

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 049**

51 Int. Cl.:
B24B 41/06 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08774703 .6**
96 Fecha de presentación: **03.07.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2162261**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2010**

54 Título: **Procedimiento para apoyar una pieza de trabajo rotatoria durante la rectificación y luneta hidrodinámica**

30 Prioridad:
06.07.2007 DE 102007031512

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.05.2012

73 Titular/es:
**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH
JUNKERSTRASSE 2
77787 NORDRACH, DE**

72 Inventor/es:
**HIMMELSBACH, Georg y
MÜLLER, Hubert**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 380 049 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

Procedimiento para apoyar una pieza de trabajo rotatoria durante la rectificación y luneta hidrodinámica

La invención se refiere a un procedimiento para el apoyo y centrado hidrodinámico de una pieza de trabajo durante la mecanización en una máquina herramienta / máquina rectificadora.

5 Para el apoyo de piezas de trabajo rotatorias durante la mecanización de rectificación es habitual emplear lunetas de centrado. Este apoyo es necesario para evitar una flexión de la pieza de trabajo bajo la acción de las fuerzas que actúan en dirección transversal desde el disco abrasivo. A tal fin se emplean cuerpos de apoyo, que contactan con la pieza de trabajo en varios lugares y la centran con respecto al eje de rotación. El apoyo se realiza la mayoría de las veces de una manera de auto-centrado por medio de tres soportes dispuestos en la periferia del asiento de cojinete a apoyar. Tales lunetas se conocen, por ejemplo, a partir del documento DE-OS 1 577 369.

10 Los soportes de tales lunetas están recubiertos normalmente en los puntos de contacto para la prevención de desgaste y de mellas de rodadura visibles con CBN (boro nitruro centrado cúbicamente) o PKD (diamante policristalino). Puesto que las lunetas contactan con la pieza de trabajo en los soportes, resulta forzosamente en el lugar de apoyo una llamada mella de rodadura. La mella de rodadura se basa en un alisamiento de los picos de la rugosidad de la superficie y visible óptimamente. Esta modificación de la calidad de la superficie puede tener una influencia eventualmente desfavorable sobre la película de lubricante en el cojinete. Además, se modifica la porción de soporte en esta zona del asiento de cojinete. Una modificación de la medida del asiento de cojinete es, en efecto, con frecuencia sólo reducida en la zona de la mella de rodadura, pero con frecuencia no es ya admisible en los asientos de cojinete a medida que se incrementan constantemente los requerimientos técnicos. El rectificado posterior del asiento de cojinete que es necesario por este motivo después de la inserción de las lunetas conduce a una elevación no deseadas del tiempo de rectificación y, por lo tanto, de los costes de las piezas.

15 Por lo demás, una luneta, que apoya el asiento de cojinete en tres puntos, tiene el inconveniente de que configurada forma ovalada de onda corte que se produce sobre el asiento de cojinete durante la mecanización en adelante sobre el asiento de cojinete y no se puede compensar, al menos parcialmente. Estos dos efectos no se pueden prevenir totalmente en las lunetas conocidas.

20 Otra variante de lunetas son las llamadas lunetas hidrostáticas, como se describen en los documentos DE-OS 1 627 998 y EP 1 298 335 B1 (traducción alemana: DE 602 10 187 T2). En estas lunetas, el asiento de cojinete es apoyado por un cojinete hidrostático, en el que varias bolsas hidrostáticas distribuidas alrededor de la periferia interior del cojinete son impulsadas con un fluido que está bajo presión. De esta manera se genera en el asiento de cojinete del árbol una presión hidrostática, que apoya y centra el árbol. Por medio de una instalación de regulación se regula la presión del fluido. Un inconveniente especial de este tipo de lunetas es que el asiento de cojinete no se puede mecanizar durante el apoyo, puesto que está rodeado alrededor por la luneta. Esta variante requiere, además, una configuración especial de la cáscara de apoyo con bolsas de apoyo y ranuras de descarga, lo que conduce a una fabricación costosa y cara.

25 De acuerdo con el documento DE 102 32 394 B4 a nombre de Edwin Junker Maschinenfabrik GmbH (solicitante), para el apoyo de una pieza de trabajo rotatoria durante una mecanización de rectificación se coloca al menos un cuerpo acolchado, que puede ser impulsado con fluido a presión, desde el lado opuesto al disco abrasivo, apoyado en la pieza de trabajo. La fuerza de ajuste puede ser influenciada en este caso neumática o hidráulicamente. Entre el cuerpo acolchado y la pieza de trabajo se puede introducir, en determinadas formas de realización, un fluido como agente a presión y agente lubricante. Un inconveniente de este tipo de apoyo reside en el apoyo unilateral de la pieza de trabajo y en la construcción costosa.

La invención tiene el cometido de indicar un procedimiento para el apoyo de una pieza de trabajo rotatoria durante la mecanización de rectificación, que evita los inconvenientes del estado de la técnica.

30 Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 1. Otras configuraciones del procedimiento se indican en las reivindicaciones 2 a 9.

35 De acuerdo con la reivindicación 1, en el procedimiento de acuerdo con la invención, la zona parcial axial a apoyar de la pieza de trabajo está expuesta a una presión que actúa en dirección radial, es decir, sobre el eje longitudinal de la pieza de trabajo y, por lo tanto, sobre el eje de rotación, cuya magnitud se controla en función del número de revoluciones presente en cada caso entre un valor mínimo y un valor máximo. En concreto, esto significa que el asiento de cojinete de la pieza de trabajo rotatoria, utilizado para el apoyo por medio de una luneta, por ejemplo un árbol de engranaje, cigüeñas o árbol de levas, es impulsado en la luneta con una presión de apriete, cuyo valor absoluto se puede controlar. El fluido, que se emplea para la generación de la presión de apriete, puede ser, por ejemplo, el aceite refrigerante o lubricante utilizado para la rectificación. Se conduce con preferencia a través de un taladro transversal (es decir, un taladro, que está desplazado lateralmente con respecto al eje de la luneta), cuyo orificio desemboca en el intersticio anular entre la luneta y el asiento de cojinete) hacia el intersticio anular y forma allí un cojinete hidrodinámico. Este cojinete, que está bajo presión con el número de revoluciones de mecanización,

apoya la pieza de trabajo por todos los lados en la zona de la luneta. De esta manera se evita, por una parte, un contacto directo entre la luneta y la superficie del asiento de cojinete, de manera que no se puede producir ningunas mella de rodadura. Por otra parte, se ha mostrado de manera sorprendente que se realiza un centrado dinámico, dependiente de la presión, de la pieza de trabajo en la zona del asiento de cojinete.

5 La presión del fluido, que se alimenta a través del orificio del taladro transversal al intersticio anular, es controlada en la realización del procedimiento entre un valor mínimo durante el arranque de la pieza de trabajo y un valor máximo. El valor máximo está presente de acuerdo con la invención cuando se alcanza el número de revoluciones de mecanización y se mantiene esencialmente en este valor durante el tiempo de mecanización de rectificación. En este caso, está en el marco de la invención que durante la rectificación con número de revoluciones de mecanización variable de la pieza de trabajo la presión del fluido sigue el número de revoluciones real de la mecanización. No obstante, en este caso también se puede mantener constante. Es decisivo que la zona de presión cubierta de manera correspondiente sea esencialmente más alta que la presión del fluido presenta al comienzo del arranque.

15 El valor mínimo de la presión resulta a partir del requerimiento de una película cerrada de lubricante en el intersticio anular entre la luneta y el asiento de cojinete de la pieza de trabajo. Esto significa que el valor mínimo debería ser > 0 . No obstante, como valor mínimo de la presión debería incluirse aquí también un valor de cero. En el funcionamiento es decisivo que durante el arranque la presión del fluido se forme rápidamente. Esta película de lubricante debe garantizarse ya a ser posible durante el arranque de la pieza de trabajo desde el estado parado, puesto que en otro caso se produce un contacto directo no deseado entre las partes metálicas. No obstante, al principio la presión no debe ser demasiado alta, puesto que esto impulsaría el asiento de cojinete de forma asimétrica, lo que conduciría de la misma manera a un contacto entre dichas partes. Además, una presión del fluido demasiado alta en el asiento de cojinete impide el arranque de la pieza de trabajo, puesto que actúa como un freno, dado que la pieza de trabajo en el asiento de cojinete correspondiente puede tener entonces en la cáscara de cojinete en el lado de la cáscara de cojinete opuesto al taladro de alimentación un contacto con esta cáscara de cojinete.

25 Durante el proceso de arranque, en el que el árbol alcanza un número creciente de revoluciones, se eleva la presión del fluido de conformidad con el número de revoluciones actual. Esto se puede realizar en el marco de la invención de manera continua o en escalones seleccionados de manera adecuada. En este caso, la subida de la presión se controla, de acuerdo con un aspecto de la invención, linealmente con el aumento del número de revoluciones de la pieza de trabajo accionada. En una modificación, puede ser ventajosa también una subida progresiva no lineal de la presión del fluido con el número de revoluciones. Esto se realiza, por ejemplo, de tal manera que al comienzo del proceso de arranque se realiza un aumento relativamente lento de la presión del fluido, mientras que con un número de revoluciones elevado –en la proximidad del número de revoluciones de mecanización– se inicia una subida relativamente empinada de la presión del fluido. Un control de este tipo de la presión del fluido permite un arranque especialmente rápido de la pieza de trabajo a acelerar al principio, mientras que la alta presión, que es necesaria para el centrado dinámico de la pieza de trabajo durante la mecanización, solamente se produce esencialmente de todo ya hacia el final del arranque. En determinados casos puede ser conveniente realizar al principio la subida de la presión de manera especialmente rápida, por ejemplo cuando debido a las propiedades del material de la pieza de trabajo se pretende un empleo especialmente rápido y fiable del alojamiento dinámico de la pieza de trabajo.

30 El valor máximo de la presión de fluido se puede calcular por medio de ensayos. Depende, entre otras cosas, del número de revoluciones de la pieza de trabajo durante la mecanización y del fluido utilizado para la generación de la presión. Los ensayos han mostrado que una elevación de la presión del fluido en el intersticio anular conduce a una mejora dependiente de la presión del centrado de la pieza de trabajo con respecto a su eje de rotación. A presiones, por ejemplo, en el intervalo entre 5 y 150 bares, se pueden conseguir exactitudes de macha concéntrica en el intervalo de al menos μm . En este caso, la exactitud de la marcha concéntrica se eleva con un número de revoluciones dado a medida que se incrementa la presión. Por “valor máximo” se entiende en el marco de la invención el valor de la presión máxima necesario para cada estado de mecanización, en el que se lleva a cabo entonces la mecanización de rectificación de la pieza de trabajo con el número de revoluciones de mecanización.

40 A través del modo de proceder de acuerdo con la invención se obtienen las ventajas de que, por una parte, se garantiza una elevación rápida no problemática del número de revoluciones del árbol a rectificad a partir del estado parado hasta el número de revoluciones de mecanización y de que, por otra parte, durante la rectificación se realiza un centrado y un apoyo muy exactos del árbol en el asiento de cojinete. Estas ventajas no se dan en el estado de la técnica mencionada al principio, puesto que éste solamente se ocupa del comportamiento de las lunetas durante el número de revoluciones de mecanización, sin tener en cuenta el proceso de arranque. Además, no se menciona el efecto del centrado de alta precisión del árbol giratorio a alto número de revoluciones a través de una presión alta, óptima del fluido en el asiento de cojinete. No obstante, una presión alta del fluido alta en sí conduciría a problemas durante el arranque. Solamente la invención ha reconocido que para una mecanización óptima de árboles con tiempo de mecanización corto es ventajoso un control de la presión del fluido en la luneta en función del número de revoluciones real de la pieza de trabajo.

5 Para el control de acuerdo con la invención de la presión de fluido está prevista una instalación de control, que reacciona al número de revoluciones presente en cada caso de la pieza de trabajo y controla o bien regula de manera correspondiente la presión del fluido. Se ofrece utilizar con esta finalidad el control numérico CNC presente de todos modos de la máquina rectificadora. El control actúa sobre válvulas que posibilitan, por ejemplo, a través de una modificación del caudal de flujo, un ajuste de la presión del fluido en el intersticio anular. Puesto que a través del intersticio anular abierto lateralmente sale siempre fluido, es posible sin más un ajuste de la presión a través de la regulación de la cantidad de transporte.

10 El control presenta, en una configuración de la invención, al menos un sensor, que detecta la presión del fluido presente en cada caso y la compara con un valor predeterminado dependiente del número de revoluciones. La instalación de control posee a tal fin con preferencia un ordenador electrónico, que está programado de manera correspondiente y que dispone de instalaciones de entrada, procesadores, memorias y otras instalaciones necesarias.

15 Con preferencia, el control de la presión del fluido se realiza de tal manera que éste sigue también una variación de la velocidad de rotación de la pieza de trabajo que resulta como consecuencia de la mecanización de la pieza de trabajo durante algunas o más revoluciones. A este respecto, el concepto de "valor máximo de la presión del fluido" no debe considerarse como valor absolutamente preciso definido, sino que puede presentar una cierta anchura de banda, pero reducida con respecto al valor máximo. Es decisivo que la presión del fluido sea durante la mecanización esencialmente más elevada que al comienzo del arranque de la pieza de trabajo, y que se mantenga durante la mecanización en la zona alta de la presión.

20 El documento DE 32 40 332 A1 muestra un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación¹ así como una luneta adecuada en conexión con el procedimiento de acuerdo con la invención, como se muestra de manera similar en el documento DE 102 32 394 B4 de la solicitante. Esta luneta posee al menos una zona de cojinete que puede ser presionada en la pieza de trabajo y que puede ser impulsada con una presión de fluido y posee medios para la alimentación de un fluido que actúa como agente lubricante entre la pieza de trabajo y la zona de cojinete. Por "zona de cojinete" se entiende aquí una parte de una luneta, que rodea la pieza de trabajo a apoyar solamente en una sección limitada de su periferia. Tales lunetas pueden presentar una o más zonas de cojinete. De acuerdo con el documento DE 102 32 394 B4, las zonas de cojinete están configuradas como cuerpos acolchados de un material macizo elástico o de un revestimiento exterior elástico relleno con un agente de presión elástico, que se colocan con preferencia en la zona circunferencial opuesta al disco abrasivo junto a rodillo de rectificación. En esta forma de construcción de las lunetas de acuerdo con la invención, están predeterminadas tanto la presión de apriete de la zona de cojinete como también, de una manera esencialmente independiente de ello, la presión del fluido que se utiliza como agente lubricante y agente de refrigeración. Este último fluido es controlado de acuerdo con la invención en función del número de revoluciones. En este caso, la presión del fluido durante el arranque de la pieza de trabajo desde el estado parado es en primer lugar reducida y se eleva a medida que se incrementa el número de revoluciones hasta el valor máximo con el número de revoluciones de mecanización. El valor mínimo de la presión del fluido no puede ser, sin embargo, inferior a la presión de apriete en la zona del cojinete, puesto que en otro caso no se realizaría ninguna lubricación. La presión de apriete en la zona de cojinete en sí permanece en este caso esencialmente constante. Se puede predeterminar, por ejemplo, a través de medios neumáticos o hidráulicos desde el control.

40 Es conveniente prever al menos una zona de cojinete de la luneta con un conducto de alimentación, cuya abertura en el lado de la pieza de trabajo posibilita la admisión de fluido entre la zona de cojinete y la pieza de trabajo. Cuando están previstas varias zonas de cojinete, éstas deberían estar dispuestas concéntricamente a la pieza de trabajo a apoyar y coaxialmente a su eje de rotación.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención y las lunetas correspondientes se emplean para la mecanización de piezas en forma de árbol. Como piezas de trabajo se pueden contemplar aquí, por ejemplo, árboles de engranajes, árboles de levas o árboles de cigüeñal, etc. Las formas de realización mostradas a continuación se pueden utilizar para el apoyo de todos los árboles posibles, cuyos detalles se determinan en este caso a través de particularidades técnicas y la tecnología de rectificación.

50 Las lunetas que sirven para la realización del procedimiento se pueden emplear también en una máquina de rectificación, cuya estación de rectificación posee una versión mejorada con relación a la carga y descarga de las piezas de trabajo. Esta variante constructiva está equipada con una mesa de sincronización para la estación de rectificación, que lleva en cada caso dos dispositivos de apoyo. Los dispositivos de apoyo llegan de manera alternativa a la posición de mecanización. De esta manera se puede preparar la pieza de trabajo siguiente en dos segundos para la siguiente fijación y no hay que esperar otro tiempo de cambio de herramienta. La carga y descarga de la pieza de trabajo se realiza en el lado de la mesa de sincronización que está alejado del disco abrasivo, mientras se mecaniza la otra pieza de trabajo.

Para asientos de cojinete mecanizados acabados de partes de árbol, árboles de levas, árboles de cigüeñal, etc., se pueden utilizar como lunetas soportes divididos. Con tales soportes es posible alojar las partes del árbol durante el

rectificado de los contornos, levas o bielvas, etc. de una manera exactamente igual. Por lo demás, no permanecen mellas de rodadura visibles en el asiento de cojinete de la luneta sobre el árbol.

5 A través de este modo de proceder se pueden copiar exactamente son sólo las condiciones de empleo posteriores de las piezas de trabajo en forma de árbol, sino que también se consiguen las mejores tolerancias de medida, forma y posición durante la mecanización.

Con respecto a los diferentes diámetros de los asientos de cojinete a apoyar, las cáscaras de cojinete / soportes deben adaptarse al diámetro de apoyo; esto se realiza con preferencia a través de piezas de cambio en función de la pieza de trabajo durante el reequipamiento de la máquina herramienta.

10 A continuación se describe en detalle el procedimiento para el apoyo y centrado hidrodinámico de una pieza de trabajo rotatoria de acuerdo con la invención con la ayuda de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una vista en planta superior en representación esquemática sobre una máquina de rectificación, en la que el procedimiento de acuerdo con la invención se puede emplear para el apoyo de la pieza de trabajo.

La figura 2 muestra una sección lateral simplificada a través del dispositivo de apoyo con una luneta dividida con mordazas pivotables para el apoyo de piezas en forma de árbol para la realización de la invención.

15 La figura 3 muestra una sección lateral simplificada a través de un dispositivo de apoyo con una luneta de una sola pieza.

La figura 4 muestra una vista lateral simplificada a través del dispositivo de apoyo con una luneta configurada como soporte.

20 La figura 5 muestra una vista en planta superior esquemática sobre un dispositivo de apoyo con varios puntos de apoyo para el alojamiento de varios asientos de cojinete de un árbol de cigüeñal; y

La figura 6 muestra una vista parcial esquemática de una luneta dividida según la figura 2.

25 La figura 1 muestra en representación esquemática la vista en planta superior sobre una máquina rectificadora 1, en la que el procedimiento de acuerdo con la invención y el alojamiento de la pieza de trabajo 12 en forma de árbol a rectificar en la luneta 10 se emplean para la realización del procedimiento. La máquina rectificadora 1 tiene una bancada de máquina 2, sobre la que está dispuesta una estación de rectificación 3. Esta estación de rectificación 3 presenta sobre la bancada de la máquina 2 un carro cruzado 6, que contiene los dos ejes de desplazamiento controlador por control numérico CNC. El eje-Z 21 se extiende paralelamente al eje longitudinal de la pieza de trabajo 20, y el eje-X 22 está dirigido como eje de aproximadamente en ángulo recto al eje-Z 21 y, por lo tanto, al eje longitudinal de la pieza de trabajo.

30 De acuerdo con la figura 1, sobre el carro cruzado está colocado un cabezal de husillo de rectificación 13 con carro de aproximación en la dirección del eje-X 22, que se puede aproximar por control numérico CNC a la pieza de trabajo en la dirección del eje-X 22. El cabezal de husillo de rectificación 13 sirve para el alojamiento de al menos un husillo de rectificación 14, que recibe un disco abrasivo 15 en su zona delantera. El disco abrasivo 15 y el husillo de rectificación 14 poseen un eje medio común, que está alineado durante la rectificación ovalada con preferencia paralelamente al eje medio de la pieza de trabajo 12. Sobre la bancada de la máquina 2 está dispuesta en la zona delantera una mesa de rectificación 5, que recibe el dispositivo de apoyo 8 del árbol a mecanizar (pieza de trabajo 12), con lunetas 10 de acuerdo con la invención configuradas, por ejemplo, como soportes 18. La mesa de rectificación 5 lleva también el cabezal de husillo de la pieza de trabajo 7 con un manguito de fijación, cuyas mordazas están alojadas de forma flotante, de manera que están equilibradas en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la pieza de trabajo 20 y accionan la pieza de trabajo en dirección radial libre de juego y rígidamente alrededor del eje-C 23 (eje de rotación).

35 Una cubierta 17 para las vías de guía del eje-Z 21 de la estación de rectificación 3 está presente de la misma manera, lo mismo que al menos un dispositivo de rectificación 16 para los discos abrasivos 15 sobre la mesa de rectificación 5. Una carcasa que rodea la máquina de rectificación 1 y otros módulos necesarios para el funcionamiento de la máquina de rectificación están presentes y son conocidos por el técnico. No se representan en la figura 1 para mayor claridad.

45 En la figura 2 se muestra en representación esquemática, parcialmente en sección, un ejemplo de realización de una luneta 10 en un dispositivo de apoyo 8. El dispositivo de apoyo 8 posee un cuerpo de base 9, sobre el que está(n) dispuesta(s) la(s) luneta(s) y que se puede montar fijamente por medio de tornillos 38 y garras de fijación 39 correspondientes en la mesa de rectificación 5. La luneta 10 está dividida en el punto de separación 25, con dos mordazas 11, que están alojadas por medio de ejes de articulación 33 respectivos en el cuerpo de base 9 del dispositivo de apoyo 8. Con el signo de referencia 11' se ilustra la posición articulada hacia fuera de las mordazas 11. Para el apoyo de las piezas de trabajo 12 en forma de árbol durante la mecanización de rectificación, se articulan

las mordazas 11 hacia dentro alrededor de los ejes de articulación 33, lo que se realiza con preferencia por medio de accionamientos hidráulicos –no mostrados aquí-. Las mordazas 11 rodean entonces totalmente el asiento de cojinete 42 a apoyar de la pieza de trabajo 12, que puede girar en el taladro 30 formado por las dos mordazas 11 de la luneta 10 alrededor de su eje longitudinal.

5 Una de las mordazas 11 de la luneta 10 de acuerdo con la invención está provista con un taladro transversal 34, que desemboca a través del orificio 35 en el taladro central 30 de la luneta 10. A través del orificio 35 se puede conducir, a través de otros taladros 37 no mostrados en la figura 2 en el cuerpo de base 9 y/o a través de otros conductos de alimentación 36 (ver la figura 6) el fluido a presión de acuerdo con la invención hasta el intersticio anular 62 formado entre la pieza de trabajo 12 y la pared del taladro 30. El punto de separación entre las mordazas 11 está mecanizado de forma especialmente cuidadosa y está procesado de tal manera que en la posición cerrada de las mordazas 11 no se forma ningún intersticio, a través del cual pudiera entrar fluido comprimido en el punto de separación 25 y salir desde éste. A tal fin, está previsto un contacto metálico superficial de las dos mordazas 11 en el punto de separación 25, que conduce en conexión con la presión de apriete ejercida sobre las mordazas 11 por medio de las fuerzas de ajuste con preferencia hidráulicas a una hermeticidad alta del punto de separación 25.

15 La versión descrita con la ayuda de la figura 2 se emplea cuando se fabrica, por ejemplo, un árbol de levas montado, cuyos asientos de cojinete 42 deben mecanizarse después de la colocación de las levas sobre el tubo todavía en los asientos de cojinete 42. La configuración dividida de las lunetas 10 o bien de los soportes 18 es necesaria también durante la mecanización de árboles de levas fundidos, puesto que en éstos los soportes 11 para el montaje solamente se pueden colocar después de la mecanización completa de los asientos de cojinete 42.

20 En la figura 3 se muestra el principio de fijación del dispositivo de apoyo 8 con otra forma de construcción de la luneta 10. Aquí la luneta 10 configurada como soporte 18 no dividida es recibida en el dispositivo de apoyo 8 sobre un plano 19, que corresponde al plano de montaje durante el montaje posterior. El soporte de cojinete está configurado con apéndices laterales o pestañas 24 que, provistos con taladros correspondientes, pueden servir también para el montaje posterior. El soporte 18 se fija sobre el cuerpo de base 9 del dispositivo de apoyo 8 por medio de dos palancas de fijación 32 pivotables con medios hidráulicos alrededor del eje de articulación 33. Estas palancas entran en lugar de los tornillos de fijación, que se emplean posteriormente durante el montaje de la pieza de trabajo 12 en el compartimiento interior del motor. Para el posicionamiento exacto de los soportes sobre el cuerpo de base 9 del dispositivo de apoyo 8 están presentes sobre el cuerpo de base 9 unos medios de posicionamiento que se representan aquí a modo de ejemplo como tope 31. Naturalmente, se pueden emplear otros medios de posicionamiento, como casquillos de centrado o pasadores de centrado. El alojamiento de las palancas de fijación 32 y su activación hidráulica se representan aquí solamente de forma simplificada. Así, por ejemplo, el signo de referencia 32' remite a la posición articulada hacia fuera de las palancas de fijación 32. La fijación del dispositivo de apoyo 8 se realiza sobre la mesa de rectificación 5 a través del cuerpo de base 9, a cuyo fin están previstos tornillos 38 y garras de fijación 39.

35 Como se puede ver en la figura 3, el soporte 11 tiene un taladro 30 para el alojamiento del asiento de cojinete 42 correspondiente de la pieza de trabajo 12 a rectificar. Posee también un taladro transversal 34 dispuesto fuera del centro sobre el taladro 30, cuyo orificio 35 desemboca en el taladro 30. Este taladro transversal 34 está alineado con otro taladro 37 en el cuerpo de base 9 del dispositivo de apoyo 8, que está conectado, por su parte, con un conducto de alimentación 36. A través del orificio 35 del taladro transversal 34 se puede conducir de esta manera un lubricante desde el conducto de alimentación 36 hasta el taladro 31.

La figura 4 muestra una luneta inferior 10 no dividida, que está realizada como la mostrada de acuerdo con la figura 3 como soporte de cojinete 18. Este soporte 18 está montado por medio de tornillos 26 sobre el cuerpo de base 9 del dispositivo de apoyo 8. En la aplicación, el soporte 18 es acoplado en dirección axial sobre el asiento de cojinete 42 a apoyar o el asiento de cojinete 42 es insertado en el taladro 30 del soporte de cojinete 18.

45 En la figura 5 se muestra en representación esquemática un árbol de cigüeñal 40 en toda la longitud con lunetas 10 configuradas como soportes 18 como puntos de apoyo. Puesto que el árbol de cigüeñal presenta asientos de cojinete 42, sobre la longitud del dispositivo de apoyo 8 están dispuestos también cinco puntos de fijación para los soportes de cojinete 18. De esta manera, se apoya el árbol de cigüeñal 40 para la mecanización, por ejemplo de la biela 43, sobre toda su longitud en sus asientos de cojinete 42. El apoyo en los asientos de cojinete proporciona la rigidez que es necesaria para la rectificación de alta precisión, puesto que las fuerzas de rectificación son absorbidas en los asientos de cojinete. Por lo tanto, durante la rectificación, solamente es necesario todavía el empotramiento flotante del extremo del árbol de cigüeñal 40 a través del manguito de fijación del cabezal de husillo de la pieza de trabajo 7 así como su accionamiento en el eje-C 23, que es controlado por control numérico CNC.

55 En la figura 6 se representa una luneta 10 dividida con dos mordazas 11, como se describe ya con la ayuda de la figura 2, como detalle con una sección parcial 61 del árbol de cigüeñal 40 en la zona del asiento de cojinete 42. La luneta 10 está provista con el taladro 30 para el alojamiento del asiento de cojinete 42. El diámetro de este taladro 30 tiene, por ejemplo, 25 mm y está fabricado con una tolerancia de diámetro de aproximadamente 15 µm. En el taladro 30 desemboca el taladro transversal 34 con el orificio 35. Éste sirve para la alimentación de aceite lubricante

durante la realización del procedimiento de acuerdo con la invención. También aquí hay que procurar que el punto de separación 25 entre las dos mordazas 11 de la luneta 10 esté realizado de forma absolutamente hermética con respecto a la entrada del aceite lubricante que sirve como fluido de presión. A tal fin, ha dado buen resultado el contacto metálico directo de las dos mordazas 33 en el punto de separación 25, a cuyo fin deben mecanizarse con suficiente precisión las superficies de contacto correspondientes. Es necesaria evidentemente también una alta precisión para la fabricación de las dos semicáscaras configuradas en las mordazas 11, que forman en el estado articulado hacia dentro de las mordazas 11, representado en la figura 6, el orificio 30 para el alojamiento del asiento de cojinete 42 de la pieza de trabajo 12.

En la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, durante el ciclo de rectificación se alimenta a través del orificio 35 del taladro transversal 34 del soporte 18 que sirve comí luneta 10 aceite lubricante al asiento de cojinete 42. Este aceite lubricante entra en el intersticio anular 62 formado entre la pared del taladro 30 y el asiento de cojinete 42 de la pieza de trabajo 12 y de esta manera lubrica estos componentes. Este aceite lubricante se escapa, puesto que está bajo presión, a través del intersticio anular 62 como aceite de pérdida al compartimiento interior de la máquina de rectificación 1. Por lo tanto, se emplea para la lubricación del asiento de cojinete e mismo aceite lubricante que se utiliza como lubricante de refrigeración durante la rectificación. Pero este aceite de rectificación es filtrado especialmente para que no lleguen residuos de rectificación al asiento de cojinete 42 de la pieza de trabajo 12.

La pérdida de aceite a través del intersticio anular 62 sirve al mismo tiempo para la obturación del asiento de cojinete 42 contra la penetración de partículas de suciedad desde el exterior hasta el asiento de cojinete 42. El asiento de cojinete 42, que es recibido en el taladro 30, está fabricado con un diámetro de aproximadamente 40 a 60 μm menor que el diámetro del taladro. De esta manera resulta un intersticio de lubricación, que corresponde al intersticio anular 62, de aproximadamente 20 a 30 μm de espesor, en el que se configura en el funcionamiento un cojinete hidrodinámico. Este cojinete hidrodinámico requiere un número de revoluciones mínimo del árbol & asiento de cojinete giratorio 42 para la formación de la película de lubricante, que está de acuerdo con la invención claramente por debajo del número de revoluciones de rectificación durante la rectificación de la forma de las levas o de la biela. Este número de revoluciones de rectificación está normalmente en el intervalo de aproximadamente 50 a 500 min^{-1} .

Para conseguir buenos resultados durante la rectificación de las piezas de trabajo como por ejemplo árboles de engranajes, árboles de cigüeñal o árboles de levas, se procede de la siguiente manera en el procedimiento de acuerdo con la invención: durante el arranque del árbol a rectificad desde el estado parado se ajusta más baja la presión del aceite lubricante alimentado a través del orificio 35 al asiento de cojinete 42 y luego se eleva continuamente durante la aceleración de la pieza de trabajo 12 al número de revoluciones teórico para la rectificación. La elevación de la presión del aceite lubricante se realiza en este caso en función del número de revoluciones respectivo de la pieza de trabajo 12 hasta que se alcanza el número de revoluciones teórico y, por lo tanto, el valor teórico de la presión para la rectificación. El control de la presión se realiza a través de válvulas especiales, que son activadas a través del control numérico CNC.

Este modo de proceder se basa en el reconocimiento de acuerdo con la invención de que la rigidez radial del asiento de cojinete se eleva cuando sube la presión de alimentación del aceite lubricante. Con una presión de lubricación ajustada de una manera óptima, con el número de revoluciones teórico para la rectificación se puede conseguir una exactitud de la marcha concéntrica del asiento de cojinete 42 de 1 a 2 μm . De manera más sorprendente, los ensayos han mostrado que el procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente adecuado cuando la presión en el punto de lubricación /asiento de cojinete hidrodinámica 42 es adaptado al número de revoluciones para la rectificación de la pieza de trabajo 12. Las presiones óptimas están de acuerdo con el número de revoluciones en el intervalo entre aproximadamente 5 y 150 bares.

Una presión demasiado elevada del aceite lubricante así como una presión demasiado reducida del aceite lubricante no proporcionan resultados satisfactorios. Con una presión demasiado reducida del aceite lubricante en el asiento de cojinete 42 se puede romper la película de lubricación. Con un ajuste demasiado altote la presión del aceite lubricante, el árbol es presionado contra el lado del taladro 30 que está opuesto al orificio 35. En ambos casos, se provocarían daños en el cojinete, y no se conseguirían resultados satisfactorios de rectificación.

Lista de signos de referencia

- 1 Máquina rectificadora
- 2 Bancada de la máquina
- 3 Estación de rectificación
- 5 Mesa de rectificación
- 6 Carro cruzado

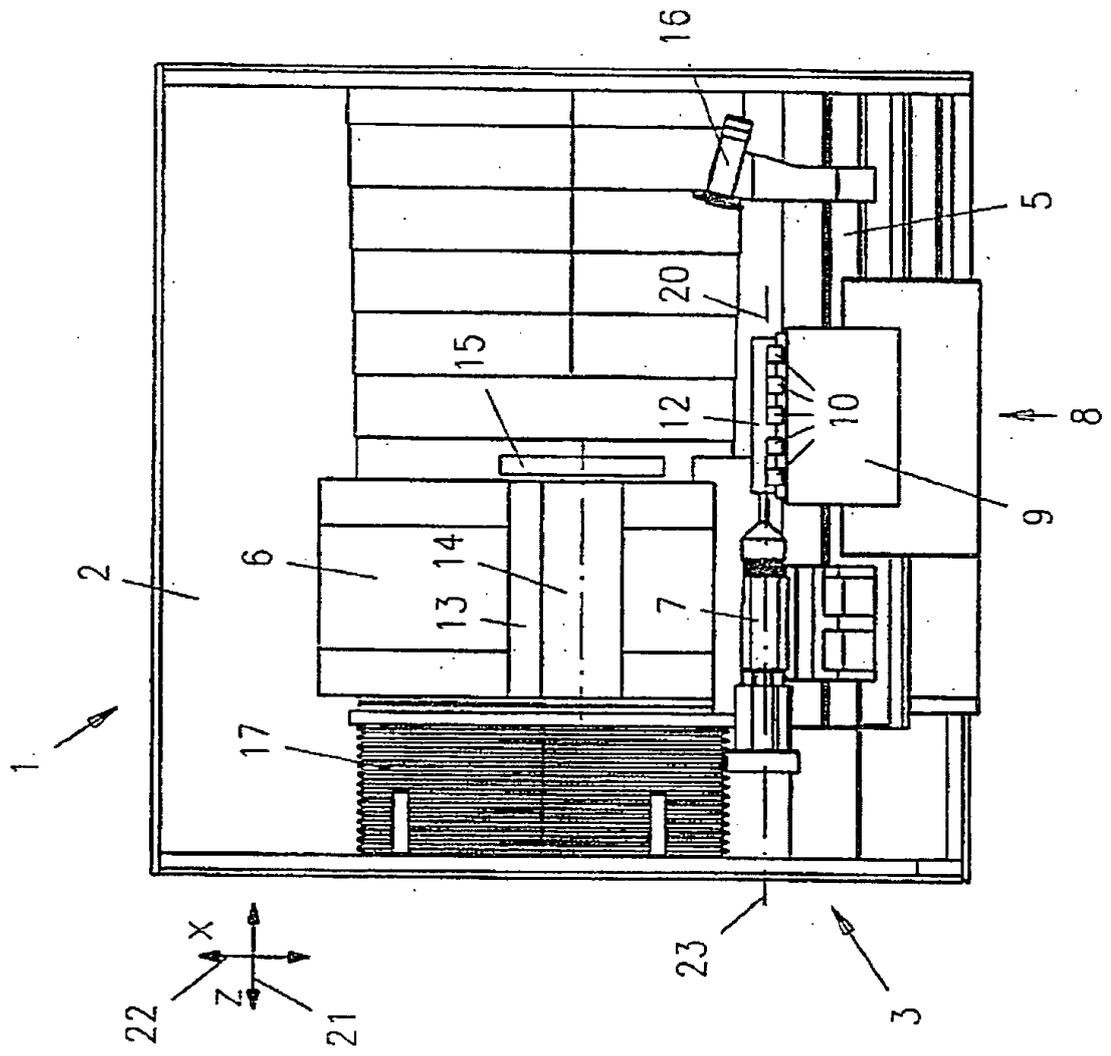
	7	Cabezal de husillo de pieza de trabajo
	8	Dispositivo de apoyo
	9	Cuerpo de base
	10	Luneta (puntos de apoyo)
5	11	Mordaza
	11'	Mordaza, articulada
	12	Pieza de trabajo en forma de árbol
	13	Cabezal de husillo de rectificación
	14	Husillo de rectificación
10	15	Discos abrasivos
	16	Dispositivo de rectificación
	17	Cubierta
	18	Soporte
	19	Plano
15	20	Eje longitudinal de la pieza de trabajo
	21	Eje-Z
	22	Eje-X
	23	Eje-C (eje de rotación)
	24	Apéndice
20	25	Punto de separación
	26	Tornillo
	30	Taladro
	31	Tope
	32	Palanca de fijación
25	32'	Palanca de fijación, articulada
	33	Eje de articulación
	34	Taladro transversal
	35	Orificio
	36	Conducto de alimentación
30	37	Taladro
	38	Tornillo
	39	Garra de fijación
	40	Árbol de cigüeñal
	42	Asiento de cojinete

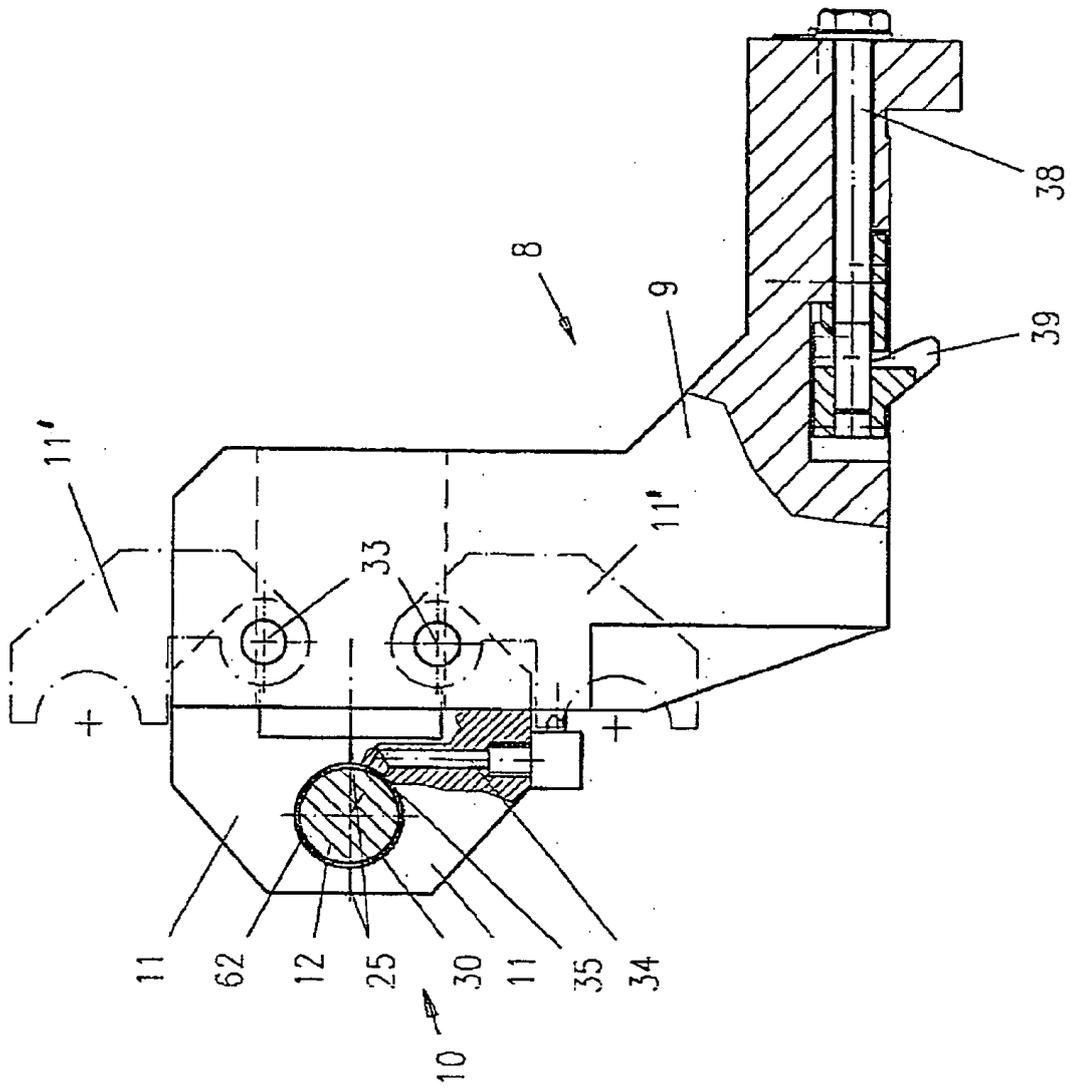
- 43 Biela
- 62 Intersticio anular

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el apoyo y centrado dinámico de una pieza de trabajo rotatoria durante la mecanización en una máquina herramienta, en particular en una máquina rectificadora, en el que la pieza de trabajo está expuesta en una zona parcial axial a una presión de fluido que actúa por todos los lados en dirección radial, caracterizado porque su magnitud es controlada en función del número de revoluciones respectivo entre un valor mínimo predeterminado y un valor máximo predeterminado.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque durante el arranque de la pieza de trabajo la presión del fluido tiene su valor mínimo.
- 10 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la presión del fluido se eleva a medida que se incrementa el número de revoluciones.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la presión del fluido se eleva esencialmente lineal con el número de revoluciones.
- 15 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la presión del fluido se eleva progresivamente de forma no lineal con el número de revoluciones, de tal manera que la subida se realiza de forma más empinada con número de revoluciones más elevado que con número de revoluciones más bajo.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la presión del fluido alcanza esencialmente su valor máximo con el número de revoluciones de mecanización y se mantiene esencialmente en este valor durante la mecanización.
- 20 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la presión del fluido se ajusta por medio de una instalación de control.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se calcula el número de revoluciones respectivo de la pieza de trabajo y se alimenta a la instalación de control para la presión del fluido.
- 25 9.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la instalación de control detecta también la presión del fluido actual respectiva y la compara con un valor predeterminado dependiente del número de revoluciones.

Fig.1





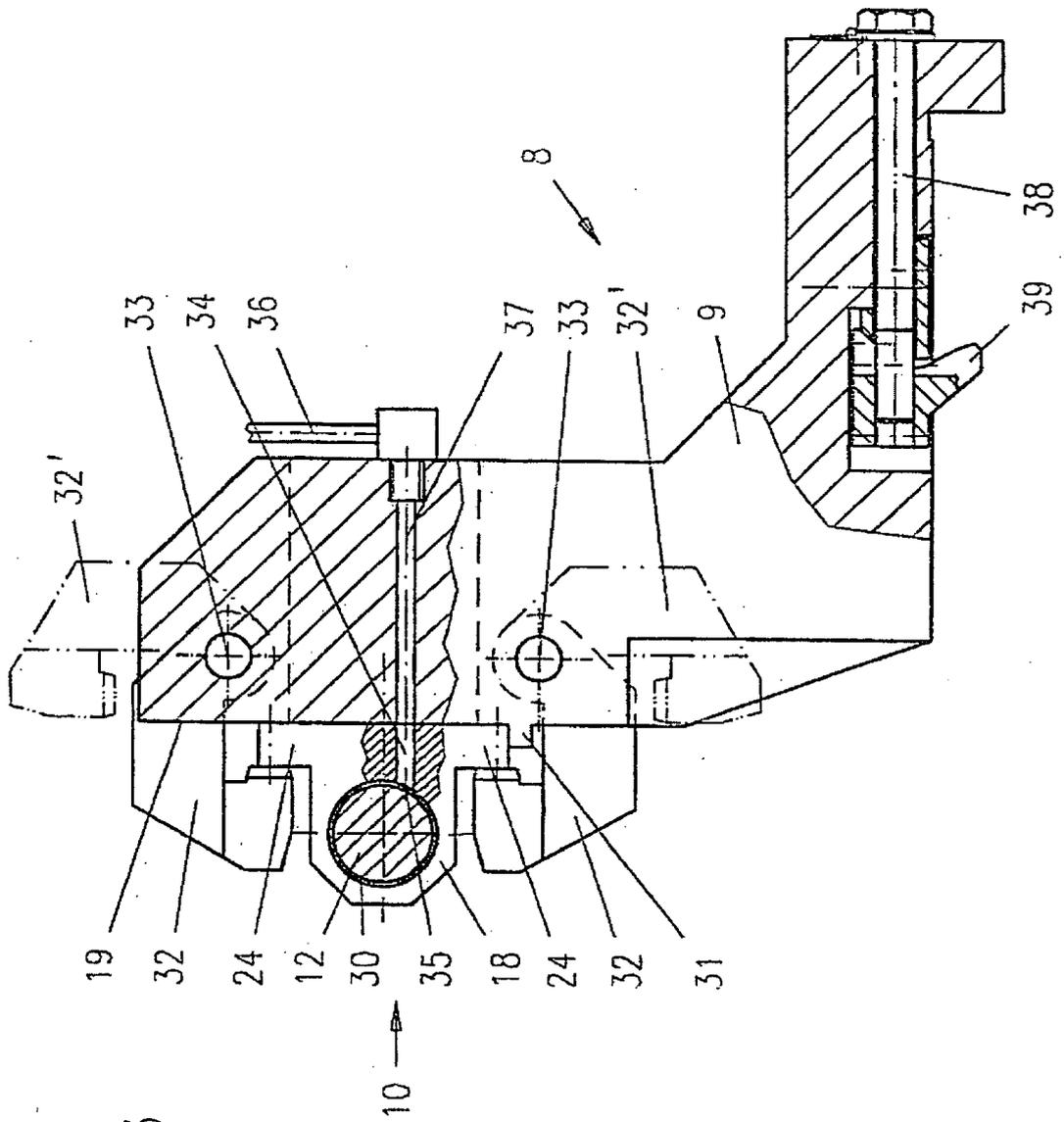
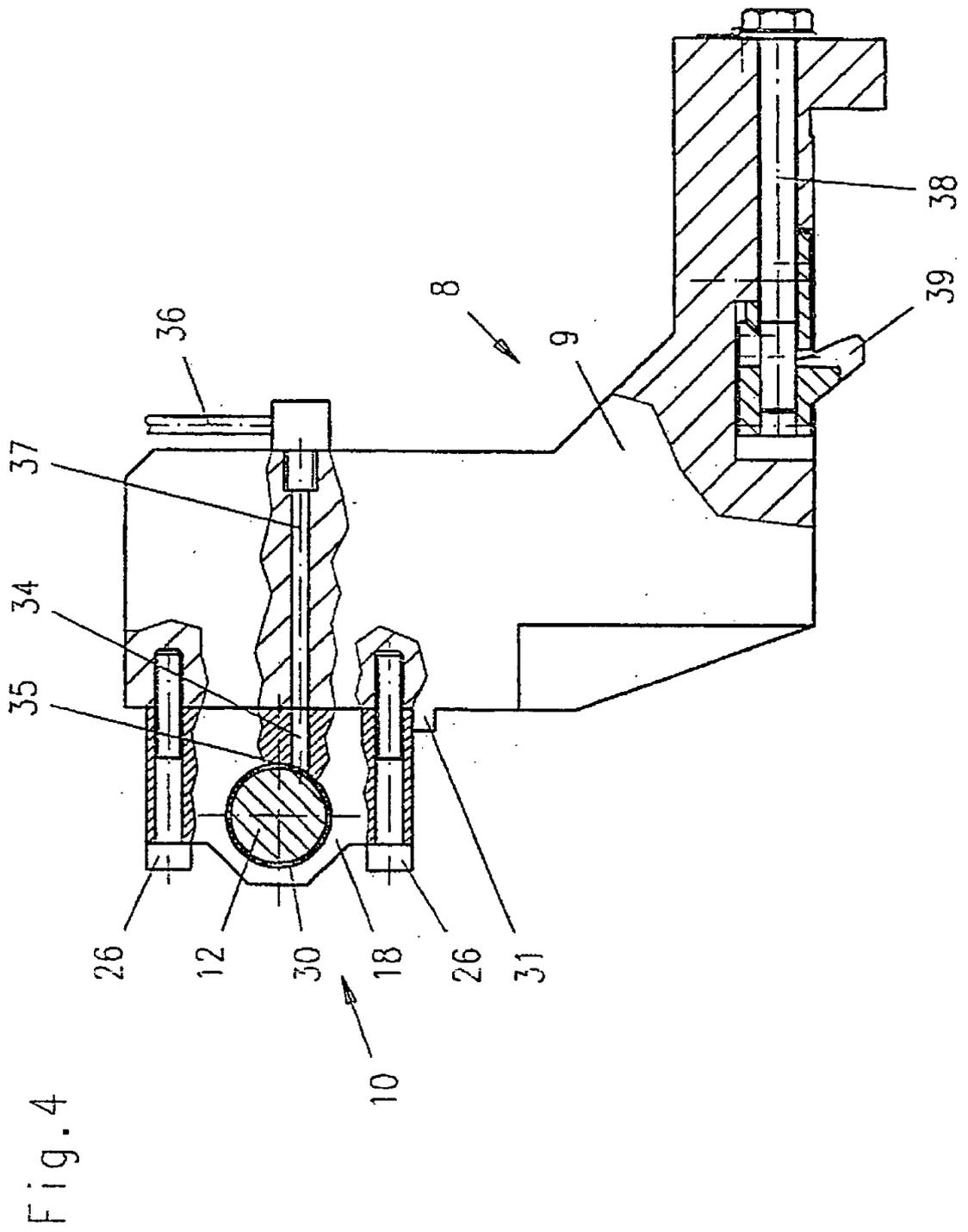
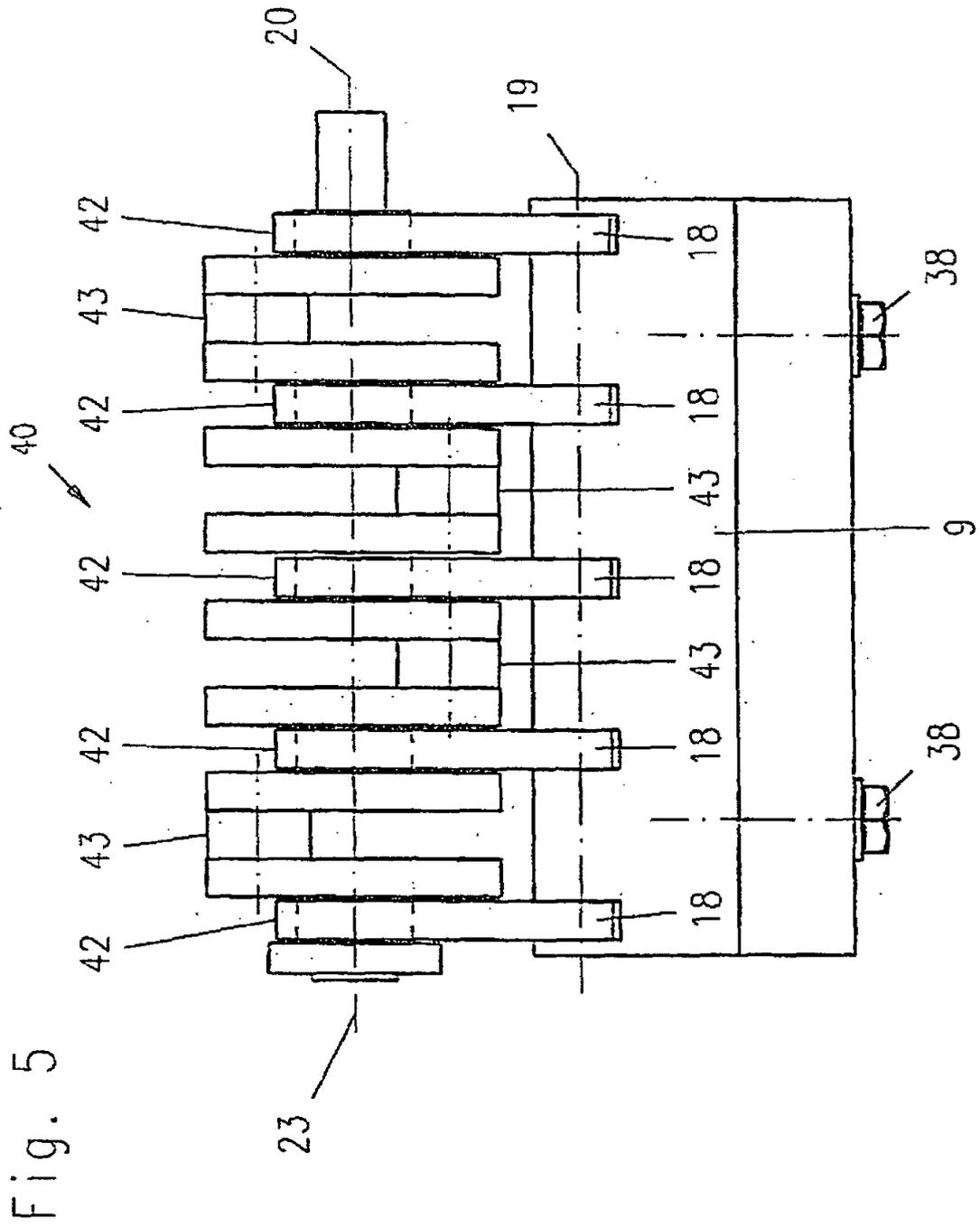


Fig. 3





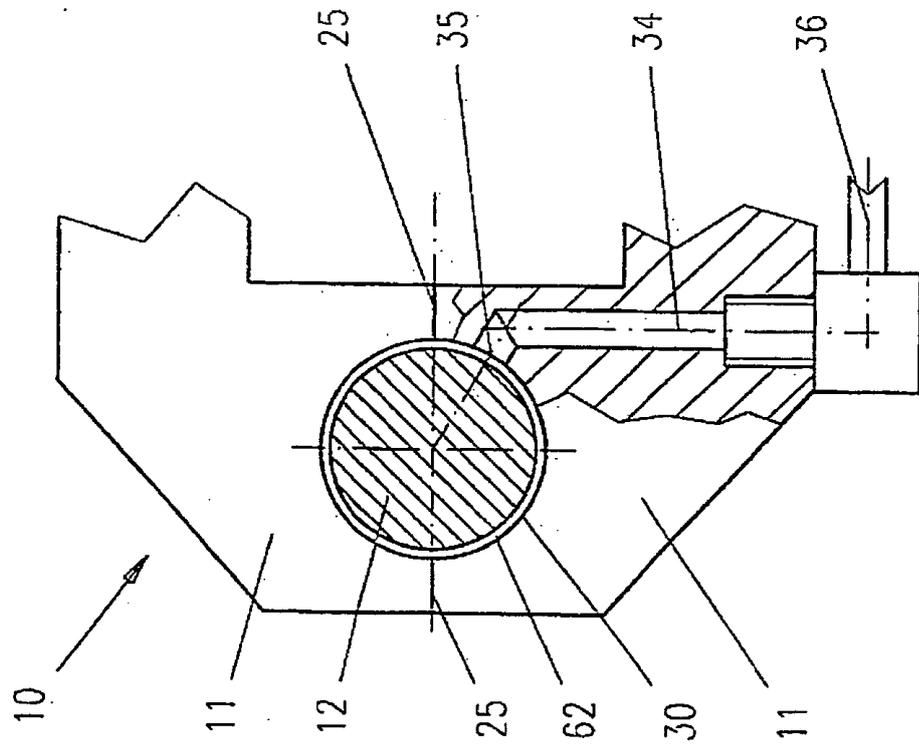


Fig. 6