

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 631**

51 Int. Cl.:

G01M 1/14 (2006.01)

G01M 1/30 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2013 E 13188929 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2759822**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo destinados para determinar un eje de mecanizado**

30 Prioridad:

29.01.2013 DE 102013100899

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

20.07.2017

73 Titular/es:

SCHENCK ROTEC GMBH (100.0%)

Landwehrstrasse 55

64293 Darmstadt, DE

72 Inventor/es:

ROGALLA, MARTIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 625 631 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).

DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo destinados para determinar un eje de mecanizado

5 La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la posición para un eje de mecanizado de una pieza bruta giratoria, en particular de un eje cigüeñal, que comprende unas zonas de pieza destinadas para ser mecanizadas por arranque de material y unas zonas de pieza que quedan sin mecanizado y cuya distribución de masas nominal está conocida, procedimiento realizado con la ayuda de un dispositivo de medición que es apto para medir la posición espacial de puntos de superficie de piezas de trabajo.

10 Un procedimiento para la medición de la posición del eje de inercia de una pieza de trabajo destinada para la rotación a través de una máquina de centrado de equilibrio se conoce a partir del documento DE 28 23 219 C2. En este caso, la pieza de trabajo es recibida en una posición inicial, predeterminada por su forma geométrica, en una máquina y gira alrededor de un eje de giro del soporte. Mientras que la pieza de trabajo gira, se mide el desequilibrio existente y se determina la posición del eje de inercia de la pieza de trabajo con respecto al eje de giro dado. En una etapa adicional, la posición de la pieza de trabajo es modificada de tal modo que el eje de giro dado y el eje de inercia coinciden. En dicha posición se aplican entonces unos taladros de centrado o medios análogos de centrado en la pieza de trabajo que sirven para el alojamiento de la pieza de trabajo en los procesos subsiguientes de mecanizado.

20 A partir del documento EP 0 268 724 B1 se conoce un procedimiento para el centrado con equilibrado de piezas de trabajo que, en parte, deben ser mecanizadas por arranque de virutas, en particular eje de cigüeñal, en el cual la pieza de trabajo, previamente al mecanizado, es desplazada transversalmente con respecto a su eje de giro en el sentido de una reducción de desequilibrio, y es provista de taladros de centrado que fijan la posición de equilibrado centrado. Para la determinación de la magnitud y la dirección del desplazamiento transversal de la pieza de trabajo, se omiten en este caso los desequilibrios causados por las zonas a ser mecanizadas de la pieza de trabajo y solamente se utilizan aquellos desequilibrios que están causados por las zonas sin mecanizado de la pieza de trabajo. El eje de giro fijado con los taladros de centrado, debido al desplazamiento transversal de la pieza de trabajo, por lo tanto realiza un equilibrado únicamente con respecto a las partes que quedan sin mecanizado de la pieza de trabajo. Puesto que el mecanizado de la pieza de trabajo está dirigido hacia el eje de giro determinado por el taladro de centrado, se obtiene un equilibrado previo. Las zonas de la pieza de trabajo que quedan sin mecanizado son medidas en este caso en sus formas exteriores existentes por sensores que están dirigidos hacia unos determinados puntos seleccionados de la superficie de pieza de trabajo, y son introducidas en un ordenador que compara estas formas reales con las formas teóricas de una pieza de trabajo ideal y calcula el desplazamiento de la pieza de trabajo en función de la respectiva desviación entre las formas reales y teóricas, teniendo en cuenta las adiciones previstas de material. El procedimiento conocido requiere unos dispositivos de medición muy elaborados para poder realizar con la precisión exigida la medición de las zonas de pieza de trabajo que se quedan sin mecanizado.

40 En un procedimiento descrito en el documento JP 2009 020009 A se recibe una pieza bruta giratoria en un dispositivo en el cual se puede ajustar la posición de la pieza bruta. A través de un dispositivo de medición de forma tridimensional que utiliza una cámara, un rayo laser o similar, se mide por medición de distancia según el principio de una triangulación la forma tridimensional de la pieza bruta y se emite en forma de datos digitales. A partir de los datos medidos, una unidad de cálculo de imagen genera un modelo físico 3-D y extrae la parte del modelo físico 3-D cuya forma queda mantenida en el producto final obtenido a partir de la pieza bruta. A continuación, una unidad de cálculo realiza una simulación de equilibrado, por medio de la parte extraída, y calcula la posición del centro de gravedad y la posición del eje de centrado, para el cual el desequilibrio es mínimo, si se gira la forma definitiva del producto. Con la ayuda del dispositivo de posicionamiento, posteriormente la pieza bruta es colocada en la posición central calculada y es centrada.

50 De modo adicional, a partir del documento EP 2 184 595 A1 se conoce un procedimiento destinado para determinar la posición de taladros de centrado que se taladran en un eje cigüeñal, en el cual se mide la superficie del eje cigüeñal y se registran datos de forma tridimensionales, se asume, en base a dichos datos de forma, una posición del taladro de centrado en el eje cigüeñal, se simula en base a la presunta posición del taladro de centrado como magnitud de referencia un mecanizado predeterminado del eje cigüeñal y a continuación se determina una forma del eje cigüeñal que corresponde al mecanizado simulado. A continuación, se comprueba en una etapa de decisión del equilibrado si la magnitud del desequilibrio del eje cigüeñal se encuentra, en la forma obtenida después del mecanizado simulado, dentro de la gama admitida y predeterminada, o no, y en una etapa de decisión de taladro de centrado se determina la posición asumida del taladro de centrado como posición de taladro definitiva, en caso de que el valor de desequilibrio está situado dentro de la gama admitida.

60 El documento JP H10 62144 A describe un procedimiento en el cual la forma de los pesos de equilibrio de un eje cigüeñal son medidos en varios puntos y se comparan con los puntos correspondientes del contorno nominal del eje cigüeñal para determinar un llenado insuficiente u otros fallos de forma.

65

La invención se basa en el objeto de indicar un procedimiento de la índole inicialmente indicada que permita una determinación exacta de los puntos de centrado para la determinación de un eje de mecanizado de una pieza bruta que lleve a un desequilibrio mínimo de la pieza bruta mecanizada. De modo adicional, el procedimiento debe ser capaz de realizarse de manera sencilla y rápida y no requerir unos dispositivos complicados y caros para su realización. Para la determinación de los puntos de centrado de las piezas brutas se deben poder alcanzar tiempos cortos de ciclo.

De modo adicional, la invención se basa en el objeto de hacer disponible un dispositivo ventajoso para la realización del procedimiento.

En lo que se refiere al procedimiento, el objeto mencionado es solucionado a través de las características indicadas en la reivindicación 1. En las reivindicaciones 2 a 8 se indican unas realizaciones ulteriores ventajosas del procedimiento.

En lo que se refiere al dispositivo, el objeto es solucionado a través de las características indicadas en la reivindicación 9. En las reivindicaciones 10 a 18 se indican unas realizaciones ventajosas del dispositivo.

De acuerdo con la invención, el procedimiento para la determinación de la posición de los puntos de centrado del lado frontal para un eje de mecanizado de una pieza bruta giratoria, que presenta unas zonas de pieza de trabajo a ser mecanizadas por arranque de material y otras que quedan sin mecanizado y cuya distribución de masa nominal es conocida, con la ayuda de un dispositivo de medición que es capaz de medir la posición espacial de puntos de la superficie de la pieza de trabajo, las etapas siguientes:

la recepción de una pieza de referencia en los lugares de alojamiento del dispositivo de medición, la medición, con la ayuda del dispositivo de medición, de la posición de numerosos puntos de zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia con respecto a un eje de referencia de desequilibrio determinado en el dispositivo de medición,

la memorización, en una memoria de datos de un ordenador, de los datos de posición medidos de los numerosos puntos de las zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia como superficie parcial de referencia,

el retiro de la pieza de referencia del dispositivo de medición y la recepción de una pieza bruta en los lugares de almacenamiento del dispositivo de medición, la medición, con la ayuda del dispositivo de medición, de la posición de numerosos puntos de zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza bruta, la memorización de los datos medidos de posición de la pluralidad de puntos de las zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza bruta como superficie parcial de pieza bruta en una memoria de datos del ordenador,

el cálculo de un efecto de desequilibrio resultando de la diferencia entre la superficie parcial de pieza bruta y la superficie parcial de referencia con respecto al eje de referencia de desequilibrio a partir de los datos de posición memorizados,

la expresión del efecto de desequilibrio a través de la posición del eje de inercia principal de una pieza de trabajo asumida que presenta una distribución de masas nominal y

el cálculo del eje de mecanizado a través de la adición de un decalaje con respecto a la posición del eje de inercia principal.

El decalaje puede ser asumido en un primer tiempo como valor cero y posteriormente puede ser determinado de manera empírica sobre la base de desequilibrios, medidos con respecto al eje de pieza mecanizada, de una pluralidad de piezas de trabajo fabricadas que tienen un eje de mecanizado determinado de acuerdo con el procedimiento, y memorizados en el ordenador. De modo ventajoso, la posición del eje de mecanizado puede ser exprimida por la posición de puntos de centrado que son calculados como puntos de penetración del eje de mecanizado por planos frontales de la pieza bruta, orientados de modo ortogonal con respecto al eje de referencia de desequilibrio.

El decalaje determinado de modo empírico tiene en cuenta un desequilibrio de la pieza de trabajo de referencia con respecto al eje de referencia de desequilibrio determinado en el dispositivo de medición y las modificaciones a las cuales la pieza bruta está sometida por el mecanizado subsiguiente con el eje de mecanizado determinado según el procedimiento, y contrarresta estas influencias en el sentido de una reducción del desequilibrio de la pieza de trabajo cuyo mecanizado está acabado.

El procedimiento de acuerdo con la invención tiene la ventaja de suministrar unos resultados muy precisos ya que unos objetos de medición que se diferencian muy poco el uno del otro, a saber, la pieza de trabajo de referencia y una pieza bruta son medidas aplicando el mismo procedimiento de medición y los datos de posición de ambos objetos de medición obtenidos en las mediciones son comparados los unos con los otros, entrando en el cálculo ulterior únicamente la diferencia entre los datos obtenidos de posición. En base a la comparación de los datos de posición se compensan las desviaciones con respecto al punto cero así como las influencias condicionadas por el proceso de medición y las distorsiones de los valores de medición en los que están basados y por lo tanto no pueden afectar la precisión de la medición de modo significativo. Puesto que, de modo adicional, la pieza de trabajo de referencia y la pieza bruta difieren entre sí únicamente por las desviaciones situadas en el marco de las

tolerancias habituales de fabricación, la comparación de los datos de posición proporciona unos valores de diferencia relativamente reducidos, de manera que incluso unas inexactitudes que se producen durante la medición solamente tendrían una repercusión mínima.

5 De todas maneras, en la práctica se ha mostrado que el procedimiento de acuerdo con la invención conduce a unos resultados muy ventajosos. Se producen unos círculos de difusión menores en la máquina de equilibrado final para el equilibrado de las piezas de trabajo cuyo mecanizado está terminado. El dispositivo de medición solamente tiene que medir de modo lineal y proporcionar unos valores de medición aptos a ser reproducidos para unas posiciones de medición idénticas en la pieza de trabajo de referencia y la pieza bruta. Unas desviaciones menores de la magnitud absoluta de los valores de medición solamente tienen una repercusión reducida, de modo que se puede renunciar a un calibrado exacto del dispositivo de medición, tal como se exigiría para el cálculo del volumen de la pieza de trabajo. El hecho de promediar a través de una pluralidad de puntos de medición reduce adicionalmente los requisitos de precisión exigidos del dispositivo de medición. Por este motivo es posible utilizar unos dispositivos de medición económicos, por ejemplo unos sistemas de medición 3-D que funcionan según el procedimiento de sección óptica por laser, para el procedimiento.

De acuerdo con un propuesto adicional según la invención, el cálculo del efecto del desequilibrio puede realizarse de manera que se seleccionan unos puntos discretos de referencia de la superficie parcial de referencia, se determina para cada punto discreto de referencia un efecto del desequilibrio parcial, basado en la desviación entre la superficie de la pieza bruta y el punto de referencia, y se determina el efecto del desequilibrio que resulta a través de la suma de los efectos parciales del desequilibrio de todos los puntos de referencia. De esta manera es posible mantener reducido el esfuerzo de cálculo y simplificar el proceso de cálculo.

Una realización ulterior adicional ventajosa del procedimiento según la invención puede consistir en el hecho de determinar un efecto parcial nominal del desequilibrio para cada punto discreto de referencia que se selecciona para una desviación nominal pequeña supuesta entre la superficie de la pieza bruta y el punto de referencia y memorizarlo como coeficiente de influencia del punto de referencia, y en el hecho de determinar el efecto parcial real del desequilibrio para cada punto discreto de referencia mediante la multiplicación del coeficiente de influencia del punto de referencia y la desviación medida entre la superficie de la pieza bruta y el punto de referencia.

De este modo, es posible calcular por adelantado los factores de influencia de los puntos de referencia después de la medición de la pieza de trabajo de referencia y la memorización de la superficie de la pieza bruta para cada uno de los puntos discretos de referencia, de tal manera que, en la determinación subsiguiente de los efectos del desequilibrio de las piezas brutas, únicamente hará falta multiplicar las desviaciones medidas en los puntos de referencia con los coeficientes de influencia asociados. El esfuerzo de cálculo posterior a la medición de las superficies de pieza bruta para las piezas brutas es reducido de modo considerable de esta manera.

El efecto parcial nominal del desequilibrio para cada punto discreto de referencia puede ser exprimido según la invención como desviación de posición del eje principal de inercia de una pieza de trabajo asumida con una distribución de masas nominal, por ejemplo como cambios de excentricidad del eje principal de inercia en los planos de centrado. La suma de los efectos parciales del desequilibrio de los diversos puntos de referencia lleva entonces directamente a la determinación de una posición del eje principal de inercia que debe ser corregida solamente mediante la adición de un decalaje determinado empíricamente.

45 Como pieza de trabajo de referencia puede elegirse una pieza bruta arbitraria de una serie de piezas brutas homogéneas a ser medidas. No obstante es ventajoso si se elige como pieza de trabajo de referencia una pieza bruta en la cual la forma de las zonas de pieza de trabajo que quedan sin mecanizado se encuentra en el centro de las desviaciones formales causadas por la fabricación. De esta manera las desviaciones entre la superficie parcial de referencia y las superficies de pieza parciales de las piezas brutas a ser medidas quedan relativamente reducidas, lo que contribuye a la precisión de la determinación del punto de centrado. Adicionalmente es ventajoso si la pieza de trabajo de referencia es fabricada a partir de una pieza bruta que tiene un desequilibrio original muy pequeño.

Para la fabricación de la pieza de trabajo de referencia, según la invención es posible determinar para una pieza bruta seleccionada, mediante un centrado de equilibrado, la posición óptima para el eje de mecanizado y eventualmente, después de la aplicación de los taladros de centrado correspondientes, es posible proveer mediante un mecanizado subsiguiente la pieza bruta de unas superficies de alojamiento concéntricas con respecto al eje de mecanizado, para el alojamiento en el dispositivo de medición versehen werden. De modo preferente, las superficies de alojamiento pueden recibir una superficie dura, resistente al desgaste. La pieza de trabajo de referencia, fabricada de esta manera, puede ser recibida con sus superficies de alojamiento en una máquina de equilibrado y se puede medir la posición de su eje principal de inercia. En caso de que la posición del eje principal de inercia difiere del eje de referencia de desequilibrio, determinado a través del alojamiento en el dispositivo de medición, dicha desviación de posición o respectivamente el desequilibrio que corresponde a ella, en el procedimiento según la invención debe añadirse a la posición calculada del eje principal de inercia, por ejemplo mediante la inserción en el decalaje a ser añadido.

65

De acuerdo con la invención, un dispositivo ventajoso para la realización del procedimiento comprende una pieza de trabajo de referencia, un dispositivo de medición con lugares de almacenamiento para la recepción de la pieza de trabajo de referencia o de una pieza bruta, un dispositivo de detección para medir la posición de una pluralidad de puntos de superficie, quedando sin mecanizado, de la pieza de trabajo de referencia y de la pieza bruta, y con un eje de referencia de desequilibrio asociado al dispositivo de detección, un ordenador con una memoria de datos para la memorización de datos de posición medidos de muchos puntos de las zonas de superficie que quedan sin mecanizado como superficie parcial de referencia de la pieza de trabajo de referencia y como superficie parcial de la pieza bruta, siendo el ordenador configurado para calcular, a partir de los datos de posición almacenados, un efecto de desequilibrio como resultado de la desviación entre la superficie parcial de pieza bruta y la superficie parcial de referencia, con respecto al eje de referencia de desequilibrio, para expresar el efecto del desequilibrio a través de la posición del eje principal de inercia de una pieza de trabajo asumida con una distribución nominal de masas, añadir un decalaje al eje principal de inercia, decalaje que ha sido determinado de modo empírico y memorizado con la ayuda de los desequilibrios reales, medidos con respecto al eje de mecanizado, de piezas de trabajo previamente fabricadas. El ordenador puede estar configurado según la invención también para el cálculo de puntos de centrado como puntos de penetración del eje de mecanizado a través de planos frontales de la pieza bruta, orientados de modo ortogonal con respecto al eje de referencia de desequilibrio. El cálculo de los puntos de centrado de la pieza bruta, sin embargo, también puede realizarse en un ordenador de una máquina de taladrar orificios de centrado para la realización de taladros de centrado que determinan el eje de mecanizado en la pieza bruta.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de ejemplos de realización que están representados en el dibujo. Muestran

Figura 1 un dispositivo según la invención,
 Figura 2 el dispositivo según la figura 1 durante la medición de una pieza de trabajo de referencia y
 Figura 3 una vista de una pieza de trabajo de referencia.

El dispositivo de medición 10 representado en la figura 1 presenta dos carcasas de cojinete 12, 14 dispuestas a una distancia la una de la otra sobre un bastidor de máquina 11. En ambas carcasas de cojinete 12, 14 está alojado de modo giratorio respectivamente un husillo que lleva en un extremo que sobresale de la carcasa de cojinete 12, 14 y está orientado hacia el centro del bastidor de máquina 11, un cabezal de husillo 16, 18 en forma de un disco cilíndrico. En los lados dirigidos el uno hacia el otro de los cabezales de husillo 16, 18 están dispuestos unos alojamientos 20, 22 provistos de un dispositivo de tensado para los gorriones o bridas de cojinete de una pieza de trabajo. Los alojamientos 20, 22 pueden estar configurados de diferente manera, pueden disponer de prismas radialmente ajustables o estar realizados como platos de garras o como pinzas de sujeción. Ambos husillos pueden ser accionados de modo giratorio con la ayuda de motores 24, 26. Los motores 24, 26 están acoplados el uno con el otro mecánicamente o a través de una conmutación eléctrica de tal manera que pueden moverse de manera sincronizada. El motor 26 está provisto de un transmisor de ángulo de giro que registra la posición del ángulo de giro del cabezal de husillo accionado por el motor 26. Los husillos y los cabezales de husillo 16, 18 están orientados coaxialmente los unos hacia los otros.

Al lado de las carcasas de cojinete 12, 14 en el bastidor de máquina 11 está sujetado un carril de guía 30 sobre el cual un carro 32 está alojado de manera móvil paralelamente con respecto al eje común de los husillos. El carro 32 contiene un motor de accionamiento a través del cual puede ser desplazado a lo largo del carril de guía 30. A través de un sistema de medición de trayectoria es posible medir la posición respectiva del carro. En el carro 32 un soporte 34 está alojado de modo giratorio alrededor de un eje 35. El eje 35 se encuentra en un plano vertical con respecto al eje de giro de los husillos. En el soporte 34 está sujetado un dispositivo de sensor 36 que tiene la capacidad de la captación óptica tridimensional de un cuerpo. El dispositivo de sensor 36 funciona de acuerdo con el procedimiento de sección por láser. Su gama de medición 37 está ilustrada a través de una superficie. Un dispositivo de transmisión de datos 38 que está indicado por una doble flecha conecta el dispositivo de sensor 36 con un ordenador electrónico 40 programable y una memoria de datos 41 conectada con el mismo. El dispositivo de transmisión de datos 38 puede estar realizado de modo inalámbrico o también vinculado a cables. De modo adicional, el ordenador 40 está configurado de tal modo que manda el accionamiento del carro 32 y del soporte 34 y que recibe y procesa la señal del transmisor de ángulo de giro del motor 26.

En lugar del dispositivo de sensor giratorio 36 que está representado, según la invención también es posible sujetar dos o más dispositivos de sensor estacionarios en el carro 32 que están orientados simultáneamente en diferentes direcciones hacia la pieza de trabajo, de manera que cada dispositivo de sensor puede captar un lado diferente de la pieza de trabajo. Ello conllevará unos costes más elevados, pero presenta la ventaja de que no hace falta reproducir el ángulo de giro de uno de los dispositivos de sensor y que la medición requiere menos tiempo.

En el dispositivo de medición representado 10, el eje de referencia de desequilibrio para el cálculo de los efectos del desequilibrio está determinado por el eje de giro común de los cabezales de husillo 16, 18. La zona de medición 37 del dispositivo de sensor 36 se extiende y se desplaza de modo preferente en un plano en el que está situado el eje de giro. Sin embargo, una captación óptica de las superficies de pieza de trabajo también puede realizarse sin giro de las piezas de trabajo a través de varios sensores. En este caso, el eje de referencia de desequilibrio puede estar

formado por una recta, en la cual se intersectan los centros o los planos centrales de las zonas de medición de los sensores.

Figura 2 muestra el dispositivo de medición 10 durante un proceso de medición. En los alojamientos 20, 22 en los cabezales de husillo 16, 18 se encuentra una pieza de trabajo de referencia 50 en forma de un eje cigüeñal con gorriones 52, pasadores de cigüeñal 53 y brazos de cigüeñal 54. En un eje cigüeñal de este tipo únicamente los gorriones 52 y los pasadores de cigüeñal 53 son mecanizados con arranque de material. Por el contrario, las superficies de los brazos de cigüeñal 54 quedan sin mecanizado. En la pieza de trabajo de referencia 50 son solamente los gorriones 52 que están mecanizados en los dos extremos y están provistos de superficies cilíndricas de alojamiento 56 que sirven para la orientación de la pieza de trabajo de referencia 50 en los alojamientos 20, 22 del dispositivo de medición 10 y determinan el eje de referencia de desequilibrio para la pieza de trabajo de referencia 50. Un mecanizado de los demás gorriones 52 y de los pasadores de cigüeñal 53 no es necesario, pero tampoco conllevaría perjuicios.

Los alojamientos 20, 22 del dispositivo de medición están configurados de tal manera que por medio de un almacenamiento de la pieza de trabajo de referencia 50 con las superficies de alojamiento 56 el eje de cojinete de la pieza de trabajo de referencia 50 coincide con el eje de giro de los husillos y los cabezales de husillo 16, 18 que determina en el dispositivo de medición el eje de referencia de desequilibrio. Con la ayuda del dispositivo de sensor 36 es posible medir la posición de las superficies de alojamiento 56 y de las superficies exteriores cilíndricas de los cabezales de husillo 16, 18 y comprobar, a través del cálculo y de la comparación de la posición de sus ejes, el centrado de la pieza de trabajo de referencia 50 en los alojamientos 20, 22. En caso de que la comprobación muestra una desviación de posición entre el eje de referencia de desequilibrio y el eje de cojinete de la pieza de trabajo de referencia 50, la posición de la pieza de trabajo de referencia 50 puede ser corregida con la ayuda de medios de ajuste que están provistos en los alojamientos 20, 22.

Posteriormente al alojamiento y la sujeción de la pieza de trabajo de referencia 50 en el dispositivo de medición 10 las zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de trabajo de referencia 50 pueden ser medidas. A este efecto se hace girar lentamente la pieza de trabajo de referencia 50 a través del accionamiento de los motores 24, 26. Al mismo tiempo el dispositivo de sensor 36 es desplazado con la ayuda del carro 32 en una primera dirección, por ejemplo la posición del ángulo mostrada en la figura 2, a lo largo de la pieza de trabajo de referencia 50 mientras que el perímetro y un lado de los brazos de cigüeñal son captados por la zona de medición 37. A continuación el dispositivo de sensor es girado hacia una segunda posición angular, por ejemplo simétrica a la primera posición angular con respecto a un plano radial, y es desplazado en la dirección opuesta a lo largo de la pieza de trabajo de referencia 50, mientras que al margen del perímetro se capta también el otro lado de los brazos de cigüeñal. Durante los desplazamientos se miden las posiciones de una pluralidad de puntos de las zonas de superficie que quedan sin mecanizado de los brazos de cigüeñal 54 y los datos de la medición se transmiten al ordenador. El ordenador 40 calcula unos datos tridimensionales de posición a partir de los datos de medición del dispositivo de sensor 36 y los datos asociados de ángulo de giro del transmisor de ángulo de giro y los almacena como superficie parcial de referencia en la memoria de datos 41.

De la manera descrita, de modo subsiguiente es posible alojar una pieza bruta en el dispositivo de medición 10, medirla y almacenar el resultado de la medición como superficie parcial de la pieza bruta en la memoria de datos 41.

Con la ayuda de los datos almacenados de posición de la superficie parcial de referencia y de la superficie parcial de la pieza bruta se puede calcular entonces la posición óptima de cada uno de los puntos de centrado para la aplicación de los taladros de centrado en la pieza bruta. A este efecto, el programa del ordenador 40 compara una pluralidad de puntos discretos de referencia de la superficie parcial de referencia con la superficie parcial de la pieza bruta, calculando para cada punto de referencia la más pequeña desviación de la superficie parcial de la pieza bruta con respecto al punto de referencia. En caso de que, por ejemplo, la superficie parcial de la pieza bruta está elevada con respecto a un punto de referencia, es posible calcular el volumen de lugar elevado, por ejemplo como pequeña pirámide o casquete esférico, y calcular a partir del volumen y de los datos existentes relacionados con la pieza bruta la masa, su posición de centro de gravedad y por lo tanto su efecto parcial de desequilibrio, es decir, la modificación del desequilibrio causada por la desviación de este lugar de la superficie parcial de la pieza bruta con respecto a la superficie parcial de referencia.

El mismo cálculo es realizado para todos los puntos de referencia seleccionados y los efectos parciales de desequilibrio encontrados son sumados para formar un efecto del desequilibrio global. El efecto del desequilibrio global calculado puede ser convertido en la posición del eje principal de inercia de una pieza de trabajo asumida que presenta la distribución de masas nominal de la pieza bruta.

Sin embargo, la posición calculada del eje de inercia todavía no puede utilizarse como eje de mecanizado para la pieza bruta, ya que hay que tener en cuenta las modificaciones de la pieza bruta causadas por el proceso de mecanizado subsiguiente, dislocaciones del punto cero y un desequilibrio eventual de la pieza de trabajo de referencia. Por este motivo se ha mostrado ser ventajoso si se añade a la posición del eje principal de inercia un decalaje que ha sido determinado a través de unos desequilibrios medidos con respecto al eje de mecanizado, de varias piezas de trabajo fabricadas a partir de piezas brutas del mismo tipo, y memorizado en el ordenador. Mediante

la adición del decalaje se determina la posición del eje de mecanizado y es posible calcular las posiciones de puntos de centrado como puntos de penetración del eje de mecanizado a través de planos ortogonales con respecto al eje de referencia de desequilibrio que están situados en las caras frontales de la pieza bruta que deben ser mecanizados.

5 Los datos de posición de los puntos de centrado son transmitidos a una máquina de perforación de centrado en la cual se introduce la pieza bruta después de su extracción del dispositivo de medición, para aplicar los taladros de centrado en los lugares calculados a este efecto. De manera preferente, el alojamiento de la máquina de perforación de centrado está realizado de tal manera que la posición espacial de la pieza bruta con respecto a los ejes de alojamiento del dispositivo de medición y de la máquina de perforación de centrado es respectivamente la misma.

10 Figura 3 muestra un ejemplo de una pieza de trabajo de referencia 60, que está fabricada a partir de una pieza bruta seleccionada de una serie de piezas de trabajo del mismo tipo. Para la selección de la pieza bruta para la pieza de trabajo de referencia 60 es ventajoso si las dimensiones de la pieza bruta se encuentran en el centro de las tolerancias válidas de fabricación, para evitar que las posibles desviaciones de la pieza bruta a ser comparada con la pieza de trabajo de referencia 60 sean demasiado importantes. La pieza de trabajo de referencia 60 está mecanizada únicamente en los gorriones 62 del lado del extremo, ya que ellos sirven para el alojamiento en el dispositivo de medición 10. Todas las demás secciones de la pieza de trabajo de referencia 60 están sin mecanizar. Para el mecanizado de los gorriones, el equilibrado de la pieza de trabajo de referencia 60 ha sido centrado con el fin de obtener un desequilibrio original mínimo con respecto al eje de mecanizado. Puesto que el eje de mecanizado de la pieza de trabajo de referencia 60 debe coincidir lo más exactamente posible con el eje de referencia de desequilibrio en el dispositivo de medición 10, es conveniente si los gorriones 62 disponen de una superficie resistente al desgaste, para que el alojamiento de la pieza de trabajo de referencia 60 en el dispositivo de medición 10 pueda ser reproducido correctamente. Por este motivo, sobre los gorriones 62 previamente retirados se han fijado por presión unos anillos endurecidos 63 que, después de la fijación, son pulidos hasta que presenten el diámetro nominal. En el dispositivo de medición 10, las superficies cilíndricas de alojamiento 64 de los anillos pueden ser captadas por el dispositivo de sensor 36 y sus centros pueden ser calculados en los planos de centrado para determinar la posición del eje de referencia de desequilibrio. Por lo tanto, el eje de referencia de desequilibrio para el cálculo del efecto del desequilibrio de las diversas piezas brutas a ser comparadas con la pieza de trabajo de referencia 60 es determinado de manera durable a través de la pieza de trabajo de referencia 60.

20 Después de terminar la pieza de trabajo de referencia 60, se mide su desequilibrio con respecto al eje de mecanizado a través de una máquina de equilibrado. El valor de desequilibrio medido debe integrarse entonces en el cálculo de los puntos de centrado, por ejemplo, añadiéndolo al decalaje. De modo alternativo, la pieza de trabajo de referencia 60 también puede ser sometida a un equilibrado por arranque de material en la zona de los gorriones y los pasadores de cigüeñal, de modo que se puede renunciar a un valor de desequilibrio a tener en cuenta para el cálculo.

35 De modo ventajoso, la pieza de trabajo de referencia 60 también puede ser utilizada para el ajuste del punto cero de una máquina de perforación de centrado para el taladro de las piezas brutas. A este efecto, al margen de los anillos endurecidos 63, pueden estar realizadas en las caras frontales de los gorriones 62 adicionalmente unas superficies de medición cilíndricas coaxiales 65 que pueden ser palpadas mejor al instalar la máquina de perforación de centrado con un reloj comparador. Las superficies de medición 65 pueden estar formadas por pasadores de ajuste 66 que son fijados por presión en secciones cilíndricas de los taladros de centrado.

40 La invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos. Así cabe la posibilidad por ejemplo que la pieza de trabajo está retenida de modo estacionario en el alojamiento del dispositivo de medición y que los dispositivos de sensor son guiados alrededor de la pieza de trabajo fijada. En lugar de un dispositivo de sensor, adicionalmente es posible que varios dispositivos de sensor están dispuestos alrededor de la pieza de trabajo, pudiendo desplazarse a lo largo de la pieza de trabajo estacionaria.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para determinar un eje de mecanizado de una pieza bruta giratoria que comprende unas zonas de
 5 pieza destinadas para ser mecanizadas por arranque de material y unas zonas de pieza que quedan sin mecanizado
 y cuya distribución de masa nominal está conocida, procedimiento realizado con la ayuda de un dispositivo de
 medición (10) que es apto para medir la posición espacial de puntos de superficie de la pieza, comprendiendo las
 etapas siguientes:
- 10 la recepción de una pieza de referencia (50, 60) en los lugares de alojamiento del dispositivo de medición (10),
 la medición, con la ayuda del dispositivo de medición (10), de la posición de numerosos puntos de zonas de
 superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia (50, 60) con respecto a un eje de referencia de
 15 la memorización, en una memoria de datos (41) de un ordenador (40), de los datos de posición medidos de los
 numerosos puntos de las zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia (50, 60) como
 superficie parcial de referencia,
 el retiro de la pieza de referencia (50, 60) del dispositivo de medición (10),
 la recepción de una pieza bruta en los lugares de alojamiento del dispositivo de medición (10),
 20 la medición, con la ayuda del dispositivo de medición (10), de la posición de numerosos puntos de zonas de
 superficie que quedan sin mecanizado de la pieza bruta,
 la memorización en la memoria de datos (41) del ordenador (40), de los datos de posición medidos de los
 numerosos puntos de zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza bruta como superficie parcial de
 25 pieza bruta,
 el cálculo de un efecto de desequilibrio resultando de la diferencia entre la superficie parcial de pieza bruta y la
 superficie parcial de referencia con respecto al eje de referencia de desequilibrio a partir de los datos de posición
 memorizados,
 la expresión del efecto de desequilibrio a través de la posición del eje de inercia principal de una pieza asumida que
 presenta una distribución de masas nominal y
 30 el cálculo del eje de mecanizado a través de la adición de un decalaje con respecto a la posición del eje de inercia
 principal, decalaje que es determinado de manera empírica sobre la base de desequilibrios, medidos con respecto al
 eje de pieza mecanizada, de una pluralidad de piezas fabricadas a partir de piezas brutas del mismo tipo que tienen
 un eje de mecanizado determinado de acuerdo con el procedimiento, y memorizados en el ordenador (40).
- 35 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la posición del eje de
 mecanizado es exprimida a través de la posición de puntos de centrado que son calculados como puntos de
 penetración del eje de mecanizado por los planos frontales de la pieza bruta que están orientados de modo
 ortogonal con respecto al eje de referencia de desequilibrio.
- 40 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que unos puntos
 de referencia discretos de la superficie parcial de referencia son seleccionados, un efecto de desequilibrio parcial es
 determinado para cada punto de referencia discreto sobre la base de la diferencia entre la superficie parcial de pieza
 bruta y el punto de referencia y el efecto de desequilibrio que resulta es determinado por la suma de los efectos de
 desequilibrio parciales de todos los puntos de referencia.
- 45 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que un efecto de desequilibrio
 parcial nominal es determinado para cada punto de referencia discreto en el caso de una pequeña diferencia
 nominal admitida entre la superficie parcial de pieza bruta y el punto de referencia y es memorizado como coeficiente
 de influencia del punto de referencia, y por el hecho de que el efecto de desequilibrio parcial real es determinado
 50 para cada punto de referencia discreto por multiplicación del coeficiente de influencia del punto de referencia y de la
 diferencia medida entre la superficie parcial de pieza bruta y el punto de referencia.
- 55 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el efecto de desequilibrio
 parcial nominal es exprimido para cada punto de referencia discreto como desviación de posición del eje de inercia
 principal de una pieza asumida que presenta una distribución de masas nominal.
- 60 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la
 pieza de referencia (50, 60) es fabricada a través del mecanizado de una pieza bruta que presenta un desequilibrio
 original muy débil.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la
 65 forma de las zonas de pieza que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia (50, 60) se sitúa en el centro de
 las desviaciones de forma impuestas por la fabricación.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el eje
 de referencia de desequilibrio del dispositivo de medición (10) es determinado por la medición de la posición de
 superficies de apoyo (56) de la pieza de referencia (50) a través del dispositivo de medición (10).

- 5 9. Dispositivo para determinar el eje de mecanizado de una pieza bruta giratoria que comprende unas zonas de
 pieza destinadas para ser mecanizadas por arranque de material y unas zonas de pieza que quedan sin
 mecanizado, y cuya distribución de masas nominal está conocida, comprendiendo
 una pieza de referencia (50, 60),
 un dispositivo de medición (10) que comprende unos lugares de alojamiento destinados para recibir la pieza de
 referencia (50, 60) o una pieza bruta, comprendiendo un dispositivo de detección destinado para medir la posición
 de numerosos puntos de zonas de superficie que quedan sin mecanizado de la pieza de referencia (50, 60) y de la
 10 pieza bruta, y un eje de referencia de desequilibrio asociado con el dispositivo de detección,
 un ordenador (40) que comprende una memoria de datos (41) destinada para la memorización de datos de posición
 medidos de numerosos puntos des zonas de superficie que quedan sin mecanizado como superficie parcial de
 referencia de la pieza de referencia (50, 60) y como superficie parcial bruta de la pieza bruta,
 estando el ordenador (40) concebido para calcular a partir de los datos de posición memorizados un efecto de
 15 desequilibrio que resulta de la diferencia entre la superficie parcial de pieza bruta y la superficie parcial de referencia
 con respecto al eje de referencia de desequilibrio,
 para expresar el efecto de desequilibrio por la posición del eje de inercia principal de una pieza asumida que presenta
 una distribución de masas nominal, y para calcular el eje de mecanizado a través de la adición de un decalaje con
 respecto a la posición del eje de inercia principal, decalaje que es determinado de manera empírica sobre la base de
 20 desequilibrios medidos con respecto al eje de pieza mecanizada de una pluralidad de piezas fabricadas a partir de
 pieza brutas de las piezas del mismo tipo que tienen un eje de mecanizado determinado por el procedimiento, y
 memorizado en el ordenador (40).
- 25 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que el ordenador está concebido
 para calcular unos puntos de centrado como puntos de penetración del eje de mecanizado por los planes frontales
 de la pieza bruta que están orientados de modo ortogonal con respecto al eje de referencia de desequilibrio.
- 30 11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por el hecho de que el dispositivo
 de detección (10) comprende un dispositivo de sensor (36) que detecta unas formas tridimensionales de manera
 óptica y sin contacto.
- 35 12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por el hecho de que los lugares de
 almacenamiento están dispuestos en un husillo giratorio, y por el hecho de que el dispositivo de detección del
 dispositivo de medición (10) es móvil en dirección del eje de rotación del husillo.
- 40 13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por el hecho de que el husillo
 comprende una superficie anular coaxial que se sitúa en la zona de detección del dispositivo de detección.
- 45 14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por el hecho de que el dispositivo
 de detección puede girar alrededor de un eje (35) inclinado con respecto al eje de rotación del husillo.
- 50 15. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado por el hecho de que el dispositivo
 de detección está dispuesto sobre un carro (32) que está alojado de manera que se puede desplazar sobre un carril
 de guía (30) paralelamente al eje de referencia de desequilibrio.
- 55 16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de detección
 comprende por lo menos dos dispositivos de sensor que están sujetos en el carro (32) y que están dispuestos de
 tal manera que detectan la pieza por dos lados opuestos.
17. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 16, caracterizado por el hecho de que la pieza de
 referencia (60) comprende unas superficies de apoyo (64) formadas por unos anillos (63) endurecidos.
18. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado por el hecho de que la pieza de
 referencia (60) comprende en las caras frontales unas superficies de medición concéntricas (65) destinadas para
 determinar el eje de referencia de desequilibrio.

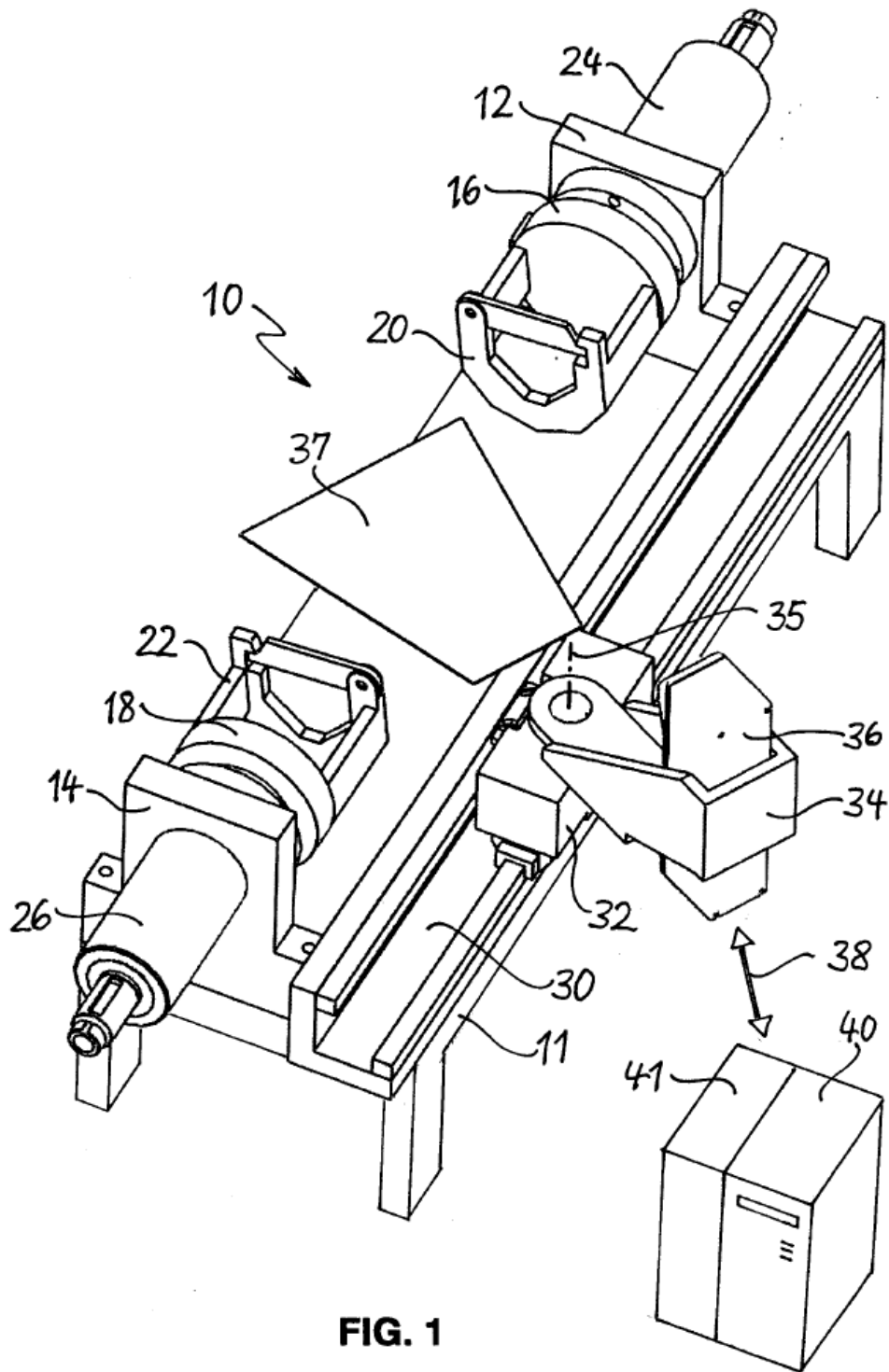


FIG. 1

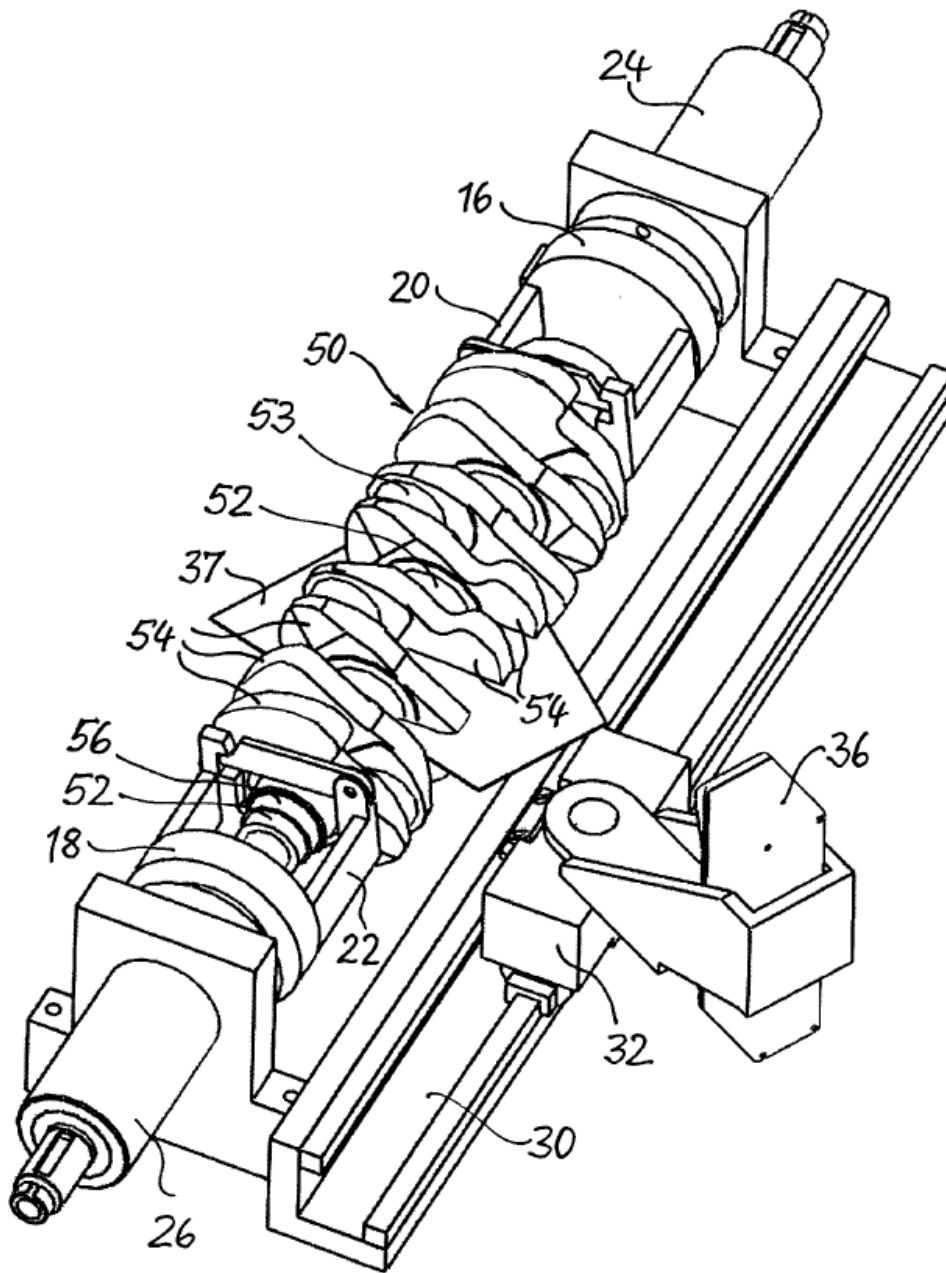


FIG. 2

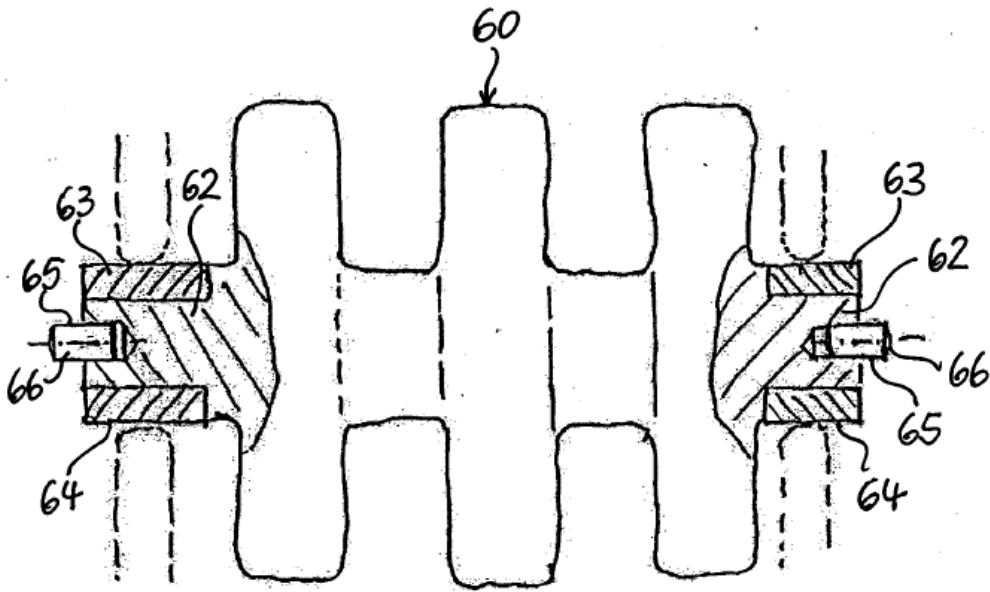


FIG. 3