

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 382**

51 Int. Cl.:

C23C 8/24	(2006.01)
C23C 8/30	(2006.01)
C23C 8/36	(2006.01)
C23C 8/80	(2006.01)
B24B 39/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2008 PCT/EP2008/004814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2008 WO08155079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2008 E 08773450 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2165001**

54 Título: **Procedimiento y aparato para incrementar la resistencia de un componente**

30 Prioridad:

20.06.2007 DE 102007028888

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

06.06.2017

73 Titular/es:

**MASCHINENFABRIK ALFING KESSLER GMBH
(100.0%)
AUGUSTE-KESSLER-STRASSE 20
73433 AALEN, DE**

72 Inventor/es:

**REEB, ALFONS y
SCHMIDT, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 615 382 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 y aparato para incrementar la resistencia de un componente

5 El invento trata de un procedimiento para aumentar la resistencia de un componente sometido a torsión y a flexión, en particular un cigüeñal. Además, el invento trata de un aparato para endurecer mecánicamente un componente sometido a torsión y a flexión, en particular un cigüeñal.

10 Dado que las máquinas con motores de combustión interna están estresadas cada vez más en el curso de su desarrollo debido al incremento constante del rendimiento, la industria de motores demanda elevadas exigencias en términos de resistencia precisamente al cigüeñal altamente estresado, sumamente importante para el funcionamiento de un motor de combustión interna, debiendo ser el cigüeñal sólo un poco más grande debido a los requisitos de espacio extremadamente críticos a pesar del aumento de rendimiento. Para el diseño del cigüeñal significa esto que un aumento de la fortaleza no debe lograrse incrementando la sección transversal, es decir a través del momento de resistencia del cigüeñal, sino en lo posible a través de las condiciones locales de tensión. Por esta razón, los cigüeñales modernos se producen usando una variedad de procesos de mecanizado y tratamientos térmicos, de manera que los cigüeñales pueden ser sometidos cada vez a mayores rendimientos del motor.

20 Ejemplos de tales procedimientos son los tratamientos térmicos, tales como el proceso de endurecimiento superficial y temple por inducción, endurecimiento por láser o nitruración y procesos de endurecimiento tales como el laminado compacto, el granallado y el endurecimiento por impacto. En este caso se trata de procedimientos comunes y en gran parte maduros que son adecuados para una gran variedad de aplicaciones. En cuanto a los ejemplos de tales procedimientos, se hace referencia a las siguientes publicaciones: EP 1 479 480 A1, EP 0 788 419 B1, EP 1 149 663 A1, DE 43 28 598 A1, WO 2005/063438, EP 1 112 146 B1, JP 04198463 A, JP 2001254143 A, EP 1 612 290 A1, DE 10 2004 008728 B4.

30 Un proceso de nitruración como se describe, por ejemplo, en el documento EP 1 612 290 A1, proporciona la ventaja durante el uso en un cigüeñal que consiste en que tanto toda la parte externa del cigüeñal, así como las partes interiores, tales como taladros y similares, son envueltos por una capa de nitruración de superficies. Esta capa de nitruración puede tener una profundidad de hasta 0,8 mm, dependiendo del procedimiento utilizado. La ventaja de tal capa de nitruración consiste en la inclusión de diversas muescas, inclusiones de material próximos a la superficie fuera de las superficies de apoyo y de radios de transición, a través de las cuales precisamente estas áreas de componentes, dependiendo del tipo de procedimiento son atenuadas como áreas críticas de estrés mediante tensiones residuales acumuladas. De este modo, se puede lograr un mayor nivel de robustez del cigüeñal. Especialmente en caso de altas cargas de torsión que son típicas en los cigüeñales, un procedimiento de nitruración de este tipo trae consigo muy buenos resultados, sobre todo en lo que respecta a la resistencia a la fatiga. En comparación con la posibilidad también existente y en parte también utilizada, que consiste en emplear aceros de alta aleación para la producción del cigüeñal, el procedimiento de nitruración es además relativamente económico.

40 Una desventaja en el caso de dichos tratamientos de nitruración en componentes sometidos a un elevado grado de torsión y flexión es sin embargo con frecuencia, el menor efecto de profundidad en las zonas de muescas comparado con otros procedimientos de tratamiento superficial. En el caso de diversos componentes sometidos a grandes esfuerzos, como los cigüeñales, es sin embargo deseable un semejante efecto de profundidad sólo en las zonas de transición entre los cojinetes y los brazos de la manivela, puesto que de esta manera en caso de sobrecarga se pueden admitir mayores esfuerzos de flexión.

50 Por lo tanto, durante el diseño de un cigüeñal sometido a un elevado grado de estrés era a menudo necesario en el pasado, hacer una evaluación en cuanto a si el esfuerzo a la flexión o a la tensión comprendía las reservas más pequeñas, y en función de esta evaluación a continuación se seleccionaba un procedimiento adecuado para aumentar la resistencia del cigüeñal.

55 Cuando la decisión sobre el mecanizado del componente no cayó sobre un proceso de nitruración, se recurrió a menudo a materiales de gran calidad y de mayor nivel de templado para compensar la menor fatiga de torsión. Esto precisamente, condujo a un indeseado incremento de los costes en la industria del automóvil

Un procedimiento genérico para el endurecimiento de los cigüeñales se conoce por el documento DE 2 141 175 A1.

60 Por el documento EP 1 112 146 B1 se conoce un aparato para un laminado compacto de cigüeñales de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 11. En este caso, la fuerza aplicada por el cabezal de laminado compacto es recibida por dos rodillos de soporte, siendo proporcionado un guiado axial mediante un rodillo de guiado axial.

Un objetivo del invento consiste en crear un procedimiento para aumentar la resistencia de un componente sometido a torsión y a flexión, que permita una resistencia duradera a la torsión y un elevado efecto de profundidad en las

zonas de muescas para lograr una alta resistencia duradera a la flexión, permitiendo sin embargo la aplicación de materiales relativamente más económicos.

Según el invento, este objetivo se consigue por medio de las características mencionadas en la reivindicación 1

5 De acuerdo con el presente invento, en una primera etapa, básicamente todo el componente es nitrurado, lo que le concede las ventajas que resultan de este tratamiento de superficies, a saber, en particular, la alta dureza superficial, buenas propiedades de funcionamiento y una alta resistencia a la torsión. A través de la eliminación posterior, al menos relativa de acuerdo con el invento, de la capa de nitruración en las zonas del componente sometidas a grandes tensiones de flexión y al subsiguiente endurecimiento mecánico del componente de estas zonas altamente estresadas, se logra además, un aumento sustancial de la resistencia de esas zonas de muescas, especialmente en lo que respecta al esfuerzo de flexión. Por lo tanto, es ventajosamente posible utilizar materiales de menor temple para producir el componente y sin embargo, obtener un componente con gran capacidad de torsión y flexión, que es capaz de soportar todas las cargas críticas que se producen durante su utilización. Considerando la fuerza aplicada al componente durante el endurecimiento, se puede adaptar ésta en este caso a las circunstancias particulares, en especial a los grados de estrés que se esperan durante el uso del componente.

20 A través de la eliminación, según el invento, de la capa de nitruración antes del endurecimiento en frío de las zonas altamente estresadas del componente por medio de un mecanizado por desprendimiento de viruta, se asegura que la capa de nitruración no se dañe durante el endurecimiento posterior, en particular, que no haya fisuras en la misma, como sería el caso si el endurecimiento en frío se llevase a cabo en una zona del componente provista de una capa de nitruración.

25 En general, se trata de un procedimiento con el cual se pueden tratar de forma muy flexible los niveles de estrés respectivos esperados del componente, dando lugar a nuevas posibilidades en el diseño de componentes sometidos a torsión y a flexión.

Una solución alternativa del objetivo resulta de la reivindicación 2.

30 Con el fin de evitar un mecanizado final del componente en las zonas sometidas a grandes esfuerzos, está previsto en este caso que, además de la capa de nitruración, se elimine también otro material del componente para conformar un rebaje en al menos una zona altamente estresada.

35 En un desarrollo muy ventajoso del procedimiento según el invento puede estar previsto que después del endurecimiento mecánico en frío se lleve a cabo un mecanizado final del componente con respecto a su posición y/o tolerancias dimensionales. De esta manera se obtiene un componente directamente utilizable, de dimensiones precisas.

40 En una configuración ventajosa adicional del invento puede estar previsto que el endurecimiento mecánico en frío se lleve a cabo mediante laminado compacto. Esto da como resultado, además de aumentar la resistencia, una muy buena superficie de la zona endurecida. Alternativamente a esto también es posible que el endurecimiento mecánico en frío se lleve a cabo mediante endurecimiento por impacto o mediante granallado.

45 El procedimiento según el invento es especialmente ventajoso de utilizar, si como componente sometido a torsión y a flexión se emplea un cigüeñal, especialmente un cigüeñal sometido a grandes esfuerzos.

En este contexto, se puede prever también que al menos una zona altamente estresada, sea una zona de transición desde un cojinete principal o cojinete de biela hacia un cigüeñal.

50 En la reivindicación 11 se indica un aparato para el endurecimiento mecánico en frío de un componente sometido a torsión y a flexión.

55 Este aparato es particularmente adecuado para llevar a cabo la tercera etapa del procedimiento del invento, a saber, el endurecimiento mecánico en frío de las zonas sometidas a grandes esfuerzos del componente. En este caso, se garantiza incluso con ligeras inclinaciones de la herramienta de endurecimiento, que se evitan las presiones en los bordes sobre la capa de nitruración y por lo tanto cualquier daño de la misma.

60 En una configuración particularmente ventajosa de este aparato puede estar previsto que al menos una herramienta de endurecimiento tenga rodillos de endurecimiento.

Otras configuraciones ventajosas y optimizaciones adicionales del invento resultan de las reivindicaciones dependientes restantes. A continuación se muestran en principio, ejemplos de fabricación en base a los dibujos.

Se muestran en la:

figura 1, una vista muy esquemática de un cigüeñal;

figura 2, una parte del cigüeñal de la figura 1 como un componente sometido a torsión y a flexión en el que se llevó a cabo una primera etapa del procedimiento según el invento;

figura 3, el cigüeñal de la figura 2 en una segunda etapa del procedimiento.

figura 4, una vista ampliada de la segunda etapa del procedimiento;

figura 5, el cigüeñal de la figura 2 en una tercera etapa del procedimiento, utilizando un aparato según el invento;

figura 6, la etapa de proceso de la figura 5 con un aparato de diseño alternativo; y

figura 7, un modelo de fabricación alternativo adicional del aparato para llevar a cabo la tercera etapa del procedimiento según el invento.

La figura 1 muestra una vista muy esquemática de un cigüeñal 1 que tiene varios cojinetes principales 2 de una manera convencional, a través de los cuales está montado dentro de una carcasa no mostrada de un motor de combustión interna. En el caso del cigüeñal 1 se puede tratar tanto de un cigüeñal 1 utilizado en un vehículo motorizado como también de un cigüeñal muy grande, por ejemplo utilizado en los motores de barcos. Entre los cojinetes principales 2 se encuentran respectivos cojinetes de biela 3, donde se pueden montar bielas del motor de combustión interna que tampoco se muestran. De una manera convencional, el número de cojinetes principales 2 y de los cojinetes de biela 3 se determina por el número de cilindros del motor de combustión interna. Entre los cojinetes principales 2 y los cojinetes de biela 3 se encuentran respectivamente los así llamados brazos de la manivela 4, que puentean la distancia radial entre los cojinetes principales 2 y los cojinetes de biela 3. La zona de transición de los brazos de la manivela 4 hacia los cojinetes principales 2 o bien hacia los cojinetes de biela 3 es en el caso del cigüeñal 1, por lo general, una zona muy estresada 5 respectivamente, es decir, una zona en la que el cigüeñal 1 debe absorber fuerzas muy altas durante el funcionamiento. Con el fin de lograr también una resistencia suficiente del cigüeñal 1 en estas zonas altamente estresadas 5, se ha desarrollado un procedimiento que se describe en detalle. En lugar de aplicar el procedimiento en el cigüeñal 1, en principio también puede llevarse a cabo en otro componente, que se somete a torsión y a flexión y cuya resistencia se puede incrementar por medio de este procedimiento.

En una primera etapa de este procedimiento se aplica la nitruración a todo el cigüeñal 1, del que en la figura 2 sólo se representa uno de los cojinetes principales 2 y partes de los brazos de manivela 4 conectados, es decir, se aplica una capa de nitruración 6 que se extiende a lo largo de todo el cigüeñal 1. La capa de nitruración 6 puede ser aplicada mediante nitruración por gas, mediante nitrocarburo, o mediante nitruración por plasma. Esta capa de nitruración 6 incluye también una variedad de muescas que no se muestran, inclusiones de material cerca de la superficie, así como taladros para aceite lubricante y similares. De esta manera, la capa de nitruración 6 aumenta la capacidad portante y la rigidez torsional del cigüeñal 1, reduciendo el desgaste potencial de la superficie debido a la mayor dureza de la superficie. Las ventajas de la nitruración surgen particularmente para cigüeñales 1 que tienen brazos de manivela 4 relativamente estrechos, ya que éstos son especialmente vulnerables a la torsión.

Puesto que precisamente en las zonas altamente estresadas 5 en la transición entre el cojinete principal 2 o bien el cojinete de biela 3, que no se muestra en la figura 2, hacia los brazos de la manivela 4 se produce sólo un efecto de profundidad relativo a través de la capa de nitruración 6, se elimina en una segunda etapa de procedimiento representada en la figura 3, la capa de nitruración 6 en la zona altamente estresada 5 del cigüeñal 1 por medio de una operación de mecanizado por arranque de viruta. Este mecanizado por arranque de viruta, para el que se utiliza una herramienta de mecanizado 7 que sólo se indica esquemáticamente, se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante torneado, fresado o rectificando. A parte de la capa de nitruración 6 que naturalmente conforma una parte del cigüeñal 1, también se puede retirar otro material del cigüeñal 1, es decir que no pertenezca a la capa de nitruración 6, con el fin de conformar un rebaje 8 en la zona altamente estresada 5, que puede estar previsto tanto de forma radial como axial. Sin embargo, esto depende del diseño del cigüeñal 1 y no es necesario en cualquier caso. En el presente caso, la zona altamente estresada 5 entre el cojinete principal 2 o bien el cojinete de biela 3 y el brazo de manivela asociado 4, está provista de un radio o se realiza como un radio respectivamente. Independientemente de si se elimina, además de la capa de nitruración 6, también otro material del cigüeñal 1 o no, la transición entre el cojinete principal 2 o bien el cojinete de biela 3 y el brazo de manivela 4, puede llevarse a cabo después del mecanizado, como un radio de transición ligado a la respectiva superficie.

En la figura 4, la capa de nitruración 6 se ilustra a escala ampliada y se puede ver que ésta comprende una capa de unión 6a que conforma la superficie exterior y una capa de difusión 6b subyacente, adyacente al material restante del cigüeñal 1. En contraste con la eliminación completa descrita anteriormente de la capa de nitruración 6, en la que también se puede producir el rebaje 8, se elimina en este caso sólo la capa de unión 6a, que representa un significado adicional de la indicación: "al menos la eliminación parcial de la capa de nitruración 6", respecto a la eliminación de la capa de nitruración 6 arriba indicada, únicamente en la zona altamente estresada 5. En consecuencia, es posible eliminar sólo la capa de unión 6a de la capa de nitruración 6 únicamente en la zona

altamente estresada 5. Otra posibilidad consiste en retirar, aparte de la capa de unión 6a, también parte del espesor de la capa de difusión 6b.

5 En la tercera etapa del procedimiento, que se ilustra en la figura 4, la zona altamente estresada 5 será endurecida mecánicamente en frío por medio de un aparato 9 que presenta una herramienta de endurecimiento 10, en aquellas zonas donde previamente se retiró la capa de nitruración 6. En el caso del endurecimiento mecánico en frío, en esta configuración del procedimiento se trata de laminado compacto. Alternativamente, también es concebible un endurecimiento mecánico en frío mediante endurecimiento por impacto o granallado. En el endurecimiento en frío por medio de laminado compacto o endurecimiento de impacto se aplica una fuerza definida sobre el componente, mientras que en el granallado mediante bolas que actúan sobre el cigüeñal 1 se aplica una fuerza de acción indefinida.

15 Mediante el endurecimiento en frío se alcanza, en función de la fuerza aplicada y la duración del mecanizado, un efecto de profundidad considerablemente mayor y el consiguiente aumento de la fuerza y un aumento en la dureza de la superficie en comparación con el estado en el que el cigüeñal 1 es solamente nitrurado.

20 En el endurecimiento, es posible aplicar una fuerza tan alta en el cigüeñal 1 que en su superficie surgen grietas muy finas, pero que no afectan negativamente a las características de resistencia del cigüeñal 1, ya que no pueden propagarse debido a las tensiones de compresión residuales introducidas. Más bien, por este aumento de la fuerza de laminado compacto, se logra una resistencia a la fatiga incluso más alta del cigüeñal 1, que no se reduce por las grietas. Este aumento en la fuerza de endurecimiento que conduce a la formación de grietas, puede ser de hasta 40% más alta que la aplicada normalmente por la fuerza de laminado compacto, que se emplea ventajosamente para aumentar la resistencia a la fatiga del cigüeñal 1.

25 Este procedimiento de un aumento de la fuerza de endurecimiento de este tipo que produce grietas en la superficie del cigüeñal 1, también es concebible en los cigüeñales 1 que en lugar de utilizar el procedimiento de nitruración se tratan térmicamente, por ejemplo, mediante endurecimiento por inducción u otro método adecuado.

30 Después del endurecimiento mecánico en frío, es posible realizar un mecanizado final del cigüeñal 1 en términos de su posición y/o tolerancias dimensionales, que se realiza preferentemente por medio de lijado. Esto también es posible en el posterior endurecimiento en frío de las zonas altamente estresadas 5. Este tipo de retoque de la superficie del cojinete principal 2 y/o del cojinete de biela 3 y/o los brazos de la manivela 4, se puede limitar en algunos casos también a una disminución pura de la rugosidad de la superficie si se logra o se mantiene una suficiente precisión de las tolerancias de forma y posición mediante el procedimiento de nitruración.

35 Por el hecho de que las zonas altamente estresadas 5 han sido endurecidas con un proceso de endurecimiento en frío de efecto profundo, se puede admitir en las superficies cilíndricas del cojinete principal 2 y del cojinete de biela 3 y en las superficies de unión de empuje de los brazos de la manivela 4 que eventualmente tengan que ser retocadas, una mayor eliminación en la capa de nitruración 6 para el mecanizado final que mantiene las dimensiones y la posición. También la eventual producción del rebaje 8 anteriormente descrita, posibilita favorablemente un mecanizado final que mantiene las dimensiones y la aposición, por ejemplo, mediante lijado.

45 Incluso las zonas altamente estresadas 5 del cigüeñal 1 mecanizadas mediante el endurecimiento en frío se pueden mecanizar por arranque de viruta. En este caso, la cantidad del material eliminado, a saber, la profundidad del mecanizado por arranque de viruta depende del efecto de profundidad previamente alcanzado por medio del endurecimiento en frío, de modo que en el caso de un efecto de profundidad correspondientemente alto obtenido por el endurecimiento en frío de, por ejemplo de 1 mm, se puede quitar tranquilamente de 0,2 a 0,4 mm del material del cigüeñal 1. Si está previsto el rebaje 8 antes mencionado no es necesario ningún retoque en esta zona durante el mecanizado final del cigüeñal 1.

50 La figura 5 muestra un primer ejemplo de fabricación del aparato 9 para el endurecimiento mecánico en frío del componente sometido a torsión y a flexión, en este caso, del cigüeñal 1. El aparato 9 comprende una herramienta de endurecimiento 10 adecuada para aplicar una fuerza sobre el cigüeñal 1 y un dispositivo de sujeción contrapuesto 11 que absorbe al menos la fuerza de una herramienta de endurecimiento 10. Mediante el dispositivo de sujeción contrapuesto 11, como se describe a continuación, se evitarán daños en el cojinete principal 2 o en el caso del cojinete de biela 3, en la capa de nitruración 6 situada sobre el mismo.

60 La herramienta de endurecimiento en frío 10 se construye en este caso como una herramienta de laminación compacta y tiene una pluralidad de rodillos de endurecimiento 12 que están montados de forma giratoria sobre un rodillo de guía 13 y sirven para endurecer las zonas altamente estresadas 5 del cigüeñal 1, es decir, para llevar a cabo la tercera etapa del procedimiento descrito anteriormente.

El dispositivo de sujeción contrapuesto 11 presenta un rodillo de rodadura 14 conectado al cojinete principal 2, que está montado sobre un perno de cojinete 16 mediante un dispositivo de cojinete 15. El dispositivo de cojinete 15 soporta de este modo el dispositivo de sujeción contrapuesto 11, de tal manera que también es capaz de recibir las fuerzas que actúan en un ángulo diferente de 90° sobre la superficie del cigüeñal 1, en el presente caso sobre el cojinete principal 2. Para este fin, el dispositivo de cojinete 15 está diseñado en este caso como un cojinete esférico oscilante, pero también podría tratarse de un cojinete oscilante de rodillos o de otro dispositivo de cojinete 15, que reciben las fuerzas que actúan de forma oblicua, de la manera descrita. En la figura 5, con el ángulo α , se muestra el potencial movimiento de compensación pendular requerido en una posición oblicua de la herramienta de endurecimiento 10. En general, es decir, también en los modelos de fabricación de la herramienta de endurecimiento 10 descritos posteriormente, el ángulo α puede ser de hasta 15°, siendo la posición inclinada más probable hasta un máximo de 5° a 10°. La medida "x" indica la distancia necesaria para el movimiento del rodillo de guía 13 entre el rodillo de guía 13 y el perno de cojinete 16.

La figura 6 muestra un ejemplo de fabricación adicional del aparato 9. En este caso, están previstas dos herramientas de endurecimiento 10 que presentan respectivos rodillos de endurecimiento 12 y están desplazados sustancialmente en torno a 180° el uno con respecto al otro. En este caso, cada una de las herramientas de endurecimiento 10 se hace cargo de la función del dispositivo de sujeción contrapuesto 11 para la otra herramienta de endurecimiento 10a, actuando éstas sin embargo, sin contacto y por lo tanto sin fuerza sobre la superficie del cojinete principal 2. Esta libertad de contacto y de fuerza surge del hecho de que los rodillos de endurecimiento 12 sólo actúan en las zonas altamente estresadas 5 y por lo tanto sólo se apoyan allí. En lugar de las dos herramientas de endurecimiento 10 y 10a, podrían estar previstas tres o más herramientas de endurecimiento 10, 10a..., que entonces tendrían que estar distribuidas en intervalos uniformes alrededor del cigüeñal 1.

Otro modelo de fabricación del aparato 9 se muestra en la figura 7. En este caso, la herramienta de endurecimiento 10 presenta varios émbolos 17 que son accionados por medio de un rodillo de desviación 18 en una manera no ilustrada y por lo tanto se aplica la fuerza por medio de martilleos pulsantes en las zonas altamente estresadas 5 del cigüeñal 1. En sus extremos conectados a las zonas sometidas a grandes esfuerzos 5 están previstos émbolos 17 con respectivas bolas 19. El dispositivo de sujeción contrapuesto 11 que contrarresta la fuerza aplicada por la herramienta de endurecimiento 10 está provisto de un dispositivo de cojinete 15 conformado en este caso como un cojinete de deslizamiento, que así mismo es capaz de recibir también las fuerzas que actúan en un ángulo diferente de 90° sobre la superficie del cigüeñal 1. Por supuesto, el dispositivo de cojinete 15 absorberá también las fuerzas que actúen verticalmente sobre la superficie del cigüeñal 1.

El modelo de fabricación del dispositivo de cojinete 15 como un cojinete de deslizamiento es en el caso del modelo de fabricación de la herramienta de endurecimiento 10 con los émbolos 17 en comparación con un cojinete de rodillos, el modelo de fabricación más adecuado, ya que a través del martilleo vibrante de la herramienta de endurecimiento 10 al utilizar un cojinete de bolas o de rodillos como el dispositivo de cojinete 15, podrían surgir problemas en los mismos en cuanto a la durabilidad. En este caso, las dos superficies del cojinete de deslizamiento deben estar perfectamente adaptadas la una a la otra, pudiéndose encontrar entre estas superficies, aceite, grasa u otro lubricante adecuado.

Por medio del procedimiento mencionado se produce un componente sometido a torsión y a flexión, en este caso, el cigüeñal 1, el cual no sólo presenta las ventajas que resultan del tratamiento de nitruración, tales como una mayor dureza de la superficie y una mayor resistencia a la torsión, sino que presenta debido al procedimiento de endurecimiento en las zonas altamente estresadas 5 una mayor resistencia, en particular una mayor resistencia a la flexión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para aumentar la resistencia de un componente sometido a torsión y a flexión, en particular un cigüeñal (1), aplicándose en una primera etapa, esencialmente sobre todo el componente, una capa de nitruración (6), eliminándose en una segunda etapa la capa de nitruración (6) al menos parcialmente por medio de un procedimiento de mecanizado en al menos una zona altamente estresada (5) del componente, y en una tercera etapa, al menos la parte altamente estresada (5) del componente liberada de la capa de nitruración (6), está endurecida mecánicamente en frío, caracterizado porque de la capa de nitruración (6) se retira solamente una capa de unión (6a).
- 10 2. Procedimiento para aumentar la resistencia de un componente sometido a torsión y a flexión, en particular un cigüeñal (1), aplicándose en una primera etapa, esencialmente sobre todo el componente, una capa de nitruración (6), eliminándose en una segunda etapa la capa de nitruración (6) al menos parcialmente por medio de un procedimiento de mecanizado en al menos una zona altamente estresada (5) del componente, y en una tercera etapa, al menos la parte altamente estresada (5) del componente liberada de la capa de nitruración (6) está endurecida mecánicamente en frío, caracterizado porque adicionalmente a la capa nitruración (6) se elimina un material adicional del componente (1) para conformar un rebaje (8) en al menos una zona altamente estresada.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque después del endurecimiento mecánico en frío se lleva a cabo un mecanizado final del componente (1) con respecto a su posición y / o tolerancias dimensionales.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque el endurecimiento mecánico en frío se lleva a cabo por medio de laminado compacto.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque el endurecimiento mecánico en frío se lleva a cabo mediante endurecimiento por impacto.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la capa de nitruración (6) se elimina por torneado, fresado o rectificado.
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque como componente se utiliza un cigüeñal (1).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque al menos una zona altamente estresada (5) es una zona de transición desde un cojinete principal (2) o el cojinete de biela (3) hacia un brazo de manivela (4).
- 40 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la zona de transición se ejecuta como un radio tangencial o rebajado.
- 45 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque durante el endurecimiento mecánico en frío de la zona altamente estresada (5) del componente, se aplica tal fuerza que se producen grietas sobre la superficie del componente, incrementándose la fuerza hasta en un 40% con respecto a la fuerza aplicada mediante laminado compacto.
- 50 11. Aparato para el endurecimiento mecánico en frío de un componente sometido a torsión y a flexión, en particular un cigüeñal (1), con una herramienta de endurecimiento (10) adecuada para aplicar una fuerza sobre el componente y con un dispositivo de sujeción contrapuesto (11) que absorbe al menos la fuerza de una herramienta de endurecimiento (10), caracterizado porque el dispositivo de sujeción contrapuesto (11) está apoyado por medio de un dispositivo de apoyo (15) de tal manera que es capaz de absorber, en caso de ligeras inclinaciones de la herramienta de endurecimiento (12), las fuerzas introducidas por la misma, las cuales actúan oblicuamente sobre la superficie del componente (1).
- 55 12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque al menos una herramienta de endurecimiento (10) presenta una pluralidad de rodillos de endurecimiento (12).
- 60 13. El aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque al menos una herramienta de endurecimiento (10) comprende una pluralidad de émbolos (17).
14. Aparato según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado alrededor del perímetro del componente a mecanizar, están dispuestas desplazadas herramientas de endurecimiento (10,10a), actuando una herramienta de endurecimiento (10,10a) como un dispositivo de sujeción contrapuesto (11,11a) para la otra herramienta de endurecimiento (10,10a).

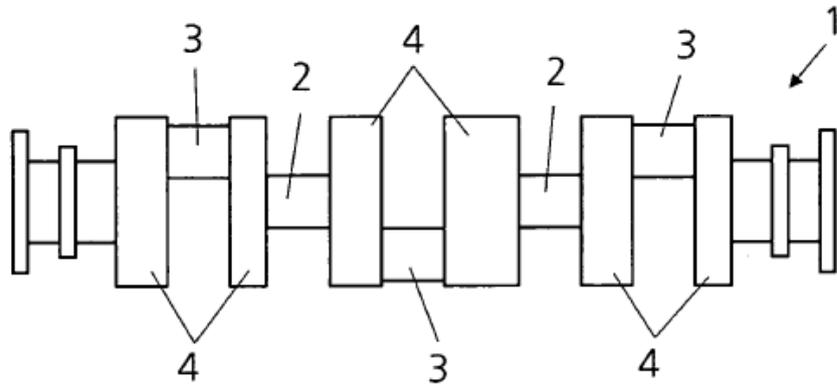


Fig. 1

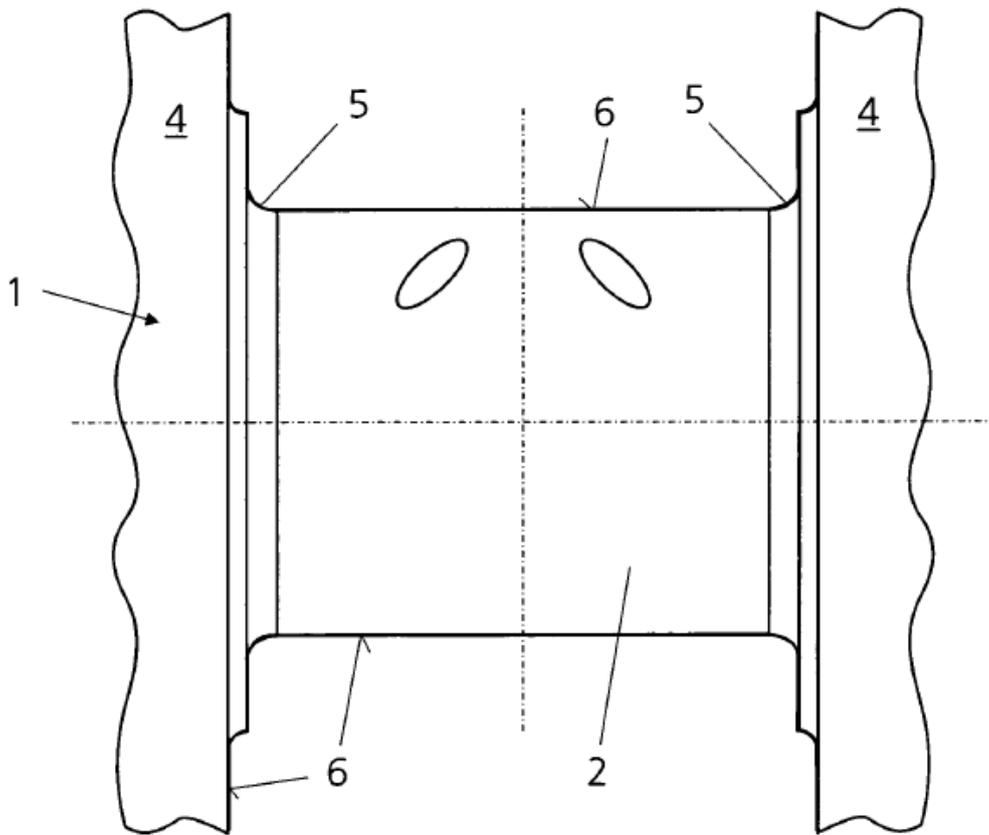


Fig. 2

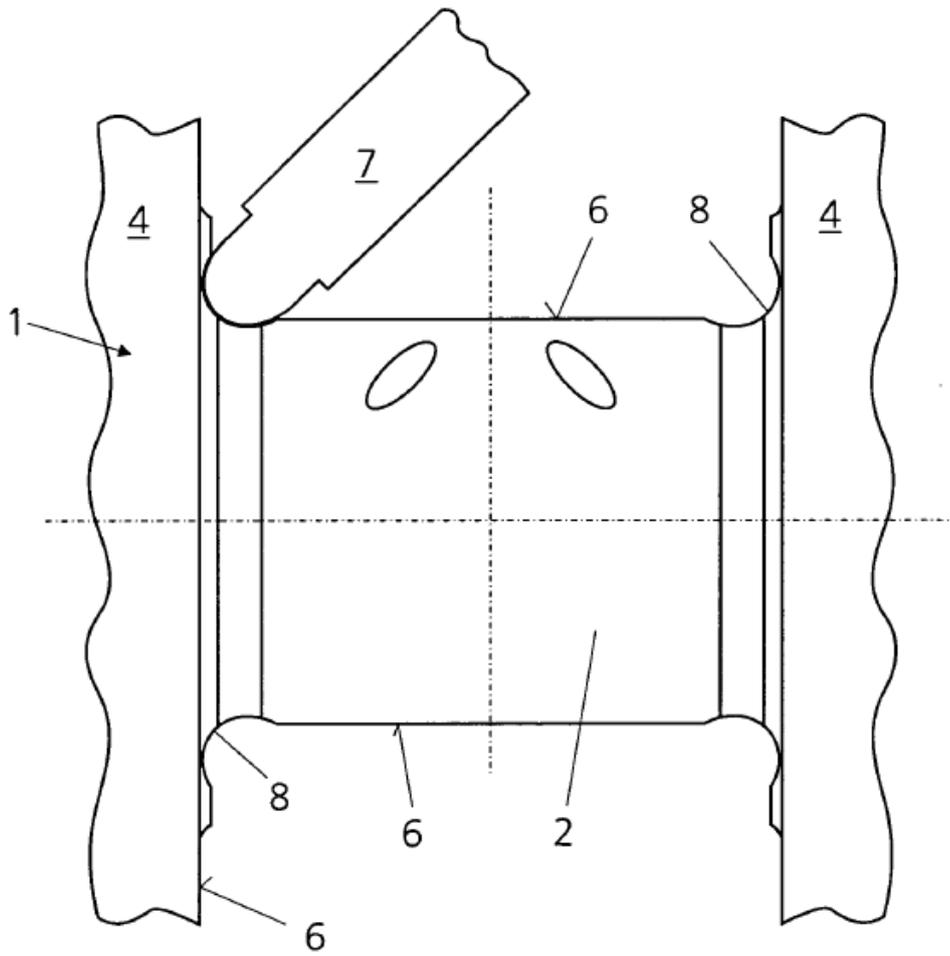


Fig. 3

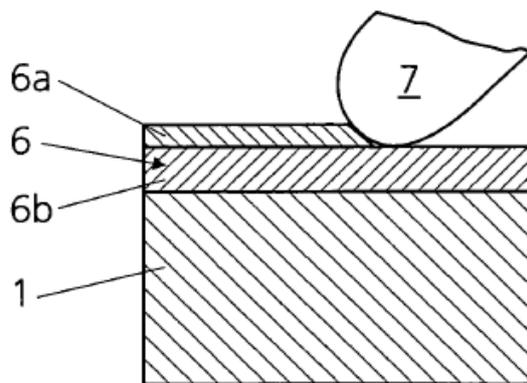
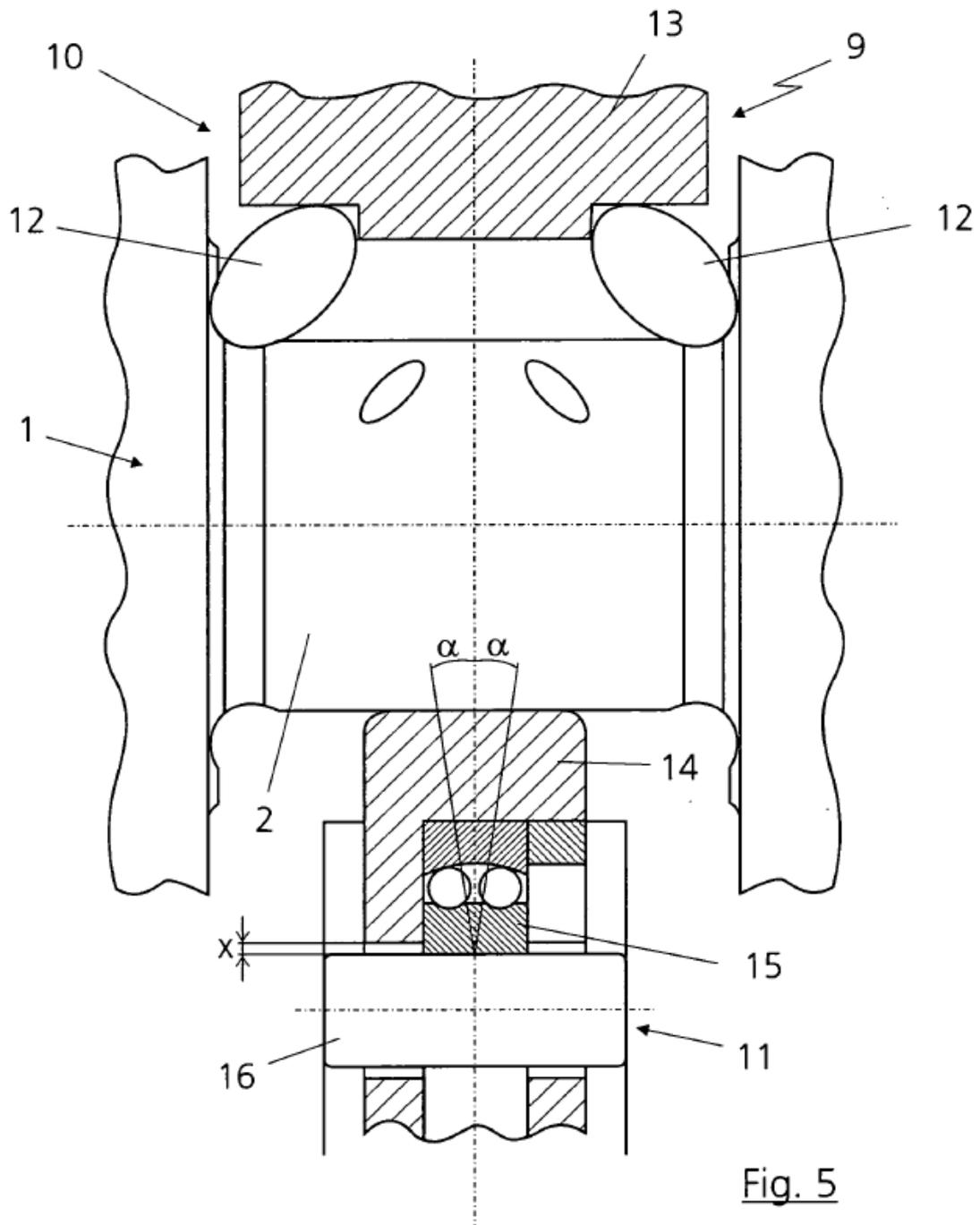


Fig. 4



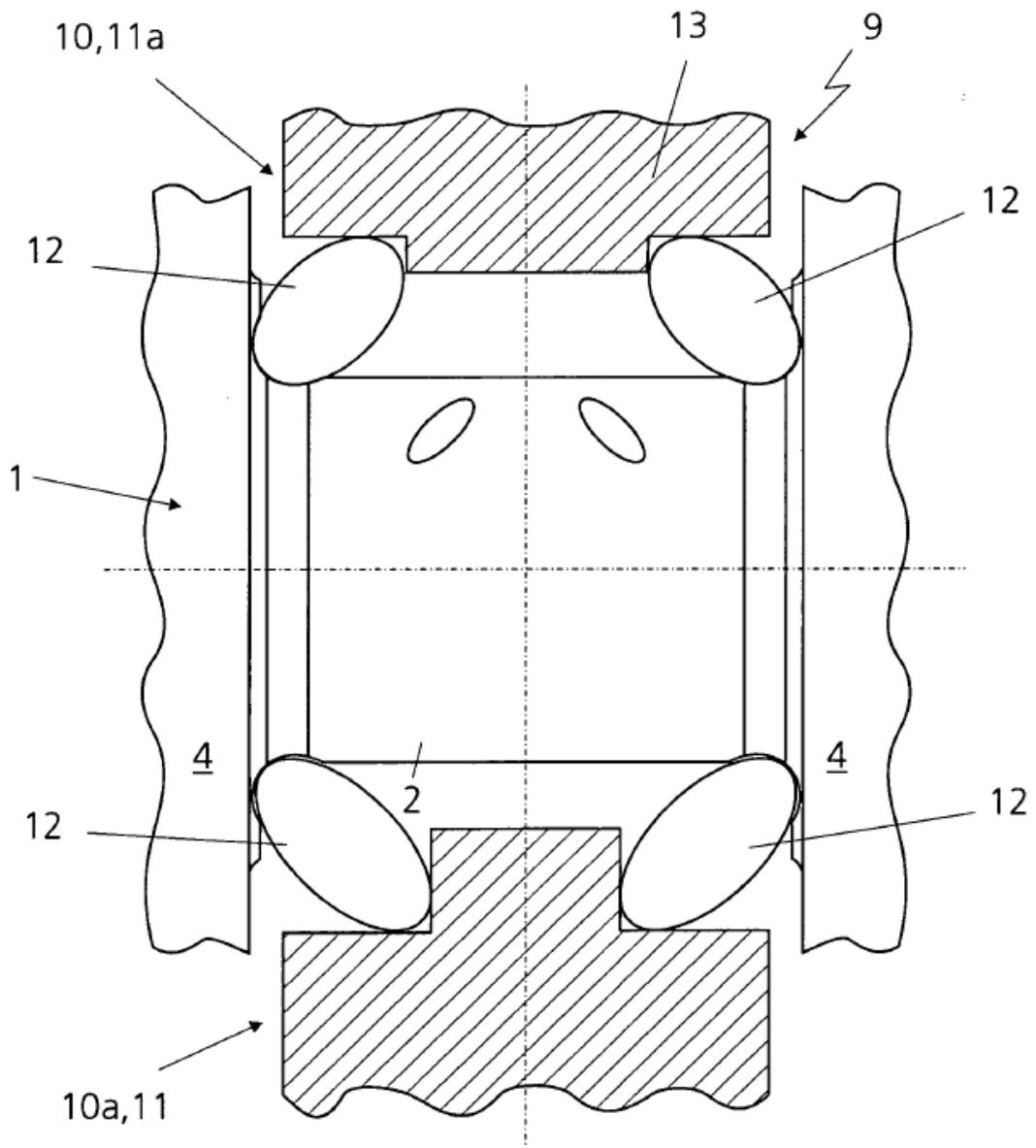


Fig. 6

