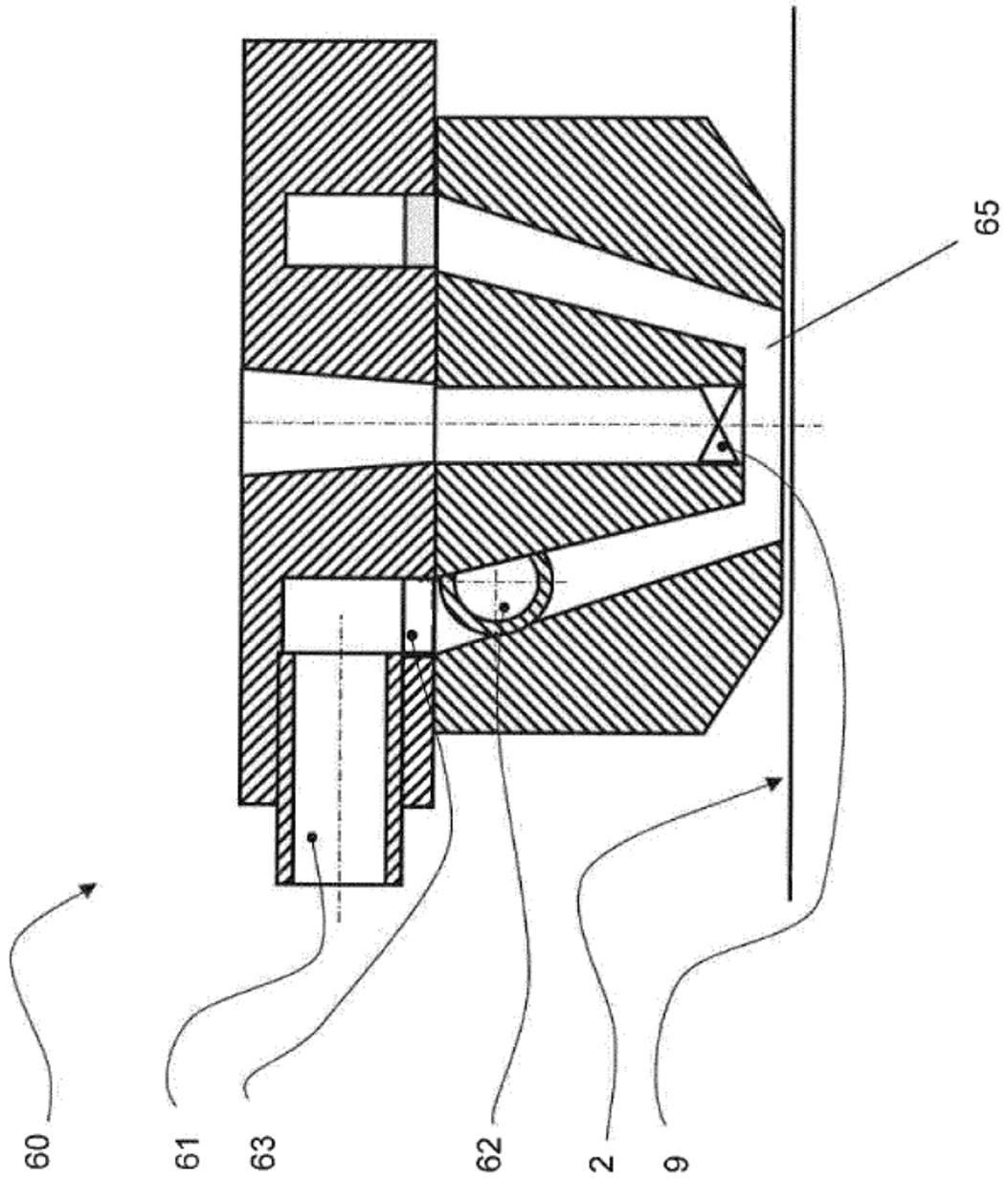


Figura 8