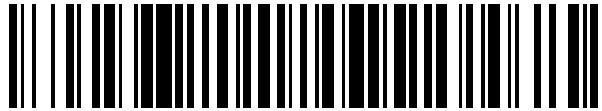


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 190**

51 Int. Cl.:

B23Q 11/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2012 E 12700835 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2665582**

54 Título: **Revólver de herramienta para mecanizar piezas de trabajo y sistema de mecanizado con un revólver de herramienta de este tipo**

30 Prioridad:

21.01.2011 DE 102011003005

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

05.02.2015

73 Titular/es:

**MAG IAS GMBH (100.0%)
Stuttgarter Strasse 50
73033 Göppingen, DE**

72 Inventor/es:

**MEIDAR, MOSHE ISRAEL;
LANG, HEINER;
HORN, WOLFGANG y
HAUS, WALDEMAR**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 528 190 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

Revólver de herramienta para mecanizar piezas de trabajo y sistema de mecanizado con un revólver de herramienta de este tipo

5 La invención se refiere a un revólver de herramienta para mecanizar piezas de trabajo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Así mismo la invención se refiere a un sistema de mecanizado con un revólver de herramienta de este tipo. El sistema de mecanizado es en particular parte de una máquina herramienta para el mecanizado con arranque de virutas de piezas de trabajo.

10 Por el documento DE 601 11 162 T2 (correspondiente al documento EP 1 208 940 B1) se conoce una máquina herramienta con un revólver de herramienta para el mecanizado con arranque de virutas de piezas de trabajo metálicas. Mediante el revólver de herramienta se conduce un medio refrigerante criogénico hasta aquella herramienta que está actuando en ese momento con la pieza de trabajo que va a mecanizarse. Para ello el revólver de herramienta presenta un rotor polimérico con un primer coeficiente de dilatación térmica y un estátor metálico asociado con un segundo coeficiente de dilatación térmica. A través del estátor discurre una primera línea de alimentación, que presenta una primera sección de línea que discurre concéntricamente con respecto al eje de giro del rotor y una segunda sección de línea que discurre radialmente con respecto al eje de giro. La primera línea de alimentación está conectada en la posición de trabajo de la herramienta respectiva con una segunda línea de alimentación asociada, que discurre a través del rotor que rodea el estátor hasta la herramienta. Mediante el diferente coeficiente de dilatación térmica se obturan automáticamente las líneas de alimentación en el sitio de unión, cuando el medio refrigerante criogénico circula a través de las líneas de alimentación hasta la herramienta respectiva. En este revólver de herramienta es desventajoso que el sitio de unión entre las líneas de alimentación puede obturarse sólo difícilmente, dado que el estátor, para obturar el sitio de unión por un lado, debido a los diferentes coeficientes de dilatación, tiene que presionarse con una fuerza suficiente contra el rotor, sin embargo, por otro lado, la fuerza no puede ser demasiado grande, dado que de lo contrario se atasca el revólver de herramienta y ya no es posible de manera fiable un cambio de herramienta. Esto es en particular un problema cuando se utilizan un medio refrigerante criogénico o diferentes medios refrigerantes criogénicos a diferentes temperaturas, dado que el comportamiento de dilatación del estátor y del rotor es correspondientemente diferente.

30 Por el documento US 5.509.335 A se conoce un centro de mecanizado que presenta en una cámara sellada una máquina herramienta así como un aparato de manipulación y una red distribuidora criogénica. La máquina herramienta presenta un revólver de herramienta, hasta el que se conduce, desde un tanque de suministro, nitrógeno líquido a través de una línea flexible. El extremo libre de la línea está conectado con un cilindro de accionamiento neumático, por medio del cual puede desplazarse el extremo libre y puede conectarse con una conexión correspondiente de un soporte de herramienta.

40 El documento DE 37 02 424 A1 da a conocer un revólver de herramienta, en el que a través de una carcasa interna discurre un tubo de alimentación de agente refrigerante coaxialmente con respecto al eje de revólver. El tubo de alimentación de agente refrigerante está unido con canales de refrigeración en el disco de herramienta del revólver de herramienta.

45 Por el documento DE 197 35 420 A1 se conoce un revólver de herramienta, en el que en un disco de revólver están dispuestas líneas de agente refrigerante o de lubricante, que conducen hasta los alojamientos de herramienta individuales.

La invención se basa en el objetivo de crear un revólver de herramienta en el que pueda alimentarse un medio refrigerante criogénico en de manera sencilla y fiable a las herramientas.

50 Este objetivo se consigue mediante un revólver de herramienta con las características de la reivindicación 1. Debido a que la primera línea de alimentación puede desplazarse por medio de la unidad elevadora al menos por secciones en paralelo al eje de giro, es posible por un lado una transmisión sencilla y fiable del medio refrigerante criogénico hasta la herramienta que se encuentra en contacto con la pieza de trabajo que va a mecanizarse y, por otro lado, un cambio de herramienta sencillo y fiable. La primera línea de alimentación está conectada de manera estanca en su primera posición con la segunda línea de alimentación, cuya herramienta asociada se encuentra precisamente en la posición de trabajo para el mecanizado de la pieza de trabajo. El medio refrigerante criogénico puede transferirse por consiguiente de manera sencilla y fiable a la herramienta. Para el cambio de herramienta se desplaza la primera línea de alimentación por medio de la unidad elevadora hasta su segunda posición, en la que la primera línea de alimentación está separada de las segundas líneas de alimentación. En la segunda posición puede cambiarse la posición de giro de la pieza giratoria con los soportes de herramienta por lo tanto de manera sencilla y fiable para un cambio de herramienta. Después del cambio de herramienta se desplaza la primera línea de alimentación de nuevo por medio de la unidad elevadora hasta la primera posición, en la que ésta está conectada de manera estanca con la segunda línea de alimentación de la nueva herramienta que se encuentra en la posición de trabajo.

65 El revólver de herramienta de acuerdo con la invención permite en particular una alimentación sencilla y fiable de un medio refrigerante criogénico independientemente de su temperatura. El medio refrigerante criogénico presenta, a la

5 salida de la herramienta respectiva, una temperatura inferior a $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, en particular inferior a $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$, en particular inferior a $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en particular inferior a $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$. Como medio refrigerante criogénico puede servir por ejemplo nitrógeno líquido o gaseoso, oxígeno líquido o gaseoso, hidrógeno gaseoso, helio gaseoso, argón líquido o gaseoso, dióxido de carbono gaseoso y gas natural líquido o gaseoso. Preferentemente se conduce nitrógeno a través de las líneas de alimentación hasta las herramientas. Además puede alimentarse, en caso necesario, también un lubricante de refrigeración habitual a través del revólver de herramienta hasta la herramienta respectiva.

10 Debido a que el medio refrigerante criogénico se alimenta inmediatamente hasta el filo de las herramientas y éstas se enfrían debido a la temperatura extremadamente baja del medio refrigerante criogénico de manera más efectiva que en el caso de los lubricantes de refrigeración convencionales, son posibles mayores velocidades de corte en el mecanizado de piezas de trabajo. El medio refrigerante criogénico repercute además positivamente en los periodos de servicio de las herramientas. La productividad y la rentabilidad del mecanizado de piezas de trabajo pueden aumentarse correspondientemente mediante la alimentación del medio refrigerante criogénico hasta el filo de las herramientas. Dado que el medio refrigerante criogénico se evapora, no se ensucian ni las piezas de trabajo que van a mecanizarse ni el revólver de herramienta ni toda la máquina herramienta. Se suprime una eliminación de desechos del medio refrigerante criogénico, tal como es necesario en el caso de agentes lubricantes de refrigeración convencionales, mediante lo cual se mejora de nuevo la rentabilidad del mecanizado de piezas de trabajo.

20 La configuración aislada por vacío al menos por secciones de la primera línea de alimentación garantiza de manera sencilla que el medio refrigerante criogénico no se caliente de manera indeseada en el camino a las herramientas y que no se enfríen de manera no permitida los componentes del revólver de herramienta que rodean la primera línea de alimentación. De esta manera pueden enfriarse de manera extraordinariamente efectiva las herramientas y al mismo tiempo se evitan tensiones térmicas en los componentes que rodean la primera línea de alimentación. Preferentemente la primera línea de alimentación está diseñada de manera térmicamente aislante por completo, es decir, a lo largo de toda la longitud. La línea de alimentación presenta un tubo interior y un tubo exterior que rodea al mismo, que están unidos entre sí en los extremos. El espacio de aislamiento delimitado por los tubos está evacuado, mediante lo cual la línea de alimentación presenta una conductividad térmica específica extraordinariamente baja. La primera línea de alimentación presenta en particular una conductividad térmica específica a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ de como máximo $0,40\text{ W}/(\text{mK})$, en particular de como máximo $0,30\text{ W}/(\text{mK})$, en particular de como máximo $0,20\text{ W}/(\text{mK})$, y en particular de como máximo $0,01\text{ W}/(\text{mK})$. Preferentemente también las segundas líneas de alimentación están diseñadas en cada caso de manera térmicamente aislante al menos por secciones y en particular aisladas por vacío. Las realizaciones con respecto a la primera línea de alimentación sirven de manera correspondiente entonces para las segundas líneas de alimentación.

35 La longitud variable de al menos uno de los tubos permite una compensación de las diferentes variaciones de longitud del tubo interior y del tubo exterior. Si la primera línea de alimentación se atraviesa por el medio refrigerante criogénico, el tubo interior aumenta esencialmente su temperatura, mientras que el tubo exterior, debido al medio aislante dispuesto entre ambos tubos, se enfría claramente menos. Por consiguiente, el tubo interior varía su longitud claramente más que el tubo exterior. Para evitar un daño de la primera línea de alimentación, puede variarse al menos uno de los tubos en su longitud. Preferentemente, el tubo exterior presenta un fuelle metálico en forma de meandro para la compensación de la longitud térmica. En particular, también las segundas líneas de alimentación pueden presentar en cada caso un tubo interior y un tubo exterior que rodea al mismo, pudiendo modificarse al menos uno de estos tubos en su longitud. Las realizaciones con respecto a la primera línea de alimentación sirven correspondientemente en el caso de segundas líneas de alimentación diseñadas de esta manera.

50 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 2 garantiza un alto aislamiento térmico de las segundas líneas de alimentación, para evitar un calentamiento indeseado del medio refrigerante criogénico en el camino a las herramientas. Preferentemente, las segundas líneas de alimentación están diseñadas en cada caso de manera térmicamente aislante por completo, es decir, a lo largo de toda la longitud. Por lo demás son válidas de manera correspondiente las realizaciones de acuerdo con la primera línea de alimentación.

55 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 3 permite de manera sencilla una conexión y una separación de las líneas de alimentación para transferir el medio refrigerante criogénico y para el cambio de herramienta. Para conectar las líneas de alimentación se desplaza de manera lineal la primera línea de alimentación por medio de la unidad de pistón-cilindro de doble efecto en una primera dirección, mientras que la primera línea de alimentación se desplaza de manera lineal en una segunda dirección opuesta para el cambio de herramienta por medio de la unidad de pistón-cilindro. Preferentemente, la unidad de pistón-cilindro puede accionarse de manera neumática o hidráulica. La posición respectiva de la unidad de pistón-cilindro se detecta preferentemente por medio de al menos un sensor.

65 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 4 garantiza una conexión sencilla y fiable de las líneas de alimentación. Mediante la configuración en forma de embudo puede introducirse la primera línea de alimentación de manera sencilla en la segunda línea de conducción y obturarse contra el sitio de unión. Para ello, por ejemplo en función de la sección de extremo en forma de embudo, puede extenderse una empaquetadura a la segunda línea de conducción respectiva, a través de la que se introduce la primera línea de alimentación. Además, la propia sección

de extremo en forma de embudo puede estar diseñada como empaquetadura. Las empaquetaduras presentan en particular una alta resistencia frente al medio refrigerante criogénico. Preferentemente las empaquetaduras son de un material de plástico o material de caucho, que presenta una alta resistencia química y buenas propiedades de aislamiento térmico. Preferentemente, las empaquetaduras son de PTFE (politetrafluoroetileno).

5 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 5 garantiza una alimentación sencilla del medio refrigerante criogénico. Debido a que la primera línea de alimentación está dispuesta de manera separada con respecto al eje de giro, es decir, preferentemente fuera de la carcasa, pueden diseñarse las segundas líneas de alimentación de manera extraordinariamente corta.

10 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 6 garantiza una alimentación sencilla y fiable del medio refrigerante criogénico hasta las herramientas. Debido a que la primera sección de línea respectiva discurre en paralelo al eje de giro, la primera línea de alimentación puede conectarse con la segunda línea de alimentación respectiva mediante un desplazamiento lineal sencillo. Dado que la segunda sección de línea respectiva discurre transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro, se conduce el medio refrigerante criogénico directamente hasta el filo de las herramientas.

15 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 7 garantiza una alimentación sencilla y fiable del medio refrigerante criogénico hasta las herramientas. Debido a la configuración de la primera línea de alimentación se desplaza únicamente la segunda sección de línea por medio de la unidad elevadora transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro. La primera sección de línea que discurre concéntricamente con respecto al eje de giro está dispuesta de manera fija en dirección axial. Dado que ni la primera sección de línea ni la segunda sección de línea están diseñadas en la parte giratoria, éstas están estacionarias también en el caso de un giro de la pieza giratoria. Mediante la disposición de la primera línea de alimentación es extraordinariamente compacta la estructura del revólver de herramienta.

20 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 8 garantiza una alimentación sencilla y fiable del medio refrigerante criogénico a través de las segundas líneas de alimentación. Debido a que las segundas líneas de alimentación discurren en cada caso de forma exclusiva transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro, puede conducirse el medio refrigerante criogénico directamente hasta los filos de las herramientas. Las segundas líneas de alimentación conducen al soporte de herramienta respectivo o a través del soporte de herramienta respectivo, para suministrar el agente refrigerante criogénico a la herramienta alojada en el mismo.

25 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 9 garantiza de manera sencilla y fiable una refrigeración de herramientas que pueden accionarse de manera giratoria. El soporte de herramienta que puede accionarse de manera giratoria por medio del motor de accionamiento se acciona de manera giratoria alrededor de la segunda línea de conducción asociada, que está dispuesta concéntricamente con respecto al eje de giro de herramienta y no gira con el soporte de herramienta alrededor del eje de giro de herramienta. La herramienta puede accionarse de manera giratoria por medio del soporte de herramienta por lo tanto alrededor del eje de giro de herramienta correspondiente y al mismo tiempo puede alimentarse de manera sencilla y fiable el medio refrigerante criogénico hasta el filo de la herramienta accionada de manera giratoria. Como herramienta que puede accionarse de manera giratoria puede insertarse por ejemplo una broca en el soporte de herramienta, que se acciona de manera giratoria junto con la broca. Además en el soporte de herramienta pueden insertarse también herramientas que no se accionan de manera giratoria. Por ejemplo, puede insertarse en el soporte de herramienta como herramienta una cuchilla de torno, que no se acciona de manera giratoria durante el mecanizado por medio de la unidad de accionamiento, es decir, permanece estacionaria alrededor del eje de giro de herramienta.

30 Un revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 10 garantiza una alimentación fiable del medio refrigerante criogénico, dado que la segunda línea de conducción respectiva no gira alrededor del eje de giro de herramienta y está dispuesta de manera estacionaria correspondientemente a la primera línea de alimentación alrededor del eje de giro de herramienta.

35 La invención se basa así mismo en el objetivo de crear un sistema de mecanizado que permita una alimentación sencilla y fiable del medio refrigerante criogénico hasta las herramientas.

40 Este objetivo se consigue mediante un sistema de mecanizado con las características de la reivindicación 11. Las ventajas del sistema de mecanizado de acuerdo con la invención corresponden a las ventajas ya descritas del revólver de herramienta de acuerdo con la invención. Desde el depósito aislado térmicamente se alimenta el medio refrigerante criogénico a través de la línea de suministro aislada térmicamente al revólver de herramienta. Para mantener constante la temperatura del medio refrigerante criogénico almacenado, está previsto un equipo refrigerador. Además, el sistema de mecanizado presenta una bomba de suministro, para transportar el medio refrigerante criogénico desde el depósito hasta el revólver de herramienta. Para el cambio de herramienta, el sistema de mecanizado presenta adicionalmente una válvula de cierre, que interrumpe la alimentación del medio refrigerante criogénico hasta el revólver de herramienta antes de un cambio de herramienta. El equipo refrigerador y/o la bomba de suministro y/o la válvula de cierre pueden controlarse por medio de un dispositivo de control. El sistema de mecanizado es parte de una máquina herramienta por lo demás habitual para el mecanizado con

arranque de virutas de piezas de trabajo metálicas, en particular de piezas de trabajo onduladas.

Otras características, ventajas y particularidades de la invención se desprenden de la siguiente descripción de varios ejemplos de realización. Muestran:

- 5 la Figura 1 una representación esquemática de un sistema de mecanizado para mecanizar piezas de trabajo con la alimentación de un medio refrigerante criogénico de acuerdo con un primer ejemplo de realización,
- 10 la Figura 2 una vista lateral en corte parcial a través de un revólver de herramienta del sistema de mecanizado de la Figura 1 en una posición de funcionamiento para alimentar el medio refrigerante criogénico,
- la Figura 3 una representación ampliada del revólver de herramienta de la Figura 2 en la zona de una unidad elevadora para desplazar una primera línea de alimentación para el medio refrigerante criogénico,
- 15 la Figura 4 una representación ampliada del revólver de herramienta de la Figura 2 en la zona de un sitio de unión entre la primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación para alimentar el medio refrigerante criogénico hasta la herramienta que se encuentra en la posición de trabajo,
- 20 la Figura 5 una vista lateral en corte parcial a través del revólver de herramienta en una posición de cambio de herramienta,
- la Figura 6 una representación ampliada del revólver de herramienta de la Figura 5 en la zona de las líneas de alimentación separadas,
- 25 la Figura 7 una vista lateral en corte parcial de un revólver de herramienta de acuerdo con un segundo ejemplo de realización en una posición de funcionamiento para alimentar el medio refrigerante criogénico,
- la Figura 8 una representación ampliada del revólver de herramienta de la Figura 7 en la zona del sitio de unión entre la primera línea de alimentación y la segunda línea de alimentación que pertenece a la herramienta que se encuentra en la posición de trabajo,
- 30 la Figura 9 una vista frontal en corte parcial del revólver de herramienta de la Figura 7,
- 35 la Figura 10 una representación ampliada del revólver de herramienta de la Figura 9 en la zona del sitio de unión, y
- la Figura 11 una vista lateral parcialmente en corte y ampliada del revólver de herramienta que se encuentra en una posición de cambio de herramienta en la zona de las líneas de alimentación separadas.

40 A continuación se describe un primer ejemplo de realización de la invención con referencia a las Figuras 1 a 6. Una máquina herramienta no representada en detalle presenta un sistema de mecanizado 1 para el mecanizado con arranque de virutas de piezas de trabajo metálicas 2, que comprende un revólver de herramienta 3, un depósito aislado térmicamente 4 para proporcionar un medio refrigerante criogénico 5, un equipo refrigerador 6 para refrigerar el medio refrigerante criogénico 5, una bomba de suministro 7, una línea de suministro 8 con una válvula de cierre 9 asociada y un dispositivo de control 10. La línea de suministro 8 está conectada con el depósito 4 y el revólver de herramienta 3 y térmicamente aislada. El revólver de herramienta 3, el equipo refrigerador 6, la bomba de suministro 7 y la válvula de cierre 9 pueden controlarse por medio del dispositivo de control 10. La estructura de la máquina herramienta que sobresale del sistema de mecanizado 1 es habitual y conocida.

50 El revólver de herramienta 3 presenta una carcasa 11, en la que está montado un árbol central estacionario 12. El árbol central 12 conduce hacia fuera en el lado de extremo desde la carcasa 11 y sirve para sostener una parte giratoria 13, que puede accionarse de manera giratoria alrededor de un eje de giro 15 por medio de una unidad de accionamiento 14 dispuesta en la carcasa 11. La unidad accionamiento 14 comprende un motor de accionamiento eléctrico 16, que coopera de manera habitual con la parte giratoria 13 a través de una mecánica de transmisión 17 no representada, para accionar de manera giratoria la misma alrededor del eje de giro 15.

60 La parte giratoria 13 está diseñada en forma de anillo y montada concéntricamente con respecto al eje de giro 15 sobre el árbol central 12. La parte giratoria 13 presenta un contorno exterior poligonal, mediante el que se forman superficies de apoyo 18 dispuestas circunferencialmente. En las superficies de apoyo 18 están dispuestos soportes de herramienta 19, en los que se alojan las herramientas 20 y se aseguran por medio de una mecánica de seguridad habitual. La parte giratoria 13 puede pivotarse por medio de la unidad de accionamiento 14 en varias posiciones de giro definidas, en las que se encuentra en cada caso una de las herramientas 20 en una posición de trabajo, en la que está orientada a la pieza de trabajo 2 que va a mecanizarse. En la Figura 2 está representada en corte la herramienta inferior 20 que se encuentra en la posición de trabajo. El revólver de herramienta 3 completamente equipado con herramientas 20 está representado únicamente en la Figura 1. Por motivos de claridad, en las Figuras

2 a 6 no se representaron todas las herramientas 20.

Para alimentar el medio refrigerante criogénico 5 desde la línea de suministro 8 hasta las herramientas 20, el revólver de herramienta 3 presenta una primera línea de alimentación 21, que está diseñada de manera térmicamente aislante. La primera línea de alimentación 21 está dispuesta en paralelo y de manera separada con respecto al eje de giro 15 fuera de la carcasa 11. Para ello, la línea de alimentación 21 está rodeada por un tubo protector 22, que está fijado en el lado de extremo a las secciones de fijación 23, 24 de la carcasa 11. La línea de alimentación 21 está conducida a través de estas secciones de fijación 23, 24. La línea de alimentación 21 se denomina también lanza.

La línea de alimentación 21 puede desplazarse de manera lineal por medio de una unidad elevadora 25 en paralelo al eje de giro 15. Para ello, la unidad elevadora 25 está diseñada como unidad de pistón-cilindro de doble efecto con un cilindro 26 y un pistón 27 guiado en su interior. La unidad de pistón-cilindro 25 está dispuesta en una carcasa de conexión 28, que está fijada a la sección de fijación 24. La línea de suministro 8 está guiada en la carcasa de conexión 28 y conectada por medio de una unidad de conexión 29 con la primera línea de alimentación 21. Para desplazar la línea de alimentación 21 ésta está guiada a través del pistón 27 y conectada con el mismo. El pistón 27 divide el espacio de trabajo de la unidad de pistón-cilindro 25 en dos subespacios de trabajo 30, 31, que están unidos para la alimentación de un medio de presión en cada caso con una conexión 32, 33. De esta manera pueden cargarse ambos subespacios de trabajo 30, 31 con el medio de presión y por lo tanto el pistón 27 puede desplazarse axialmente en ambas direcciones. En la carcasa de conexión 28 están dispuestos así mismo dos sensores diseñados como conmutador por inducción 34, 35, por medio de los que puede detectarse la posición de la unidad de pistón-cilindro 25. La unidad de pistón-cilindro 25 puede accionarse por ejemplo de manera neumática o hidráulica.

Para evitar un calentamiento indeseado del medio refrigerante criogénico 5 en la primera línea de alimentación 21 ésta está diseñada de manera aislada por vacío. Para ello la línea de alimentación 21 presenta un tubo interior 36 y un tubo exterior que rodea al mismo 37, que están conectados entre sí en los extremos y delimitan entre sí un espacio de aislamiento 38. El espacio de aislamiento 38 está evacuado, de modo que la línea de alimentación 21 presenta una conductividad térmica específica extraordinariamente baja. En el tubo exterior 37 está integrado un fuelle metálico 39 diseñado en forma de meandro, de modo que el tubo exterior 37 puede variarse en su longitud. El fuelle metálico 39 sirve para compensar diferentes cambios de longitud de los tubos 36, 37 a consecuencia del medio refrigerante criogénico 5.

Para el desplazamiento, la primera línea de alimentación 21 en la sección de fijación 23 opuesta a la unidad de pistón-cilindro 25 está montada de manera desplazable axialmente. Para ello en la sección de fijación 23 están diseñados taladros 40, 41, en los que están dispuestas en cada caso dos empaquetaduras 42 a 45, que están separadas axialmente por medio de manguitos de separación 46, 47 asociados. Entre el tubo protector 22 y la sección de fijación 23 está dispuesto además un elemento de unión 48 con un manguito deslizante 49, a través del que se guía la primera línea de alimentación 21. El elemento de unión 48 está fijado a la sección de fijación 23 y al tubo protector 22. Las empaquetaduras 42 a 45 están formadas por un material químicamente resistente y térmicamente aislante. Como material sirve por ejemplo PTFE (politetrafluoroetileno). De manera correspondiente también los manguitos de separación 46, 47 y el manguito deslizante 49 están formados de un material químicamente resistente y térmicamente aislante, tal como por ejemplo de PTFE.

En la parte giratoria 13 están diseñadas varias segundas líneas de alimentación 50, que conducen desde un lado frontal 51 de la pieza giratoria 13 orientado a la primera línea de alimentación 21 hasta los soportes de herramienta 19. Las segundas líneas de alimentación 50 presentan en cada caso una primera sección de línea 52 que discurre en paralelo al eje de giro 15 y una segunda sección de línea 53 que discurre transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro 15. Las primeras secciones de línea 52 se forman en cada caso por dos piezas de inserción 54, 55, que están insertadas en un orificio pasante 56 diseñado concéntricamente con respecto a la primera línea de alimentación 21 en la parte giratoria 13. El orificio pasante 56 respectivo se estrecha en la dirección de la primera línea de alimentación 21 de forma escalonada, de modo que la primera pieza de inserción 54 está fijada de manera adyacente a una abertura de introducción 57 respectiva para la línea de alimentación 21 en el orificio pasante 56. En un lado alejado de la primera línea de alimentación 21 de la primera pieza de inserción 54 está dispuesta una empaquetadura anular 58, que está fijada a través de la segunda pieza de inserción 55 introducida en el orificio pasante 56 entre las dos piezas de inserción 54, 55. La segunda pieza de inserción 55 está fijada a su vez mediante la configuración escalonada del orificio pasante 56 en la dirección de la primera línea de alimentación 21.

La primera pieza de inserción 54 está diseñada en forma de anillo y se estrecha en la dirección de la segunda pieza de inserción 55 en forma de embudo, de modo que la primera línea de alimentación 21 pueden introducirse de manera sencilla a través de la empaquetadura 58. En la segunda pieza de inserción 55, en un lado orientado a la primera línea de alimentación 21, está diseñado un agujero ciego 59, que junto con la primera pieza de inserción 54 y la empaquetadura 58 forma la primera sección de línea 52. Para la orientación de la primera sección de línea 52 con respecto a la primera línea de alimentación 21 está diseñado en la sección de fijación 23 un saliente de guía 60, que encaja en una ranura de guía 61 diseñada en de manera opuesta a la parte giratoria 13. La ranura de guía 61 está diseñada en forma de anillo y concéntricamente con respecto al eje de giro 15 en el lado frontal 51. Las piezas

de inserción 54, 55 así como la empaquetadura 58 son de un material químicamente resistente y térmicamente aislante. Como material es adecuado por ejemplo PTFE.

La segunda sección de línea 53 respectiva está diseñada de manera aislada por vacío y presenta de manera correspondiente a la primera línea de alimentación 21 un tubo interior 62 y un tubo exterior que rodea al mismo 63, que están conectados entre sí en los extremos y delimitan entre sí un espacio de aislamiento 64. El espacio de aislamiento 64 está evacuado, mediante lo cual las segundas secciones de línea 53 presentan en cada caso una conductividad térmica específica extraordinariamente baja. Las segundas secciones de línea 53 pueden permitir de manera correspondiente a la primera línea de alimentación 21 una compensación de la diferente dilatación de la longitud de los tubos 62, 63. Las segundas secciones de línea 53 conducen en cada caso desde el agujero ciego 59 asociado en dirección radial hasta los soportes de herramienta 19 asociados o herramientas 20. Las herramientas 20 presentan en cada caso un espacio de alojamiento 65 para el medio refrigerante criogénico 5, en el que desemboca la segunda sección de línea 53 respectiva. Desde el espacio de alojamiento 65 respectivo conduce un canal de refrigeración 66 a través de la herramienta 20 hasta el filo de herramienta 67, en el que puede salir el medio refrigerante criogénico 5 a través de una abertura de salida 68.

A continuación se describe el mecanizado de una pieza de trabajo 2. La primera línea de alimentación 21 está introducida para el mecanizado por medio de la unidad de pistón-cilindro 25 en la primera sección de línea 52 de la herramienta 20 que se encuentra en la posición de trabajo, de tal manera que el medio refrigerante criogénico 5 entra desde la primera línea de alimentación 21 hasta el agujero ciego 59. Esta primera posición de la primera línea de alimentación 21, que se denomina también posición de funcionamiento, se muestra en la Figura 4. En la posición de funcionamiento, la primera línea de alimentación 21 está conectada con la segunda línea de alimentación 50 que pertenece a la herramienta 20 que se encuentra en la posición de trabajo para transferir el medio refrigerante criogénico 5 hasta el filo de herramienta 67. A continuación se acciona de manera giratoria la pieza de trabajo 2 de manera habitual y se mecaniza con la herramienta 20. Durante el mecanizado se transporta el medio refrigerante criogénico 5 por medio de la bomba de suministro 7 a través de las líneas de alimentación 21, 50 hasta la abertura de salida 68, donde el medio refrigerante criogénico 5 sale directamente contra el filo de herramienta 67. El medio refrigerante criogénico 5 es por ejemplo nitrógeno líquido, que se proporciona por debajo de su temperatura de evaporación en el depósito 4 y se mantiene por medio del equipo refrigerador 6 a la temperatura deseada. Para alimentar el medio refrigerante criogénico la válvula de cierre 9 está abierta, de modo que la bomba de suministro 7 puede transportar medio refrigerante criogénico 5 desde el depósito 4 a través de la línea de suministro 8 hasta el revólver de herramienta 3. Dado que las líneas de alimentación 21, 50 están diseñadas de manera térmicamente aislante o aisladas por vacío, el medio refrigerante criogénico 5 no se calienta esencialmente al atravesar las líneas de alimentación 21, 50. El medio refrigerante criogénico 5 sale a través de la abertura de salida 68 con una temperatura inferior a $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$. Después de salir, el medio refrigerante criogénico 5 se evapora, de modo que el mecanizado de la pieza de trabajo 2 tiene lugar en seco y la pieza de trabajo 2 así como toda la máquina herramienta no se ensucian.

Para el cambio de herramienta se interrumpe la alimentación del medio refrigerante criogénico 5 mediante desconexión de la bomba de suministro 7 y bloqueo de la válvula de cierre 9. A continuación se desplaza la primera línea de alimentación 21 junto con la unidad de conexión 29 y la línea de suministro 8 conectada con la misma por medio de la unidad de pistón-cilindro 25, de modo que la primera línea de alimentación 21 se retira de la primera sección de línea 52. En esta segunda posición de la primera línea de alimentación 21 ésta está separada de todas las segundas líneas de alimentación 50, de modo que puede modificarse la posición de giro de la pieza giratoria 13. Esta segunda posición, que se denomina también posición de cambio de herramienta, se muestra en las Figuras 5 y 6.

Para el cambio de herramienta se pivota la parte giratoria 13 por medio de la unidad de accionamiento 14 alrededor del eje de giro 15 a otra posición de giro, de modo que a continuación se otra herramienta 20 se encuentra en la posición de trabajo. A continuación se introduce por medio de la unidad de pistón-cilindro 25 la primera línea de alimentación 21 de nuevo en la primera sección de línea 52, facilitándose la introducción mediante la pieza de inserción 54 en forma de embudo. La primera línea de alimentación 21 se encuentra ahora de nuevo en la posición de funcionamiento, de modo que puede continuarse el mecanizado de la pieza de trabajo 2 con la adición del medio refrigerante criogénico 5.

A continuación, con referencia a las Figuras 7 a 11 se describe un segundo ejemplo de realización de la invención. Las partes constructivamente idénticas tienen los mismos números de referencia que en primer ejemplo de realización, a cuya descripción se remite en este caso. Partes constructivamente diferentes, pero funcionalmente del mismo tipo, tienen el mismo número de referencia con una a detrás. El revólver de herramienta 3a del sistema de mecanizado 1a está diseñado para el accionamiento de manera giratoria de herramientas 20a. Para ello los soportes de herramienta 19a pueden accionarse de manera giratoria, pudiendo insertarse en los soportes de herramienta 19a tanto herramientas 20a, que tienen que accionarse de manera giratoria para el mecanizado, como también herramientas 20a que no se accionan de manera giratoria para el mecanizado, es decir, que tienen que permanecer estacionarias. En las Figuras 7 a 11 se encuentra en la posición de trabajo un soporte de herramienta 19a con una herramienta 20a diseñada como broca, que para el mecanizado de la pieza de trabajo 2 tienen que accionarse de manera giratoria. En los otros soportes de herramienta 19a se encuentran también herramientas 20a diseñadas

como cuchilla de torno, que tienen que estar estacionarias para el mecanizado de la pieza de trabajo 2.

La primera línea de alimentación 21a presenta una primera sección de línea 69 dispuesta concéntricamente con respecto al eje de giro 15 y una segunda sección de línea 70 dispuesta transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro 15. La primera sección de línea 69 está diseñada aislada por vacío de manera correspondiente a la primera línea de alimentación del primer ejemplo de realización. La primera sección de línea 69 está rodeada por el tubo protector 22a, que a su vez está rodeado por un árbol de accionamiento 71, que es parte de una segunda unidad de accionamiento 72 con un motor de accionamiento 73 asociado. El árbol de accionamiento 71 está montado de manera giratoria en ambos extremos por medio de cojinetes 74 en la carcasa 11a y puede accionarse de manera giratoria por medio del motor de accionamiento 73 a través de una primera endentadura 75 alrededor del eje de giro 15. En dirección axial está dispuesta de manera fija la primera sección de línea 69.

La primera sección de línea 69 está conectada por medio de una unidad de unión 76, que es parte de la línea de alimentación 21a, con la segunda sección de línea 70. La unidad de unión 76 comprende un manguito 77, que está introducido en un taladro 78 diseñado concéntricamente con respecto al eje de giro 15 en el árbol central 12a, en el que se extiende también el tubo protector 22a con la primera sección de línea 69. El manguito 77 está dispuesto en dirección axial separado con respecto al tubo protector 22a, de modo que se forma un espacio libre 79. En el manguito 77 está insertada una pieza de inserción 80 que pertenece a la unidad de unión 76, que se extiende hasta el tubo protector 22a. La pieza de inserción 80 presenta en un lado orientado a la primera sección de línea 69 un agujero ciego 81 diseñado de forma escalonada, en el que está fijada en el lado de extremo una empaquetadura anular 82, a través de la que se introduce la primera sección de línea 69 parcialmente en el agujero ciego 81. La pieza de inserción 80 presenta además un orificio pasante 83, que conduce en dirección radial a través de la parte libre del agujero ciego 81 y desemboca a ambos lados en el espacio libre 79. En ambos extremos del orificio pasante 83 está dispuesta en cada caso una empaquetadura anular 84. La segunda sección de línea 70 está guiada a través de la empaquetadura 84 o las empaquetaduras 84 y el orificio pasante 83. De manera adyacente al extremo de la segunda sección de línea 70 está dispuesto en el espacio libre 79 un elemento de amortiguación elástico 85.

La segunda sección de línea 70 puede desplazarse linealmente por medio de la unidad elevadora 25a radialmente con respecto al eje de giro 15. La unidad elevadora 25a está diseñada de manera correspondiente al primer ejemplo de realización como unidad de pistón-cilindro. El cilindro 26a se forma por el árbol central 12a y un manguito de guía exterior 86 fijado en el mismo. En el manguito de guía exterior 86 está montado un manguito de guía interior 87, en el que está dispuesto a su vez una primera parte de accionamiento 88. El manguito de guía interior 87 y la parte de accionamiento 88 forman el pistón 27a. El manguito de guía interior 87 puede desplazarse linealmente en el manguito de guía exterior 86 transversalmente o radialmente con respecto al eje de giro 15 con una elevación limitada. Para ello el pistón 27a divide el espacio de trabajo en los dos subespacios de trabajo 30a, 31a. Los subespacios de trabajo 30, 31a pueden cargarse de manera correspondiente al primer ejemplo de realización a través de conexiones no representadas con un medio de presión, de modo que el pistón 27a puede desplazarse en ambas direcciones. La parte de accionamiento 88 está montada por medio de un cojinete de obturación 89 de manera giratoria alrededor de un eje de giro de herramienta 90 que discurre radialmente con respecto al eje de giro 15 en el manguito de guía interior 87. Para el accionamiento de manera giratoria de la parte de accionamiento 88, el árbol de accionamiento 71 presenta una segunda endentadura 91 dispuesta en el lado frontal, que mediante el desplazamiento del pistón 27a puede ponerse en contacto con una endentadura 92 dispuesta circunferencialmente de la parte de accionamiento 88.

La segunda sección de línea 70 está guiada a través de un orificio pasante 93 de la parte de accionamiento 88 y por medio de elementos de apoyo 113, 114 con el mismo de tal manera que la segunda sección de línea 70 puede desplazarse linealmente a lo largo del eje de giro de herramienta 90 con el pistón 27a, sin embargo permanece estacionaria durante un giro de la parte de accionamiento 88 alrededor del eje de giro de herramienta 90. Para ello los elementos de apoyo 113, 114 están diseñados como cojinete deslizante, que junto con la parte de accionamiento 88 giran alrededor de la segunda sección de línea 70 fijada por medio de la unidad de unión 76. La segunda sección de línea 70 está diseñada aislada por vacío de manera correspondiente a la primera sección de línea 69. Para ello la segunda sección de línea 70 presenta un tubo interior 94, que está rodeado por un tubo exterior 95. Los tubos 94, 95 conectados entre sí delimitan un espacio de aislamiento 96, que está evacuado. Para compensar una dilatación de longitud diferente de ambos tubos 94, 95 está integrado en el tubo exterior 95 un fuelle metálico en forma de meandro 97.

Para el accionamiento de manera giratoria de una herramienta 20a que va a accionarse de manera giratoria el eje de giro de herramienta 90 correspondiente están montados de manera giratoria en la parte giratoria 13a segundas partes de accionamiento respectivas 98. Las partes de accionamiento 98 forman el soporte de herramienta 19a para las herramientas 20a. La segunda parte de accionamiento 98 respectiva presenta un orificio pasante 99, en el que está montada la segunda línea de conducción 50a concéntricamente con respecto al eje de giro de herramienta 90. Para ello la segunda línea de conducción 50a está rodeada parcialmente por un tubo protector 100, que a su vez está rodeado parcialmente por una primera pieza de inserción 101, que está introducida parcialmente de manera fija con respecto al giro en el orificio pasante 99. En una sección saliente de la pieza de inserción 101 está dispuesta una endentadura exterior 102, que puede ponerse en contacto con una endentadura interior 103 de la primera parte de accionamiento 88. En un extremo orientado a la segunda sección de línea 70 está introducida en la pieza de

insersión 101 una segunda pieza de insersión 104, por medio de la que están fijadas dos empaquetaduras anulares 105, 106. La pieza de insersión 104 forma una parte de la segunda línea de alimentación 50a. La segunda línea de conducción 50a está fijada en la parte de accionamiento 98 de tal manera que ésta no puede desplazarse a lo largo del eje de giro de herramienta 90, sin embargo puede montarse de manera giratoria con respecto a la parte de accionamiento 98.

En el lado de extremo en el orificio pasante 99 está fijada por medio de un elemento de sujeción 107 la herramienta 20a. La segunda línea de conducción 50a lleva hasta el espacio de alojamiento 65a, en el que ésta está montada por medio de dos elementos de apoyo 108, 109 y una empaquetadura 110 dispuesta entremedias. La pieza de insersión 104, el protector 100 y los elementos de apoyo 108, 110 están diseñados como cojinete deslizante, alrededor del que pueden girar el soporte de herramienta 19a con la herramienta 20a y la pieza de insersión 101. Desde el espacio de alojamiento 65a conduce el canal de refrigeración 66a hasta el filo de herramienta 67a, donde el medio refrigerante criogénico 5 puede salir a través de la abertura de salida 68a. La parte de accionamiento 98 forma por lo tanto el soporte de herramienta 19a que puede accionarse de manera giratoria para la herramienta 20a.

Adicionalmente partes de accionamiento 98 individuales o todas las partes de accionamiento así como las herramientas 20a asociadas, pueden presentar un canal de refrigeración 111, 112 habitual para una cantidad mínima de lubricación. Esto se ilustra en la Figura 9 en una parte de accionamiento 98 individual y la herramienta 20a asociada. Los soportes de herramienta 19a de este tipo pueden accionarse por lo tanto también con un revólver de herramienta habitual con una cantidad mínima de lubricación.

La segunda línea de conducción 50a está diseñada de manera aislada por vacío y presenta de manera correspondiente a la primera línea de alimentación 21a un tubo interior 62, que está rodeado por un tubo exterior 63. Los tubos 62, 63 están conectados entre sí en los extremos y delimitan entre sí un espacio de aislamiento 64 evacuado. Adicionalmente, el tubo exterior 63 puede estar diseñado con un fuelle metálico en forma de meandro, que sirve para compensar la dilatación de longitud diferente de los tubos 62, 63.

La unidad de unión 76, las empaquetaduras 82, 84, el elemento de amortiguación 85, las piezas de insersión 101, 104, el tubo protector 100, las empaquetaduras 105, 106, 110 así como los elementos de apoyo 108, 109, 113, 114 están formados de un material térmicamente aislante y químicamente resistente con respecto al medio refrigerante criogénico 5. Como material sirve por ejemplo PTFE.

Para el mecanizado de una pieza de trabajo 2 con la herramienta 20a que va a accionarse de manera giratoria se desplaza el pistón 27a en paralelo al eje de giro de herramienta 90. Con ello la endentadura 92 engrana contacto con la endentadura 91. La herramienta 20a se acciona de manera giratoria ahora por medio de la unidad de accionamiento 72 a través del árbol de accionamiento 71, la primera parte de accionamiento 88 y la segunda parte de accionamiento 98, en la que está alojada la herramienta 20a. Mediante el desplazamiento del pistón 27a se introduce además la segunda sección de línea 70 de la línea de alimentación 21a en la abertura de introducción 57a y de esta manera con la segunda línea de alimentación 50a de la herramienta 20a que se encuentra en la posición de trabajo. La introducción se facilita a través la pieza de insersión en forma de embudo 104. Durante el accionamiento de manera giratoria de la herramienta 20a se fija la segunda sección de línea 70 y la segunda línea de conducción respectiva 50a de la herramienta 20a que se encuentra en la posición de trabajo alrededor del eje de giro de herramienta 90. El medio refrigerante criogénico 5 se alimenta ahora a través de las líneas de alimentación 21a, 50a y se conduce a través del canal de refrigeración 66a hasta el filo de herramienta 67a, donde sale a través de la abertura de salida 68a y el filo de herramienta 67a se enfría durante el mecanizado de la pieza de trabajo 2. Esta primera posición, en la que la primera línea de alimentación 21a está conectada con la segunda línea de alimentación 50a, se muestra en las Figuras 8 y 10.

Para el cambio de herramienta se detiene la herramienta 20a accionada de manera giratoria en primer lugar, a continuación se desplaza el pistón 27a en paralelo al eje de giro de herramienta 90, de modo que la segunda sección de línea 70 se retira de la segunda línea de alimentación 50a y la endentadura 92 ya no engrana con la endentadura 91. Esta segunda posición, en la que la primera línea de alimentación 21a está separada de la segunda línea de alimentación 50a, está representada en la Figura 11. La parte giratoria 13a puede pivotarse ahora por medio de la unidad de accionamiento 14a alrededor del eje de giro 15 hasta una nueva posición de giro, en la que una nueva herramienta 20a se encuentra en la posición de trabajo. A continuación se desplaza el pistón 27a de nuevo en la dirección de la herramienta 20a, hasta que la endentadura 92 engrana con la endentadura 91 y la segunda sección de línea 70 está introducida en la abertura de introducción 57a. El mecanizado puede continuarse ahora de la manera ya descrita con la nueva herramienta 20a, cuando ésta ha de accionarse de manera giratoria. Si la nueva herramienta 20a ha de permanecer estacionaria para el mecanizado, entonces se alimenta de la manera ya descrita el medio refrigerante criogénico 5, sin embargo, la parte de accionamiento 98 no se acciona de manera giratoria por medio de la unidad de accionamiento 72. En este caso puede insertarse la unidad accionamiento 72 u otro mecanismo para la sujeción o sujeción por apriete del soporte de herramienta 19a, de modo que la herramienta 20a asociada permanece estacionaria alrededor del eje de giro de herramienta 90.

Con respecto al resto de la estructura y del modo de funcionamiento se remite al primer ejemplo de realización.

5 Con el sistema de mecanizado 1, 1a de acuerdo con la invención pueden mecanizarse por ejemplo aleaciones de titanio, hierro fundido con grafito laminar, hierro fundido con grafito esférico u otros materiales difíciles de mecanizar. Como piezas de trabajo 2 pueden mecanizarse árboles, tales como por ejemplo árboles de piñón, árboles acodados, árboles de levas, árboles de embrague u otros componentes en forma de árbol así como partes de abrazadera y ruedas dentadas. Por medio del sistema de mecanizado 1, 1a pueden mecanizarse las piezas de trabajo 2 mediante torneado, fresado, laminación en frío, endentado, taladrado, fresado por árbol acodado o árbol de levas o amolado.

REIVINDICACIONES

1. Revólver de herramienta para mecanizar piezas de trabajo con

- 5 - una carcasa (11; 11a),
- una unidad de accionamiento (14; 14a) dispuesta en la carcasa (11; 11a), y
- una parte giratoria (13; 13a), que
 - 10 - - presenta varios soportes de herramienta (19; 19a) dispuestos circunferencialmente para alojar herramientas (20; 20a) y
 - - puede girar con respecto a la carcasa (11; 11a) por medio de la unidad de accionamiento (14; 14a) alrededor de un eje de giro (15) en varias posiciones de giro,
- 15 - una primera línea de alimentación (21; 21a) dispuesta al menos por secciones en paralelo al eje de giro (15) para alimentar un medio refrigerante criogénico (5), y
- varias segundas líneas de alimentación (50; 50a) dispuestas al menos por secciones transversalmente con respecto al eje de giro (15) para alimentar el medio refrigerante criogénico (5),
- una unidad elevadora (25; 25a) para desplazar linealmente al menos por secciones la primera línea de alimentación (21; 21 a), en el que
 - 20 - - la primera línea de alimentación (21; 21 a) está conectada en una primera posición a una de las segundas líneas de alimentación (50; 50a) para transferir el medio refrigerante criogénico (5) a una herramienta (20; 20a), y
 - - la primera línea de alimentación (21; 21 a) en una segunda posición está separada de las segundas líneas de alimentación (50; 50a) para cambiar la posición de giro de la pieza giratoria (13; 13a),

caracterizado por que

la primera línea de alimentación (21; 21a) está diseñada de manera aislada por vacío al menos por secciones, y **por que** la primera línea de alimentación (21; 21a) presenta un tubo interior (36; 36, 94) y un tubo exterior que rodea al mismo (37; 37, 95) y al menos uno de estos tubos (36, 37; 36, 37, 94, 95) puede modificarse en su longitud.

2. Revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**

las segundas líneas de alimentación (50; 50a) están diseñadas en cada caso térmicamente aislantes al menos por secciones y en particular aisladas por vacío.

3. Revólver de herramienta de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que**

la unidad elevadora (25; 25a) está diseñada como unidad de pistón-cilindro de doble efecto, que está acoplada con la primera línea de alimentación (21; 21 a).

4. Revólver de herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que**

las segundas líneas de alimentación (50; 50a) en sus extremos orientados a la primera línea de alimentación (21; 21 a) están diseñadas en cada caso en forma de embudo, y presentan en particular una empaquetadura (58; 105).

5. Revólver de herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**

la primera línea de alimentación (21) está dispuesta de manera separada con respecto al eje de giro (15).

6. Revólver de herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**

las segundas líneas de alimentación (50) presentan en cada caso una primera sección de línea (51) que discurre en paralelo al eje de giro (15) y una segunda sección de línea (52) que discurre transversalmente con respecto al eje de giro (15).

7. Revólver de herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**

la primera línea de alimentación (21 a) presenta una primera sección de línea (69) que discurre concéntricamente con respecto al eje de giro (15) y una segunda sección de línea (70) que discurre transversalmente con respecto al eje de giro (15), que puede desplazarse por medio de la unidad elevadora (25a) transversalmente con respecto al eje de giro (15).

8. Revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que**

las segundas líneas de alimentación (50a) discurren en cada caso transversalmente con respecto al eje de giro (15).

9. Revólver de herramienta de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que**

en la primera posición de la unidad elevadora (25a) el soporte de herramienta (19a), cuya segunda línea de conducción asociada (50a) está conectada con la primera línea de alimentación (21 a), puede accionarse de manera giratoria por medio de una unidad de accionamiento (72) alrededor de un eje de giro de herramienta (90).

10. Revólver de herramienta de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** el soporte de herramienta (19a) puede accionarse de manera giratoria alrededor de la segunda línea de conducción (50a) dispuesta concéntricamente con respecto al eje de giro de herramienta (90).

5 11. Sistema de mecanizado para mecanizar piezas de trabajo con

- un revólver de herramienta (3; 3a) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10,
- un depósito aislado térmicamente (4) para proporcionar un medio refrigerante criogénico (5),
- un equipo refrigerador (6) para refrigerar el medio refrigerante criogénico (5), y

10 - una línea de suministro aislada térmicamente (8) para alimentar el medio refrigerante criogénico (5) desde el depósito (4) hasta el revólver de herramienta (3; 3a).

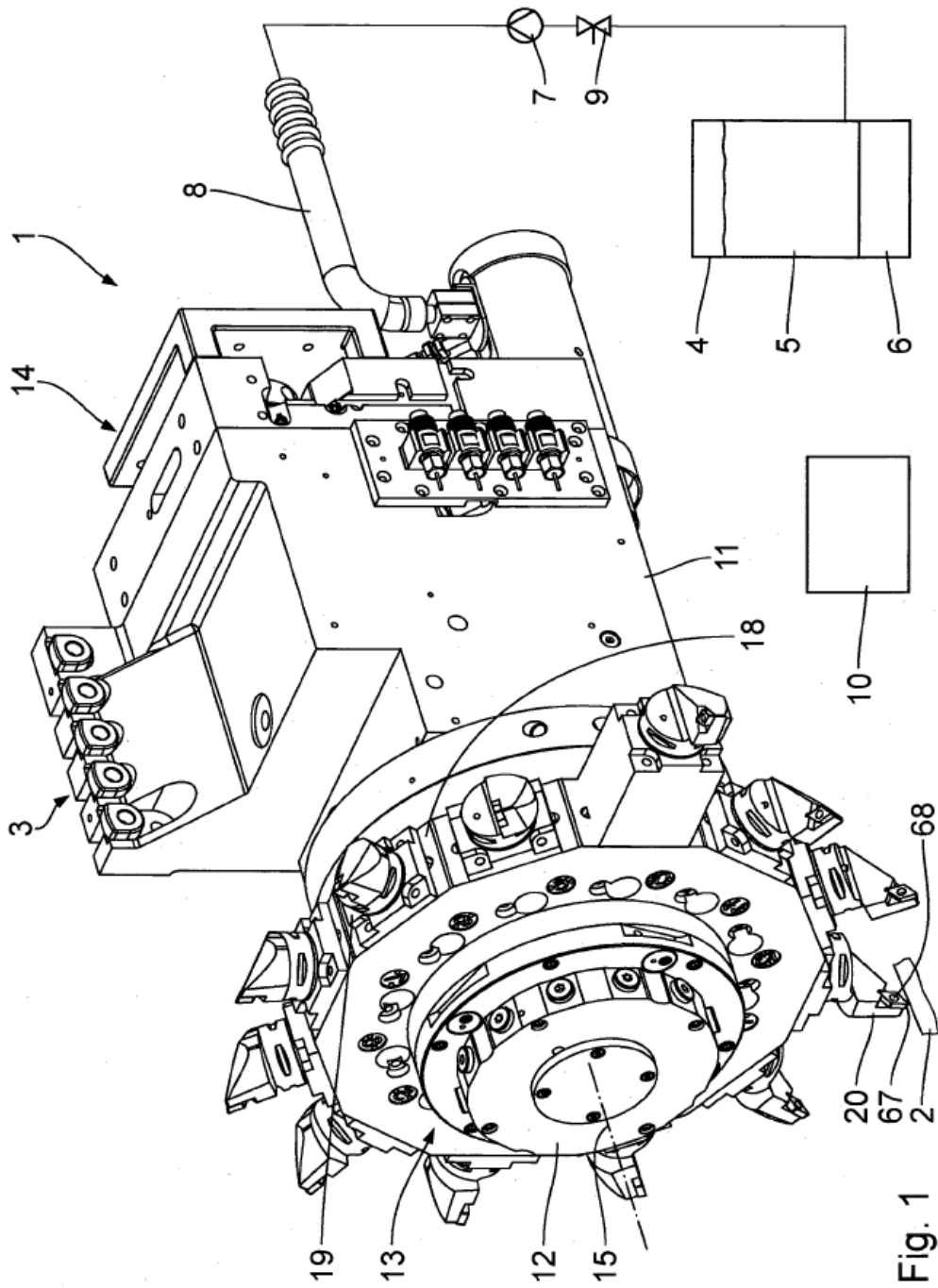


Fig. 1

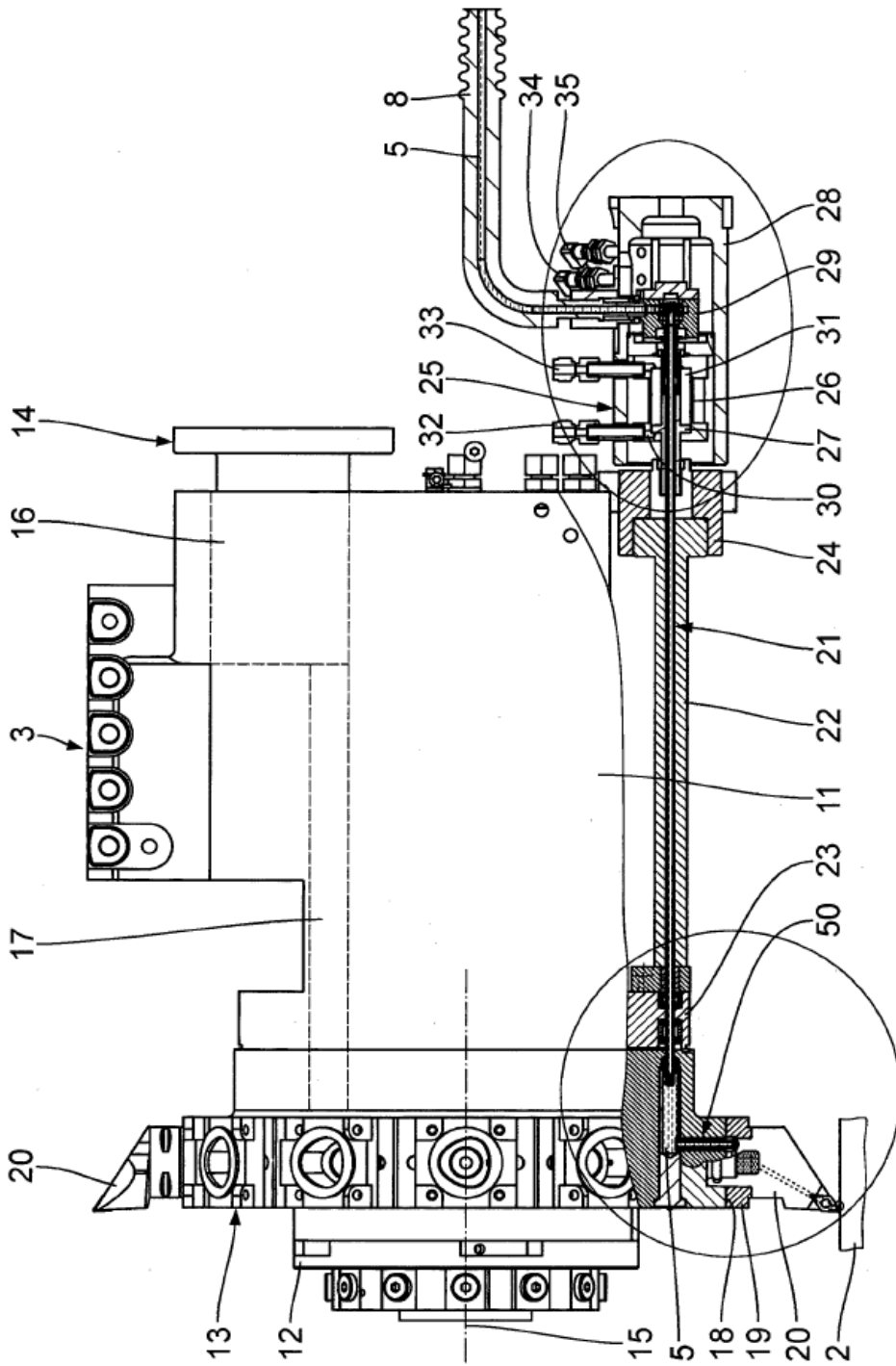


Fig. 2

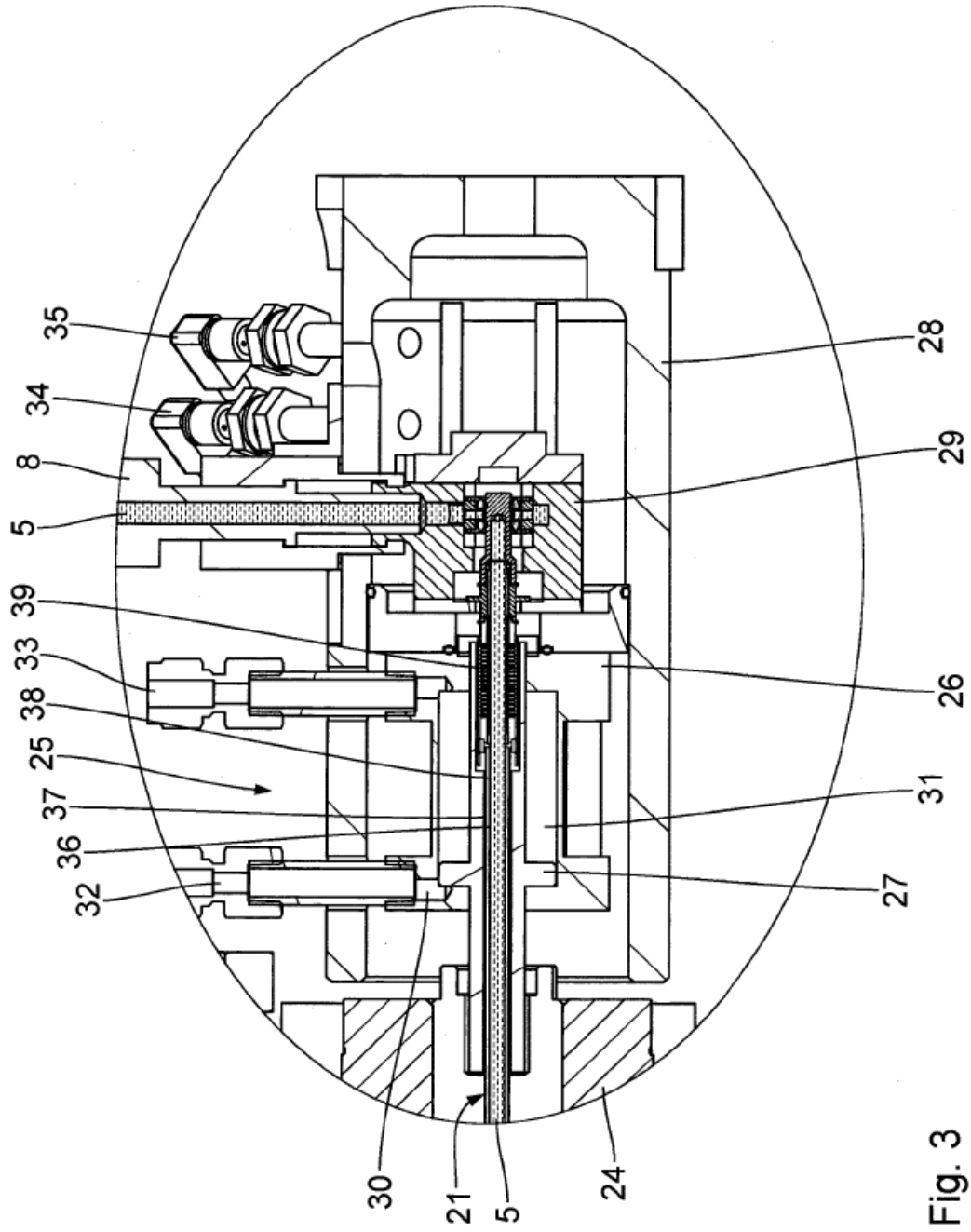
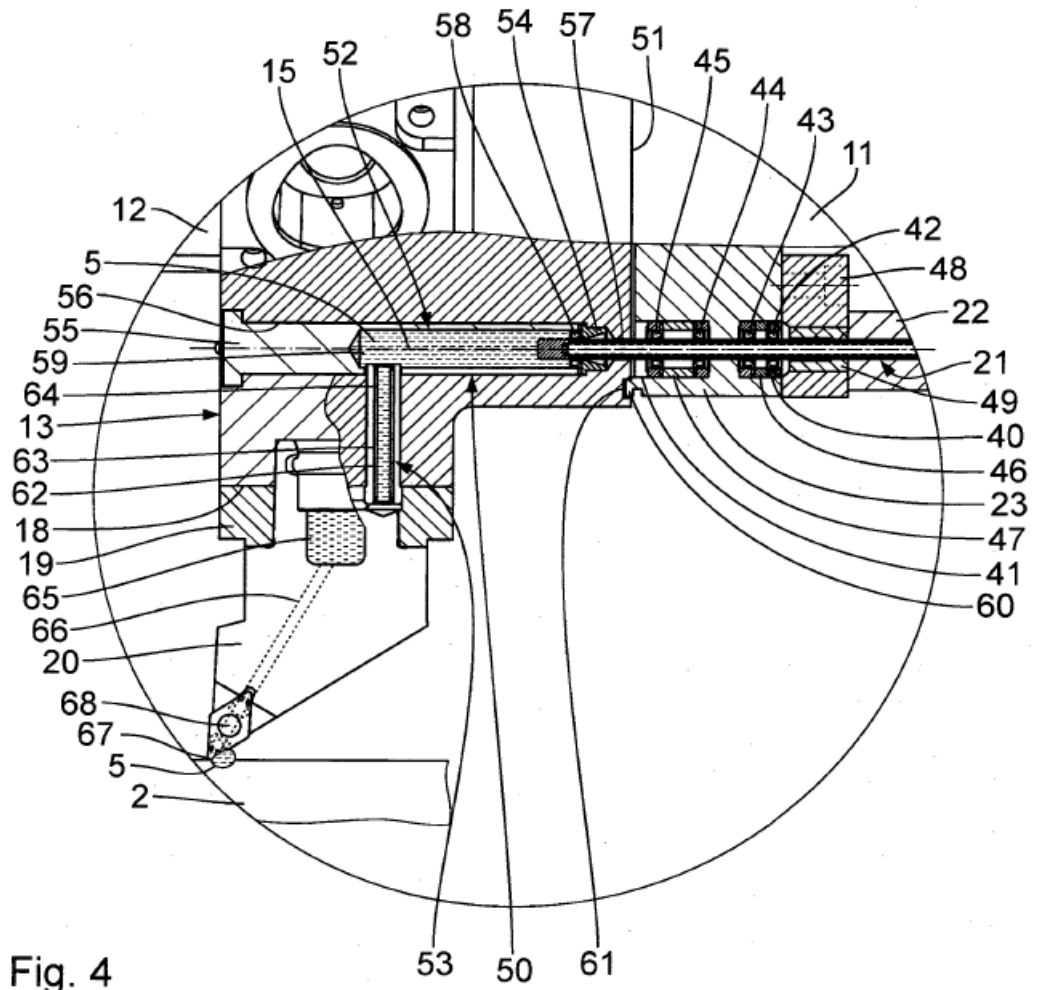


Fig. 3



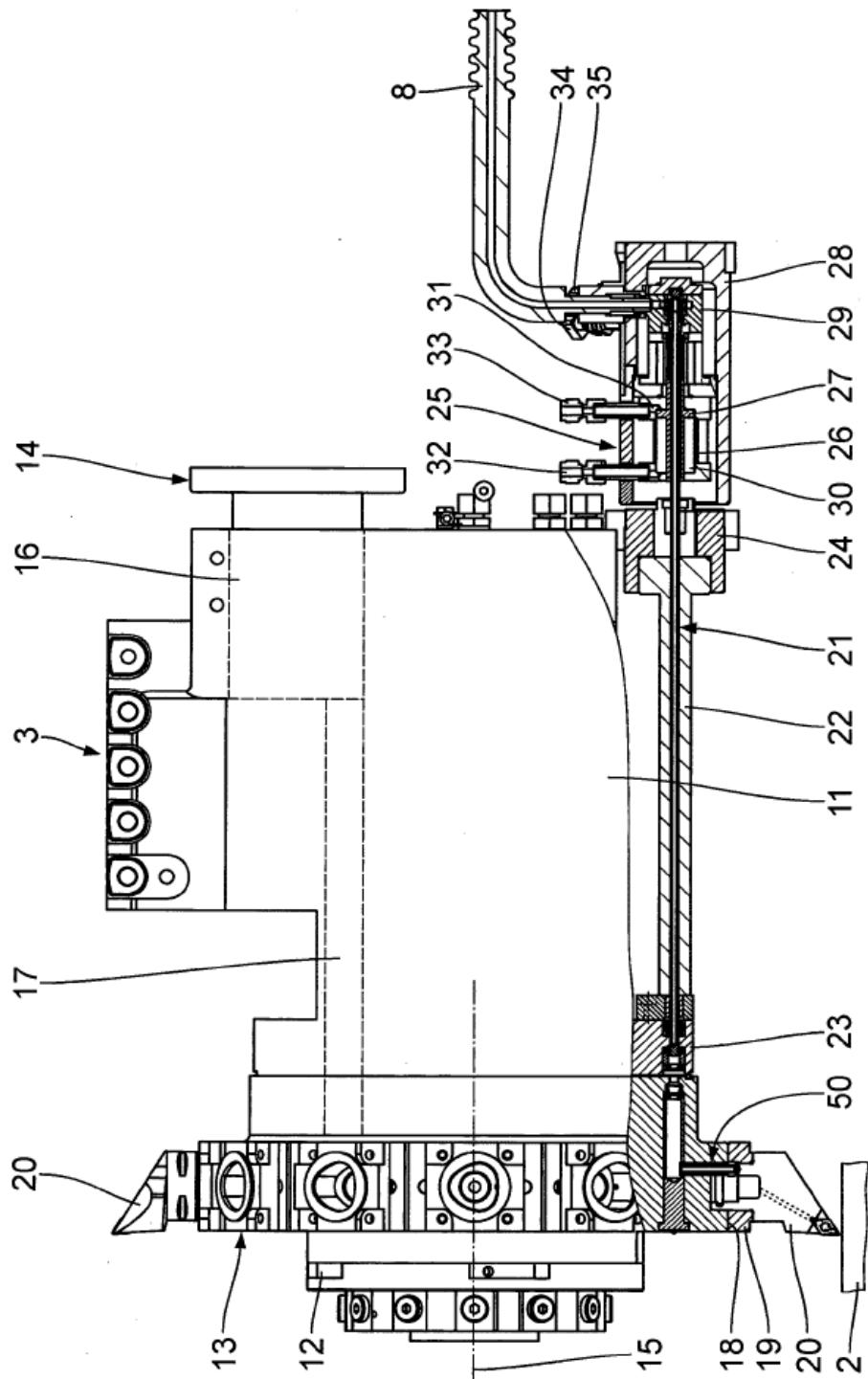


Fig. 5

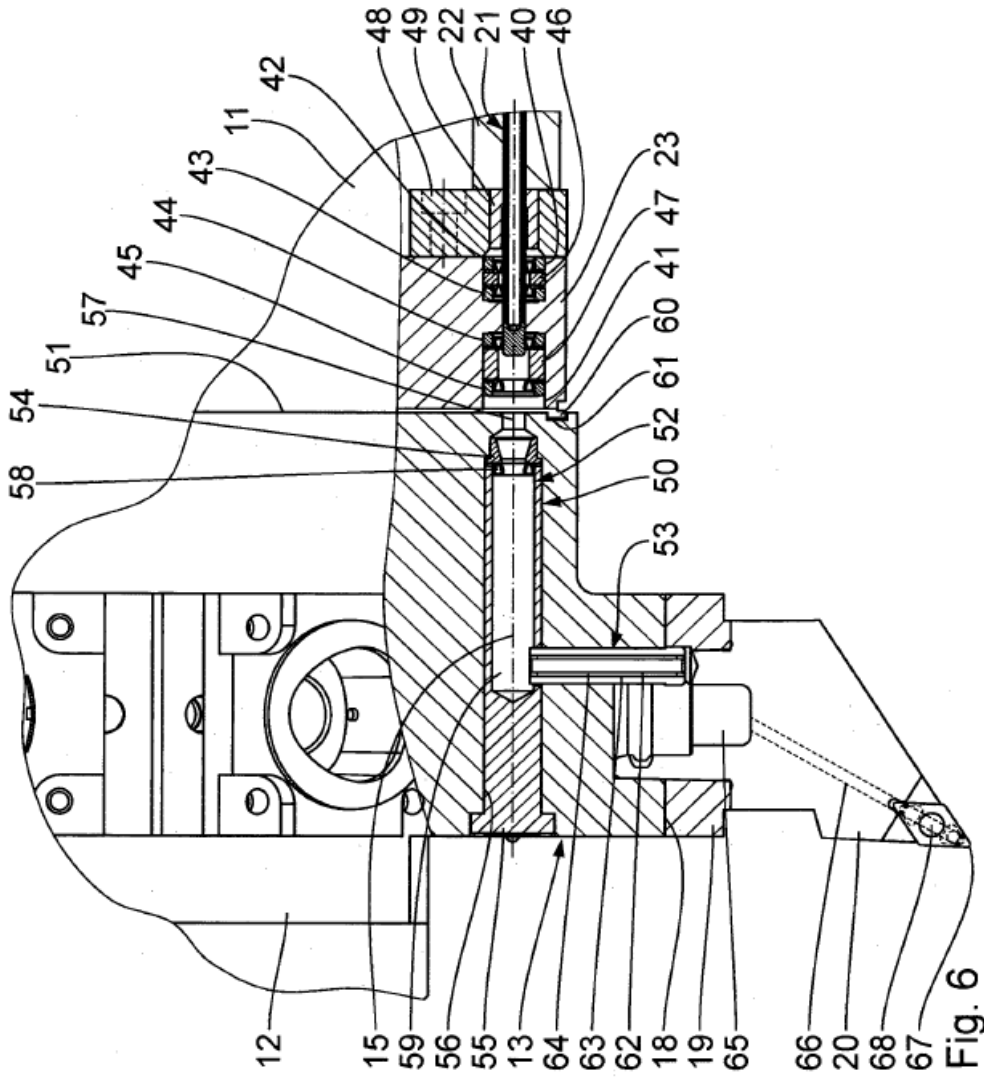
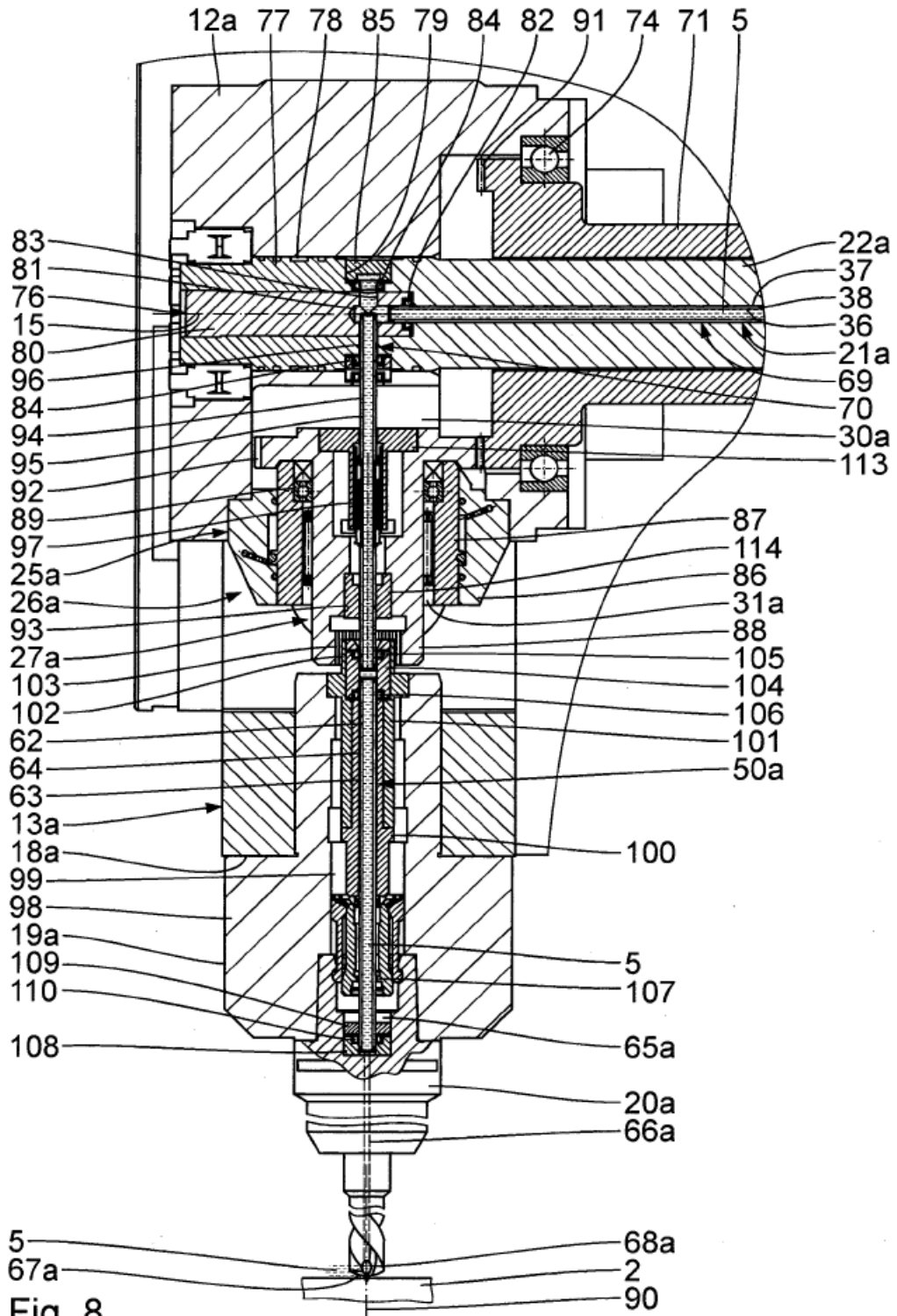


Fig. 6



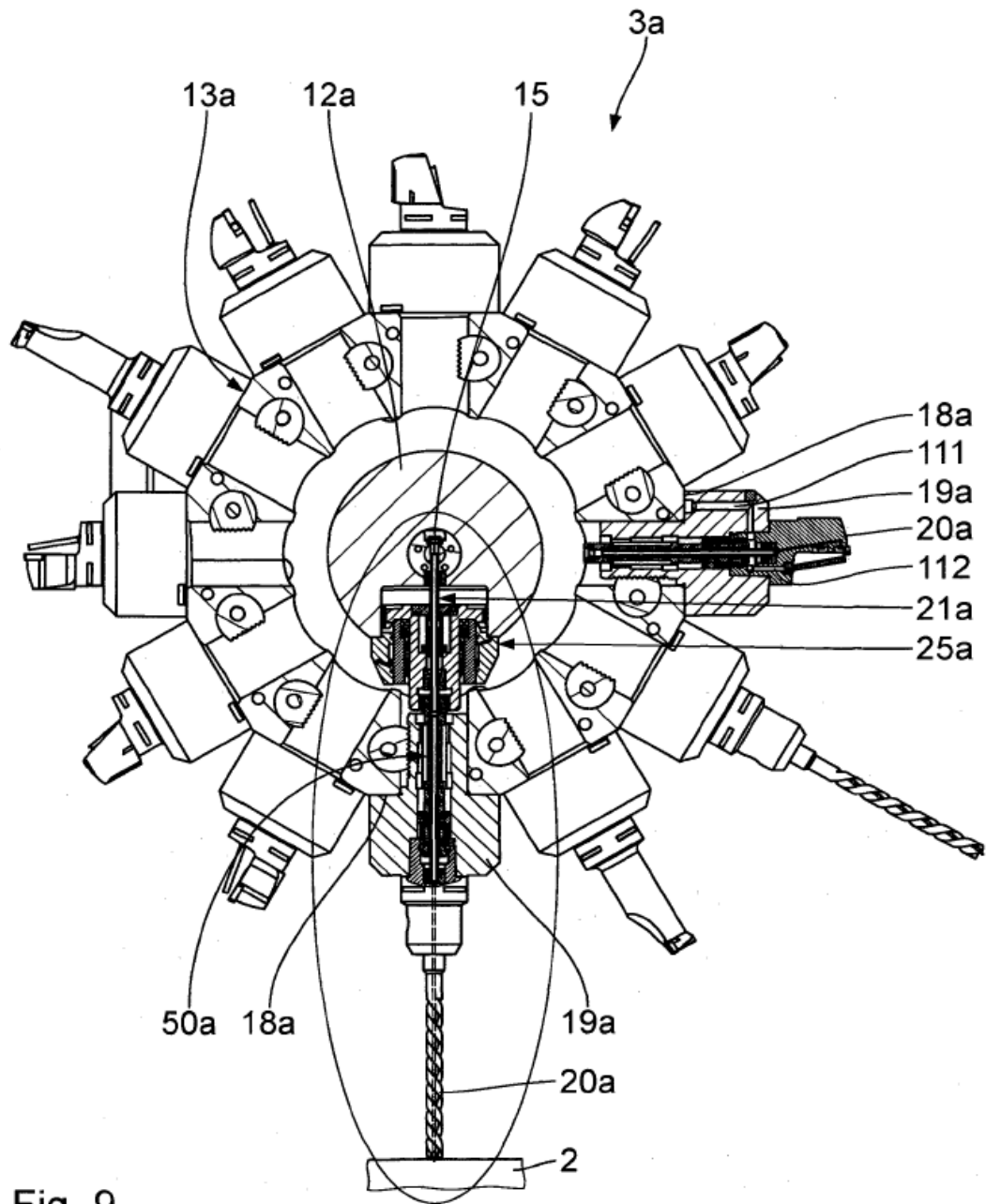


Fig. 9

