

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 762**

51 Int. Cl.:

**B23Q 11/10** (2006.01)

**B23C 3/06** (2006.01)

**B23C 5/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2012 E 12700839 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2673113**

54 Título: **Dispositivo de mecanizado para el mecanizado de cigüeñales con refrigerante criogénico**

30 Prioridad:

**07.02.2011 DE 102011003714**

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

**16.03.2016**

73 Titular/es:

**5ME IP, LLC (100.0%)  
4270 Ivy Pointe Boulevard Suite 100  
Cincinnati OH 45245, US**

72 Inventor/es:

**MEIDAR, MOSHE ISRAEL;  
HORN, WOLFGANG;  
LANG, HEINER;  
KOLB, HOLGER y  
SCHARPF, PAUL DIETER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 563 762 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 mecanizado para el mecanizado de cigüeñales con refrigerante criogénico

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de mecanizado para el mecanizado de cigüeñales de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Aparte de eso, la invención se refiere a un sistema de mecanizado con un dispositivo de mecanizado de este tipo. El sistema de mecanizado es especialmente parte de una máquina herramienta para el mecanizado de cigüeñales para motores de combustión interna.
- 10 En la producción de cigüeñales, las piezas en bruto del cigüeñal se mecanizan con desprendimiento de viruta en varias etapas. Procedimientos de mecanizado habituales son, por ejemplo, el brochado, el brochado rotatorio o el fresado exterior. Los cigüeñales se mecanizan en seco.
- 15 Por el documento DE 101 45 006 A1 se conoce una fresa de disco que presenta varios insertos de corte dispuestas periféricamente en un retén discoidal. En el retén se extienden varios canales de refrigerante de manera paralela a un eje de giro que desembocan respectivamente en canales de refrigerante radiales, que presentan aberturas de salida de refrigerante en la zona de los insertos de corte.
- 20 Por el documento EP 0 252 312 A2 se conoce un robot cuya zona de mecanizado se refrigera con nitrógeno líquido. El nitrógeno líquido se conduce por una manguera aislada fuera del robot a la zona de mecanizado.
- 25 Por el documento WO 03/035 322 A1 se conoce un dispositivo de conexión para el suministro de un refrigerante criogénico en el que la pieza de conexión se une o se separa mediante un actuador lineal. La pieza de conexión presenta distintos coeficientes de dilatación térmica, de manera que el punto de conexión se sella por el suministro del refrigerante criogénico.
- Por el documento DE 196 26 627 C1 se conoce una fresadora para el mecanizado de cigüeñales.
- 30 Por el documento GB 820 308 A se conoce una máquina herramienta con una herramienta rotativa, cuyos filos cortantes se refrigeran mediante dióxido de carbono líquido como refrigerante. El refrigerante se conduce por un tubo dispuesto concéntricamente al eje de giro y tuberías de suministro a los filos cortantes, estando dispuesta en la zona de los filos cortantes una respectiva válvula de bola que abre la respectiva tubería de suministro cuando el filo cortante está engranado con la pieza de trabajo. Para la distribución del refrigerante, el tubo desemboca en una ranura anular desde la que se extienden las tuberías de suministros a los filos cortantes.
- 35 Por el documento US 2010/0254772 A se conoce una herramienta de corte en la que está dispuesto un intercambiador de calor por debajo de un inserto de corte. El intercambiador de calor se extiende en un espacio de alojamiento en el que se suministra un refrigerante criogénico para la refrigeración del inserto de corte.
- 40 Por el documento US 3 971 114 A se conoce una herramienta de corte que se refrigera con un refrigerante criogénico.
- 45 La invención se basa en el objetivo de crear un dispositivo de mecanizado que posibilite una productividad y rentabilidad más elevadas en el mecanizado de cigüeñales.
- 50 Este objetivo se consigue con un dispositivo de mecanizado con las características de la reivindicación 1. Por las tuberías de suministro puede dirigirse un refrigerante criogénico en el interior del dispositivo de mecanizado hasta directamente aquellos insertos de corte o filos cortantes que están engranados precisamente con estos en el mecanizado de un cigüeñal. Dado que el refrigerante criogénico se suministra directamente en los insertos de corte o filos cortantes y estos se refrigeran de manera extraordinariamente efectiva por la menor temperatura del refrigerante criogénico, son posibles mayores velocidades de corte en el procesamiento de cigüeñales. El refrigerante criogénico repercute además positivamente en la durabilidad de los insertos de corte. La productividad y rentabilidad puede aumentarse, por consiguiente, por el suministro directo del refrigerante criogénico a los insertos de corte o filos cortantes.
- 55 Mediante la unidad de distribución se acopla esta primera tubería de suministro dependiendo de la posición de giro de la herramienta con al menos una de las segundas tuberías de suministro, cuyo inserto de corte correspondiente o insertos de corte correspondientes están engranadas precisamente con el cigüeñal que va a mecanizarse. Por ello se evita que el refrigerante criogénico se conduzca de manera innecesaria a los insertos de corte que precisamente no están engranadas con el cigüeñal que va a mecanizarse y, por consiguiente, no deben refrigerarse. Esto mejora la rentabilidad. Por las tuberías de suministro conformadas de manera térmicamente aislante se evita, además, que se caliente de manera indeseada el refrigerante criogénico en el camino a los insertos de corte, y que se refrigeren de manera inadmisiblemente los componentes del dispositivo de mecanizado que rodean las tuberías de suministro, de manera que no puede surgir ninguna tensión térmica en estos componentes. Puesto que el refrigerante criogénico, además, se evapora, no se ensucian ni los cigüeñales mecanizados ni el dispositivo de mecanizado o toda la máquina herramienta.
- 60
- 65

- Las tuberías de suministro y la unidad de distribución están configuradas de tal manera que el refrigerante criogénico presenta en los insertos de corte una temperatura inferior a - 60 °C, especialmente inferior a -120 °C, especialmente inferior a -150 °C, y especialmente inferior a -180 °C. Como 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 por las tuberías de suministro hasta los insertos de corte. La tubería de suministro y las segundas tuberías de suministro y especialmente la unidad de distribución presentan una conductividad térmica específica a 0 °C de como máximo 0,40 W/(mK), especialmente de como máximo 0,30 W/(mK), y especialmente de como máximo 0,20 W/(mK).
- 10 Dado que la primera tubería de suministro presenta un tubo interior y un tubo exterior que rodea este y al menos uno de estos tubos es modificable en su longitud, se posibilita una compensación de las distintas modificaciones de longitud del tubo interior y del exterior. Si la primera tubería de suministro se invade por el refrigerante criogénico, el tubo interior adopta fundamentalmente su temperatura, mientras que el tubo exterior se refrigera considerablemente menos por el medio de aislamiento dispuesto entre ambos tubos. El tubo interior modifica su longitud, por consiguiente, considerablemente más que el tubo exterior. Para evitar un deterioro de la primera tubería de suministro, al menos uno de los tubos es modificable en su longitud. Preferentemente, el tubo exterior presenta un fuelle metálico en forma de meandro para la compensación longitudinal térmica.
- 20 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 2 garantiza un elevado aislamiento térmico de la primera tubería de suministro para evitar un calentamiento no deseado del refrigerante criogénico. Preferentemente, la primera tubería de suministro está conformada de manera térmicamente aislante por completo, así, por toda la longitud. La tubería de suministro presenta un tubo interior y un tubo exterior que rodea este que están unidos entre sí por los extremos. El espacio de aislamiento limitado por los tubos está evacuado, mediante el cual la tubería de suministro presenta una conductividad térmica específica extraordinariamente baja.
- 25 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 3 posibilita, de manera sencilla, un posicionamiento de la primera tubería de suministro en dirección del eje de giro para el cambio de herramienta o para la distribución orientada del refrigerante criogénico por las segundas tuberías de suministro. Para el cambio de herramienta, se traslada linealmente la primera tubería de suministro y, de esta manera, se desacopla desde la unidad de distribución y la o las segundas tuberías de suministro. A continuación, se realiza de manera habitual el cambio de la herramienta. Tras el cambio de herramienta, se traslada de nuevo linealmente la primera tubería de suministro en dirección opuesta y, de esta manera, se vuelve a acoplar con la unidad de distribución y las segundas tuberías de suministro. Preferentemente, la unidad de elevación se conforma como unidad de pistón-cilindro accionable neumática o hidráulicamente y de doble efecto. El pistón de esta unidad de pistón-cilindro está unido, por ejemplo, a la primera tubería de suministro. Adicionalmente, puede trasladarse linealmente la primera tubería de suministro para controlar de manera orientada la distribución del refrigerante criogénico sobre las segundas tuberías de suministro y, de esta manera, ajustar el ángulo de salida del refrigerante criogénico. Para ello, la primera tubería de suministro se desplaza linealmente de manera controlada mediante la unidad de elevación en la unidad de distribución, modificándose dependiendo de la posición de desplazamiento axial de la primera tubería de suministro la distribución del refrigerante criogénico sobre las segundas tuberías de suministro. De esta manera, puede lograrse un mayor ángulo de salida del refrigerante criogénico para el mecanizado de las gualderas del cigüeñal, mientras que puede lograrse un menor ángulo de salida para el mecanizado de las superficies de cojinete cilíndricas. El posicionamiento orientado de la primera tubería de suministro puede realizarse, por ejemplo, con la unidad de pistón-cilindro descrita, en la que el pistón, sin embargo, no solo puede acercarse a las posiciones finales, sino también a cualquier posición intermedia. Para ello, la unidad de pistón-cilindro puede estar provista de un sistema de medición de longitud que determina la posición del pistón. Para el ajuste de la posición, se llena el espacio de trabajo parcial deseado dependiendo de la posición actual por una válvula o servoválvula correspondiente con el medio de presión hasta que se alcanza la posición deseada. De manera alternativa, puede usarse una unidad de accionamiento eléctrica como unidad de elevación. Para la modificación de la posición del ángulo de salida del refrigerante criogénico, la primera tubería de suministro puede ser pivotable adicionalmente alrededor del eje de giro.
- 50 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 4 posibilita un suministro orientado del refrigerante criogénico a los insertos de corte situadas engranadas con el cigüeñal que va a mecanizarse cuando la posición de engranaje de la herramienta se mueve en el mecanizado. Esto es el caso, por ejemplo, en fresados exteriores de cojinetes de biela o de gualderas del cigüeñal. La unidad de accionamiento está llevada a cabo, por ejemplo, como eje CN. Por una marcha forzada electrónica con el movimiento giratorio del cigüeñal, que se realiza por un dispositivo de control, puede alcanzarse una coincidencia extraordinariamente precisa de la posición o de los movimientos de la posición de salida del refrigerante criogénico a los insertos de corte y de la posición de engranaje de la herramienta en el mecanizado de cigüeñal. Por el pivotamiento de la primera tubería de suministro puede modificarse, así, la posición del ángulo de salida del refrigerante criogénico. Puesto que el refrigerante criogénico se suministra exactamente donde tiene lugar el mecanizado, es posible un aumento de la velocidad de corte.

Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 5 garantiza una construcción sencilla de la unidad de distribución y una distribución, por consiguiente, sencilla del refrigerante criogénico desde la primera tubería de suministro a las segundas tuberías de suministro.

5 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 6 garantiza una construcción sencilla y compacta de la unidad de distribución y una distribución, por consiguiente, sencilla del refrigerante criogénico desde la primera tubería de suministro a las segundas tuberías de suministro. Por la abertura de salida dispuesta periféricamente de la primera tubería de suministro está acoplada esta dependiendo de la posición de giro de la herramienta solo con aquellas segundas tuberías de suministro cuyas segundas perforaciones correspondientes están dispuestas en la zona de la  
10 abertura de salida. Preferentemente, la abertura de salida está conformada como agujero alargado, de manera que segundas perforaciones dispuestas axialmente desplazadas entre sí se encuentran simultáneamente en la zona de la abertura de salida y, de esta manera, varias segundas tuberías de suministro pueden proveerse simultáneamente del refrigerante criogénico.

15 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 7 posibilita, de manera sencilla, la modificación del ángulo de salida del refrigerante criogénico. Dado que su anchura se modifica por la longitud de la abertura de salida, el ángulo de salida del refrigerante criogénico puede modificarse por el desplazamiento axial de la primera tubería de suministro en la unidad de distribución.

20 Si se escapa el refrigerante criogénico en una zona de la abertura de salida con mayor anchura, el refrigerante criogénico se distribuye a varias segundas tuberías de suministro, mediante las cuales se logra un mayor ángulo de salida. Esta posición de desplazamiento de la primera tubería de suministro sirve para el mecanizado de gualderas del cigüeñal. Por el contrario, si se escapa el refrigerante criogénico en una zona de la abertura de salida con menor anchura, se direccionan menos segundas tuberías de suministro o, en último extremo, solo una segunda tubería de  
25 suministro, de manera que el refrigerante criogénico sale en un ángulo de salida considerablemente menor. Esta posición de la primera tubería de suministro sirve para el mecanizado de superficies de cojinete cilíndricas. Preferentemente, se acopla por un dispositivo de control la posición de desplazamiento axial de la primera tubería de suministro con el giro del cigüeñal, de manera que se ajusta automáticamente tanto para el mecanizado de gualderas del cigüeñal como para el mecanizado de superficies de cojinete cilíndricas el ángulo de salida respectivamente adecuado para el refrigerante criogénico. La anchura de la abertura de salida puede modificarse, por ejemplo, de manera escalonada o continua. En una modificación escalonada se ajustan los ángulos de salida discretos, mientras que en una modificación continua se modifica continuamente también el ángulo de salida o es ajustable en pasos más finos.

35 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 8 posibilita una inserción sencilla de la primera tubería de suministro en la primera perforación tras un cambio de herramienta.

Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 9 garantiza un suministro sin pérdidas del refrigerante criogénico a los insertos de corte. Las obturaciones presentan especialmente una elevada resistencia al refrigerante  
40 criogénico. Preferentemente, las obturaciones son de un material plástico o material de goma que presenta una elevada resistencia química y buenas propiedades de aislamiento térmicas. Preferentemente, las obturaciones son de PTFE (politetrafluoroetileno).

45 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 10 garantiza una construcción compacta y robusta de la unidad de distribución o de la herramienta. Puesto que la unidad de distribución consta de un material térmicamente aislante que puede someterse mecánicamente a esfuerzos considerablemente menores que el metal, el perno de apriete metálico garantiza que cargas mecánicas no dan como resultado una rotura de la unidad de distribución.

50 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 11 evita un calentamiento no deseado del refrigerante criogénico en el camino a los insertos de corte. El material plástico presenta una conductividad térmica específica a 0 °C de como máximo 0,40 W/(mK), especialmente de como máximo 0,30 W/(mK), y especialmente de como máximo 0,20 W/(mK). Preferentemente, la unidad de distribución consta de PTFE.

55 Una unidad de mecanizado según la reivindicación 12 garantiza un elevado aislamiento térmico de las segundas tuberías de suministro para evitar un calentamiento no deseado del refrigerante criogénico. Preferentemente, las segundas tuberías de suministro están conformadas de manera térmicamente aislante por completo, así, por toda la longitud. Las segundas tuberías de suministro presentan respectivamente un tubo interior y un tubo exterior que rodea este, que están unidos entre sí por los extremos. El espacio de aislamiento limitado por los tubos está evacuado, mediante el cual las segundas tuberías de suministro presentan una conductividad térmica específica  
60 extraordinariamente escasa.

65 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 13 posibilita una compensación de las distintas modificaciones de longitud del tubo interior y del exterior. Si las segundas tuberías de suministro se invaden por el refrigerante criogénico, el tubo interior respectivamente adopta fundamentalmente su temperatura, mientras que el tubo exterior se enfría considerablemente menos por el medio de aislamiento dispuesto entre ambos tubos. El tubo interior modifica su longitud, por consiguiente, considerablemente más que el tubo exterior. Para evitar un deterioro de las

segundas tuberías de suministro, al menos uno de los tubos es modificable en su longitud. Preferentemente, el tubo exterior presenta un fuelle metálico en forma de meandro para la compensación longitudinal térmica.

5 Un dispositivo de mecanizado según la reivindicación 14 garantiza un suministro orientado del refrigerante criogénico a varios insertos de corte situadas engranadas con el cigüeñal que va a mecanizarse.

La invención se basa, además, en el objetivo de crear un sistema de mecanizado que posibilite una productividad y rentabilidad más elevadas en el mecanizado de cigüeñales.

10 Este objetivo se consigue con un sistema de mecanizado con las características de la reivindicación 15. Las ventajas del sistema de mecanizado de acuerdo con la invención corresponden a las ventajas ya descritas del dispositivo de mecanizado de acuerdo con la invención. Desde el depósito aislado térmicamente se suministra el refrigerante criogénico por la línea de abastecimiento aislada térmicamente del dispositivo de mecanizado. Para mantener  
15 constante la temperatura del refrigerante criogénico almacenado, está previsto un grupo frigorífico. Además, el sistema de mecanizado presenta una bomba de extracción para extraer el refrigerante criogénico desde el depósito al dispositivo de mecanizado. Para el cambio de herramienta, el sistema de mecanizado presenta adicionalmente una válvula o válvula de cierre que interrumpe el suministro del refrigerante criogénico al dispositivo de mecanizado antes de un cambio de herramienta. El grupo frigorífico y/o la bomba de extracción y/o la válvula son controlables mediante un dispositivo de control. El sistema de mecanizado es parte de una máquina herramienta por lo demás  
20 habitual para el mecanizado de cigüeñales.

Un sistema de mecanizado según la reivindicación 16 posibilita un ajuste del efecto refrigerante por el ajuste de la cantidad de caudal. Para ello, la válvula está conformada, por ejemplo, como servoválvula. La anchura de la abertura de salida de la primera tubería de suministro y, con ello, del ángulo de salida, se dimensiona de manera  
25 correspondiente a la mayor longitud de arco de corte. En el mecanizado de menores longitudes de arco de corte, la cantidad de caudal del refrigerante criogénico se reduce de manera correspondiente por la válvula. El efecto refrigerante puede ajustarse, por lo tanto, de manera sencilla y económica.

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

- 30 Fig. 1 una representación esquemática de un sistema de mecanizado para el mecanizado de cigüeñales de acuerdo con un primer ejemplo de realización,
- 35 Fig. 2 un corte axial por un dispositivo de mecanizado del sistema de mecanizado en la Fig. 1 en una posición de funcionamiento para el suministro de un refrigerante criogénico,
- Fig. 3 una representación aumentada del dispositivo de mecanizado en la Fig. 2 en la zona de una unidad de elevación para el desplazamiento de una primera tubería de suministro para el refrigerante criogénico,
- 40 Fig. 4 una representación aumentada del dispositivo de mecanizado en la Fig. 2 en la zona de una unidad de distribución para la distribución del refrigerante criogénico desde la primera tubería de suministro a varias segundas tuberías de suministro,
- 45 Fig. 5 una vista frontal esquemática de una herramienta del dispositivo de mecanizado en la Fig. 2,
- Fig. 6 una representación aumentada de la herramienta en la Fig. 5 en la zona de los insertos de corte,
- Fig. 7 un corte axial por el dispositivo de mecanizado en una posición de cambio de herramienta,
- 50 Fig. 8 una representación aumentada de la unidad de distribución en la Fig. 7,
- Fig. 9 un corte axial por un dispositivo de mecanizado de acuerdo con un segundo ejemplo de realización con una unidad de accionamiento para el pivotamiento de la primera tubería de suministro,
- 55 Fig. 10 un corte axial por un dispositivo de mecanizado situado en una primera posición de funcionamiento de acuerdo con un tercer ejemplo de realización en la zona de la unidad de distribución,
- Fig. 11 un corte axial por el dispositivo de mecanizado en la Fig. 10 a lo largo del plano de corte XI-XI,
- 60 Fig. 12 un corte axial por el dispositivo de mecanizado situado en una segunda posición de funcionamiento en la zona de la unidad de distribución, y
- Fig. 13 un corte axial por el dispositivo de mecanizado en la Fig. 12 a lo largo del plano de corte XI-XI.
- 65

A continuación se describe un primer ejemplo de realización de la invención con referencia a las Fig. 1 a 8. Una máquina herramienta no representada al detalle presenta un sistema de mecanizado 1 para el mecanizado de cigüeñales 2, que comprende un dispositivo de mecanizado 3, un depósito 4 aislado térmicamente para la puesta a disposición de un refrigerante criogénico 5, un grupo frigorífico 6 para la refrigeración del refrigerante criogénico 5, una bomba de extracción 7, una línea de abastecimiento 8 con una correspondiente válvula de cierre o servoválvula 9 y un dispositivo de control 10. La línea de abastecimiento 8 está unida al depósito 4 y al dispositivo de mecanizado 3 y está aislada térmicamente. El dispositivo de mecanizado 3, el grupo frigorífico 6, la bomba de extracción 7 y la válvula de cierre 9 son controlables mediante el dispositivo de control 10. La construcción de la máquina herramienta que sale por el sistema de mecanizado 1 es habitual y conocida.

El dispositivo de mecanizado 3 presenta una carcasa 11 en la que está dispuesta una unidad de accionamiento 12 para el accionamiento giratorio de una herramienta 13 alrededor de un eje de giro 14. La unidad de accionamiento 12 comprende un motor de accionamiento 15 eléctrico que está fijado por fuera de la carcasa 11 y acciona de manera giratoria por una correa dentada 16 una rueda dentada 17 con un árbol de tornillo sin fin 18 dispuesto en esta. El árbol de tornillo sin fin 18 está acoplado con una rueda de tornillo sin fin 19 dispuesta concéntricamente al eje de giro 14 que está fijada en un manguito giratorio 20. El manguito giratorio 20 está colocado mediante cojinetes 21 alrededor del eje de giro 14 de manera giratoria en la carcasa 11. En el manguito giratorio 20 están dispuestas dos piezas de manguito 22, 23, una pluralidad de elementos de resorte 24 y una primera unidad de pistón-cilindro 25. Los elementos de resorte 24 están conformados como resortes de disco. La primera pieza de manguito 22 está fijada en uno de los extremos del manguito giratorio 20 orientados a la herramienta 13. La segunda pieza de manguito 23 queda ajustada contra la primera pieza de manguito 22 y se extiende en el interior del manguito giratorio 20 hasta aproximadamente el extremo opuesto. La unidad de pistón-cilindro 25 queda ajustada a su vez contra la segunda pieza de manguito 23 y está fijada en el manguito giratorio 20. Los elementos de resorte 24 están dispuestos en el interior de la segunda pieza de manguito 23 y quedan ajustados en un lado contra la pieza de manguito 22 y en el otro lado contra la unidad de pistón-cilindro 25. La unidad de pistón-cilindro 25 es accionable hidráulicamente de manera habitual mediante una bomba de extracción no representada al detalle.

En el interior de la primera pieza de manguito 22 está dispuesto un mandril de pinza 26 para la sujeción de la herramienta 13. El mandril de pinza 26 es accionable mediante un manguito de accionamiento 27 que está colocado de manera desplazable axialmente en la primera pieza de manguito 22. El manguito de accionamiento 27 está fijado en una barra de accionamiento 28 que se extiende concéntricamente al eje de giro 14 por los elementos de resorte 24 hasta la unidad de pistón-cilindro 25, a la que está asimismo fijada. El mandril de pinza 26 está sujetado de manera habitual mediante los elementos de resorte 24 y es desconectable por el accionamiento de la unidad de pistón-cilindro 25 y el desplazamiento axial de la barra de accionamiento 28 contra la precarga de los elementos de resorte 24.

La herramienta 13 sirve para el mecanizado de los cojinetes de elevación e intermedios del cigüeñal 2. Presenta un cuerpo base discoidal 29 en el que están fijados cartuchos 30 periféricamente a las mismas distancias angulares con insertos de corte 31 dispuestos en estos. Para la sujeción de la herramienta 13 está dispuesto en el cuerpo base 29 un perno de apriete 32 concéntricamente al eje de giro 14. El perno de apriete 32 consta de un material metálico y está formado en un extremo de tal manera que este puede sujetarse mediante el mandril de pinza 26 y la herramienta 13 puede fijarse, de esta manera, en el manguito giratorio 20.

Para el suministro del refrigerante criogénico 5 desde la línea de abastecimiento 8 a los insertos de corte 31, el dispositivo de mecanizado 3 presenta una primera tubería de suministro 33 y una pluralidad de segundas tuberías de suministro 34 que están conformadas de manera térmicamente aislante. La primera tubería de suministro 33 está dispuesta concéntricamente al eje de giro 14 y es desplazable mediante una unidad de elevación 35 de manera paralela al eje de giro 14. Para ello, la unidad de elevación 35 está conformada como unidad de pistón-cilindro de doble efecto con un cilindro 36 y un pistón 37 conducido a este. La primera tubería de suministro 33 también se denomina lanza.

La unidad de pistón-cilindro 35 está dispuesta en una carcasa de conexión 38, que está fijada en la carcasa 11. La línea de abastecimiento 8 está conducida a la carcasa de conexión 38 y unida mediante una unidad de conexión 39 a la primera tubería de suministro 33. Para el desplazamiento de la primera tubería de suministro 33, esta está conducida por el pistón 37 y unida a este. El pistón 37 divide el espacio de trabajo de la unidad de pistón-cilindro 35 en dos espacios de trabajo parcial 40, 41, que están en contacto respectivamente con una conexión 42, 43 para el suministro de un medio de presión. De esta manera, pueden rellenarse ambos espacios de trabajo parcial 40, 41 con el medio de presión y, por lo tanto, el pistón es desplazable axialmente en ambas direcciones. En la carcasa de conexión 38 están dispuestos, además, dos interruptores de inducción 44, 45, mediante los cuales es detectable la posición de la unidad de pistón-cilindro 35. La unidad de pistón-cilindro 35 es accionable, por ejemplo, neumática o hidráulicamente.

La primera tubería de suministro 33 está conducida desde la unidad de conexión 39 concéntricamente al eje de giro 14 por el pistón 37, la barra de accionamiento 28, el manguito de accionamiento 27 y el perno de apriete 32 a una unidad de distribución 46. Para la prevención de un calentamiento no deseado del refrigerante criogénico 5 en la

primera tubería de suministro 33, esta está conformada de manera aislada por vacío. Por ello, la primera tubería de suministro 33 presenta un tubo interior 46 y un tubo exterior 48 que rodea este, que están unidos entre sí por los extremos y limitan entre sí un espacio de aislamiento 49. El espacio de aislamiento 49 está evacuado, de manera que la tubería de suministro 33 presenta una conductividad térmica específica extraordinariamente baja. En el tubo exterior 48 está integrado un fuelle metálico 50 conformado en forma de meandro, de manera que el tubo exterior 48 es modificable en su longitud. El fuelle metálico 50 sirve para la compensación de las distintas modificaciones de longitud de los tubos 47, 48 a causa del refrigerante criogénico 5.

La unidad de distribución 46 está dispuesta concéntricamente al eje de giro 14 en el cuerpo base 29 y comprende dos piezas de distribución 51, 52. La primera pieza de distribución 51 está conformada como cilindro de tres etapas y se extiende con al menos una sección 53 en una perforación de paso 54 del perno de apriete 32. Una segunda sección 55 que se conecta a la primera sección 53 queda ajustada lateralmente contra el perno de apriete 32. La segunda sección 55 está rodeada por la segunda pieza de distribución 52 conformada en forma de anillo, que queda ajustada asimismo contra el perno de apriete 32 y asegurada en dirección axial mediante una tercera sección 56, que se conecta a la segunda sección 55. En la primera pieza de distribución 51 está conformada una primera perforación 57 que se extiende a modo de agujero ciego en la primera y segunda sección 53, 55. La primera perforación 57 está conformada en forma de embudo en el extremo abierto para facilitar la inserción de la primera tubería de suministro 33. En la perforación 57 se extiende tras la sección en forma de embudo una obturación 58 anular que sirve para el aislamiento del espacio intermedio entre la primera sección 53 y la tubería de suministro 33 introducida. La unidad de distribución 46 también se denomina distribuidor giratorio.

La unidad de distribución 46 presenta, además, una pluralidad de segundas perforaciones 59 que sirven para la inserción de las segundas tuberías de suministro 34. Las segundas perforaciones 59 se extienden en sentido transversal o radial al eje de giro 14, estando conformada una primera sección de perforación 60 en la segunda sección 55 de la pieza de distribución 51 y una segunda sección de perforación 61 en la pieza de distribución 52. Las segundas perforaciones 59 se extienden desde la superficie periférica de la pieza de distribución 52 hasta la primera perforación 57 y desembocan de manera radial y axialmente desplazada en esta. Para el suministro del refrigerante criogénico 5 a varias perforaciones 59 axiales dispuestas de manera desplazada y a las segundas tuberías de suministro 34 unidas a estas, la primera tubería de suministro 33 presenta en su extremo orientado a la herramienta 13 periféricamente una abertura de salida 62, que está conformada en forma de un agujero alargado. La abertura de salida 62 está dirigida con el cigüeñal 2 a la posición de engranaje de la herramienta 13.

En las segundas secciones de perforación 61 están introducidas las segundas tuberías de suministro 34. Las segundas secciones de perforación 61 están conformadas de manera escalonada para formar un tope para las respectivas segundas tuberías de suministro 34 y una correspondiente obturación 63 anular. Las obturaciones 63 están aseguradas mediante correspondientes elementos de seguridad 64. Las obturaciones 63 sirven para el aislamiento de los espacios intermedios entre las segundas secciones de perforación 61 y las tuberías de suministro 34 introducidas en estos. La unidad de distribución 46 acopla, por lo tanto, la primera tubería de suministro 33 dependiendo de la posición de giro de la herramienta 13 con al menos una de las segundas tuberías de suministro 34. La unidad de distribución 46, así, las piezas de distribución 51, 52 están conformadas de un material plástico térmicamente aislante. El material plástico es, por ejemplo, PTFE. Las obturaciones 58, 63 están conformadas de un material químicamente resistente y térmicamente aislante. Como material sirve, por ejemplo, PTFE.

Las segundas tuberías de suministro 34 discurren en sentido transversal o radial al eje de giro 14 a los insertos de corte 31 y posibilitan, de esta manera, el suministro del refrigerante criogénico 5 desde la primera tubería de suministro 33 por la unidad de distribución 46 a los insertos de corte 31 situadas respectivamente engranadas con el cigüeñal 2. Las segundas tuberías de suministro 34 presentan respectivamente una primera sección de línea 65 y varias segundas secciones de línea 66 unidas a esta. Las primeras secciones de línea 65 discurren en secciones angulares equidistantes en sentido transversal o radial al eje de giro 14 desde las correspondientes segundas perforaciones 59 hasta el centro de cuatro correspondientes insertos de corte 31. A cada primera sección de línea 65 pertenecen cuatro segundas secciones de línea 66 que discurren desde el extremo de la primera sección de línea 65 a los insertos de corte 31.

Las primeras secciones de línea 65 de las segundas tuberías de suministro 34 están conformadas de manera aislada por vacío. De manera correspondiente a la primera tubería de suministro 33, las segundas tuberías de suministro 34 presentan un tubo interior 67 y un tubo exterior 68 que rodea a este, que están unidos entre sí por los extremos y limitan entre sí un espacio de aislamiento 69. El espacio de aislamiento 69 está evacuado, de manera que las segundas tuberías de suministro 34 presentan en la primera sección de línea 65 una conductividad térmica específica extraordinariamente escasa. Para la compensación de longitud entre el tubo interior 67 y el tubo exterior 68, en el respectivo tubo exterior 68 está integrado un fuelle metálico 70 conformado en forma de meandro. Por ello es modificable en su longitud el respectivo tubo exterior 68.

Las segundas secciones de línea 66 están conformadas de manera no térmicamente aislante. De manera alternativa, las segundas secciones de línea 66 también pueden estar conformadas de manera térmicamente aislante y especialmente aisladas por vacío. Por ejemplo, las segundas secciones de línea 66 pueden formarse por

tubitos que constan de un material térmicamente aislante e introducirse en perforaciones correspondientes. Como material térmicamente aislante puede servir, por ejemplo, PTFE. Por una formación aislada por vacío de las segundas secciones de línea 66 se mejora aún más el aislamiento térmico. En cuanto a los detalles de la formación aislada por vacío, se remite a las primeras secciones de línea 65.

5 A continuación se describe el mecanizado de un cigüeñal 2. La primera tubería de suministro 33 está introducida en la primera perforación 57 para el mecanizado mediante la unidad de pistón-cilindro 35 de tal manera que la abertura de salida 62 llega a encontrarse en la segunda sección 55, así, donde desembocan las segundas perforaciones 59 en la primera perforación 57. La primera tubería de suministro 33 introducida en la unidad de distribución 46 está  
10 mostrada en la Fig. 4. Seguidamente, se acciona de manera giratoria la herramienta 13 mediante la unidad de accionamiento 12 alrededor del eje de giro 14 y se suministra el refrigerante criogénico 5. El refrigerante criogénico 5 es, por ejemplo, nitrógeno líquido que se pone a disposición en el depósito 4 por debajo de su temperatura de evaporación y se mantiene a la temperatura deseada mediante el grupo frigorífico 6. Para el suministro del refrigerante criogénico 5 está abierta la válvula de cierre 9, de manera que la bomba de extracción 7 puede extraer el refrigerante criogénico 5 desde el depósito 4 por la línea de abastecimiento 8 al dispositivo de mecanizado 3.  
15

En el accionamiento giratorio de la herramienta 13, la unidad de pistón-cilindro 35 y la primera tubería de suministro 33 está fijada alrededor del eje de giro 14, mientras que el manguito giratorio 20, las piezas de manguito 22, 23, los elementos de resorte 24, la unidad de pistón-cilindro 25, el manguito de accionamiento 27, la  
20 barra de accionamiento 28 y el mandril de pinza 26 rotan alrededor del eje de giro 14 con la herramienta 13 sujeta a estos. El refrigerante criogénico 5 fluye por la primera tubería de suministro 33 a la unidad de distribución 46 y se distribuye ahí dependiendo de la posición de giro de la herramienta 13 a aquellas segundas tuberías de suministro 34 cuyas segundas perforaciones 59 correspondientes se encuentran en la zona de la abertura de salida 62 de la primera tubería de suministro 33. El refrigerante criogénico 5 fluye, por lo tanto, por las segundas  
25 tuberías de suministro 34 hasta los insertos de corte 31 situadas precisamente engranadas con el cigüeñal 2 y refrigeran de manera extraordinariamente efectiva los correspondientes filos cortantes. En los cartuchos 30 se conduce el refrigerante criogénico 5 por distintos canales a los insertos de corte 31 o a las placas de corte. Puesto que las tuberías de suministro 33, 34 están conformadas de manera aislada por vacío y la unidad de distribución 46 también consta de un material plástico térmicamente aislante, el refrigerante criogénico 5 no se calienta  
30 fundamentalmente en la invasión del dispositivo de mecanizado 3. El refrigerante criogénico 5 sale en los insertos de corte 31 a una temperatura inferior a - 180 °C. Tras la salida, el refrigerante criogénico 5 se evapora, de manera que el mecanizado del cigüeñal 2 se realiza en seco y el cigüeñal 2, así como toda la máquina herramienta, no se ensucia.

35 Para el cambio de herramienta, se detiene el giro de la herramienta 13 y se interrumpe el suministro del refrigerante criogénico 5 por desconexión de la bomba de extracción 7 y cierre de la válvula de cierre 9. Seguidamente, se desplaza la primera tubería de suministro 33 junto con la unidad de conexión 39 y la línea de abastecimiento 8 unida a esta mediante la unidad de pistón-cilindro 35, de manera que la primera tubería de suministro 33 se aleja de la primera perforación 57. Tras el aflojamiento del mandril de pinza 26, que se realiza de manera habitual mediante la  
40 unidad de pistón-cilindro 25, la barra de accionamiento 28 y el manguito de accionamiento 27, la herramienta 13 puede sustituirse por una nueva herramienta 13. Después de que se ha sujetado la nueva herramienta 13 mediante el mandril de pinza 26 por la fuerza de los elementos de resorte 24, se realiza un desplazamiento de nuevo de la primera tubería de suministro 33. Esta se introduce mediante la unidad de pistón-cilindro 35 otra vez en la primera perforación 57, facilitándose la inserción por la sección final en forma de embudo de la perforación 57.  
45 Seguidamente, puede accionarse de manera giratoria otra vez la herramienta 13 y suministrarse otra vez el refrigerante criogénico 5.

A continuación se describe un segundo ejemplo de realización de la invención con referencia a la Fig. 9. En la carcasa de conexión 38 está dispuesta adicionalmente una segunda unidad de accionamiento 71, mediante la que la  
50 primera tubería de suministro 33 es pivotable alrededor del eje de giro 14. Por ello, la primera tubería de suministro 33 está unida a una primera rueda dentada 72 que puede accionarse giratoriamente por una segunda rueda dentada 73 por un motor de accionamiento 74 eléctrico. Los motores de accionamiento 5 y 74 son controlables mediante el dispositivo de control 10, de manera que la posición de giro de la herramienta 13 está coordinada o sincronizada con la posición de pivotamiento de la primera tubería de suministro 33. En la Fig. 9, la carcasa de conexión 38 y la unidad de pistón-cilindro 35 dispuesta en esta están fijadas alrededor del eje de giro 14. De manera alternativa, la carcasa de conexión 38 y la unidad de pistón-cilindro 35 junto con la primera tubería de suministro 33 puede pivotarse alrededor del eje de giro 14. Por el movimiento de pivotamiento periódico de la primera tubería de suministro 33, la posición de salida del refrigerante criogénico 5 se mueve hacia delante y hacia  
55 atrás en los insertos de corte 31 de manera correspondiente a las posiciones de engranaje que se mueven en el mecanizado del cigüeñal 2. Esto resulta ventajoso, por ejemplo, en el mecanizado del cojinete de biela del cigüeñal 2. Puesto que la unidad de accionamiento 72 está llevada a cabo como eje CN, puede lograrse por la marcha forzada electrónica con el movimiento giratorio de la herramienta 13 o del cigüeñal 2 una coincidencia extraordinariamente precisa de la posición o del movimiento de la posición de salida del refrigerante criogénico 5 con la posición de engranaje de los insertos de corte o de las placas de corte. En cuanto a la otra construcción así como  
60 la otra funcionalidad del sistema de mecanizado 1, se remite al primer ejemplo de realización.  
65 Por el sistema de mecanizado 1 de acuerdo con la invención o el dispositivo de mecanizado 3 de acuerdo con la

invención pueden reforzarse los parámetros de corte en el mecanizado de cigüeñales 2, puesto que el refrigerante criogénico 5 se conduce directamente a la posición de engranaje de la herramienta 13. Por ello, se logra una mejora de la productividad y rentabilidad más elevadas en el mecanizado de cigüeñales 2.

5 A continuación se describe un tercer ejemplo de realización de la invención con referencia a las Fig. 10 a 13. En el dispositivo de mecanizado 3 es modificable el ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 dependiendo de la posición de desplazamiento axial de la primera tubería de suministro 33 en la unidad de distribución 46. Esto resulta especialmente ventajoso en el fresado lateral de gualderas del cigüeñal. En el fresado lateral de gualderas del cigüeñal, la longitud de arco de corte oscila considerablemente dentro de una revolución del cigüeñal. Normalmente, la longitud de arco de corte adopta valores de 0 a 180 mm. El arco de corte cambia, así, considerablemente respecto a su longitud y a su posición. Para la prevención de reducciones de la velocidad de corte y de problemas de durabilidad, los filos cortantes situados engranados deben refrigerarse de manera ventajosa durante todo el tiempo de engranaje. Por ello, debe ser controlable mediante el sistema de mecanizado 1 de acuerdo con la invención o el dispositivo de mecanizado 3 de acuerdo con la invención la posición angular de los filos cortantes refrigerados y la longitud de arco circular cubierta por los filos cortantes refrigerados o el ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 de manera correspondiente a la posición y/o longitud del arco de corte.

20 Para la modificación del ángulo de salida del refrigerante criogénico 5, la abertura de salida 62 de la primera tubería de suministro 33 está conformada como agujero alargado, cuya anchura se modifica por la longitud. La abertura de salida 62 presenta una primera sección de abertura 75 que tiene a lo largo del eje de giro 14 una correspondiente longitud  $L_1$  y en sentido transversal al eje de giro 14 una correspondiente anchura  $B_1$ . La primera sección de abertura 75 se convierte en una segunda sección de abertura 76, que presenta una correspondiente longitud  $L_2$  y una correspondiente anchura  $B_2$ . La longitud  $L_2$  es aproximadamente la misma que la longitud  $L_1$ , mientras que la anchura  $B_2$  es mayor que la anchura  $B_1$ . La primera tubería de suministro 33 es desplazable mediante la unidad de elevación 35 definida axialmente, de manera que (según la posición de desplazamiento axial de la primera tubería de suministro 33) o la primera sección de abertura 75 o la segunda sección de abertura 76 se encuentra en la zona de las segundas perforaciones 59.

30 Las Fig. 10 y 11 muestran una primera posición de funcionamiento del dispositivo de mecanizado 3 en la que la primera tubería de suministro 33 se encuentra en una primera posición de desplazamiento, en la que la primera sección de abertura 75 se encuentra en la zona de las segundas perforaciones 59. Por la escasa anchura  $B_1$  de la primera sección de abertura 75 se encuentran solo pocas segundas perforaciones 59 en la zona de la primera sección de abertura 75, de manera que el refrigerante criogénico 5 suministrado solo se distribuye de manera correspondiente a pocas segundas tuberías de suministro 34. El ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 es escaso en esta posición de desplazamiento de la primera tubería de suministro 33, pero suficiente para el mecanizado de superficies de cojinete cilíndricas.

40 Para aumentar el ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 y, de esta manera, poder refrigerar mejor la herramienta 13 por una mayor longitud de arco de corte, se desplaza axialmente la primera tubería de suministro 33 mediante la unidad de elevación 35, de manera que la segunda sección de abertura 76 se encuentra en la zona de las segundas perforaciones 59. Esta segunda posición de funcionamiento del dispositivo de mecanizado 3 en la que la primera tubería de suministro 33 se encuentra en una segunda posición de desplazamiento axial se muestra en las Fig. 12 y 13. Por la anchura  $B_2$  considerablemente mayor de la segunda sección de abertura 76 se encuentran ahora más segundas perforaciones 59 simultáneamente en la zona de la abertura de salida 62, de manera que, correspondientemente, se abastecen más segundas tuberías de suministro 34 simultáneamente con el refrigerante criogénico 5. Por ello se aumenta el ángulo de salida del refrigerante criogénico 5. Los filos cortantes refrigerados cubren, así, un mayor arco circular de la herramienta 13. Esto resulta ventajoso en el mecanizado de gualderas del cigüeñal, puesto que, en este caso, la longitud de arco de corte oscila considerablemente y pueden refrigerarse de las maneras descritas los filos cortantes a lo largo de todo el arco de corte. Para el posicionamiento definido de la primera tubería de suministro 33 en la unidad de distribución 46, la unidad de elevación 35 presenta adicionalmente un sistema de medición de longitud que determina la posición del pistón 37 en el cilindro 36. Los espacios de trabajo parcial 40, 41 son rellenables por servoválvulas, de manera que el pistón 37 puede acercarse no solo las posiciones finales, sino también cualquier posición intermedia en el cilindro 36. De manera alternativa, la unidad de elevación 35 puede estar conformada como unidad de accionamiento eléctrica.

55 Preferentemente, en el mecanizado de cigüeñales el ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 se modifica de manera continua o sincronizada con el giro del cigüeñal 2. En el mecanizado de gualderas del cigüeñal se controla la segunda posición de desplazamiento axial, mientras que en el mecanizado de superficies de cojinete cilíndricas se controla la primera posición de desplazamiento. Esto puede realizarse mediante el dispositivo de control 10.

60 La anchura de la abertura de salida 62 puede modificarse, en principio, a voluntad por la longitud. Por ejemplo, la anchura puede estar escalonada de manera aún más fina o modificarse continuamente por la longitud. Por ello, puede modificarse el ángulo de salida de manera aún más fina.

65

Aparte de esto, la posición del ángulo de salida puede modificarse por pivotamiento de la primera tubería de suministro 33 alrededor del eje de giro 14, como está descrito en el segundo ejemplo de realización. De manera alternativa, las segundas tuberías de suministro 34 pueden desembocar por las segundas perforaciones 59 en la primera perforación 57 de tal manera que, por la posición de desplazamiento axial de la primera tubería de suministro 33, también puede influirse la posición del ángulo de salida.

Además, el efecto refrigerante puede controlarse por la cantidad de caudal del refrigerante criogénico 5. Por ello, la cantidad de caudal se controla por la servoválvula 9.

- 10 Con el sistema de mecanizado de acuerdo con la invención o el dispositivo de mecanizado 3 de acuerdo con la invención pueden ajustarse de manera independiente entre sí, por lo tanto, el tamaño del ángulo de salida del refrigerante criogénico 5 por desplazamiento axial de la primera tubería de suministro 33 y la posición del respectivo ángulo de salida por pivotamiento de la primera tubería de suministro 33 alrededor del eje de giro 14, de manera que pueden adaptarse de manera óptima la distribución del refrigerante criogénico 5 o la refrigeración de la herramienta 13 a los respectivos requisitos en el mecanizado de cigüeñales. En cuanto a la otra funcionalidad, se remite a los ejemplos de realización precedentes.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de mecanizado para el mecanizado de cigüeñales con

- 5           - una carcasa (11),  
 - una unidad de accionamiento (12) dispuesta en la carcasa (11) para el accionamiento giratorio de una herramienta (13), y  
 - una herramienta (13) para el mecanizado de cigüeñales (2),
- 10           -- que presenta un cuerpo base discoidal (29) con insertos de corte (31) dispuestos periféricamente en este, y  
 -- que puede accionarse giratoriamente alrededor de un eje de giro (14) mediante la unidad de accionamiento (12),

en el que

- 15           - una primera tubería de suministro (33) para un refrigerante criogénico (5) está dispuesta concéntricamente al eje de giro (14) en la carcasa (11),  
 - la herramienta (13) presenta varias segundas tuberías de suministro (34) para el refrigerante criogénico (5) que discurren en sentido transversal al eje de giro (14) y que conducen a los insertos de corte (31), y
- 20           - mediante una unidad de distribución (46), la primera tubería de suministro (33) es acoplable con al menos una de las segundas tuberías de suministro (34) para el suministro del refrigerante criogénico (5) a al menos una de los insertos de corte (31),

**caracterizado por que,**

- 25           la primera tubería de suministro (33) y las segundas tuberías de suministro (34) están conformadas respectivamente de manera térmicamente aislante al menos por secciones, presentando la primera tubería de suministro (33) y las segundas tuberías de suministro (34) una conductibilidad térmica específica a 0 °C de como máximo 0,40 W/(mK), y **por que** la primera tubería de suministro (33) presenta un tubo interior (47) y un tubo exterior (48) que rodea este y al menos uno de estos tubos (47, 48) es modificable en su longitud.

30           2. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la primera tubería de suministro (33) está conformada de manera aislada por vacío al menos por secciones.

35           3. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la primera tubería de suministro (33) es desplazable mediante una unidad de elevación (35) de manera paralela al eje de giro (14), estando conformada la unidad de elevación (35) especialmente como unidad de pistón-cilindro de doble efecto.

40           4. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la primera tubería de suministro (33) es pivotable mediante una unidad de accionamiento (71) alrededor del eje de giro (14) y la unidad de distribución (46) acopla la primera tubería de suministro (33) con distintas segundas tuberías de suministro (34) dependiendo de su posición de pivotamiento.

45           5. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la unidad de distribución (46) está dispuesta concéntricamente al eje de giro (14) en el cuerpo base (29) y presenta una primera perforación (57) que discurre concéntricamente al eje de giro (14) para la inserción de la primera tubería de suministro (33) así como varias segundas perforaciones (59) que discurren en sentido transversal al eje de giro (14) y que desembocan en la primera perforación (57) para la inserción de las segundas tuberías de suministro (34).

50           6. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** las segundas perforaciones (59) desembocan circunferencialmente de manera desplazada entre sí en la primera perforación (57) y la primera tubería de suministro (33) presenta una abertura de salida (62) dispuesta periféricamente para el refrigerante criogénico (5).

55           7. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** la abertura de salida (62) está conformada como agujero alargado, cuya anchura se modifica en dirección del eje de giro (14).

60           8. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** la primera perforación (57) está conformada en forma de embudo en uno de los extremos orientados a la primera tubería de suministro (33).

65           9. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado por que** en la primera perforación (57) y/o en las segundas perforaciones (59) se extiende en cada caso una obturación (58, 63) anular para el aislamiento de la tubería de suministro (33, 34) introducida en la perforación (57, 59) correspondiente.

10. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado por que** la unidad de distribución (46) se extiende al menos parcialmente en un perno de apriete (32) dispuesto en el cuerpo base (29) para la sujeción de la herramienta (13).
- 5 11. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la unidad de distribución (46) está hecha de un material térmicamente aislante, especialmente de un material plástico.
12. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** las segundas tuberías de suministro (34) están conformadas de manera aislada por vacío al menos por secciones.
- 10 13. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** las segundas tuberías de suministro (34) presentan en cada caso un tubo interior (67) y un tubo exterior (68) que rodea este y al menos uno de estos tubos (67, 68) es modificable en su longitud.
- 15 14. Dispositivo de mecanizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** las segundas tuberías de suministro (34) presentan en cada caso una primera sección de línea (65) y varias segundas secciones de línea (66) unidas a esta, que conducen a varios insertos de corte (31).
- 20 15. Sistema de mecanizado para el mecanizado de cigüeñales con
- un dispositivo de mecanizado (3) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14,
  - un depósito (4) aislado térmicamente para proporcionar un refrigerante criogénico (5),
  - un grupo frigorífico (6) para la refrigeración del refrigerante criogénico (5), y
  - una línea de abastecimiento (8) aislada térmicamente para el suministro del refrigerante criogénico (5) desde el
- 25 depósito (4) al dispositivo de mecanizado (3).
16. Sistema de mecanizado de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado por que** la cantidad de caudal del refrigerante criogénico (5) es ajustable al dispositivo de mecanizado (3) mediante una válvula (9).

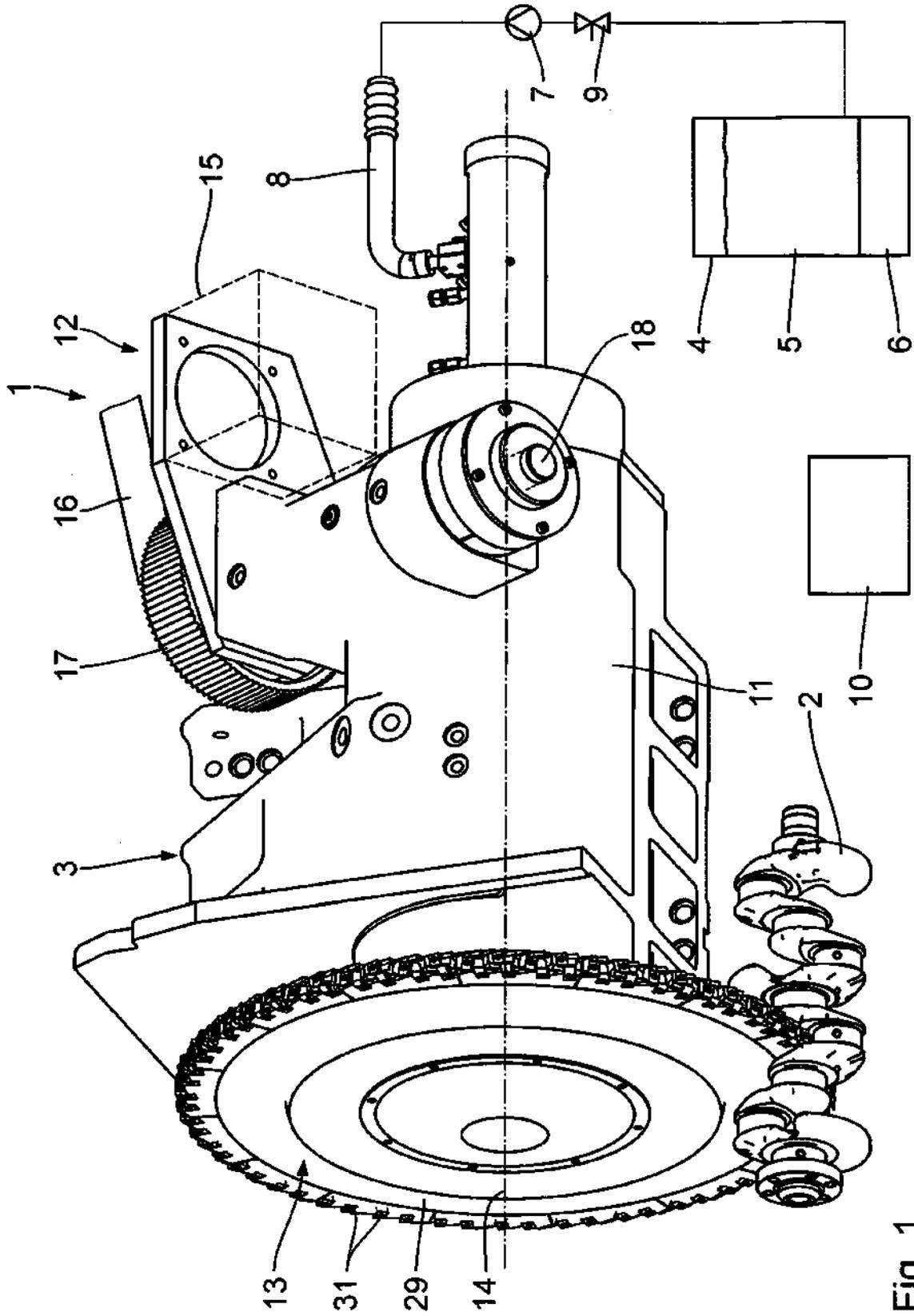


Fig. 1

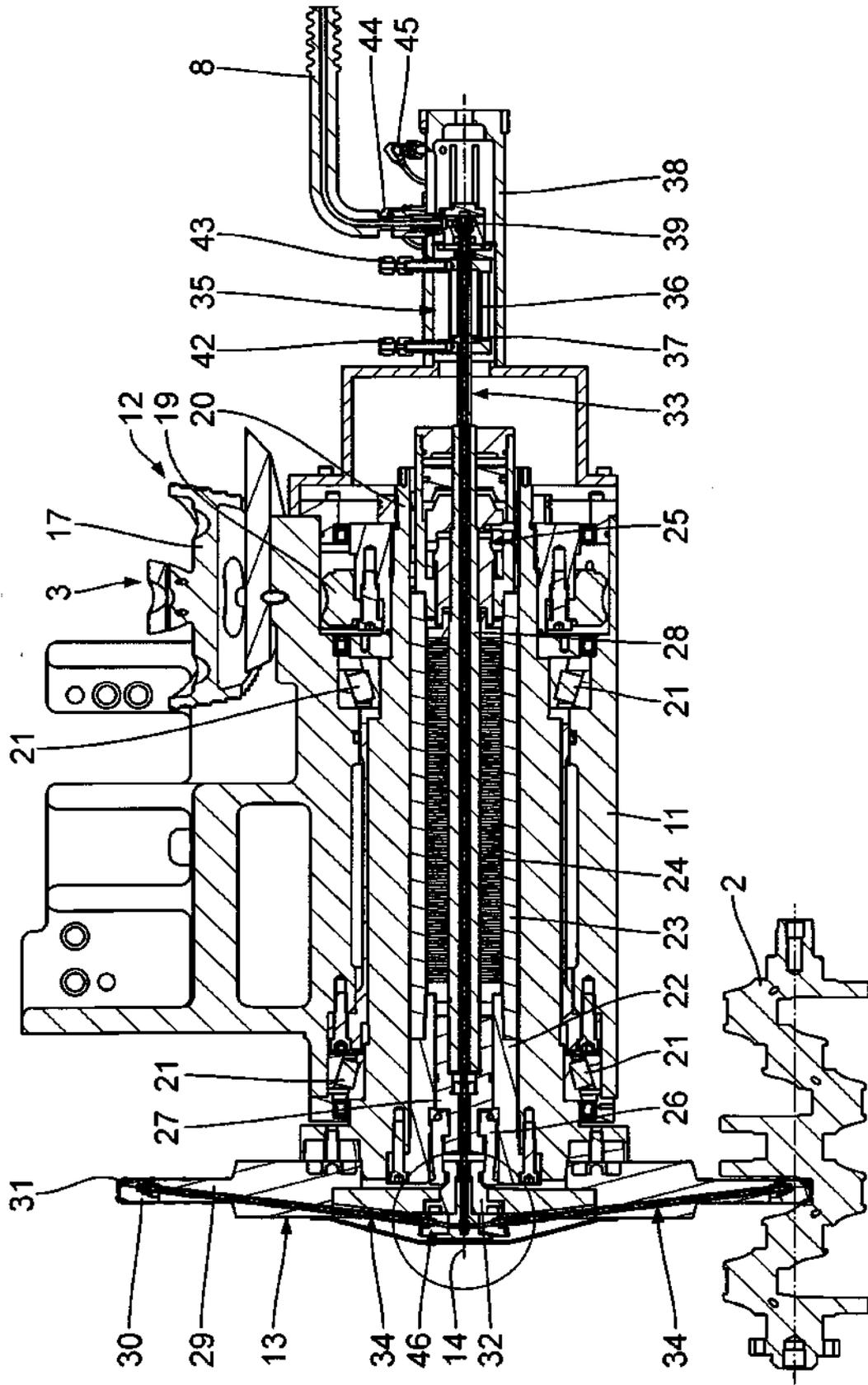


Fig. 2

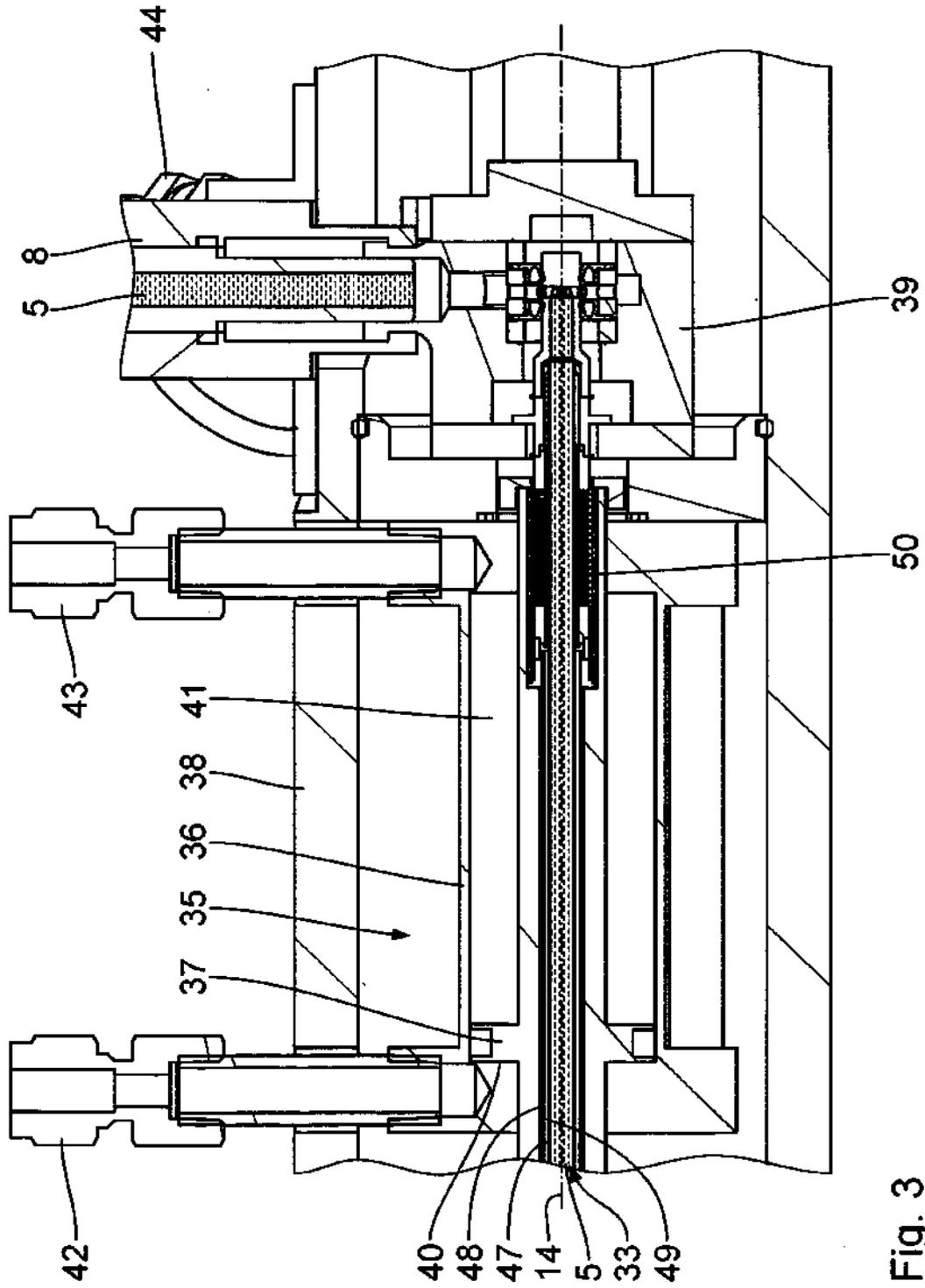


Fig. 3

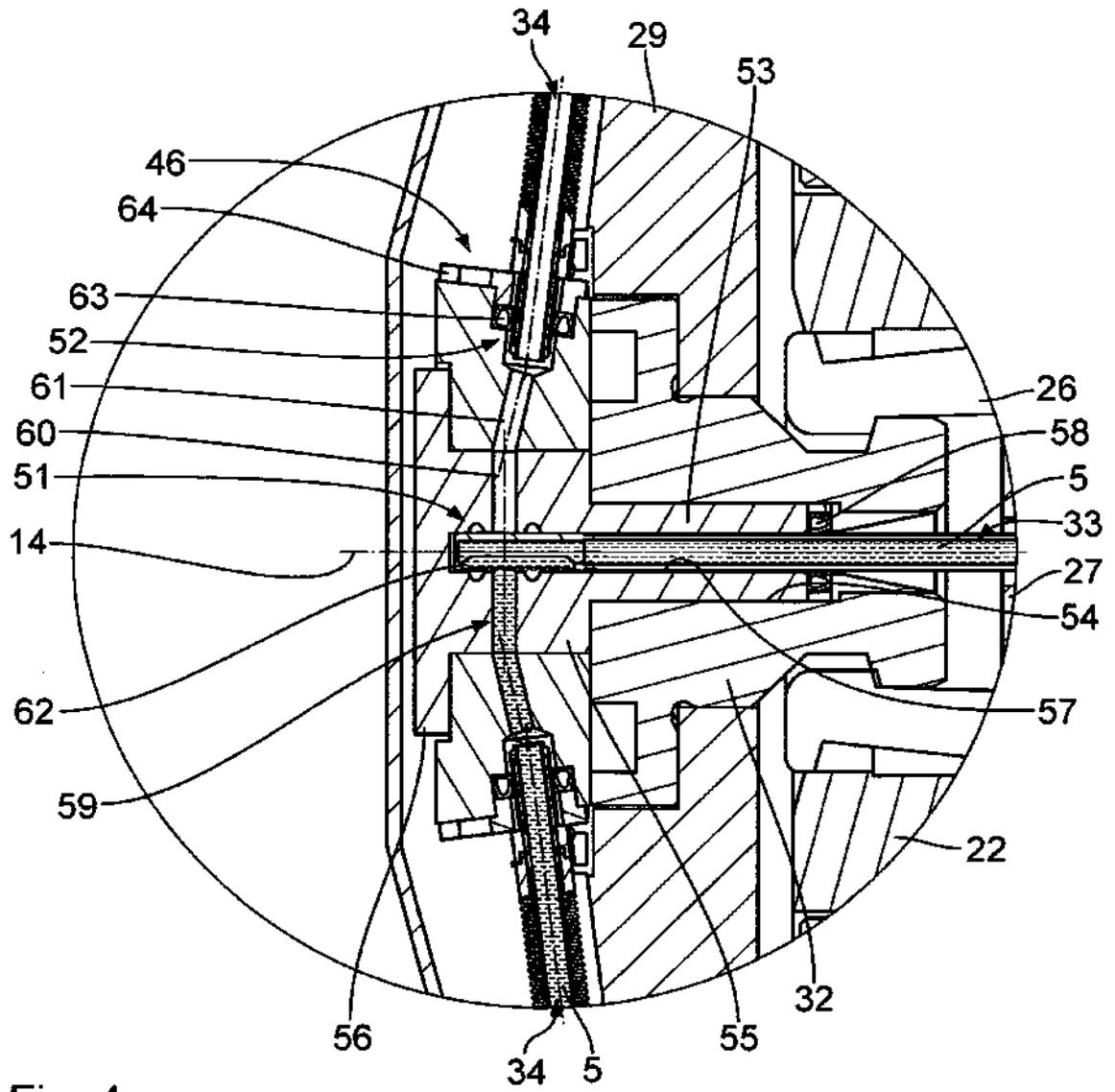


Fig. 4

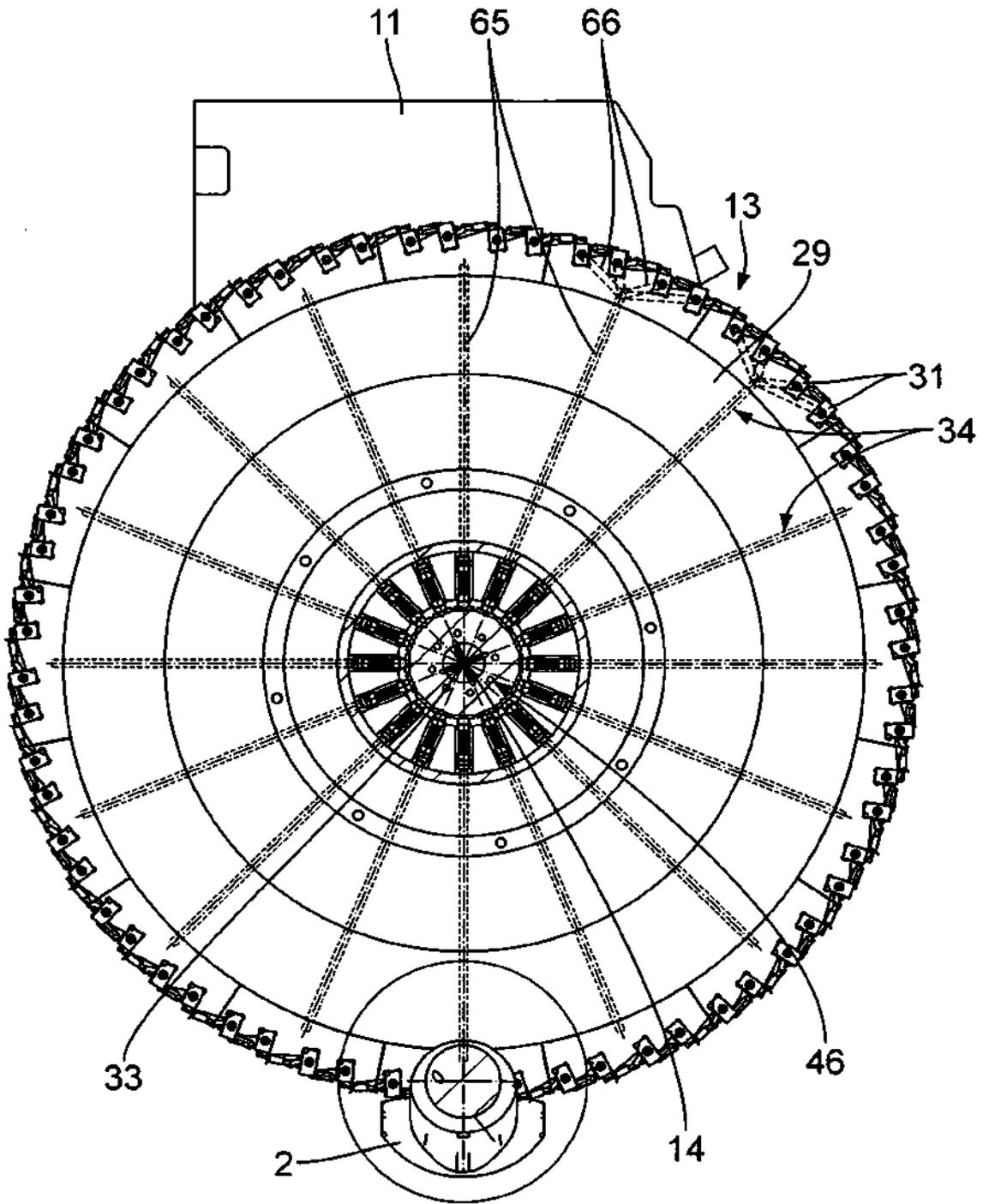


Fig. 5

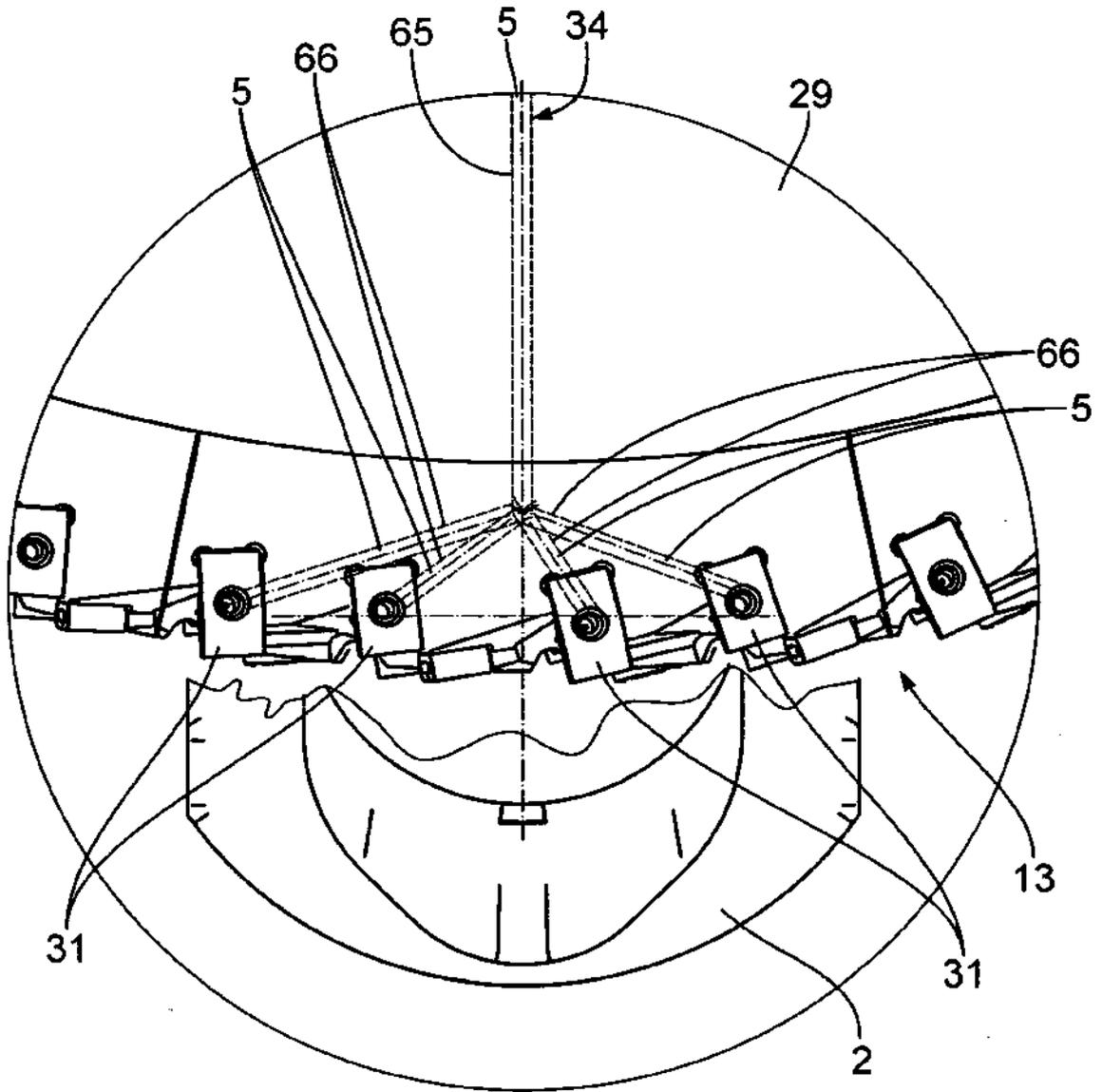


Fig. 6

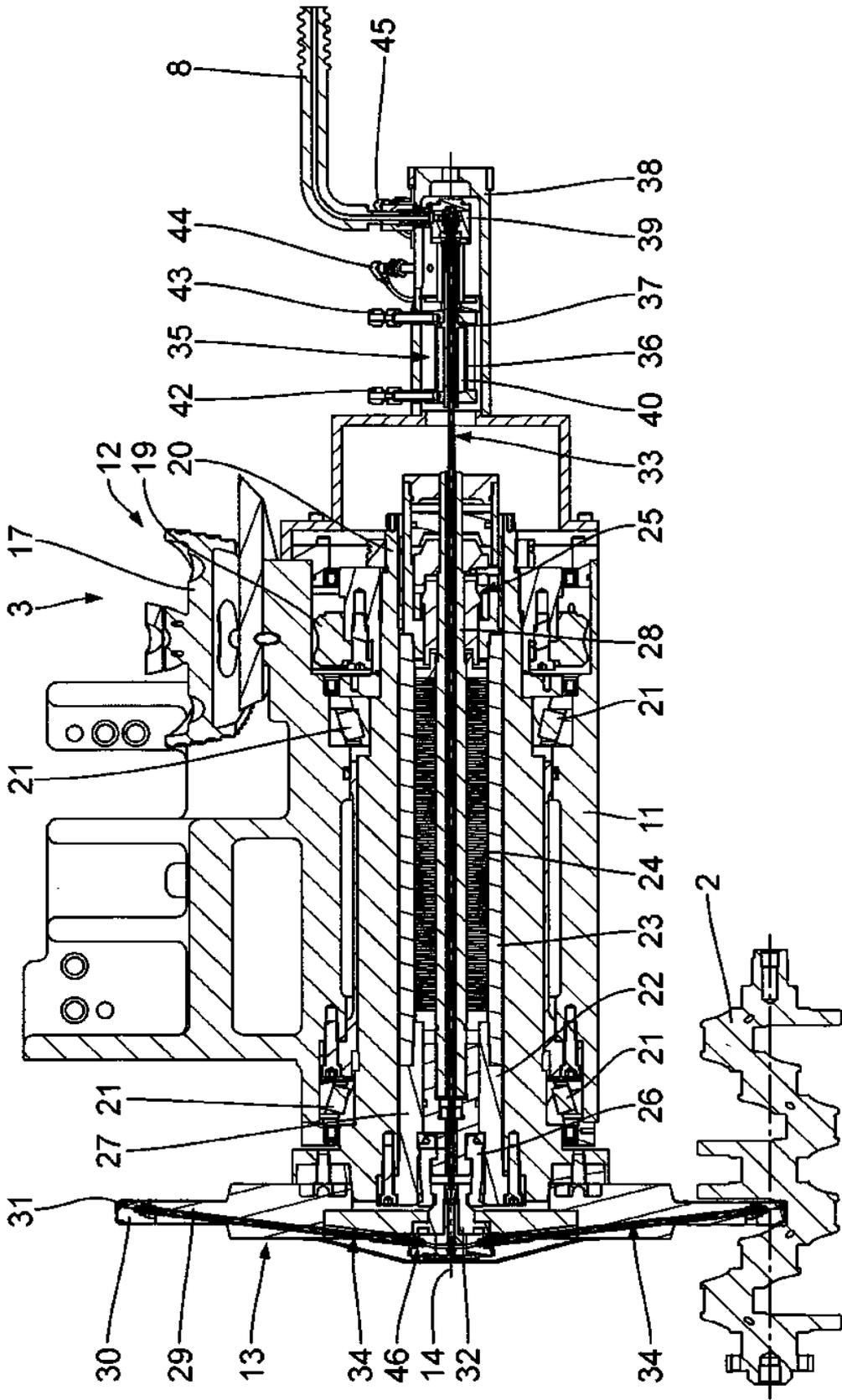


Fig. 7

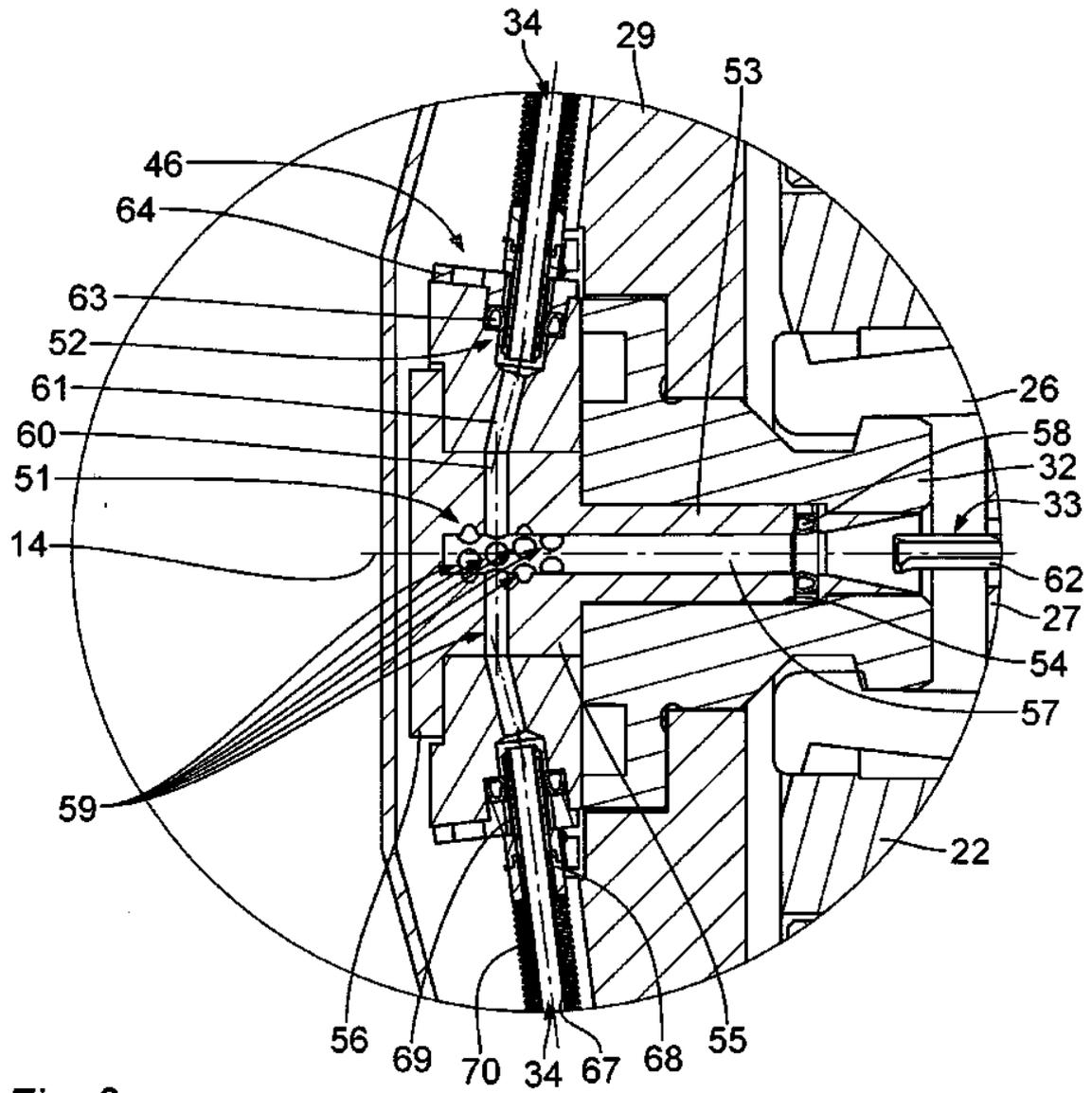


Fig. 8

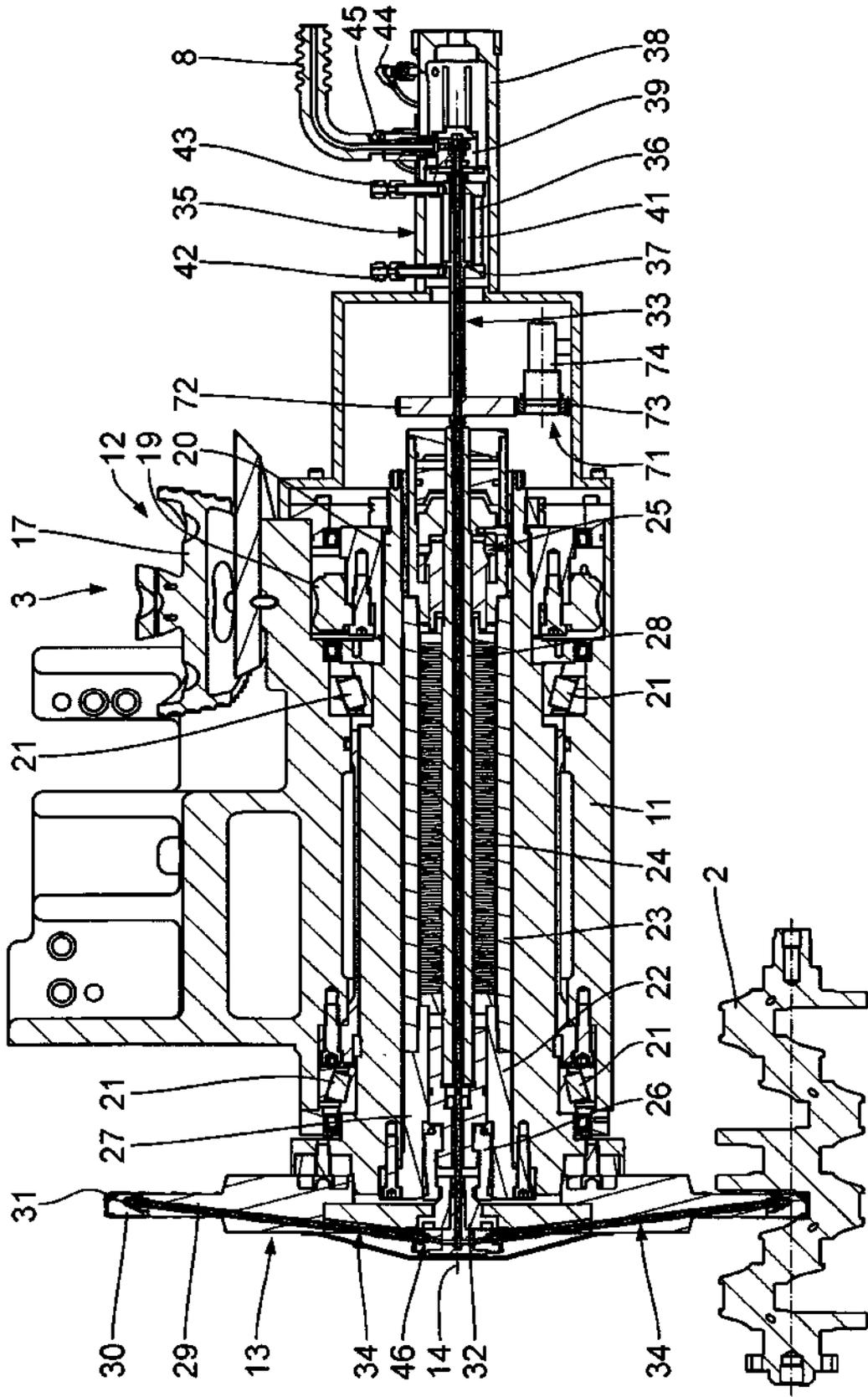


Fig. 9

