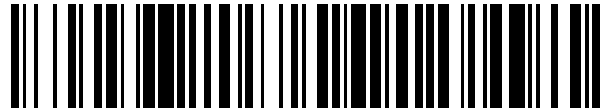


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 471**

51 Int. Cl.:

B23B 5/18 (2006.01)

B24B 5/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12724300 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2709785**

54 Título: **Procedimiento para la mecanización de un árbol de cigüeñal**

30 Prioridad:

17.05.2011 DE 102011076007

31.05.2011 DE 102011076809

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

29.04.2016

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH
(100.0%)**

**Junkerstrasse 2
77787 Nordrach, DE**

72 Inventor/es:

JUNKER, ERWIN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 568 471 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 la mecanización de un árbol de cigüeñal

La invención se refiere a un procedimiento para la mecanización completa al menos de pivotes no mecanizados y de salientes planos de piezas brutas forjadas o fundidas de un árbol de cigüeñal.

5 Puesto que los árboles de cigüeñal representan un componente central en particular en motores de combustión interna de pistón de movimiento de vaivén y este tipo de motores de combustión interna ha encontrado aplicación con éxito desde hace decenios, también la técnica de fabricación se ocupa de la misma manera desde hace mucho tiempo de una mejora no sólo de la exactitud en la fabricación, sino también de la economía de la fabricación.

10 Una dificultad en la mecanización completa de árboles de cigüeñal consiste en que las piezas brutas de árboles de cigüeñal suministradas con frecuencia como piezas forjadas o piezas fundidas deben ser sometidas a una mecanización no sólo de los pivotes de cojinetes principales y de cojinetes de pivotes de carrera, sino también de los lados planos de las paredes, de los lados planos de los lados frontales así como de una pestaña de conexión y de taladros de centrado y/o taladros de suministro de aceite.

15 Las piezas brutas forjadas o fundidas presentan una sobremedida relativamente grande, en particular en los lugares decisivos como por ejemplo cojinetes principales, cojinetes de carrera, salientes planos, cojinetes de ajuste, que debe erosionarse a través de un procesamiento mecánico. Para que se pueda someter una pieza bruta principalmente a un procesamiento mecánico siguiente, debe mecanizarse esta pieza bruta en sus extremos en el lado plano, y deben practicarse allí unos taladros de centrado. Esto se requiere para que el árbol de cigüeñal a mecanizar, en interés de una exactitud de fabricación alta a conseguir, se pueda empotrar con exactitud y de
20 manera repetible sobre las máquinas de mecanización respectivas.

Las piezas brutas en el sentido de esta invención son piezas brutas forjadas o fundidas, que solamente están mecanizadas en sus extremos en el lado plano y presentan taladros de centrado.

25 En las piezas brutas de un árbol de cigüeñal deben procesarse mecánicamente cojinetes principales, cojinetes de carrera, punciones y pasadas traseras, cojinetes de ajuste, diámetros de pestañas y diámetros de pivotes, dado el caso perfiles concéntricos así como superficies de los lados de las paredes y diámetros exteriores de las paredes incluyendo chaflanes. A ello hay que añadir todavía que los árboles de cigüeñal deben estar provistos con taladros de aceite, de manera que son necesarias numerosas etapas de fabricación, para fabricar un componente acabado, mecanizado completo a partir de una pieza bruta de árbol de cigüeñal forzada o fundida.

30 El avance del desarrollo técnico con respecto a la técnica de fabricación de árboles de cigüeñal se orienta en este caso a agrupar en la mayor medida posible las diferentes operaciones tecnológicas de fabricación como fresado, torneado, rectificado y taladrado y, en concreto, a ser posible en centros de fabricación individuales. En este desarrollo se ha incorporado también la tendencia a elevar, sobre todo debido a la exactitud de fabricación alta alcanzable con ello, la porción de las operaciones de rectificado en el número de las operaciones para la fabricación completa del árbol de cigüeñal. Sin embargo, en líneas de fabricación para la mecanización completa de árboles de
35 cigüeñal se agrupan máquinas de torno y máquinas de rectificado, para realizar especialmente aquellas operaciones, que se pueden fabricar de manera más favorable por medio de torneado, sobre una máquina de torno, pero aquellas operaciones, que se pueden producir de una manera más exacta y mejor en máquinas de rectificado, precisamente sobre estas máquinas de rectificado.

40 Debido a las sobremedidas relativamente grandes, que pueden ser hasta 5 mm y más, la mecanización de un árbol de cigüeñal es diferente de acuerdo con la realización, tamaño, dureza, tipo y tamaño de lote. En cualquier caso, la mecanización comienza con una mecanización bruta, en la que, por ejemplo, el árbol de cigüeñal es fresado en los extremos a la longitud correcta y se practican en estos extremos también taladros de centrado. A continuación se realiza una mecanización de las superficies de los cojinetes principales y también de los cojinetes de carrera. Como técnicas de mecanización se aplican para esta mecanización bruta el torneado y fresado, en particular fresado por turbulencia, así como brochado por torneado en gran medida. Para las superficies de cojinetes principales se puede
45 realizar, por ejemplo, también un rectificado bruto. Los cojinetes de carrera son fresados de manera predominante. De la misma manera se emplean el brochado por fresado y también el rectificado.

A una mecanización completa de un árbol de cigüeñal pertenecen otras numerosas etapas del procedimiento como el taladrado de canales de aceite, que se puede realizar, por ejemplo, en una técnica de perforación profunda, el endurecimiento por inducción para la mejora de la resistencia al desgaste, en el que se endurecen las superficies de rodadura de los cojinetes y se eleva la resistencia de larga duración a través de la generación de tensiones de
50 compresión residuales, en particular en los radios. Este proceso se realiza a través de calentamiento, enfriamiento y bonificación. Otros procedimientos tecnológicos son la laminación de los radios o bien el endurecimiento por inducción de los radios para la elevación de la resistencia de larga duración. De la misma manera se puede emplear la nitruración de un árbol de cigüeñal mecanizado acabado para la mejora del comportamiento de desgaste y del
55 comportamiento de fatiga. Los cojinetes principales y los cojinetes de carrera son rectificadas con frecuencia

también lo mismo que los extremos de los árboles de cigüeñal, es decir, sus pivotes y extremos de pestañas. El rectificado tiene especialmente ventajas con respecto al redondez, calidad de la superficie, linealidad, dado el caso conocida, estabilidad de las medidas, etc.

5 Por mecanización completa debe entenderse en el marco de la presente invención una mecanización completa de pivotes centrales no mecanizados, como también de pivotes de cojinetes de carrera no mecanizados así como sus salientes planos de la misma manera no mecanizados que rodean los pivotes de piezas brutas forjadas o fundidas de un árbol de cigüeñal. La invención incluye, en efecto, todos los procesos para la mecanización completa de un árbol de cigüeñal en el sentido más amplio, sin embargo el núcleo de la invención se extiende a la mecanización mencionada anteriormente de pivotes y salientes planos en piezas brutas forjadas o fundidas de un árbol de
10 cigüeñal.

En principio, se conoce en el estado de la técnica mecanizar por torneado los lados planos (ver, por ejemplo, el documento US 2009/0249826 A1). Estas mecanizaciones son realizadas en instalaciones conocidas también por medio de fresado por turbulencia o brochado por torneado. En este caso, se disponen metal duro o plaquitas de diamante policristalino sobre un disco. Con tales máquinas se pueden mecanizar en cada caso uno o dos lugares de
15 cojinetes utilizando máquinas con uno o con dos cabezales de husillos de máquinas de forma sucesiva o en parte paralela en el tiempo. Tales máquinas no sólo son intensivas de costes en la adquisición, sino que a través de la mecanización de cojinetes individuales resultan también tiempos de mecanización más largos, de manera que para líneas de fabricación de árboles de cigüeñal conocidas es necesario un número considerable de estas máquinas, lo que configura la fabricación de árboles de cigüeñal, en general, muy intensivos de costes. Un ejemplo de un procedimiento conocido se publica en el documento DE 10 2010 025 13 A1.
20

El fresado por turbulencia o brochado por torneado han encontrado una gran difusión en la fabricación de árboles de cigüeñal. Los inconvenientes de estos procedimientos, es decir, del fresado por turbulencia o del brochado por torneado, consisten con frecuencia en que estos procedimientos se realizan, en principio, en seco, es decir, que no se emplea un líquido de refrigeración. Las herramientas para el brochado por torneado y el fresado por turbulencia son, además, muy complicados, porque se trata en este caso de componentes en forma de disco, que presentan en
25 los lados frontales en la zona circunferencial unas plaquitas que realizan la función de mecanización por arranque de virutas propiamente dicho. Estas plaquitas deben ajustarse ahora individualmente de manera muy exacta, para que durante la mecanización por arranque de virutas se realice una erosión de material lo más uniforme posible y, por otra parte, las plaquitas son cargadas también de manera uniforme. Puesto que estas plaquitas están dispuestas en la periferia a distancias definidas, resulta también un contorno superficial relativamente poco limpio, que se puede designar también como del tipo de escamas. El resultado de la mecanización bruta tiene en estas circunstancias una influencia negativa sobre los procesos de mecanización fina que siguen a continuación, porque las herramientas utilizadas para ello deben igualar en primer lugar la superficie rugosa e irregular. Esto presupone de nuevo que debe mantenerse una sobremedida relativamente grande para la mecanización final como resultado de la mecanización
30 bruta. Las herramientas utilizadas para el fresado por turbulencia o el brochado por torneado requieren, además, mucho tiempo para sustituir completamente las plaquitas desgastadas. A tal fin se requieren con frecuencia varias horas. Esto conduce a un encarecimiento del proceso de fabricación, Sin embargo, puesto que los árboles de cigüeñal se fabrican con frecuencia en fabricación en serie, deben buscarse soluciones económicas.
35

Durante la mecanización bruta se erosiona, como se conoce, relativamente mucho material, lo que conduce especialmente en procedimientos con una mecanización en seco a una entrada de calor alta en el árbol de cigüeñal a mecanizar. Esta entrada de calor alta conduce, además de las fuerzas de mecanización altas, como consecuencia de la intervención de las herramientas en el componente a mecanizar, a una deformación del componente con influencia desfavorable sobre la exactitud a alcanzar posteriormente. La entrada de calor en el árbol de cigüeñal como consecuencia de la mecanización bruta conduce, por otra parte, a la liberación de tensiones en el
40 componente, que conducen de la misma manera a retracciones del componente. Además, las mecanizaciones brutas conducen a cargas claramente más elevadas de las herramientas en esta etapa tecnológica en comparación con la mecanización fina o bien mecanización final.
45

Por lo tanto, se ha intentado sustituir el fresado por turbulencia y el brochado por torneado a través de operaciones de rectificado. Sin embargo, durante la mecanización de tales piezas brutas hay que tener en cuenta que debido a la erosión grande de material necesaria las operaciones de rectificado previo están unidas, en general, con desgastes relativamente altos de las muelas abrasivas (en particular, en los lados planos).
50

El rectificado propiamente dicho se realiza, en general, como proceso de mecanización húmeda, porque se trabaja con lubricante de refrigeración. De esta manera, a través del rectificado se introduce menos calor en el componente y también las fuerzas de mecanización son menores, de manera que se pueden reducir las deformaciones como consecuencia del procesamiento en el árbol de cigüeñal durante el rectificado. Esto tiene una influencia directa sobre la exactitud del árbol de cigüeñal, de manera que se puede conseguir también una redondez mejorada de un árbol de cigüeñal acabado.
55

Esto es especialmente crítico durante la mecanización de los salientes planos de las zonas de los pivotes centrales,

porque estos salientes planos presentan una altura claramente mayor que los salientes planos en los pivotes de cojinetes de carrera del árbol de cigüeñal. Para el procedimiento de fresado por turbulencia o bien el procedimiento de brochado por torneado esto significa que las numerosas plaquitas de corte dispuestas en la periferia exterior de las herramientas experimentan durante la mecanización de los salientes planos una carga unilateral fuerte, mientras que las partes grandes de estas plaquitas de corte durante la mecanización de los salientes planos no están todavía engranadas con la pieza de trabajo a rectificar, el árbol de cigüeñal. De esta manera, las herramientas de mecanización se desgastan de forma relativamente rápida y deben equiparse a intervalos comparativamente cortos con plaquitas de corte nuevas. Esto conduce a un encarecimiento del proceso de fabricación, porque el nuevo equipamiento es un proceso costoso de tiempo. Solamente después de que los salientes planos han sido completamente mecanizados, las zonas restantes de las herramientas de fresado por turbulencia o bien de las herramientas de brochado por torneado intervienen en la mecanización, mecanizando las zonas directas de los pivotes. Como ya se ha descrito anteriormente, el resultado de la mecanización de brochado por torneado o bien del fresado por turbulencia es una superficie relativamente “escamosa”. Tal superficie irregular y relativamente rugosa tiene inconvenientes considerables para los procesos siguientes de mecanización de acabado. Si se realizan los procesos de mecanización de acabado, como es habitual, a través de rectificado, entonces las herramientas empleadas allí deben intervenir en una superficie relativamente irregular y rugosa, lo que implica un desgaste considerable de las muelas abrasivas empleadas a tal fin. Debido a la superficie sólo relativamente rugosa, que se puede alcanzar a través de esta mecanización previa a través de fresado por turbulencia o bien brochado por torneado, debe mantenerse también una sobremedida relativamente grande frente a la medida final a alcanzar después de la mecanización bruta, para que se puedan compensar todavía todos los defectos en el transcurso de la mecanización final. Las piezas brutas de árboles de cigüeñal mecanizadas de esta manera son designadas también como árboles de cigüeñal pre-mecanizados. Para estos árboles de cigüeñal pre-mecanizados se realiza entonces una mecanización fina habitual de tal forma que se realiza en primer lugar un rectificado previo, después de lo cual se conecta un rectificado acabado o bien un rectificado final. Estos dos procedimientos se realizan, en general, por medio de dos muelas abrasivas diferentes, porque, por una parte, hay que rectificar todavía una sobremedida relativamente grande, lo que representaría una carga demasiado grande para una máquina de rectificado fino y porque, por otra parte, la superficie es relativamente rugosa, lo que conduciría de la misma manera a un desgaste relativamente rápido de una muela abrasiva fina, con el resultado negativo de que no se podrían alcanzar o solamente con dificultad los altos requerimientos de calidad.

En concreto, se ha intentado reducir al mínimo estos inconvenientes combinando procedimientos mixtos para la mecanización de piezas brutas de árboles de cigüeñal, es decir, procedimientos que están constituidos por brochado por torneado y fresado por turbulencia así como rectificado, entre sí, de tal manera que en el caso de un cojinete principal los lados planos han sido mecanizados por medio de fresado por turbulencia o bien brochado por torneado, después de lo cual se conecta un rectificado del pivote del cojinete principal, para que se pudiera ajustar allí una luneta para los otros procesos de mecanización. Sin embargo, estos procedimientos combinados mantienen en último término los inconvenientes, que aparecen directamente en conexión con el fresado por turbulencia y brochado de torneado en el componente. Éstos son las cargas principales también como consecuencia de la mecanización en seco, la alta rugosidad de la superficie y las deformaciones del árbol de cigüeñal como consecuencia de esta mecanización.

Para eliminar los inconvenientes mencionados anteriormente de los procedimientos de mecanización habituales hasta ahora para árboles de cigüeñal durante la mecanización bruta como brochado por torneado y fresado por turbulencia, se ha tratado de rectificar completamente los árboles de cigüeñal, es decir, realizar la mecanización bruta a través de un rectificado bruto.

En los procedimientos de fabricación conocidos para árboles de cigüeñal, en los que las piezas brutas de árboles de cigüeñal ya han sido pre-procesadas en bruto, es decir, en los que tanto las superficies planas como también las zonas de los pivotes también han sido rectificadas en bruto, estaba en primer plano, sin embargo, la mecanización acabada de los pivotes de cojinetes de carrera como también de los pivotes de cojinetes principales así como de los salientes planos en una máquina de rectificado acabado, que realiza los procesos del rectificado previo y del rectificado acabado. Ya la secuencia del procesamiento de los pivotes de cojinetes de carrera y de los pivotes de cojinetes principales tiene una influencia sobre la exactitud alcanzable posteriormente. De esta manera, no sólo se ha prestado la máxima atención hasta ahora a esta sección del procedimiento, incluso han sido desarrolladas muelas abrasivas especiales también para la realización de estos procesos complejos de rectificado, incluyendo aquellas muelas abrasivas, en las que era posible un reajuste de la anchura de las muelas abrasivas. Esto muestra que para asegurar sobre todo la calidad de los árboles de cigüeñal han sido perfeccionadas especialmente las operaciones de rectificado.

A pesar de este modo de fabricación perfeccionado en la zona del rectificado, se ha constatado que especialmente el desgaste de las muelas abrasivas como consecuencia del rectificado de salientes planos y de pivotes de cojinetes es altamente poco satisfactorio. Esto se refiere especialmente a los salientes planos grandes en las zonas de los pivotes centrales y en particular en este caso para el proceso del rectificado bruto. Este rectificado bruto ha sido realizado a través de una rectificación de punción, de manera que ambos salientes planos que incluyen entre sí el pivote respectivo, han sido rectificadas al mismo tiempo. Cuando la muela abrasiva incide ahora con la finalidad de

la rectificación de los salientes planos en esta zona, se cargan al máximo, sin embargo, en principio sólo las zonas inmediatas de los cantos de la muela abrasiva, mientras que los granos de rectificar dispuestos en medio sobre la anchura de la muela abrasiva no tienen que realizar ningún trabajo abrasivo, Esto conduce a un desgaste alto de las muelas abrasivas brutas, de manera que el tiempo de actividad de estas muelas abrasivas es inadmisiblemente reducido. Por lo tanto, en este tipo de rectificado bruto sólo se rectifica lo que es absolutamente necesario desde la sobremedida en los puntos de cojinetes centrales, lo que tiene como consecuencia que permanece todavía una sobremedida considerable para la mecanización de acabado. Los materiales mejorados de las muelas abrasivas solamente han creado una ayuda insuficiente a este problema.

Los inconvenientes considerables con respecto a la exactitud, la potencia necesaria y el tiempo del ciclo así como los costes de los procedimientos del brochado por torneado y fresado por turbulencia, rectificado bruto así como sus combinación no cumplen, por lo tanto, los requerimientos que existen en particular para la fabricación en serie.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de preparar o bien optimizar un procedimiento para la mecanización completa de piezas brutas de árboles de cigüeñal pre-procesados en el lado plano en todo caso en los extremos así como una línea de fabricación necesaria para la realización del procedimiento con las operaciones de fabricación correspondientes para una fabricación en serie, de tal manera que se reducen el desgaste de la herramienta así como los costes de la herramienta y, por lo tanto, los costes de las piezas de los árboles de cigüeñal y se puede realizar todo el proceso de fabricación de manera más económica y, en concreto, con alta exactitud de fabricación de los árboles de cigüeñal.

Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

De manera sorprendente, de acuerdo con la invención, se ha mostrado que – en contra de la vía de los desarrollos técnicos hasta ahora – a través de una separación o una distribución de las diferentes etapas de todo el proceso de fabricación y, en concreto, a diferencia del modo de proceder habitual hasta ahora, se pueden crear ayudas para los problemas mencionados, de manera que sobre todo la parte de la mecanización bruta del rectificado bruto, del brochado por torneado o del fresado por turbulencia, que incluye el rectificado de los salientes planos grandes en los pivotes centrales, se somete en su lugar a un proceso de torneado normal. Puesto que las muelas abrasivas brutas y las herramientas para el brochado por torneado o bien el fresado por turbulencia no tienen que emplearse ya para la mecanización de los salientes planos en las zonas de los pivotes centrales, se eleva considerablemente su tiempo de actividad. Pero las herramientas experimentan también una carga más uniforme, puesto que durante la mecanización bruta solamente de los pivotes, las plaquitas de corte o bien los granos de las muelas abrasivas inciden directa y totalmente. El rectificado bruto, en particular de los pivotes centrales, ofrece una ventaja especial, después de que sus salientes planos han sido torneados. Durante el rectificado bruto, se puede incrementar claramente la velocidad de corte frente al fresado por torneado o bien el brochado por torneado, estando presente durante el brochado por torneado una herramienta fija estacionaria. A pesar de la velocidad de corte elevada, la entrada de calor durante el rectificado es considerablemente menor, con lo que el árbol de cigüeñal experimenta una deformación menor y de esta manera se puede conseguir además de una superficie más lisa y más uniforme, también un impacto circular más reducido. Durante el rectificado bruto de acuerdo con la invención solamente de las zonas del pivote central en la pieza bruta se puede rectificar de esta manera también debido al rectificado bajo la aportación de aceite refrigerante y aceite lubricante una parte mayor de la sobremedida, que está presente en la pieza bruta no mecanizada. Esto significa que con el procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar la mecanización bruta hasta el interior de la parte de la sobremedida que debería estar prevista hasta ahora para el rectificado acabado conocido. De esta manera, el rectificado bruto no sólo descarga las herramientas durante el rectificado acabado, sino que durante el rectificado acabado debe erosionarse también considerablemente menos material, para rectificar a la medida final. Por lo tanto, durante el rectificado final, éste se puede realizar en una pasada, de manera que a menudo no es necesaria la distribución habitual hasta ahora en rectificado previo con una muela abrasiva previa y rectificado de acabado con una muelle abrasiva de acabado. En su lugar, se puede rectificar de una pasada con una única muela abrasiva de mecanización fina, sin que éste se cargue en exceso. Puesto que durante el rectificado fino debe erosionarse menos sobremedida, se reducen también las cargas sobre el árbol de cigüeñal durante el rectificado de acabado, lo que tiene una influencia directa positiva sobre la calidad alcanzable del árbol de cigüeñal.

La combinación de acuerdo con la invención de torneado de los salientes planos y rectificado bruto de las zonas de los pivotes se realiza por medio de una distribución inteligente de estos procesos de fabricación en el sentido de una optimización de la conformación del árbol del cigüeñal durante la mecanización y en el sentido de una optimización de la sobremedida. Con respecto al desarrollo tecnológico se tornea ahora de acuerdo con la invención (los salientes planos de los pivotes centrales), lo que se puede realizar a través de torneado de una manera óptima claramente más efectiva con respecto a la conformación de la pieza de trabajo, la entrada de calor, la exactitud del procesamiento, en cambio se descarga el resto del procesamiento de cargas altas. Por lo tanto, se emplea voluntariamente de nuevo el torneado con respecto al desarrollo tecnológico y se despega, por decirlo así, de una mecanización de rectificado completo para poder realizar todo el proceso de fabricación, en general, de una manera más económica y con calidad más elevada de la pieza de trabajo. El rectificado se realizará, en general, por medio de una mecanización por rectificado bruto de manera más exacta que una mecanización por medio de rectificado de

salientes planos y de zonas de pivotes en una pasada en el curso de un proceso de rectificado por punción.

En cambio, en los cojinetes de carrera permanece durante el rectificado bruto tanto de los salientes planos existentes allí como también de los pivotes de cojinetes de carrera. Por una parte, una máquina para el torneado de una sección que se mueve excéntricamente durante la rotación del árbol de cigüeñal se configura difícil, por otra parte los salientes planos en los pivotes de carrera son claramente menores que en los pivotes centrales. A ello hay que añadir que en los cojinetes de carrera debido al error angular que aparece debe mantenerse desde el principio una sobremedida un poco mayor después de la mecanización bruta. Este error angular debe ser compensable todavía durante la mecanización de acabado. Por lo tanto, también es tolerable rectificar al mismo tiempo los salientes planos, puesto que la influencia negativa del desgaste de la muela abrasiva en los cojinetes de carrera aparece claramente menor. Esto se tiene en cuenta en el sentido de la optimización del proceso general.

De acuerdo con ello, rectificado bruto en el sentido de la presente invención es la mecanización optimizada con respecto a la sobremedida de los pivotes centrales y, por lo tanto, la descarga del proceso de rectificado de acabado a realizar a continuación. En el caso de las piezas brutas forjadas o fundidas, son habituales, en general, sobremedidas en parte mayores de 5 mm. En procedimientos conocidos, en los que se trabajan árboles de cigüeñal prefabricados, se llevaba a cabo el procesamiento previo de los pivotes hasta que había que erosionar todavía una sobremedida de por ejemplo 1,8 a 2 mm. En la presente invención, se realiza la mecanización bruta hasta una zona de por ejemplo 0,5 a 0,7 mm con respecto a la medida final. Como proceso de rectificado de acabado permanece un proceso de rectificado fino casi puro, sin que deba realizarse un rectificado previo. Durante el rectificado de acabado de acuerdo con la invención se realizan modificaciones, dado el caso, adaptables de las condiciones de rectificado solamente a velocidad de ajuste y velocidad de corte de la máquina de rectificado de acabado.

La ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención reside, por lo tanto, entre otras cosas, en la optimización de los procesos de fabricación con la finalidad de que se pueda realizar el tamaño claramente reducido de los salientes planos de los cojinetes de carrera, además, completamente a través de rectificado, en cambio los salientes planos claramente más elevados de los pivotes centrales son pre-torneados ahora en lugar de un rectificado previo, brochado por torneado o fresado por turbulencia. De esta manera, el efecto de acuerdo con la invención es máximo, sin que se pierda exactitud y tiempo de fabricación o bien gasto de fabricación. De esta manera, se consigue que los salientes planos altos dispuestos en el centro se puedan fabricar por medio de herramientas económicas con preferencia de forma paralela en el tiempo.

El procedimiento de acuerdo con la invención lleva a cabo una mecanización completa de piezas brutas forjadas o fundidas, en el que al menos los pivotes centrales no mecanizados y los pivotes de cojinetes de carrera así como sus salientes planos respectivos, que rodean a los pivotes, es decir, que se incluyen entre ellos son mecanizados de forma completa. Por mecanización completa se entiende, por lo tanto, especialmente para las secciones mencionadas del árbol de cigüeñal una mecanización desde el contorno bruto de la pieza bruta del árbol de cigüeñal hasta su medida final. De acuerdo con la invención, se tornean los salientes planos asociados a los pivotes centrales. El torneado se realiza en este caso por medio de herramientas de torno convencionales, que están fijas estacionarias y se llevan a engrane con la finalidad del torneado con el árbol de cigüeñal giratorio. A continuación se rectifican en bruto los pivotes centrales así como los pivotes de cojinetes de carrera y sus salientes planos. El rectificado de los pivotes centrales se realiza ahora de tal manera que en este caso la muela abrasiva no lleva a engranar ya con los salientes planos allí presentes. De esta manera se descarga en una medida considerable la muela abrasiva y se puede rectificar en bruto la sobremedida en la pieza bruta casi hasta la medida final. Después del rectificado en bruto de los pivotes permanece de esta manera una sobremedida, que es menos que una sobremedida necesaria para un rectificado de acabado habitual conocido de pivotes y salientes planos. Por lo tanto, con respecto a la sobremedida que es erosionada con el rectificado bruto de acuerdo con la invención y el rectificado de acabado de acuerdo con la invención, estos dos procesos no son comparables con los procesos empleados en el estado de la técnica. El rectificado de acabado de acuerdo con la invención se descarga con respecto al rectificado de acabado habitual en la sobremedida ya erosionada a través del rectificado bruto de acuerdo con la invención frente a la sobremedida conocida.

La mecanización completa se termina ahora porque después del rectificado bruto, los pivotes centrales y los pivotes de cojinetes de carrera y con preferencia también los salientes planos de los cojinetes de carrera son rectificadas acabadas desde la sobremedida más pequeña alcanzada o bien dejada a través del rectificado bruto hasta la medida final. Sobre la base de la mecanización completa optimizada con respecto a la sobremedida de acuerdo con la invención al menos del pivote y de los salientes planos de piezas brutas forjadas o fundidas de un árbol de cigüeñal se consigue, además de una reducción clara del tiempo del ciclo durante la fabricación de un árbol de cigüeñal, también una exactitud más elevada de la misma. Es especialmente preferido que los salientes planos de los cojinetes de carrera sean rectificadas durante el rectificado bruto ya a la medida final.

Puesto que los salientes planos, en particular de los pivotes centrales y especialmente de todos los pivotes, son torneados al mismo tiempo, se puede reducir adicionalmente el tiempo de fabricación. A través del torneado simultáneo de todos los salientes planos, en particular de los pivotes centrales, se puede reducir adicionalmente la carga ejercida durante la mecanización del árbol de cigüeñal sobre el árbol de cigüeñal, lo que repercute

positivamente sobre su calidad.

5 Con preferencia, los salientes planos de los pivotes centrales son torneados por grupos. Un primer grupo es torneado en este caso a través de la aproximación de las herramientas de torno desde un primer lado del árbol de cigüeñal y un segundo grupo desde un segundo lado, opuesto al primer lado, del árbol de cigüeñal. El torneado simultáneo por grupos de los salientes planos desde dos lados opuestos del árbol de cigüeñal tiene la ventaja de que las fuerzas de mecanización introducidas durante el torneado en la pieza de trabajo se pueden compensar al menos en cierta medida.

10 Con preferencia, los dos grupos pueden comprender en cada caso todos los salientes planos de los pivotes centrales. Esto significa que todos los salientes planos pueden ser torneados con herramientas de torno desde ambos lados del árbol de cigüeñal, de manera que es posible una compensación casi perfecta de las fuerzas de torneado introducidas en la pieza de trabajo.

Para ahorrar todavía más tiempo del ciclo, se rectifican con preferencia todos los pivotes centrales al mismo tiempo. A tal fin, se lleva a engrana al mismo tiempo un número de muelas abrasivas que corresponde con el número de los pivotes centrales que deben rectificarse al mismo tiempo.

15 Con preferencia, las herramientas para el torneado presentan placas de corte reversibles de metal duro o de diamante policristalino; el rectificado se realiza por medio de muelas abrasivas recubiertas galvánicamente o por medio de muelas abrasivas-CBN ligadas cerámicamente.

20 Con preferencia, en el procedimiento de acuerdo con la invención, las herramientas de torno son llevadas a engrane a lo largo de un lado del árbol de cigüeñal como primer conjunto y a través del torneado se tornean los salientes planos y los recesos en la transición entre los pivotes de cojinete y los salientes planos respectivos. Por "herramientas de torno preajustadas" debe entenderse que con las herramientas de torno se consigue en un único proceso de torneado, con un ajuste radial de las herramientas de torno – con relación al eje de giro del árbol de cigüeñal – la medida requerida y en concreto o bien la medida final después del proceso de torneado previo o la medida final después del proceso de torneado final.

25 Para la mejora adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, se inserta en el primer conjunto de herramientas de torno a lo largo de un lado opuesto a éste del árbol de cigüeñal un segundo conjunto de herramientas de torno, que se lleva a engrane en paralelo en el tiempo con el primer conjunto y se tornean los salientes planos y los rebajes. A través de la disposición opuesta de una serie de herramientas de torno no sólo se puede optimizar la carga mecánica de las herramientas de torno, sino que se pueden compensar también mutuamente las fuerzas introducidas a través de las herramientas de torno sobre el componente, de manera que el árbol de cigüeñal está expuesto durante la mecanización a una carga de flexión reducida al mínimo. De esta manera se puede elevar también la exactitud de la fabricación en el árbol de cigüeñal. El conjunto respectivo está dispuesto sobre un soporte.

30 Las placas de corte reversibles empleadas para el torneado de metal duro o de diamante policristalino tienen la ventaja de que no todas las herramientas de torno deben sustituirse, cuando éstas están desgastadas, sino que solamente deben sustituirse las placas de corte reversibles que llevan a cabo el proceso de torneado directo.

35 De acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, en el procedimiento de acuerdo con la invención, los lados frontales, es decir, los extremos planos en el lado de la pestaña y en el lado de los pivotes del árbol de cigüeñal, se fabrican en un centro de fresado antepuesto al centro de torneado a la medida final por medio de fresado. Aquí se practican también taladros de centrado para el alojamiento posterior en el centro de torneado y las máquinas de rectificado.

40 Con preferencia, después del rectificado bruto se realiza un endurecimiento y/o una laminación de radios y/o el taladrado de canales de aceite y/o una nitración. De manera más conveniente, estas etapas adicionales, que pertenecen evidentemente a la mecanización completa del árbol de cigüeñal, son realizadas antes de su mecanización de acabado.

45 Con preferencia, al final del torneado de los salientes planos de los pivotes centrales, es decir, inmediatamente después del torneado de estos salientes planos, se tornea un rebaje con las mismas herramientas de torno por decirlo así en una pasada, que genera la transición entre los salientes planos y la superficie de los pivotes centrales, que se extiende esencialmente perpendicular a los salientes planos. Estos rebajes delimitan la zona de los pivotes centrales, que representa la superficie inmediata del cojinete.

50 Por ejemplo, se puede preparar una línea de fabricación, por medio de la cual se realiza una mecanización completa al menos de pivotes centrales y pivotes de cojinetes de carrera no mecanizados y sus salientes planos que rodean los pivotes, es decir, que los incluyen entre sí, de piezas brutas forjadas o fundidas de un árbol de cigüeñal. Por mecanización completa debe entenderse en este contexto al menos la mecanización completa de los pivotes centrales y pivotes de cojinetes de carrera no mecanizados y sus salientes planos respectivos, partiendo de una

pieza bruta forjada o fundida de un árbol de cigüeñal. Por ejemplo, la línea de fabricación presenta un centro de torneado, en el que está empotrado el árbol de cigüeñal a mecanizar. El centro de torneado de la línea de fabricación presenta un soporte de forma lineal, que se extiende coaxialmente al eje longitudinal del árbol de cigüeñal, en el que o bien sobre el que está colocado tal número de herramientas de torno, de tal manera que al menos una pluralidad de salientes planos de lugares de cojinetes principales o bien de zonas de pivotes centrales pueden ser torneados, al menos pre-torneados al mismo tiempo. Los salientes planos de los lugares de cojinetes principales deben mecanizarse, por lo tanto, a ser posible al mismo tiempo y deben acabarse a ser posible al mismo tiempo. Las herramientas de torno están diseñadas en este caso de forma que se puede realizar al menos un proceso de pre-torneado. Por un proceso de pre-torneado debe entenderse en este caso que desde la pieza bruta se retira una erosión de material lo más grande posible, que deja solamente una sobremedida muy reducida presenta con relación a la medida acabada, que requiere en el transcurso de la mecanización de acabado posterior un volumen claramente reducido de mecanización por arranque de virutas y fuerzas de mecanización reducidas, cuya introducción en el árbol de cigüeñal tiene como consecuencia, por lo tanto, fuerzas o bien momentos de flexión reducidos durante la mecanización de acabado.

A la línea de fabricación pertenece al menos también una máquina rectificadora en bruto dispuesta a continuación del centro de torneado, cuya muela abrasiva bruta presenta una anchura, que es menor que la distancia entre los salientes planos, entre los que se extiende el pivote central a rectificar. Esta anchura más reducida de la muela abrasiva bruta significa que solamente se rectifica todavía la zona inmediata del cojinete, con lo que resulta durante el rectificado un contacto lineal, que se puede refrigerar y lubricar bien, de manera que, por una parte, las fuerzas de rectificado son moderadas y, por otra parte, también se puede conseguir un resultado de rectificado bueno con relación a la superficie a rectificar. A través de estas condiciones mejoradas de rectificado, en las que la muela abrasiva bruta no entra en contacto ya con los salientes planos ya torneados acabados del puesto del pivote central respectivo, se puede erosionar con la máquina rectificadora bruta, salvo una sobremedida reducida, la sobremedida bruta del árbol de cigüeñal no mecanizado. La sobremedida reducida es una sobremedida que solamente se lleva a la medida final en una mecanización de acabado de una mecanización fina. De esta manera, la máquina rectificadora bruta descarga en una medida considerable el proceso de rectificado de acabado conectado a continuación.

La ventaja de una línea de fabricación de este tipo consiste en que no aparece ya el desgaste de la muela abrasiva en otro caso alto presente durante el rectificado de desbaste o bien el rectificado previo de los salientes planos, porque esta parte de la mecanización previa se realiza aparte en el centro de torneado a través de las herramientas de torno. Puesto que los salientes planos de los pivotes centrales o bien de los lugares de cojinetes principales son considerablemente mayores que los de los lugares de cojinetes de carrera, se reduce mucho más fuertemente la influencia agravante sobre el desgaste de las muelas abrasivas a través de esta línea de fabricación que durante el rectificado de los salientes planos de los lugares de cojinetes de carrera. Esto se puede tener en cuenta en interés de una economía general de la mecanización completa de árboles de cigüeñal. Por ejemplo, en el caso de árboles de cigüeñal de automóviles, los lados planos en los lugares de cojinetes principales presentan una altura radial de aproximadamente 12 mm, en cambio los lados planos en los lugares de cojinetes de carrera solamente presentan una altura de aproximadamente 5 mm. Estos números son evidentemente ejemplares y varían de un árbol de cigüeñal a otro árbol de cigüeñal, pero solamente deben ilustrar la relación entre la altura de los salientes planos de los lugares de cojinetes principales y la de los lugares de cojinetes de carrera.

Para realizar una eficiencia de fabricación alta, la línea de fabricación presenta con preferencia sobre el soporte en el centro de torneado tal número de herramientas de torneado que corresponde al número de salientes planos de los lugares de cojinetes principales. Las herramientas de torneado se pueden preajustar con preferencia de forma individual, de manera que en un único proceso de torneado se consiguen las medidas finales deseadas y, en concreto, o bien las medidas finales para el pre-torneado o las medidas finales para el torneado de acabado.

Con preferencia, en el centro de torneado están previstos un primero y un segundo soporte, que están dispuestos con su eje longitudinal paralelos entre sí y coaxiales al eje longitudinal del árbol de cigüeñal, de manera que el segundo soporte se encentra sobre un lado del árbol de cigüeñal que está opuesto al primer soporte. Ambos soportes presentan de la misma manera una pluralidad de herramientas de torno, que corresponde al número de salientes planos de los lugares de cojinetes principales. Estas herramientas de torno dispuestas sobre los soportes se pueden llevar a engrane al mismo tiempo con los salientes planos.

Con preferencia, las herramientas de torno presentan una forma, por medio de la cual no sólo se pueden torrear los salientes planos, sino que por medio de la cual se pueden torrear acabados también como rebaje el receso presente junto a la zona de cojinete propiamente dicha de los pivotes centrales en la transición entre los salientes planos y la zona del diámetro. Esto tiene la ventaja de que en una única etapa de trabajo del torno, por decirlo así en una sola pasada, no sólo se pueden fabricar los salientes planos, sino al mismo tiempo también este rebaje. De acuerdo con un desarrollo de la invención, las herramientas de torno presentan con preferencia unas placas de corte reversibles de metal duro. Y de manera todavía más preferida, las herramientas de torno presentan placas de corte reversibles, que están constituidas de diamante policristalino. La ventaja del diamante policristalino consiste en que se eleva el tiempo de actividad, por lo que se puede optimizar el proceso de fabricación en cuanto al coste, de manera que la

ganancia en tiempo de actividad, calculada sobre los costes totales del proceso de fabricación, es más alta que la pérdida a través de los costes más elevados de las placas de corte reversibles en comparación con placas de corte reversibles de metal duro.

5 En la línea de fabricación, a continuación de la máquina rectificadora bruta 4 está dispuesta con preferencia una máquina rectificadora de acabado 18. Sobre esta máquina rectificadora de acabado 18, que está configurada de tal manera que se puede rectificar hasta una sobremedida 23 relativamente reducida, dejada a través de la máquina rectificadora bruta 4, se pueden rectificar acabados los pivotes centrales 10 así como los pivotes de cojinetes de carrera 11 a la medida final, con preferencia en una pasada. Con preferencia, sobre esta máquina rectificadora de
10 acabado se pueden rectificar acabados también los salientes planos de cojinetes de carrera 12 precisamente de esta manera, si éstos no han sido rectificadas todavía a la medida final en la máquina rectificadora en bruto. Esto sería posible, por ejemplo, cuando no se plantean requerimientos especiales de calidad a los salientes planos de los cojinetes de carrera 12. Entonces se puede descargar la máquina rectificadora de acabado 18 en la etapa del rectificado de acabado de los salientes planos de los cojinetes de carrera 12.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención ofrece de esta manera un procedimiento de fabricación económico, de alta eficiencia y que cumple los requerimientos actuales de exactitud para la fabricación de grandes series de árboles de cigüeñal.

20 Para elevar adicionalmente la efectividad en la fabricación, la máquina rectificadora en bruto presenta con preferencia una pluralidad de muelas abrasivas en bruto, que corresponde al número de los pivotes centrales. Esto es posible en particular en los pivotes centrales, que representan los lugares de cojinetes principales, puesto que estos lugares de cojinetes principales centrales deben tener dimensiones lo más iguales posibles con respecto al eje longitudinal común al árbol de cigüeñal.

Otras ventajas y detalles del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención se explican en detalle ahora con la ayuda del dibujo adjunto. En este caso:

La figura 1 muestra una vista lateral de principio de un árbol de cigüeñal para un motor de cuatro cilindros.

25 La figura 2 muestra un árbol de cigüeñal según la figura 1 con representación de principio del primero y segundo soportes, respectivamente, con herramientas de torno.

La figura 2A muestra un árbol de cigüeñal según la figura 1 con representación de principio del primero y segundo soportes, en los que están dispuestas las herramientas de torno de tal manera que un primer conjunto tornea los salientes planos izquierdos, mientras que un segundo conjunto tornea los salientes planos derechos.

30 La figura 2B muestra un árbol de cigüeñal de acuerdo con la figura 1 con representación de principio del primero y segundo soportes, en el que cada soporte presenta un grupo de herramientas de torno para el torneado de un número predeterminado de salientes planos.

35 La figura 3 muestra una vista en sección a través de un cojinete principal de un árbol de cigüeñal con herramientas de torno colocadas opuestas y que se encuentran engranadas al mismo tiempo, para el torneado de un saliente plano.

La figura 4 muestra en una representación ampliada el detalle X de acuerdo con la figura 2 con herramientas de torno engranadas precisamente con los salientes de planos.

La figura 5 muestra el detalle X según la figura 2 con herramientas de torno introducidas hasta los rebajes.

La figura 6 muestra el detalle X según la figura 2 después de la terminación de la operación de torneado.

40 La figura 7 muestra el árbol de cigüeñal según la figura 1 con identificación de las zonas para el rectificado.

La figura 8 muestra el detalle X según la figura 2 con muela abrasiva dispuesta en la zona de los cojinetes principales en la máquina rectificadora de acabado.

La figura 9 muestra una disposición de principio de las máquinas de mecanización que pertenecen a la línea de fabricación de un ejemplo de realización; y

45 La figura 10 muestra una representación de la zona del rebaje con herramienta de torno asociada y placa de corte reversible montada en ella así como contorno bruto de un pivote.

50 En la figura 1 se representa en vista lateral de principio un árbol de cigüeñal de cuatro cilindros como pieza bruta fundida o forjada. Este árbol de cigüeñal 2 presenta cinco cojinetes principales 10 y cuatro cojinetes de carrera 11, entre los que están dispuestas, respectivamente, una paredes 21. De forma ejemplar, en este árbol de cigüeñal 2 están mecanizados tanto los cojinetes principales como también los cojinetes de carrera. Además, están presentes

5 todavía otras zonas, que deben mecanizarse en el marco de la mecanización completa de los árboles de cigüeñal, a saber, el fresado plano de los lados frontales 24 y la fabricación de taladros centrales extremos así como la mecanización del lado del pivote 19 incluyendo la mecanización final existente allí. El fresado plano de los lados frontales 24 así como la realización de los taladros de centrado representan en el marco de la mecanización completa del árbol de cigüeñal en la línea de fabricación de acuerdo con la invención una primera etapa de trabajo antepuesta, que se designa también como mecanización de los extremos.

10 En la figura 2 se muestra el árbol de cigüeñal de acuerdo con la figura 1 en representación de principio con herramientas de torno 8 dispuestas sobre soportes 6, 7 para el torneado de acuerdo con la invención de los salientes planos 8 por medio del centro de torneado de la línea de fabricación. Después de que en la primera etapa de trabajo antepuesta han sido realizados los taladros de centrado en los lados frontales 24 del árbol de cigüeñal, se empotra en el marco de la línea de fabricación el árbol de cigüeñal 2 en un centro de torneado 3, en el que de acuerdo con la figura 2 el lado izquierdo del árbol de cigüeñal es recibido por un cabezal de husillo de pieza de trabajo con accionamiento de la pieza de trabajo y el lado derecho del árbol de cigüeñal es recibido con un cabezal móvil con punta como apoyo. Para mayor claridad, no se representan tanto el cabezal de husillo de la pieza de trabajo como tampoco el cabezal móvil. En vista en planta superior, sobre cada lado del árbol de cigüeñal en la extensión longitudinal paralelamente al eje longitudinal 5 del árbol de cigüeñal 2 está dispuesto un primer soporte 6 para el alojamiento de herramientas de torno 8 y un segundo soporte 7 de la misma manera para el alojamiento de herramientas de torno 8. El primer soporte 6 es regulable por medio de un eje de ajuste X2 y el segundo soporte 7 es regulable por medio de un eje de ajuste X1 sobre los cojinetes principales 10 del árbol de cigüeñal 2. Los dos porta-herramientas son desplazables de la misma manera en la dirección longitudinal del árbol de cigüeñal a lo largo de los ejes-CNC Z1 y Z2. Sobre cada soporte se encuentran tantas herramientas de torno 8 como salientes planos 9 deben tornearse junto a los pivotes centrales como los cojinetes principales o bien en los extremos o bien en el lado de la pestaña. El torneado de los salientes planos 9 de los pivotes centrales 10 con las herramientas de torno 8 dispuestas sobre los soportes 6, 7 respectivos representa la primera etapa de trabajo propiamente dicha durante la mecanización completa de acuerdo con la invención de árboles de cigüeñal. Las herramientas de torno 8 se muestran en este caso sólo en vista en planta superior de principio, en la que en representación ampliada del detalle X en las figuras 4, 5, 6 se muestran los detalles de la operación de torneado y en la figura 8 los detalles sobre la operación de rectificado. En representación ampliada de las figuras indicadas se muestra la impresión estructural de principio de las herramientas de torno 8 dispuestas en las herramientas de torno.

30 Los conjuntos de herramientas de torno están montados como conjunto de herramientas como también preajustables individualmente en el centro de torneado. La disposición de varias herramientas de torno sobre un soporte respectivo significa que en el centro de torneado está prevista una posibilidad de regulación del soporte en dirección-X1 y en dirección-X2 así como en dirección-Z1 o bien en dirección-Z2. La posibilidad de regulación del soporte en dirección corresponde en este caso al ajuste durante el torneado de los lados planos, mientras que la posibilidad de regulación en dirección-Z sirve para posicionar exactamente las herramientas de torno con respecto a la inserción en la zona respectiva de los pivotes para el torneado simultáneo de salientes planos opuestos en su posición longitudinal. Para configurar la máquina de manera correspondiente flexible para diferentes árboles de cigüeñal, puede ser ventajoso dividir en soporte en varias partes, debiendo preverse para cada soporte una posibilidad de regulación en una dirección-X y en una dirección-Z. De esta manera, el centro de torneado es, en efecto, técnicamente más costoso y complicado; pero ofrece una flexibilidad más elevada de su aplicación para diferentes requerimientos durante la mecanización completa de árboles de cigüeñal. Las herramientas de torno se pueden ajustar, además, individualmente, lo que se puede realizar manual o automáticamente.

45 La ventaja de la disposición de las herramientas de torno 8 de acuerdo con la figura 2 opuestas entre sí consiste en que las fuerzas introducidas durante el torneado, que pueden conducir a la deformación del árbol de cigüeñal, pueden ser absorbidas o bien compensadas por la parte opuesta. A través de este torneado indiferente a la flexión de los salientes planos 9 en la zona de los pivotes centrales 10 del árbol de cigüeñal 2 se puede mejorar la exactitud de la fabricación del árbol de cigüeñal. Puesto que en el árbol de cigüeñal se llevan a engrane al mismo tiempo las herramientas de torno desde dos lados opuestos, además de la exactitud elevada durante la fabricación del árbol de cigüeñal se pueden reducir también los tiempos de mecanización.

50 La figura 2A muestra una disposición de las herramientas de torno sobre los dos soportes que sirven como porta-herramientas, de tal manera que se tornear siempre salientes planos 9 sobre uno y el mismo lado de los pivotes centrales respectivos, de manera que el conjunto de herramientas de torno dispuesto sobre el soporte 6 torne los salientes planos izquierdos y el otro conjunto de herramientas de torno dispuesto sobre el soporte 7 torne los salientes planos derechos de los pivotes centrales. De esta manera, se puede conseguir a través de los ejes Z1 y Z2 también una corrección de la anchura de los lugares de los pivotes o bien de los lugares de cojinetes. Esto tiene la ventaja de que la anchura de los lugares de cojinetes no debe corregirse sólo a través del ajuste previo de las herramientas de torno, sino también a través de los ejes-CNC Z1 y Z2, respectivamente.

60 En la figura 2B se representa una disposición de las herramientas de torno sobre los dos soportes 6, 7 que sirven como porta-herramientas de acuerdo con otro ejemplo de realización, que se diferencia del ejemplo de realización de la figura 2A por que los soportes 6, 7 respectivos llevan grupos definidos de herramientas de torno 8, con las que

se tornean grupos definidos de salientes planos 9 de los cojinetes centrales. La división de los grupos o bien de las zonas de trabajo para el torneado de los salientes planos se puede realizar de acuerdo con el árbol de cigüeñal a fabricar de tal manera que resultan parámetros tecnológicos óptimos con respecto al torneado. También en estos soportes, que no se extienden sobre toda la longitud del árbol de cigüeñal se pueden ajustar o bien regular o bien desplazar los conjuntos de herramientas de torno de nuevo sobre ejes-CNC respectivos para un ajuste en dirección-X1 o bien en dirección-X2 así como en dirección-Z1 o bien en dirección-Z2 en la dirección longitudinal del árbol de cigüeñal.

En la figura 3 se representa una vista en sección a través de los pivotes de cojinete de un cojinete principal del árbol de cigüeñal 2. La flecha indicada alrededor del eje longitudinal 5 del árbol de cigüeñal expresa que el árbol de cigüeñal es accionado para su mecanización a través del cabezal de husillo de la pieza de trabajo y es desplazado en rotación. En esta vista en sección se muestran el saliente plano 9, en el que se representan engranadas al mismo tiempo las herramientas de torno 8 opuestas, de manera que se descargan, respectivamente, virutas 20 desde las herramientas de torno 8. Puesto que bajo el movimiento de avance de acuerdo con los ejes de ajuste X1 y X2 se ajustan al mismo tiempo ambas herramientas de torno, resulta durante el torneado un alto volumen de virutas bajo compensación simultánea de las fuerzas que resultan a partir de la mecanización y que se introducen en el árbol de cigüeñal.

En la figura 4 se representa el detalle X según la figura 2, en la que se representa una parte del segundo soporte 7, que lleva en cada lado una placa de corte reversible 13 como herramienta de torno 8. Las placas de corte reversibles 13 están introducidas precisamente en la zona del pivote central 10, que es un cojinete principal y han comenzado a tornear los salientes planos 9. Estas placas de corte reversibles 13 están configuradas o bien de metal duro o de diamante policristalino. Estas placas de corte reversibles 13 son pre-ajustables, es decir, que se puede ajustar a la medida a tornear, de tal manera que cuando se introducen una vez en la zona del cojinete, se pueden tornear los salientes planos 9 a la medida deseada. La medida deseada es en este caso la medida después del proceso de torneado. Las placas de corte reversibles 13 presentan en este caso en su saliente delantero dirigido en la dirección de la penetración una conformación, con la que se tornea el rebaje 14 en la transición entre los salientes planos 9 y la zona del cojinete propiamente dicha del cojinete principal. Este rebaje 14 forma un receso hacia la superficie inmediata del cojinete en la zona del diámetro del cojinete. El lado delantero representado del segundo soporte 7, que lleva las dos placas de corte reversibles 13, presenta en el centro una escotadura, de manera que en la zona inmediata del cojinete principal 10 después del torneado de los lados planos 9 y de los rebajes 14 permanece todavía el contorno bruto 16 en la zona del cojinete. El proceso de torneado de los salientes planos 9 así como de los rebajes 14 está desacoplado, por lo tanto, de la fabricación de la superficie de cojinete deseada en la zona del diámetro.

Por último, en la figura 5 se representa el detalle X de acuerdo con la figura 2, en la que, sin embargo, en oposición a la representación de acuerdo con la figura 4 el segundo soporte 7 ha sido ajustado en la dirección del eje de ajuste X1 hasta el punto de que los salientes planos 9 han sido torneados a través de las placas de corte reversibles 13 preajustadas a la medida intermedia o a la medida final deseada, de manera que al mismo tiempo los rebajes 14 han sido torneados junto a la superficie inmediata del cojinete en la zona del diámetro del cojinete principal. El proceso de rectificado que siga a esta etapa de trabajo se puede realizar bajo descarga completa de las superficies laterales de la muela abrasiva 22. De esta manera se puede mover la muela abrasiva 22, sin ser sujeta entre los salientes planos durante el rectificado de la superficie propiamente dicha del pivote, dentro de las zonas del puesto de cojinete al menos en una cierta medida en dirección-Z, sin tocar, en general, sin embargo los salientes planos. De esta manera se suprime la carga extrema para una muela abrasiva en los cantos exteriores y en los flancos laterales, como aparece durante el rectificado de punción.

Por último, en la figura 6 se representa el detalle X según la figura 5, en la que para mayor claridad no se representa el soporte con las herramientas de torno, porque éste ha sido retornado, por ejemplo, de nuevo. Se puede reconocer claramente en la zona inmediata del cojinete entre los rebajes 14 que se mantiene todavía el contorno bruto 18, es decir, que la superficie del pivote de cojinete 15 no ha sido mecanizada, en general, todavía. Ambos salientes planos 9 han sido torneados a una medida intermedia o también a una medida final – de acuerdo con la tecnología de fabricación deseada -.

En la figura 7 se representa el árbol de cigüeñal 2 de acuerdo con la figura 1 bajo la identificación de todas las superficies previstas para el rectificado. Durante la mecanización de rectificado se acciona el árbol de cigüeñal 2 alrededor de su eje longitudinal 6 de forma rotatoria de una manera conocida en sí. Al término del torneado antepuesto al torneado bruto de los salientes planos 9 de los pivotes centrales 10 con preferencia a la medida acabada (torneado de acabado) se realiza en esta etapa de trabajo el rectificado de las zonas indicadas en la figura 7 por medio de una máquina rectificadora en bruto 4 para el rectificado en bruto de los lugares de pivotes centrales así como de los lugares de cojinetes de carrera.

Después de que los salientes planos 9 han sido torneados en el marco de la primera etapa de trabajo, se reduce esencialmente la carga de la muela abrasiva durante el rectificado bruto de los pivotes, porque se suprime completamente el rectificado plano de los salientes planos altos en los pivotes centrales al menos durante el

rectificado previo. De esta manera se reducen claramente también las cargas introducidas ya durante el rectificado bruto en el árbol de cigüeñal 2, por lo que durante la mecanización se reduce al mínimo una influencia de flexión negativa del árbol de cigüeñal 2.

5 Esta distribución / división nueva del proceso de rectificado realizada en contra de la tendencia tecnológica en un proceso de torneado separado antepuesto al proceso de rectificado o bien la sustitución del fresado por turbulencia o del brochado por torneado por el torneado de los salientes planos 9 conduce a un gasto de rectificado bruto o bien de desbaste reducido en la medida de la mecanización de los salientes planos 9, con lo que se eleva considerablemente el tiempo de actividad de las muelas abrasivas y al mismo tiempo se mejora la calidad de la mecanización de los árboles de cigüeñal.

10 La figura 8 muestra el detalle X según la figura 2 con muela abrasiva 22 dispuesta para el rectificado bruto de las zonas del diámetro de los pivotes de cojinete. En el presente caso se trata del rectificado del pivote de cojinete 15 de un cojinete principal. Para las muelas abrasivas 22 para el rectificado bruto de los pivotes de los árboles de cigüeñal fundidos o de acero se emplean con preferencia muelas abrasivas ocupadas galvánicamente. Para el rectificado de acabado de los lugares de cojinetes respectivos se emplean con preferencia muelas abrasivas-CBN con enlace cerámico. Éstas tienen, respectivamente, un tiempo de actividad alto y permiten, además, una exactitud de rectificación alta, por lo que están predestinadas para el empleo en el marco de una línea de fabricación para la fabricación de árboles de cigüeñal. Debido a la "separación" de la mecanización de los salientes planos 9 del proceso de rectificado bruto, las muelas abrasivas en bruto pueden rectificar mucho más cerca de la medida final, por lo que el rectificado representa un mecanización optimizada con respecto a la sobremedida.

20 La disposición de las herramientas de torno en engrane opuesto durante el torneado asegura, además, la compensación de cargas introducidas en otro caso a través de la herramienta de mecanización en la pieza de trabajo a mecanizar, de manera que esto repercute de manera positiva, en general, sobre la exactitud de la fabricación.

25 La figura 9 muestra en representación esquemática la estructura básica de una línea de fabricación 1 para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención. Los componentes esenciales de esta línea de fabricación 1 son la máquina de torno o bien el centro de torneado para el torneado de las partes del lado plano en combinación una máquina de rectificado en bruto. La división de las mecanizaciones se realiza de tal manera que durante el torneado se tornean los salientes planos de los pivotes centrales. Éstos son difíciles de fabricar a través de rectificado, puesto que aquí no se pueden conseguir tiempos de actividad aceptables para la muela abrasiva. A través de esta combinación de la máquina de torno y de la máquina rectificadora en bruto se pueden asociar las máquinas, respectivamente, a los procesos, que se pueden emplear mejor, más económicos y de forma más ventajosa para la calidad del árbol de cigüeñal con la tecnología respectiva. En la máquina de torno se mecanizan por este motivo los lados planos de los pivotes centrales u del rebaje de los lugares de cojinetes principales. Por lo tanto, las muelas abrasivas, con las que se rectifican los pivotes centrales como los cojinetes principales, se descargan claramente en cuanto al desgaste.

35 Puesto que en la máquina rectificadora en bruto se erosiona la sobremedida en la pieza bruta de árbol de cigüeñal de la mayor medida posible un rectificado de desbaste y la mecanización de los salientes planos de los cojinetes principales se separa el proceso de rectificado habitual en el estado de la técnica y se realiza a través de torneado, permanece para la segunda máquina rectificadora, la máquina rectificadora de acabado, solamente todavía una sobremedida lo más pequeña posible, con preferencia sólo todavía para la mecanización fina, de manera que se eleva claramente el tiempo de actividad de la muela abrasiva de una máquina rectificadora de acabado frente a una muela abrasiva de una máquina rectificadora habitual en el estado de la técnica, por medio de la cual se rectifica acabada. Además, durante la mecanización de acabado se reducen las fuerzas introducidas a través de la herramienta de mecanización en el árbol de cigüeñal, lo que repercute positivamente sobre la exactitud del árbol de cigüeñal.

Delante de la línea de fabricación 1 está conectada una máquina fresadora, por medio de la cual se fresan planos los lados frontales 24 del árbol de cigüeñal. De la misma manera preparatoria se realizan taladros de centrado.

50 Después de la mecanización de los extremos planos en el árbol de cigüeñal y después de la realización de los taladros de centrado se llevan a cabo el torneado en un centro de torneado y el rectificado bruto del árbol de cigüeñal en una máquina rectificadora en bruto. Después de la mecanización se realizan en el árbol de cigüeñal todavía otras etapas de mecanización como por ejemplo perforación de taladros profundos, laminación de punciones, tratamientos térmicos (como endurecimiento y recocido), mecanizaciones de los extremos, etc. (representados por puntitos en la figura 9). De acuerdo con la forma de realización del árbol de cigüeñal, estos procesos de mecanización se pueden variar, es decir, que se pueden suprimir o añadir procesos de mecanización.

55 Después de estos procesos de mecanización se rectifican acabados los árboles de cigüeñal entonces en sus cojinetes principales y cojinetes de carrera así como en sus extremos (pestaña / pivote). Después del rectificado acabado se llevan a cabo todavía otras mecanizaciones como, por ejemplo, equilibrado, superacabado, medición

final, etc.

5 A través de esta disposición o bien el procedimiento de acuerdo con la invención se necesita, por lo tanto, un número reducido de máquinas frente a las líneas de fabricación de acuerdo con el estado de la técnica. A través de la reducción del número de las máquinas se puede reducir adicionalmente el gasto tecnológico y de esta manera se pueden reducir los costes de fabricación para los árboles de cigüeñal en una fabricación de grandes series, Esto repercute de la misma manera positivamente sobre una reducción de los costes para los sistemas de manipulación así como las instalaciones de preparación del refrigerante y del lubricante.

10 El procedimiento de acuerdo con la invención sí como su realización en la línea de fabricación de acuerdo con la invención se explican de forma resumida ahora de nuevo con referencia a la figura 10. La figura 10 representa una representación ampliada de una zona parcial de un pivote central, en el que la herramienta de torno 8 se representa ampliada con la placa de corte reversible. Con la herramienta de torno 8, que es regulable a un eje-CNC en dirección-X como también en dirección-Z, se tornean los salientes planos 9 además del lugar de cojinete inmediato de los pivotes centrales. Con preferencia, los salientes planos 9 están torneados acabados, de manera que en etapas de mecanización posteriores no deben rectificarse ya estos salientes planos 9. Para el lugar de cojinete propiamente dicho se representa el contorno bruto 16, que se diferencia con una sobremedida 26 del contorno final 17. De la misma manera se representa la sobremedida 23, que resulta después del rectificado bruto. De ello se deduce claramente que la parte predominante de la sobremedida 26 es erosionada en el transcurso del rectificado bruto, pudiendo aproximarse el rectificado bruto en la mayor medida posible a la medida final, es decir, al contorno final 17. Esto es posible porque para la muela abrasiva para el rectificado en bruto no experimente un desgaste y una carga fuertes habituales en el estado de la técnica, donde tanto los lados planos como también los pivotes son rectificadas. Puesto que a través del rectificado bruto se realiza un rectificado optimizado con respecto a la sobremedida de la forma, de manera que sólo puede permanecer todavía una sobremedida 23 reducida frente al contorno final 17, se asegura ya a través del rectificado en bruto que durante el rectificado de acabado realizado más tarde se reduzcan, por una parte, las cargas de las muelas abrasivas de acabado y, por otra parte, además de su elevación del tiempo de actividad, se reduzca la carga introducida en la pieza de trabajo durante el rectificado, de manera que durante el rectificado de acabado se puede conseguir de la misma manera una exactitud más elevada del árbol de cigüeñal.

20 Los ejes-CNC X y Z introducidos posibilitan que al término del torneado de los salientes planos 9 se torne a través de un movimiento de interpolación del eje-X y del eje-Z el rebaje 14 junto al árbol de cojinete inmediato. Esto es posible de manera especialmente ventajosa después de la disposición de las herramientas de torno según la figura 2A.

25 Con el procedimiento de acuerdo con la invención y con la línea de fabricación que realiza este procedimiento se consiguen ahorros considerables en la fabricación de grandes series de árboles de cigüeñal, de manera que además de la elevación clara del número de ciclos, se elevan claramente los tiempos de actividad de las herramientas de rectificado empleadas y, además, se eleva de nuevo claramente la calidad de la exactitud del árbol de cigüeñal fabricado frente a los procedimientos habituales.

Lista de signos de referencia

- 1 Línea de fabricación
- 2 Árbol de cigüeñal
- 40 3 Centro de torno
- 4 Máquina rectificadora en bruto
- 5 Eje longitudinal del árbol de cigüeñal
- 6 Primer soporte
- 7 Segundo soporte
- 45 8 Herramienta de torno
- 9 Saliente plano de pivote central
- 10 Pivote central
- 11 Pivote de cojinete de vaivén
- 12 Saliente plano de cojinete de vaivén
- 50 13 Placa de corte de inserción
- 14 Garganta de salida
- 15 Pivote de cojinete
- 16 Contorno bruto
- 17 Contorno final
- 55 18 Máquina rectificadora final
- 19 Lado del pivote
- 20 Virutas
- 21 Paredes del árbol de cigüeñal
- 22 Muela abrasiva

23	Sobremedida después de la rectificación bruta
24	Lados frontales del árbol de cigüeñal
25	Taladros de centrado
26	Sobremedida general

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la mecanización completa al menos de pivotes centrales (10) y pivotes de cojinetes de carrea (11) no mecanizados y sus salientes planos (9, 12) respectivos, que rodean los pivotes, de piezas brutas forzadas o fundidas de un árbol de cigüeñal (2), en el que
- 5 a) se tornean en primer lugar los salientes planos (9) asociados a los pivotes centrales,
b) a continuación se rectifican en bruto los pivotes centrales (10) sin sus salientes planos (9) y los pivotes de cojinetes de carrera (11) con sus salientes planos (12), en el que una sobremedida (23) que permanece después del rectificado bruto de los pivotes (10, 11), necesaria para el rectificado acabado es menor que la sobremedida remanente, que es necesaria cuando la mecanización bruta de los salientes planos se realiza de acuerdo con el modo de proceder habitual a través de rectificado bruto, brochado por torneado o fresado por turbulencia; y
- 10 c) a continuación se rectifican acabados los pivotes centrales (10) y los pivotes de cojinetes de carrera (11) desde la sobremedida menor (23) alcanzada a través del rectificado bruto a la medida final.
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los salientes planos (12) de los cojinetes de carrera son rectificadas acabadas desde la sobremedida menor dejada a través del rectificado bruto a la medida final.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los salientes planos (9) de una pluralidad, en particular de todos los pivotes centrales (1) son torneados al mismo tiempo.
- 20 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los salientes planos (9) de los pivotes centrales (10) son torneados por grupos, siendo torneado al menos un primer grupo desde un primer lado del árbol de cigüeñal (2) y siendo torneado un segundo grupo desde el segundo lado, opuesto al primer lado, del árbol de cigüeñal (2).
- 25 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primero y el segundo grupo comprenden, respectivamente, todos los salientes planos (9) de los pivotes centrales (10).
- 30 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los pivotes centrales (10) son rectificadas al mismo tiempo.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el torneado se realiza por medio de herramientas con placas de corte reversibles (13) de metal duro o diamante policristalino y el rectificado se realiza por medio de muelas abrasivas-CBN (22) recubiertas galvánicamente o unidas cerámicamente.
- 35 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que antes del torneado se mecanizan ambos lados frontales (24) de la pieza bruta del árbol de cigüeñal (2), y se practican taladros de centrado (25) en estos lados frontales (24).
- 40 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que después del rectificado bruto se realizan un endurecimiento y/o una laminación de radios y/o taladros de canales de aceite y/o nitración.
- 45 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que a continuación del torneado de los salientes planos (9) de los pivotes centrales (10) en la transición desde los salientes planos (9) hacia la superficie de los pivotes (10) que se extiende esencialmente perpendicular a ellos, se tornean las gargantas de salida (14) al mismo tiempo.

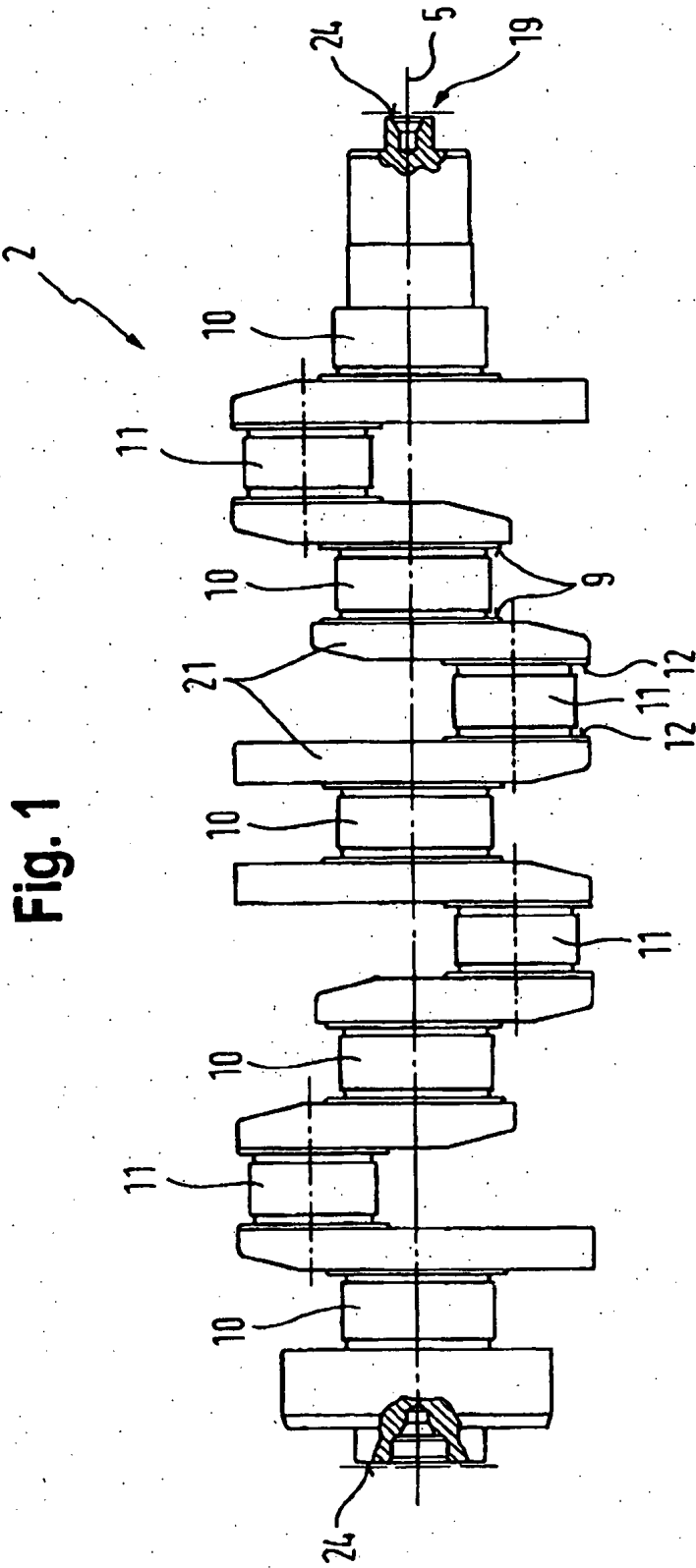
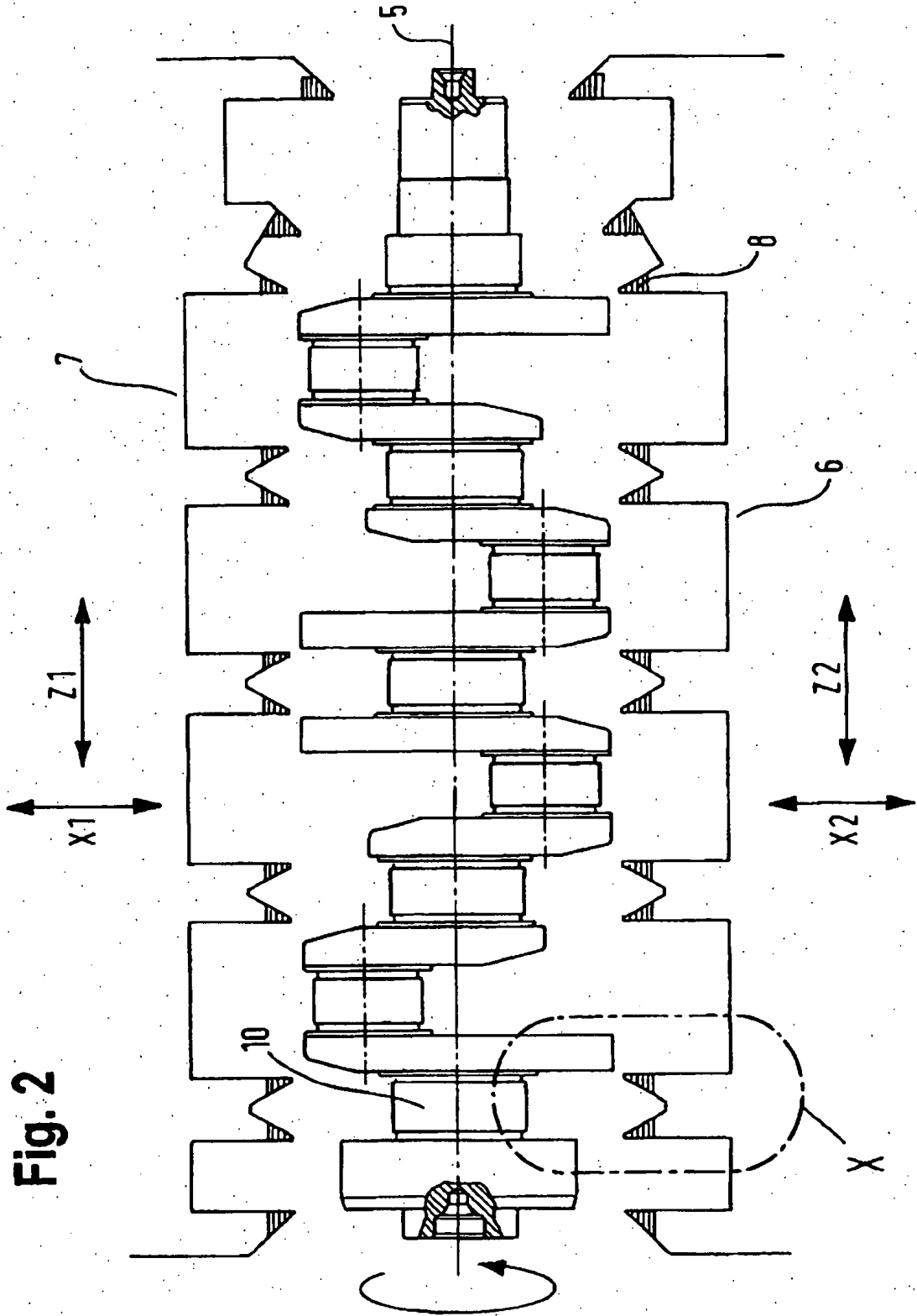
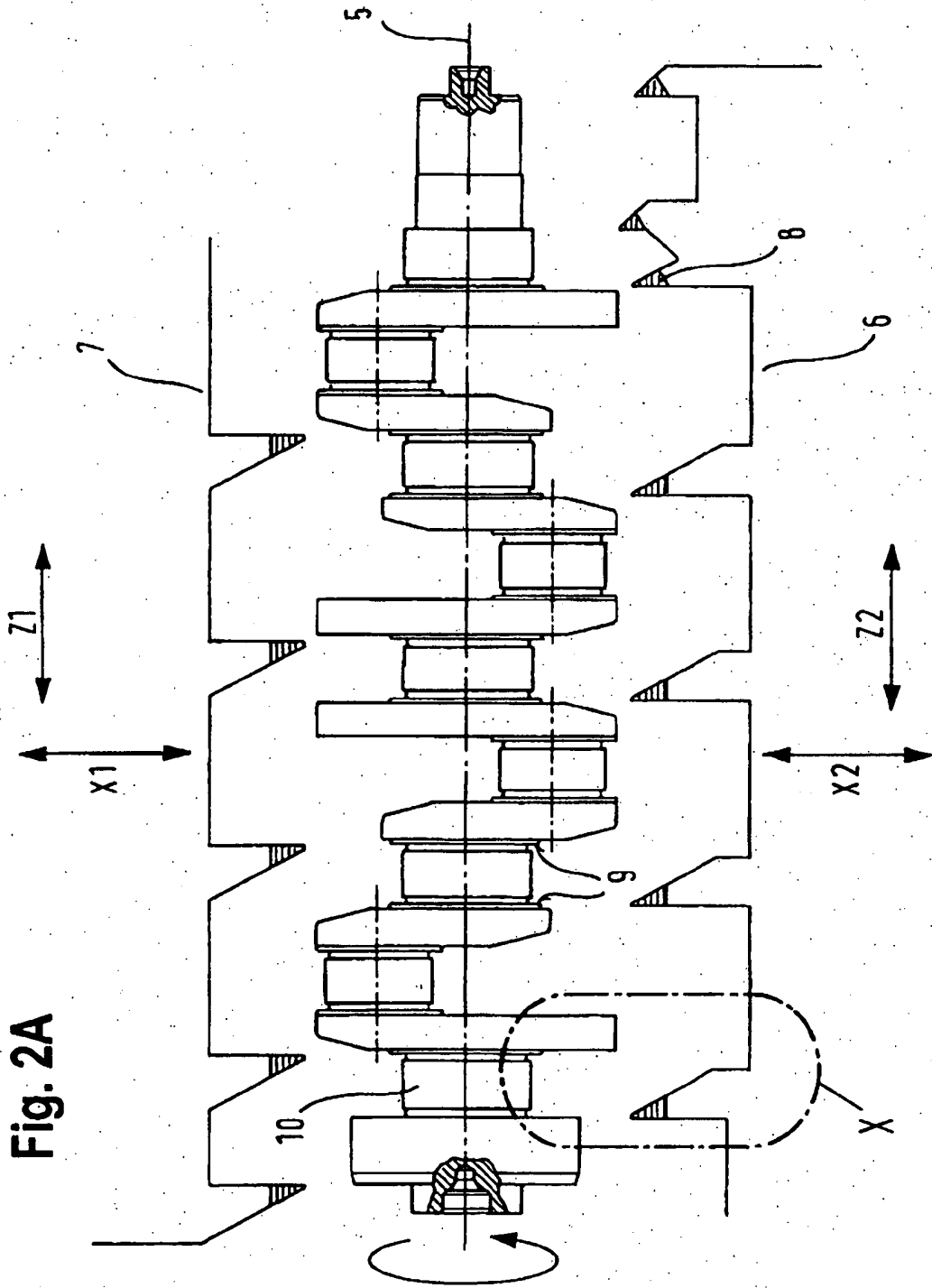


Fig. 1





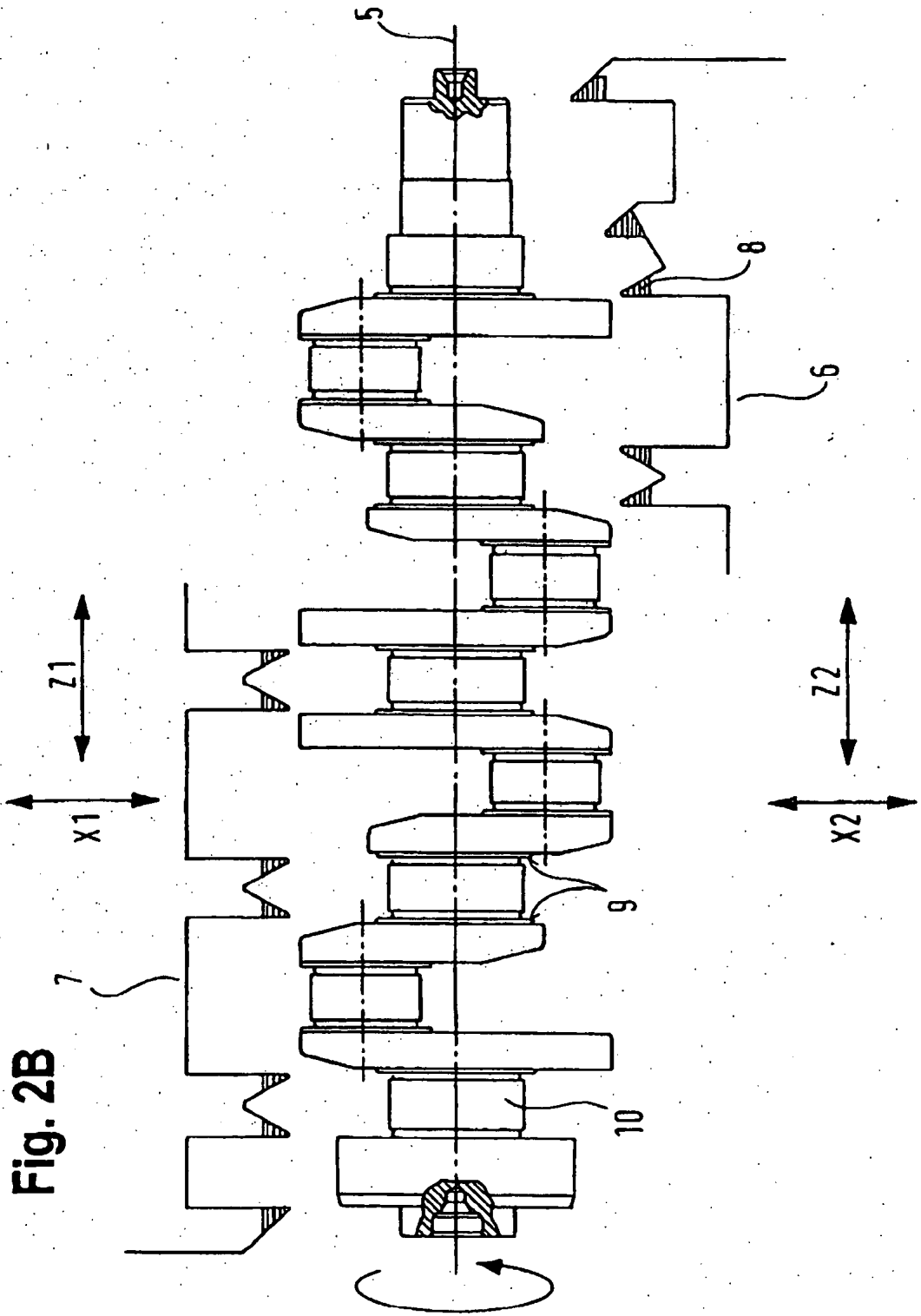


Fig. 3

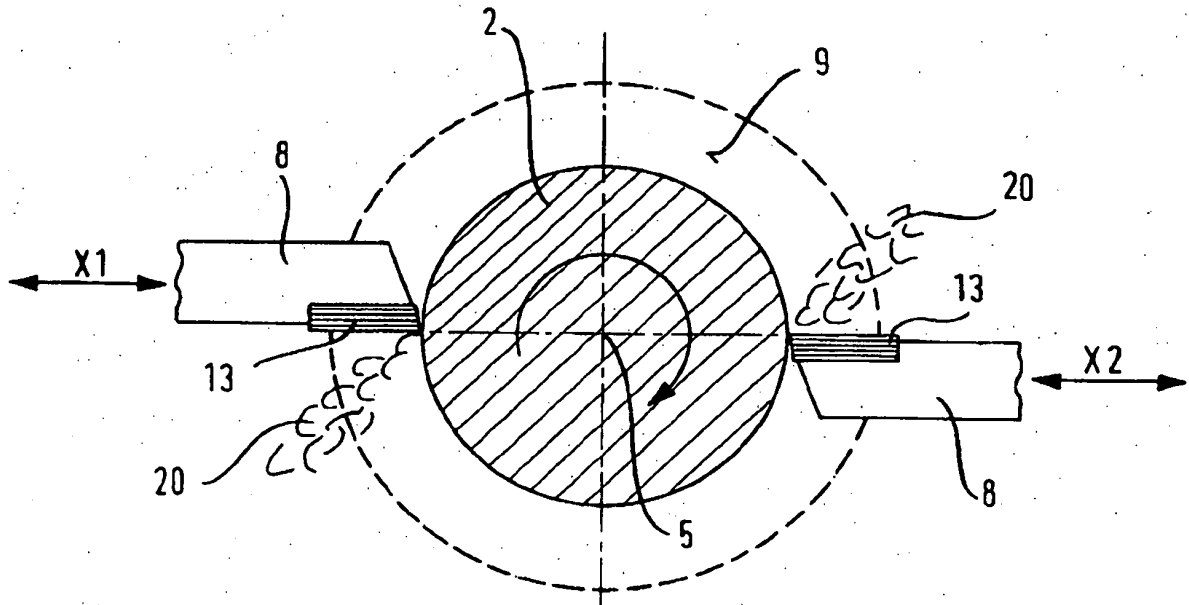


Fig. 4

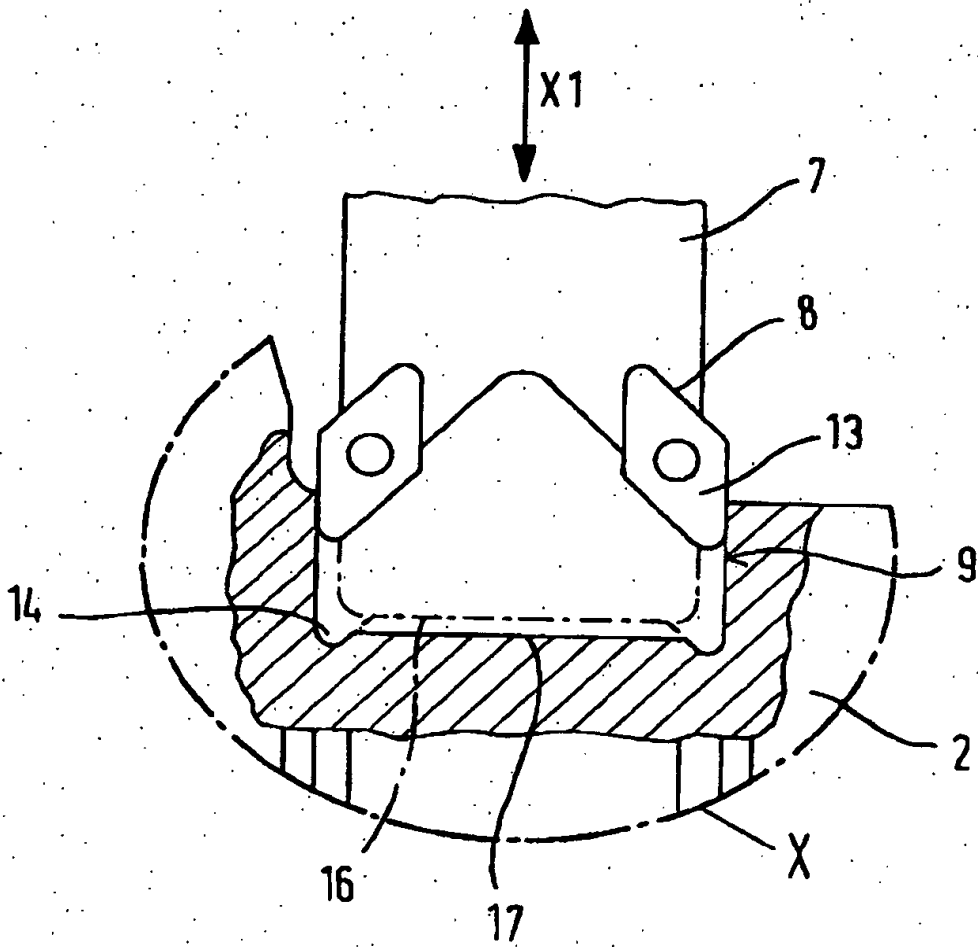


Fig. 5

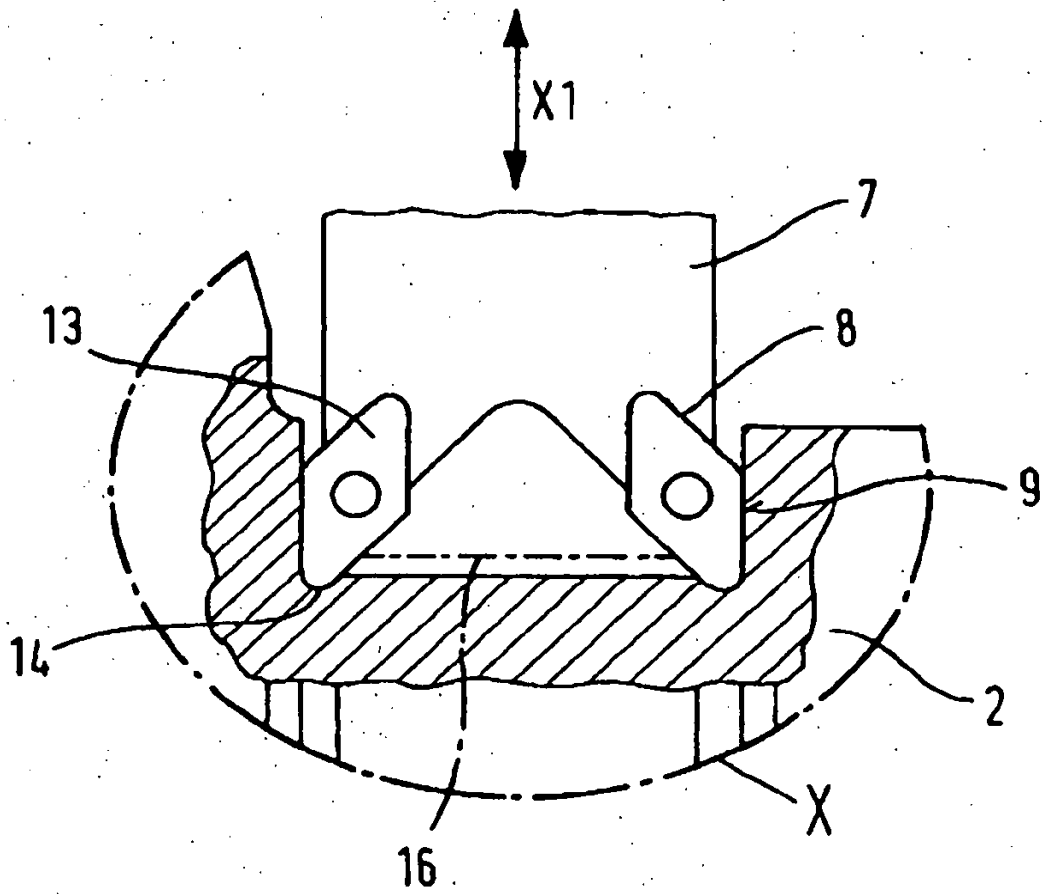


Fig. 6

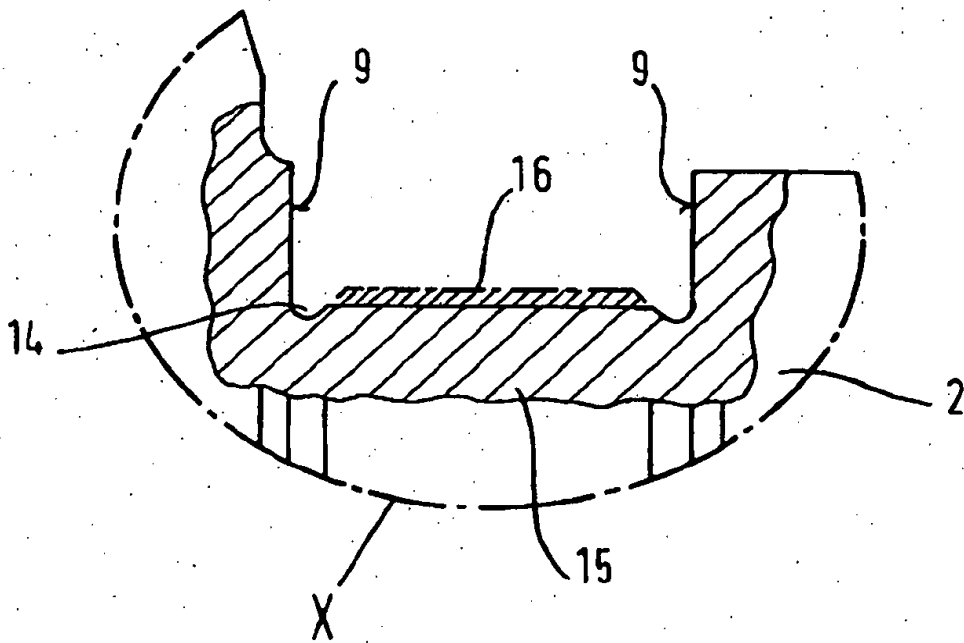


Fig. 7

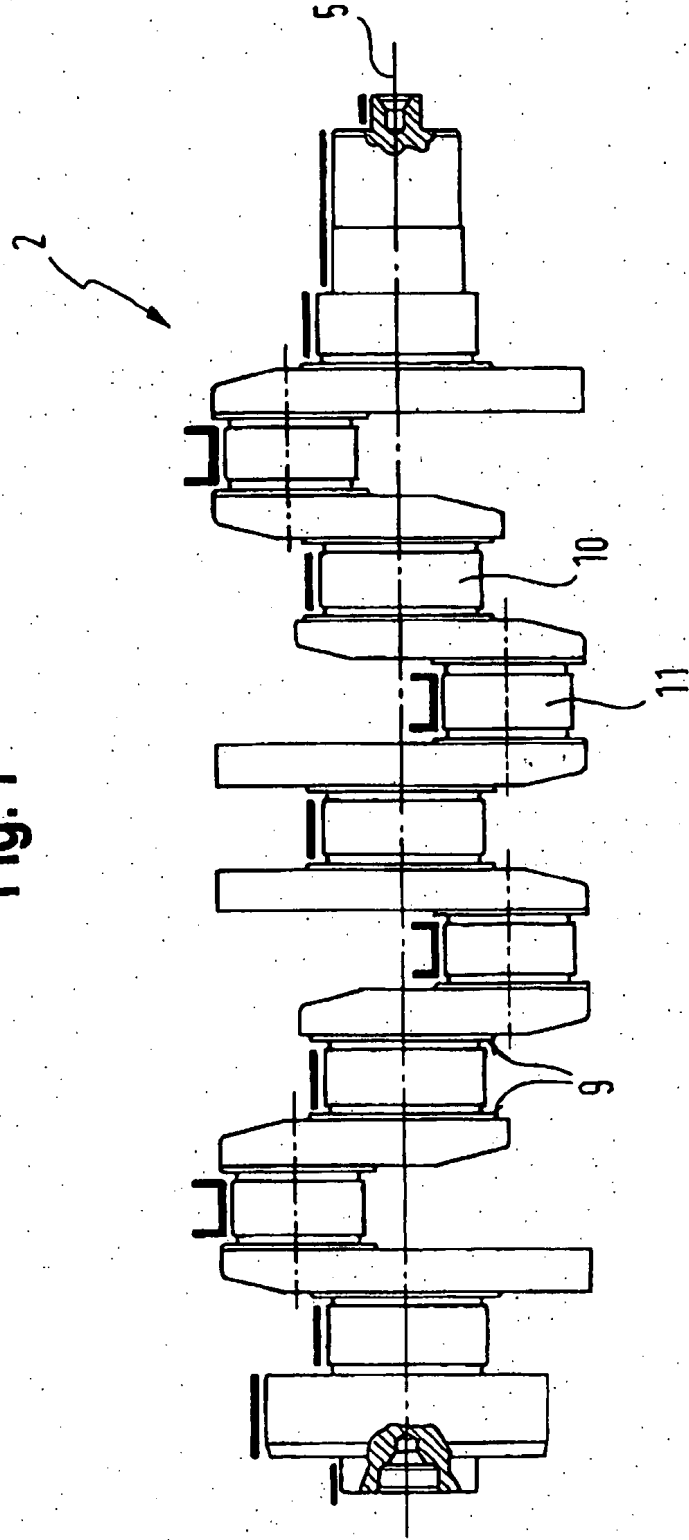


Fig. 8

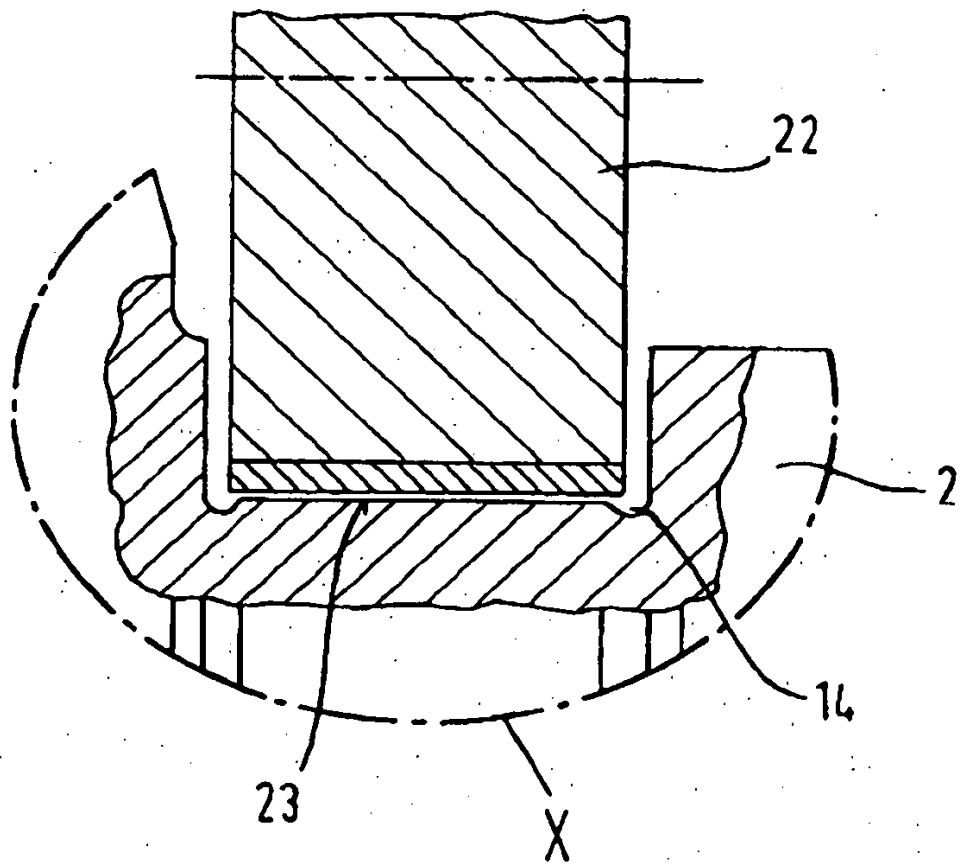


Fig. 9

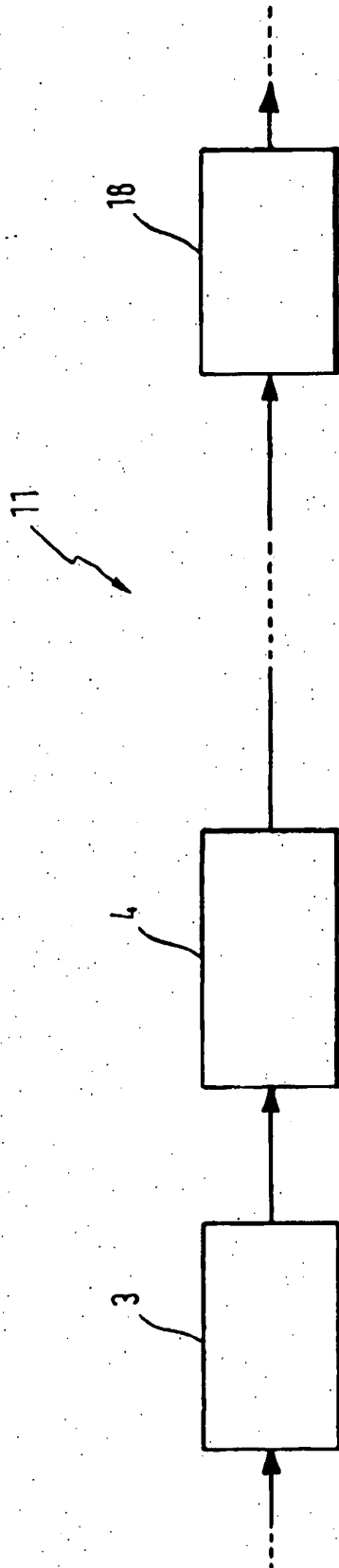


Fig.10

