

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 130**

51 Int. Cl.:

B23Q 17/00 (2006.01)

F16C 3/08 (2006.01)

G05B 19/4097 (2006.01)

G01M 1/10 (2006.01)

G01M 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2009 E 09802805 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2305420**

54 Título: **Método y dispositivo para determinar el agujero central de un cigüeñal**

30 Prioridad:

30.07.2008 JP 2008195807

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

24.07.2013

73 Titular/es:

**KOMATSU NTC LTD. (100.0%)
100 Fukuno Nanto-City
Toyama 959-1595 , JP**

72 Inventor/es:

YOSHIMOTO, AKIHIRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 415 130 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

Método y dispositivo para determinar el agujero central de un cigüeñal.

Ámbito técnico

5 La presente invención está relacionada con un método para determinar un agujero central de un cigüeñal, particularmente un método para determinar un agujero central de un cigüeñal moldeado por fundición o forja con unos moldes superior e inferior. La presente invención además está relacionada con un dispositivo para determinar un agujero central de un cigüeñal similar al anterior.

Antecedentes de la técnica

10 El cigüeñal se utiliza normalmente cuando se instala en un motor. Cuando se produce el desequilibrio rotatorio en el cigüeñal, se producen varios problemas (por ejemplo, la generación de vibraciones en el giro del motor). Por lo tanto, es necesario que la cantidad de desequilibrio rotatorio (en adelante simplemente "un valor de desequilibrio") de un cigüeñal esté en un determinado intervalo de valores permisibles. La posición de un agujero central, utilizada como referencia para trabajar en el cigüeñal, es importante para hacer que el valor de desequilibrio del cigüeñal esté en el intervalo de valores permitidos.

15 Por ejemplo, un agujero central se forma de la siguiente manera. En primer lugar, se encuentra un eje central de equilibrio de un cigüeñal de un estado material (es decir, un cigüeñal material). Específicamente, un medidor de equilibrio mide el equilibrio del material mientras se hace girar realmente el cigüeñal material. A continuación, se perforan unos agujeros centrales en ambas superficies extremas del cigüeñal, en el eje central obtenido. Además, el medidor de equilibrio mide el equilibrio alrededor del eje central en la fase final de trabajo. Cuando se encuentra desequilibrio, se ejecuta el ajuste de equilibrio mediante perforación de un agujero en un contrapeso.

20 Cuando el cigüeñal en un estado material (es decir, cigüeñal material) se finaliza en una forma ideal, haciendo coincidir los datos de diseño, es posible conseguir fácilmente que el valor de desequilibrio esté en el intervalo de valores permitidos para perforar un agujero central en el centro de un muñón principal. Incluso si se produce la interrupción del equilibrio en las siguientes etapas de trabajo, el ajuste de equilibrio puede ejecutarse fácilmente perforando un agujero en el contrapeso al final.

25 Sin embargo, el grosor del cigüeñal material podría formarse de forma desigual debido a diversos factores, incluidos por ejemplo, fallo de los moldes de fundición, fallo de los moldes de forja, impacto en el recorte y extracción del molde. La mayoría de las etapas de trabajo del cigüeñal material se ejecutan en esta memoria para una parte cilíndrica de un muñón principal y una parte cilíndrica de un muñón de bulón. Por lo tanto, se resuelve el inconveniente de un grosor desigual para las respectivas partes cilíndricas. Sin embargo, el grosor del contrapeso sigue siendo desigual porque el trabajo difícilmente se ejecuta para el contrapeso. En consecuencia, el desequilibrio permanece en todo el cigüeñal material.

30 Por consiguiente existe desequilibrio en todo el cigüeñal incluso cuando se perfora un agujero en el contrapeso en el ajuste final de equilibrio. Además, cuando no se puede completar el ajuste de equilibrio dentro de un predeterminado tiempo de ciclo, tal cigüeñal se considera como un producto de calidad inferior. En este caso, existe una limitación en el número de agujeros permitidos a perforar en el ajuste de equilibrio. Por lo tanto, en algunos casos no se puede lograr un valor de desequilibrio dentro del intervalo de valores permisibles.

Además, podría ser necesario eliminar una parte esencial del cigüeñal con el fin de lograr el valor de equilibrio dentro del intervalo de valores permisibles.

35 40 Cuando el valor de desequilibrio del cigüeñal no se puede lograr finalmente dentro del intervalo de valores permisibles según lo descrito anteriormente, se necesita una modificación para el tratamiento en el proceso de perforación de agujero central. Específicamente, la cantidad de desalineación de la posición de la posición de perforación del agujero central se computa sobre la base de la medición de equilibrio. La cantidad de desalineación luego se vuelve a introducir en el proceso de perforación de agujero central. El tratamiento en el proceso de perforación de agujero central se modifica sobre la base de la información. Cuando un agujero central se perfora en un cigüeñal material antes de la información de la cantidad de desalineación, el cigüeñal material se considera como un producto de calidad inferior debido a la desalineación del agujero central. Adicionalmente, la información de la cantidad de desalineación se necesita cada vez que se cambia un lote de producto del material. En este caso, existe el inconveniente de que se necesita un gran número de etapas de procesamiento.

45 50 Ahora, la bibliografía de patentes 1 (PTL1) describe un método como una técnica para determinar la posición de un agujero central en un cigüeñal. En el método, se realiza un muestreo para una pluralidad de materiales, y se ejecuta el procesamiento estadístico para unos factores (por ejemplo, la diferencia entre un centro axial al trabajar en un agujero central y una posición del agujero central perforado) que afectan a la cantidad de desequilibrio tras la ejecución de un trabajo de acabado. Por consiguiente, se obtiene la cantidad de corrección para determinar la posición de un agujero central.

Además, la bibliografía de patentes 2 (PTL2) describe una técnica para determinar la posición de un agujero central en un cigüeñal. En un método, se obtiene un punto de equilibrio dinámico para las respectivas superficies extremas de un cigüeñal material a través de una prueba de equilibrio dinámico. Posteriormente, se miden las formas de una sección de muñón y similares en el cigüeñal material. Se computa aritméticamente el desequilibrio, que se produce posiblemente después de trabajar, sobre la base del resultado de la medición. Luego se perfora un agujero central en una posición corregida desplazada la cantidad de desequilibrio desde el punto de equilibrio dinámico.

El documento EP 1 870 181 A1 describe un método para determinar un agujero central de un cigüeñal material que se obtiene mediante moldeo, en donde se obtienen datos de forma, luego se interpolan los datos de forma reales y sobre la base de los datos reales de forma se determina el agujero central.

En el documento EP 1 760 443 A2 se describe un método para equilibrar cigüeñales, en donde el diseño de un cigüeñal de referencia se compara con un cigüeñal fabricado.

El documento JP 10 062144 A describe un método para medir la forma de un cigüeñal, en donde la forma del cigüeñal se mide a través de tres o más puntos y luego se superponen en una forma de referencia. Debido a la comparación de la forma medida con la forma de referencia, se pueden identificar los defectos en una forma.

En el documento JP2007264746A se describe otro método de la técnica anterior.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

PTL1: Publicación de solicitud de patente de Japón abierta a la inspección pública nº JP-A-H09-174382

PTL2: Publicación de solicitud de patente de Japón abierta a la inspección pública nº JP-A-S51-076682

Compendio de la invención

Problema técnico

Según la bibliografía de patentes 1 (PTL1), es necesario recoger los datos estadísticos a través de la ejecución preliminar de una variedad de procesos, tal como el trabajo de un lote de muestras. El método tiene un inconveniente de que se consume una gran cantidad de esfuerzo, tiempo y costes. Además, el método tiene otro inconveniente ya que la tendencia estadística varía en gran medida dependiendo del lote de fabricación.

Según la bibliografía de patentes 2 (PTL2), por el contrario, se puede determinar un agujero central sin necesidad de utilizar muestras. Sin embargo, en primer lugar se necesita una prueba de equilibrio dinámico para detectar una posición de referencia para determinar el agujero central. Por lo tanto, el método tiene el inconveniente de que se necesita un medidor de equilibrio muy caro para ejecutar la prueba de equilibrio dinámico.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una técnica para determinar fácil y apropiadamente la posición de un agujero central de un cigüeñal.

Solución al problema

Es necesario captar con precisión la forma real de un cigüeñal material con el fin de perforar un agujero central en una posición adecuada en un cigüeñal. Como respuesta, la presente invención está diseñada para computar con precisión un error con respecto a un valor diseñado del cigüeñal material con un método simple, y reproducir la forma real del cigüeñal material sobre la base del resultado.

El cigüeñal material normalmente se moldea por forja o fundición utilizando moldes superior e inferior. Los errores del cigüeñal material se producen en su mayor parte debido a la desalineación entre el molde superior y el molde inferior en un proceso de moldeo. Por lo tanto, es eficaz ejecutar un análisis de reproducción de la forma real del cigüeñal material por separado con respecto a una parte que va a ser moldeada en el molde superior y una parte que va a ser moldeada en el molde inferior.

Mientras tanto, se conoce empíricamente que las respectivas partes que van a ser moldeadas en los moldes superior e inferior se acaban en formas que coinciden más o menos con las formas diseñadas mediante los moldes superior e inferior. Además, la flexión del material es otro factor principal de errores de material. Sin embargo, la flexión del material no contribuye a la deformación de las respectivas partes que van a ser moldeadas por los moldes superior e inferior. Por lo tanto, se concluye que un error de material se puede computar con exactitud analizando cómo se mueven las respectivas partes en todo el cigüeñal.

En vista de lo anterior, un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un primer aspecto de la presente invención es un método configurado para determinar un agujero central de un cigüeñal material obtenido por moldeo con un primer y un segundo molde. El método incluye las siguientes etapas de primera a cuarta. En la primera etapa, se obtienen los datos de forma para una parte moldeada por el primer molde y los datos de forma

para una parte moldeada por el segundo molde. En la segunda etapa, se comparan los datos de forma obtenidos de cada una de las partes y los datos diseñados correspondientes a los mismos para el cómputo de una cantidad de desalineación de cada una de las partes debido a la desalineación entre el primer molde y el segundo molde. En la tercera etapa, que se basa en la cantidad de desalineación, se interpolan los datos correspondientes a la cantidad de desalineación para reproducir datos reales de forma. En la cuarta etapa, que se basa en los datos reales de forma, se determina el agujero central de tal manera que un equilibrio de rotación del cigüeñal material está dentro de un intervalo predeterminado.

Según el primer aspecto de la presente invención, los datos de forma se miden para las respectivas partes moldeadas por el primer y segundo molde. La cantidad de desalineación se computa sobre la base de los datos medidos y los datos diseñados. Los datos correspondientes a la cantidad de desalineación se interpolan para reproducir los datos reales de forma. Por lo tanto, es posible obtener datos reales efectivos de forma basados en un número relativamente pequeño de datos medidos. Además, aquí no se necesita un costoso medidor de equilibrio.

Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un segundo aspecto de la presente invención está relacionado con el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal según el primer aspecto de la presente invención. En la primera etapa del método, se obtienen dos datos dimensionales que excluyen la forma axial para la parte moldeada por el primer molde y la parte moldeada por el segundo molde en cada uno de una pluralidad de contrapesos.

Se revela que cuando el cigüeñal se moldea por medio de forja o fundición apenas se producen errores porque las respectivas partes del cigüeñal se moldean en formas coincidentes con las formas diseñadas mediante los moldes. Además, se revela que los muñones no tienen impacto en el desequilibrio del cigüeñal. Por lo tanto, se obtienen los datos de forma de dos dimensiones, excluyendo forma axial, para los respectivos contrapesos en el segundo aspecto de la presente invención.

Según el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal del segundo aspecto de la presente invención, sólo es necesario obtener los datos de forma de los contrapesos que más afectan al equilibrio rotatorio del cigüeñal. Además, los datos necesarios son los datos de forma de dos dimensiones. Por lo tanto, el procesamiento se ejecuta fácilmente.

Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un tercer aspecto de la presente invención está relacionado con el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal según el primer aspecto de la presente invención. En la primera etapa del método, se obtienen los datos de forma para cada una de las partes en por lo menos cuatro posiciones axiales.

Según el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal del tercer aspecto de la presente invención, es posible medir un error de material debido a la flexión midiendo los datos de forma de cada una de las partes en por lo menos cuatro posiciones axiales.

Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un cuarto aspecto de la presente invención está relacionado con el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal según el primer aspecto de la presente invención. En la segunda etapa del método, la cantidad de desalineación se computa sobre la base de una posición que se encuentra, en la que los datos medidos y los datos diseñados son lo más aproximados entre sí, utilizando un método de mínimos cuadrados.

Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un quinto aspecto de la presente invención está relacionado con el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal según el primer aspecto de la presente invención. En la tercera etapa del método, cuando la parte moldeada por el primer molde y la parte moldeada por el segundo molde se superponen entre sí, se eliminan los datos correspondientes a la sección superpuesta de una de las partes. Por otro lado, cuando las partes están separadas entre sí con una separación, los datos se interpolan en la separación, para reproducir los datos reales de forma.

Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal según un sexto aspecto de la presente invención está relacionado con el método de determinación de un agujero central de un cigüeñal según el primer aspecto de la presente invención. En la cuarta etapa del método, el agujero central se determina sobre la base de una línea central de inercia en la que los productos de inercia alrededor de la misma son cero.

Un dispositivo para determinar un agujero central de un cigüeñal según un séptimo aspecto de la presente invención es un dispositivo configurado para determinar un agujero central de un cigüeñal material que se obtiene por moldeo con un primer y un segundo molde. El dispositivo para determinar un agujero central de un cigüeñal incluye una sección de obtención de datos de forma, una sección de cómputo de cantidad de desalineación, una sección de reproducción de datos reales de forma y una sección de determinación de agujero central. La sección de obtención de datos de forma se configura para obtener datos de forma para una parte moldeada por el primer molde y datos de forma para una parte moldeada por el segundo molde. La sección de cómputo de cantidad de desalineación se configura para comparar los datos medidos para cada una de las partes con datos diseñados correspondientes a las mismas para el cómputo de una cantidad de desalineación de cada una de las partes debido a la desalineación entre el primer y el segundo molde. La sección de reproducción de datos de forma se configura para interpolar,

sobre la base de la cantidad de desalineación, los datos correspondientes a la cantidad de desalineación para reproducir datos reales de forma. La sección de determinación de agujero central está configurada para determinar, sobre la base de datos reales de forma, el agujero central, de tal manera que un equilibrio de rotación de cigüeñal material esté dentro de un intervalo predeterminado.

5 Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, es posible reproducir fácilmente y con precisión la forma real de un cigüeñal utilizando un número relativamente pequeño de datos medidos y determinar una posición apropiada de un agujero central.

Breve descripción de los dibujos

10 La FIG. 1 es una vista externa en perspectiva de un ejemplo de un cigüeñal que adopta un ejemplo de realización de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista externa en perspectiva del cigüeñal material y unos moldes superior e inferior para el moldeo del cigüeñal material.

La FIG. 3 es un diagrama de configuración de un sistema de trabajo de un cigüeñal material;

15 La FIG. 4 es un diagrama que ilustra componentes del cigüeñal material, divididos en unidades de procesamiento de datos.

La FIG. 5 es un diagrama para explicar un método de cómputo de la cantidad de desalineación en cada uno de las componentes.

La FIG. 6 es un diagrama para explicar el proceso de interpolación de datos con respecto a cada uno de los componentes.

20 La FIG. 7 es un diagrama para explicar un proceso de cómputo del centro de masas.

Descripción de unas realizaciones

Cigüeñal de material

25 La FIG. 1 ilustra un ejemplo de un cigüeñal material. El cigüeñal material se utiliza en esta memoria para motores de 4 cilindros en serie. Como se ilustra en la FIG. 2, el cigüeñal material 1 se moldea mediante forja, utilizando un molde superior 2 y un molde inferior 3. Cabe señalar que la presente invención es aplicable similarmente a un cigüeñal material moldeado mediante fundición.

30 El cigüeñal material 1 incluye unos muñones principales J (J1 a J5), unos muñones de bulón P (P1 a P4) y unos contrapesos CW (CW1 a CW8). En el cigüeñal material 1, en la dirección axial Z están dispuestos secuencialmente los siguientes componentes: un muñón principal J1, un contrapeso CW1, un muñón de bulón P1, un contrapeso CW2, un muñón principal J2, un contrapeso CW3, un muñón de bulón P2, un contrapeso CW4, un muñón principal J3, un contrapeso CW5, un muñón de bulón P3, un contrapeso CW6, un muñón principal J4, un contrapeso CW7, un muñón de bulón P4, un contrapeso CW8 y un muñón principal J5.

Sistema de trabajo del cigüeñal

35 A continuación, haciendo referencia a la FIG. 3 se explicará un sistema de trabajo de cigüeñal según un ejemplo de realización de la presente invención. La FIG. 3(a) es un diagrama de configuración de equipo físico del sistema de trabajo de cigüeñal según el ejemplo de realización de la presente invención. Por otro lado, la FIG. 3(b) es un diagrama de configuración funcional de un ordenador 20 según el ejemplo de realización de la presente invención.

40 Un sistema 100 de trabajo de cigüeñal incluye una máquina 10 de perforación de agujero central, el ordenador 20 y una máquina 30 de trabajo de cigüeñal. La máquina 10 de perforación de agujero central es un ejemplo de una sección de trabajo configurada para perforar un agujero central en cada una de las dos superficies extremas del cigüeñal material. El ordenador 20 es un ejemplo de un procesador configurado para determinar la posición de un agujero central que se va a perforar en cada una de las dos superficies extremas del cigüeñal material 1. La máquina 30 de trabajo de cigüeñal está configurada para ejecutar un trabajo predeterminado para el cigüeñal material después de que se perforan los agujeros centrales en el cigüeñal material.

45 La máquina 10 de perforación de agujero central incluye una máquina 11 de medición de forma, que es un ejemplo de una sección de medición configurada para medir la forma del cigüeñal material.

50 La máquina 11 de medición de forma incluye un medidor de desplazamiento, tal como un medidor de desplazamiento sin contacto (p. ej., un medidor de desplazamiento por láser, un medidor de desplazamiento por infrarrojos o un medidor de desplazamiento por LED) o un medidor desplazamiento por contacto (por ejemplo, un transformador diferencial). La máquina 11 de medición de forma está configurada para medir la forma del cigüeñal

material 1 sobre la base de un valor medido por el medidor de desplazamiento. En el presente ejemplo de realización, las formas exteriores de los contrapesos del cigüeñal material 1 sólo se miden como se describe a continuación. Cabe señalar que la máquina 11 de medición de forma puede ser un digitalizador tridimensional (es decir, un escáner de imagen) configurado para medir un objetivo de medición a partir de una pluralidad de posiciones diferentes para generar datos de forma tridimensional de toda la forma de un cigüeñal material.

El ordenador 20 incluye una CPU (Unidad Central de Procesamiento) 21, una ROM (memoria de sólo lectura) 22 y una RAM (memoria de acceso aleatorio) 23.

La ROM 22 está configurada para almacenar una variedad de programas que son ejecutados por la CPU 21 y una variedad de información. En el presente ejemplo de realización, la ROM 22 está configurada para almacenar preliminarmente un programa de procesamiento para determinar las posiciones de los agujeros centrales del cigüeñal material 1. Además, la ROM 22 está configurada para almacenar preliminarmente datos de forma tridimensional del diseño del cigüeñal material 1 (en lo sucesivo se denominan como "datos de diseño de forma tridimensional"). Los datos de forma exterior del diseño de los respectivos contrapesos del cigüeñal material 1 pueden obtenerse a partir de los datos de diseño de forma tridimensional. Además, la ROM 22 está configurada para almacenar preliminarmente el contenido del trabajo que va a ser ejecutado para el cigüeñal material 1 por la máquina 30 de trabajo de cigüeñal.

La RAM 23 está configurada para ser utilizada como una zona de almacenamiento para almacenar programas y datos, o como una zona de trabajo para el almacenamiento de datos que van a ser utilizada para procesos ejecutados por la CPU 21.

Tal como se ilustra en la Fig. 3(b), el ordenador 20 funciona como una sección 20a de obtención de datos de forma, una sección 20b de cómputo de cantidad de desalineación, una sección 20c de reproducción de datos de forma y una sección 20d de determinación de agujero central, cuando la CPU 21 lee hacia la RAM 22 un programa almacenado en la ROM 23 y ejecuta el programa de lectura. En lo sucesivo se describe una variedad de procesos que se van a ejecutar.

Explicación del error de material

Tal como se ha descrito, los errores del cigüeñal material se producen debido a la desalineación entre el molde superior y el molde inferior en el moldeo. Por ejemplo, los errores debido a la desalineación entre los moldes superior e inferior se producen cuando: los moldes superior e inferior están desalineados en la dirección axial (es decir, la dirección axial Z) del cigüeñal material; los moldes superior e inferior están desalineados en la dirección transversal (es decir, la dirección axial X) del cigüeñal material; los moldes superior e inferior están separados entre sí; los moldes superior e inferior están dispuestos cercanos entre sí debido al desgaste de las superficies coincidentes de los mismos; los ángulos de disposición de los moldes superior e inferior están desalineados; o una combinación de por menos dos de los anteriores. En cualquiera de los casos anteriores, las partes superior e inferior del cigüeñal material moldeado por los moldes superior e inferior son acabadas respectivamente en aproximadamente formas diseñadas de los moldes superior e inferior. En el presente ejemplo de realización, por lo tanto se configura para reproducir fácilmente y con precisión la forma real del cigüeñal material y determinar con eficacia las posiciones de los agujeros centrales captando cómo se desplazan las respectivas partes del cigüeñal material cuando son moldeadas por los moldes superior e inferior.

Cabe señalar que los errores de material incluyen errores debido la flexión del material. Lo siguiente se puede considerar como errores de material debido a la flexión.

(1) Flexión en el moldeo

Cuando un material es moldeado por los moldes superior e inferior, el material completado se saca de los moldes mediante la separación de los moldes superior e inferior hacia arriba y hacia abajo. Cuando los moldes superior e inferior se separan entre sí, el material puede permanecer conectado a uno de los moldes. Esto puede dar lugar a la flexión del material.

(2) Flexión al eliminar rebabas

Después del moldeo del material, se ejecuta una etapa de procesamiento para eliminar las rebabas formadas entre las superficies unidas de los moldes superior e inferior. La flexión del material se puede producir mientras que eliminan las rebabas.

(3) Flexión en el calentamiento o el enfriamiento.

Durante el moldeo de un material, la temperatura del material es mayor o igual a 1.000 grados centígrados. Tras el moldeo, el material se enfría. Sin embargo, la flexión del material puede producirse en el curso del enfriamiento. Tras el moldeo, se puede ejecutar un proceso de templado para el material con el fin de mejorar la resistencia del material. La flexión del material también puede producirse en el proceso.

Cuando se produce dicha flexión en el cigüeñal material, sin embargo, todo el cigüeñal material tiende a flectar en gran medida mientras que las partes del cigüeñal material no se deforman. De forma similar a lo anterior, la forma real del cigüeñal material también se puede reproducir captando el desplazamiento de las respectivas partes del cigüeñal material en el error debido a la flexión del material.

5 Además, un cigüeñal para un motor V6 o V8 también pueden tener errores angulares como errores de material al retorcerse el material.

Explicación de las respectivas partes

10 Como es obvio a partir de lo anterior, es eficaz ejecutar un proceso predeterminado para una pluralidad de partes divididas del cigüeñal para reproducir la forma real del cigüeñal material. Como se ilustra en FIG. 4, el cigüeñal se divide en esta memoria en piezas cilíndricas y contrapesos. Además, cada una de las piezas divididas se divide en una parte moldeada por el molde superior y una parte moldeada por el molde inferior. Las partes divididas son analizadas respectivamente. Cabe señalar que los respectivos muñones apenas tienen un impacto en el desequilibrio del cigüeñal. Por lo tanto, el proceso se configura para ser ejecutado sólo para los respectivos contrapesos en el presente ejemplo de realización.

15 Proceso de reproducción de datos reales de forma

En lo sucesivo se explicará un proceso para la reproducción de los datos reales de forma.

Proceso de medición de la forma real del material

20 En primer lugar, la máquina 11 de medición de forma está configurada para medir la forma del cigüeñal material 1. Las posiciones de medición se establecen para observar de manera fiable la cantidad de desplazamiento de las respectivas partes del cigüeñal material 1. Específicamente, tal como se representa con puntos negros en la FIG. 5, las posiciones de medición corresponden a las posiciones periféricas exteriores de perfil y las posiciones axiales laterales de cada contrapeso. En otras palabras, como resultado de la medición, se determina la forma en dos dimensiones de las respectivas partes moldeadas por los moldes superior e inferior para cada contrapeso, excluyendo las formas axiales. Cabe señalar que la FIG. 5 sólo ilustra esquemáticamente las posiciones de medición de cada contrapeso. En la situación actual, la forma de cada contrapeso se mide en más posiciones.

25 En la medición del cigüeñal material 1, por ejemplo, un medidor de desplazamiento dispuesto en los alrededores de una pieza de trabajo se puede configurar para medir el trabajo, mientras que se hace rotar la pieza de trabajo. Como alternativa, el medidor de desplazamiento se puede configurar para medir la pieza de trabajo, mientras rota alrededor de la pieza de trabajo sin necesidad de rotar la pieza de trabajo. Incluso como alternativa, se pueden configurar dos sensores para moverse de forma lineal en la dirección horizontal y medir la pieza de trabajo, con la pieza de trabajo interpuesta verticalmente entremedio.

30 Cómputo de la cantidad de desalineación

35 En esta memoria se utiliza el método de mejor ajuste para computar la desalineación de las respectivas partes debido a la desalineación de los moldes. Como se muestra en la FIG. 5, los datos obtenidos mediante la medición no coinciden con el valor diseñado en las posiciones y ángulos. Por lo tanto, se aplica el método de los mínimos cuadrados al valor medido y al valor diseñado. Específicamente, los datos diseñados se mueven y rotan para hacer coincidir los datos medidos. Por consiguiente, se encuentra una posición para minimizar la suma de los cuadrados de un error de datos.

40 Utilizando el citado método de mejor ajuste, se obtiene una cantidad de desplazamiento relativa al centro de masas de una parte de destino. En la FIG. 5, se muestra la cantidad de desplazamientos del centro de masas como un desplazamiento posicional vertical y un desplazamiento posicional horizontal. A continuación, se ejecuta el mencionado proceso para las respectivas partes (es decir, una parte de cada contrapeso moldeado por el molde superior y una parte de cada contrapeso moldeada por el molde inferior) con el fin de obtener la cantidad de desplazamiento del centro de masas de cada parte. Cabe señalar que la FIG. 5 también muestra un desplazamiento angular. El desplazamiento angular se configura para ser utilizado en un proceso de interpolación de datos que se describirá.

45 Cuando una forma diseñada se mueve y se hace rotar sobre la base de los resultados del método de mejor ajuste para la forma periférica exterior, se ejecuta el cómputo relacionado bajo la premisa de que la forma diseñada se desplaza mientras se mantiene el estado original de la forma diseñada.

50 Proceso de interpolación de datos entre partes

Como resultado del mencionado proceso para mover las respectivas partes de cada contrapeso, las partes U y D pueden no ser geoméricamente continuas, tal como se ilustra en las FIGS. 6 (a) y 6 (b). Específicamente, las respectivas partes pueden estar separadas entre sí, como se ilustra en la FIG. 6 (a). Como alternativa, las respectivas partes pueden estar superpuestas entre sí, como se ilustra en la FIG. 6 (b). En muchos casos, la parte

superior U del molde y la parte inferior D del molde parte tienden a separarse entre sí. Con la condición, se necesita la interpolación de datos para las partes geoméricamente desconectadas con el fin de reproducir los datos reales de forma.

5 Cuando las respectivas partes se separan entre sí, el intervalo entre las partes se rellena obviamente de material en la forma real de las partes. Por lo tanto, se necesita la interpolación de datos para reproducir los datos reales de forma. Cabe señalar que el proceso de interpolación puede ser ejecutado mediante cómputo basado en los desplazamientos posicionales y angulares de cada parte obtenida en el proceso anterior de cómputo de la cantidad de desalineación.

10 Cuando las respectivas partes se superponen entre sí, por otro lado, sólo una de las partes superpuesta se llena de material. Por lo tanto, en el proceso de interpolación solo se necesita eliminar una de las partes superpuestas en los datos. Cabe señalar que el proceso también se puede ejecutar mediante cómputo basado en los desplazamientos posicionales y angulares de cada parte de manera similar al proceso de interpolación para el caso mencionado.

15 Los datos de forma axial no se miden en esta memoria para cada contrapeso en la ejecución del proceso de interpolación de datos. Por lo tanto, se utilizan los datos de diseño para la forma en sección transversal de la parte central sin modificación (véase la FIG. 7 (b)). Cuando no se produce desalineación entre el molde superior y el molde inferior, el proceso de interpolación de datos se puede ejecutar simplemente sobre la base de la forma en sección transversal de la parte central de cada contrapeso (el término "interpolación" se refiere en esta memoria a un concepto que incluye tanto la adición de datos como la eliminación de datos). Cuando se produce desalineación angular entre el molde superior y el molde inferior, por otra parte, el grosor en sección transversal no se forma uniformemente. Por lo tanto, es difícil ejecutar un proceso de interpolación preciso si el proceso de interpolación de datos se ejecuta simplemente sobre la base de la forma en sección transversal de la parte central de cada contrapeso.

20 Por lo tanto, cuando se produce desalineación angular, la sección transversal de la parte central de cada contrapeso se divide en regiones diminutas y se obtiene preliminarmente la distribución de área de las regiones como se ilustra en las Figs. 7 (b) y 7 (c). La interpolación de los datos se ejecuta multiplicando el área en sección transversal de cada región diminuta y el grosor correspondiente a la misma, con referencia a la distribución de grosor de cada contrapeso (véase la FIG. 7 (d)), y sumando los resultados de la multiplicación para las respectivas regiones diminutas (véase la FIG.7 (e)).

25 Como se ilustra en la FIG. 6 (a), los datos reales de forma se pueden reproducir con exactitud mediante cómputo de masa y centro de masas, respectivamente, para la región superior U del molde, la región inferior D del molde, una región intermedia Mu del molde superior y una región intermedia Md del molde inferior de cada contrapeso a través del proceso antes mencionado.

Determinación de la posición del agujero central

35 A continuación, se encuentra una línea central de inercia de puntos de masa en la que se supone que las respectivas partes (U, D, Mu, y Md) de cada contrapeso son puntos de masa. Más específicamente, sobre la base de la masa y el centro de masas computado para cada parte de cada contrapeso en el proceso antes mencionado, se encuentra una línea central de inercia de 32 puntos de masa (aquí se emplea el cigüeñal para el motor de cuatro cilindros en serie, y el número de puntos de masa es por consiguiente igual a: $4 \times 8 = 32$ puntos) resolviendo una fórmula lineal tridimensional en la que los productos de inercia en torno de la línea central de la inercia se establecen para ser 0 (cero).

40 A continuación, se encuentra una posición de un agujero central mediante la sustitución de valores de las coordenadas z en las posiciones de las dos superficies extremas axiales del cigüeñal material en la anterior fórmula xy obtenida de la línea central de inercia. La información se transmite a la máquina 10 de perforación de agujero central. A continuación, se perfora un agujero central en una posición en cada una de las dos superficies extremas del cigüeñal material 1.

45 Después de perforar los agujeros centrales en el cigüeñal material, la máquina 30 de trabajo del cigüeñal ejecuta un trabajo predeterminado principalmente para los muñones del cigüeñal material 1.

Características

En lo sucesivo se describirán las características del ejemplo de realización mencionado anteriormente.

50 (a) El proceso de interpolación de datos se ejecuta mediante la medición de datos de forma para las respectivas partes del cigüeñal material moldeado por los moldes superior e inferior y computando la cantidad de desalineación para las respectivas partes sobre la base del hecho de que se producen errores de material en el cigüeñal material debido mayormente a la desalineación de los moldes superior e inferior. Por lo tanto, se simplifica la medición de forma para la obtención de los datos reales de forma y el procesamiento de datos de los mismos.

(b) El procesamiento de datos se realiza midiendo datos de dos dimensiones excluyendo la forma axial del cigüeñal material, sobre la base del hecho de que el cigüeñal material prácticamente coincide con la forma diseñada por los moldes superior e inferior en la dirección axial y apenas existe error en la dirección axial. Por consiguiente, el procesamiento de datos se simplifica aún más.

5 (c) Incluso cuando se produce desalineación en los muñones debido a la desalineación entre los moldes superior e inferior, la parte desalineada se corta y no existe en el estado finalizado. En otras palabras, la desalineación de los muñones es insignificante. Por lo tanto, el procesamiento de datos no se realiza para los muñones. Por consiguiente, el procesamiento de datos se simplifica aún más.

10 (d) En el presente ejemplo de realización, el cigüeñal para un motor de cuatro cilindros en serie es un ejemplo. Sin embargo, un cigüeñal retorcido para un motor V6 o V8 también puede formarse exactamente de la misma manera que el mencionado cigüeñal. En este caso, los errores por retorcimiento sólo se procesarán como errores angulares. Además, para el cigüeñal de los V6 y V8, la línea central de inercia se computa con un contrapeso teórico adicional en el cómputo.

Otros ejemplos de realizaciones

15 (a) En el mencionado ejemplo de realización, el procesamiento de datos se realiza únicamente para los contrapesos y no para los muñones. Sin embargo, el procesamiento de datos se puede realizar para los muñones junto con los contrapesos. Como alternativa, puede medirse la desalineación posicional de los muñones y la desalineación posicional de los contrapesos puede estimarse sobre la base de la alineación posicional de los muñones.

20 (b) En el proceso de medición de forma, se obtienen datos de dos dimensiones. Sin embargo, en su lugar pueden obtenerse datos tridimensionales.

(c) La línea central de inercia se computa al determinar las posiciones de agujeros centrales. Sin embargo, el proceso para determinar las posiciones de los agujeros centrales no se limita a esto.

25 (d) La medición de forma se puede ejecutar para todos los contrapesos. Cabe señalar que se pueden captar los errores de material, incluida la flexión de material, si se ejecuta la medición de forma en por lo menos cuatro posiciones en la dirección axial.

Aplicabilidad industrial

30 Según la presente invención, es posible reproducir fácilmente y con precisión la forma real de un cigüeñal material utilizando un número relativamente pequeño de datos de medición. Mientras tanto, también es posible determinar apropiadamente las posiciones de los agujeros centrales.

Lista de signos de referencia

- 1 Cigüeñal material
- 2 Molde superior
- 3 Molde inferior
- 35 10 Máquina de perforación de agujero central
- 11 Máquina de medición de forma
- 20 Ordenador
- 21 CPU

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal material (1) que se obtiene mediante moldeo con un primer molde (2) y un segundo molde (3), el método comprende:
- 5 una primera etapa para obtener datos de forma relativos a una parte moldeada por el primer molde (2) y datos de forma para una parte moldeada por el segundo molde (3);
- una segunda etapa para comparar los datos de forma obtenidos de cada una de las partes y los datos diseñados correspondientes a los mismos para el cómputo de una cantidad de desalineación de cada una de las partes debido a la desalineación entre el primer molde (2) y el segundo molde (3);
- 10 una tercera etapa para interpolar, sobre la base de la cantidad de desalineación, los datos correspondientes a la cantidad de desalineación para reproducir datos reales de forma; y
- una cuarta etapa para determinar, sobre la base de los datos reales de forma, el agujero central de tal manera que un equilibrio de rotación del cigüeñal material está dentro de un intervalo predeterminado.
2. Un método para determinar un agujero central del cigüeñal (1) según la reivindicación 1, en donde, en la primera etapa, se obtienen datos de forma de dos dimensiones excluyendo datos de forma axial para la parte moldeada por el primer molde (2) y la parte moldeada por el segundo molde (3), en cada una de una pluralidad de contrapesos.
- 15 3. Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal (1) según la reivindicación 1, en donde en la primera etapa, se obtienen los datos de forma para cada una de las partes en por lo menos cuatro posiciones axiales.
- 20 4. Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal (1) según la reivindicación 1, en donde en la segunda etapa, se computa la cantidad de desalineación sobre la base de una posición que se encuentra, en la que los datos medidos y los datos diseñados son los más aproximados entre sí, utilizando un método de mínimos cuadrados.
- 25 5. Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal (1) según la reivindicación 1, en donde en la tercera etapa, cuando la parte moldeada por el primer molde (2) y la parte moldeada por el segundo molde (3) se superponen entre sí, se eliminan los datos correspondientes a la sección superpuesta de las partes y cuando las partes se separan entre sí con una separación los datos se interpolan en la separación, para reproducir los datos reales de forma.
- 30 6. Un método para determinar un agujero central de un cigüeñal (1) según la reivindicación 1, en donde en la cuarta etapa, se determina el agujero central sobre la base de una línea central de inercia en la que los productos de inercia alrededor de la misma son cero.
7. Un dispositivo para determinar un agujero central de un cigüeñal material (1) que se obtiene mediante moldeo con un primer molde (2) y un segundo molde (3), el dispositivo comprende:
- 35 una sección (20a) de obtención de datos de forma configurada para obtener datos de forma para una parte moldeada por el primer molde (2) y datos de forma para una parte moldeada por el segundo molde (3);
- una sección (20b) de cómputo de cantidad de desalineación configurada para comparar los datos medidos para cada una de las partes con datos diseñados correspondientes a las mismas para el cómputo de una cantidad de desalineación de cada una de las partes debido a la desalineación entre el primer molde (2) y el segundo molde (3);
- 40 una sección (20c) de reproducción de datos de forma configurada para interpolar, sobre la base de la cantidad de desalineación, los datos correspondientes a la cantidad de desalineación para reproducir datos reales de forma; y
- una sección (20d) de determinación de agujero central configurada para determinar, sobre la base de datos reales de forma, el agujero central, de tal manera que un equilibrio de rotación de cigüeñal material (1) esté dentro de un intervalo predeterminado.

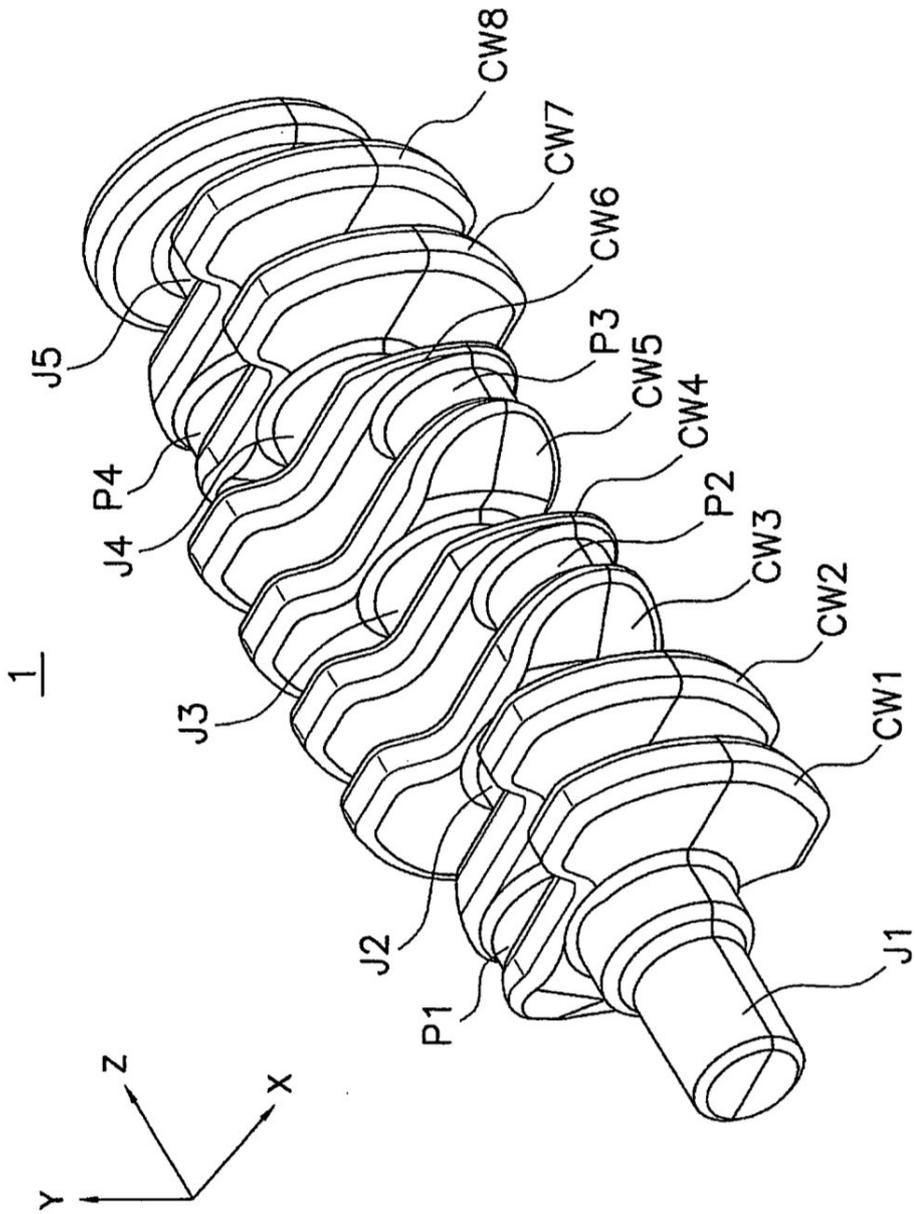


FIG. 1

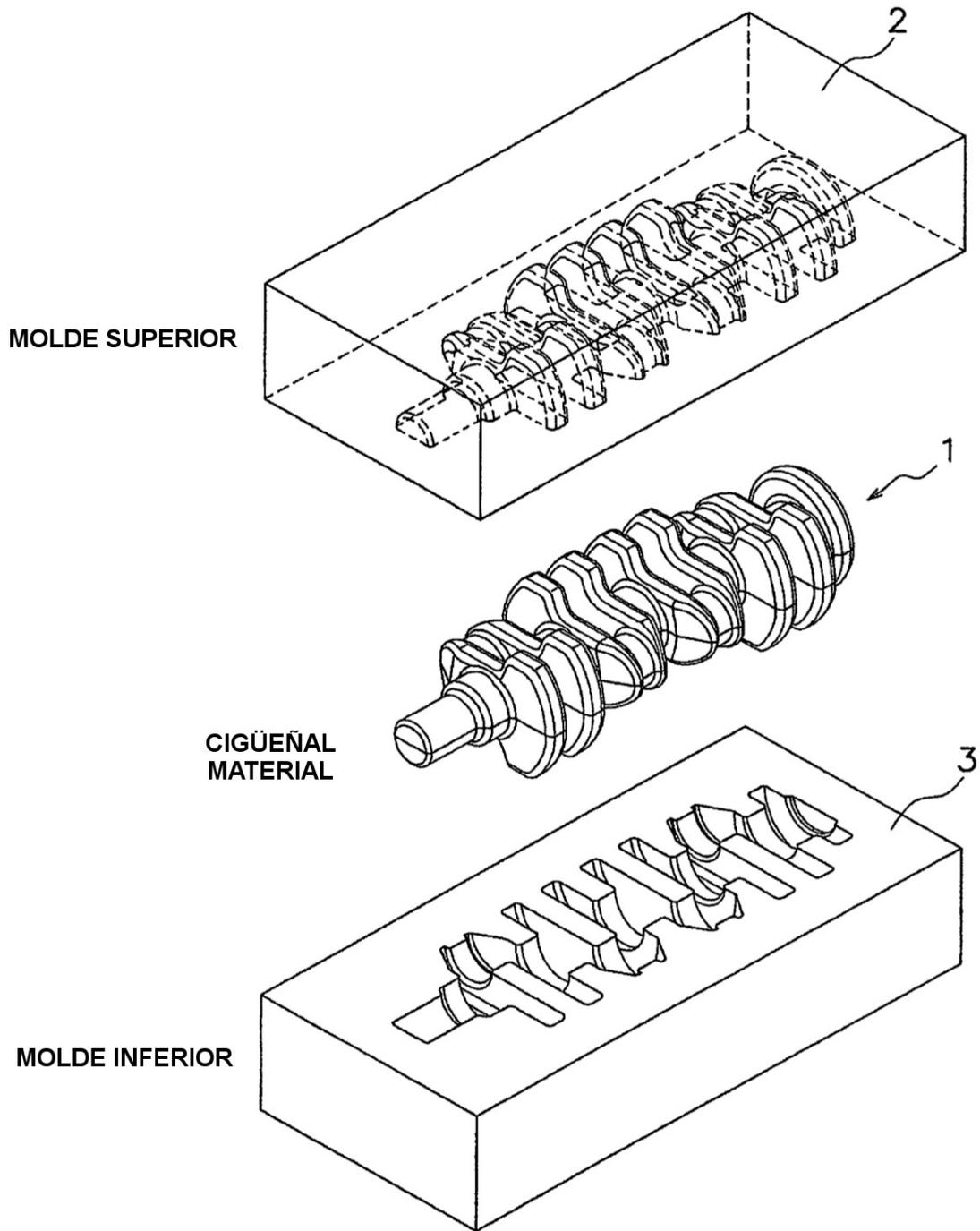


FIG. 2

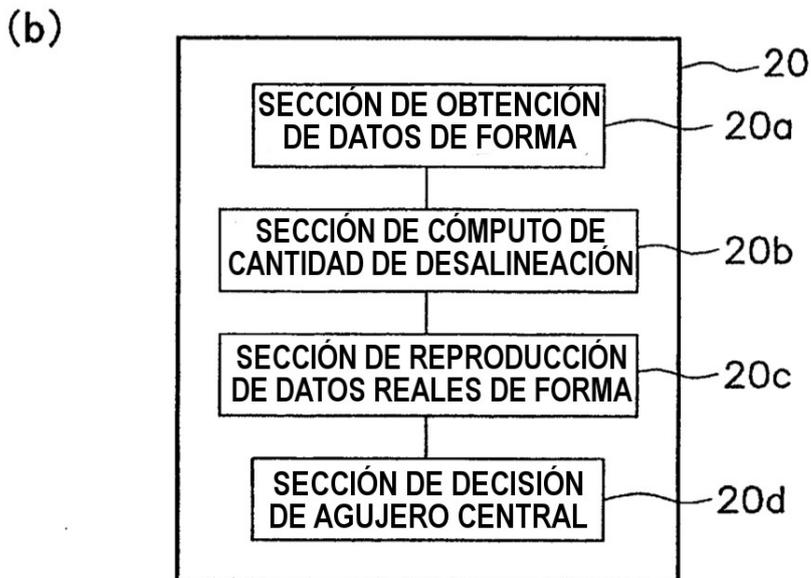
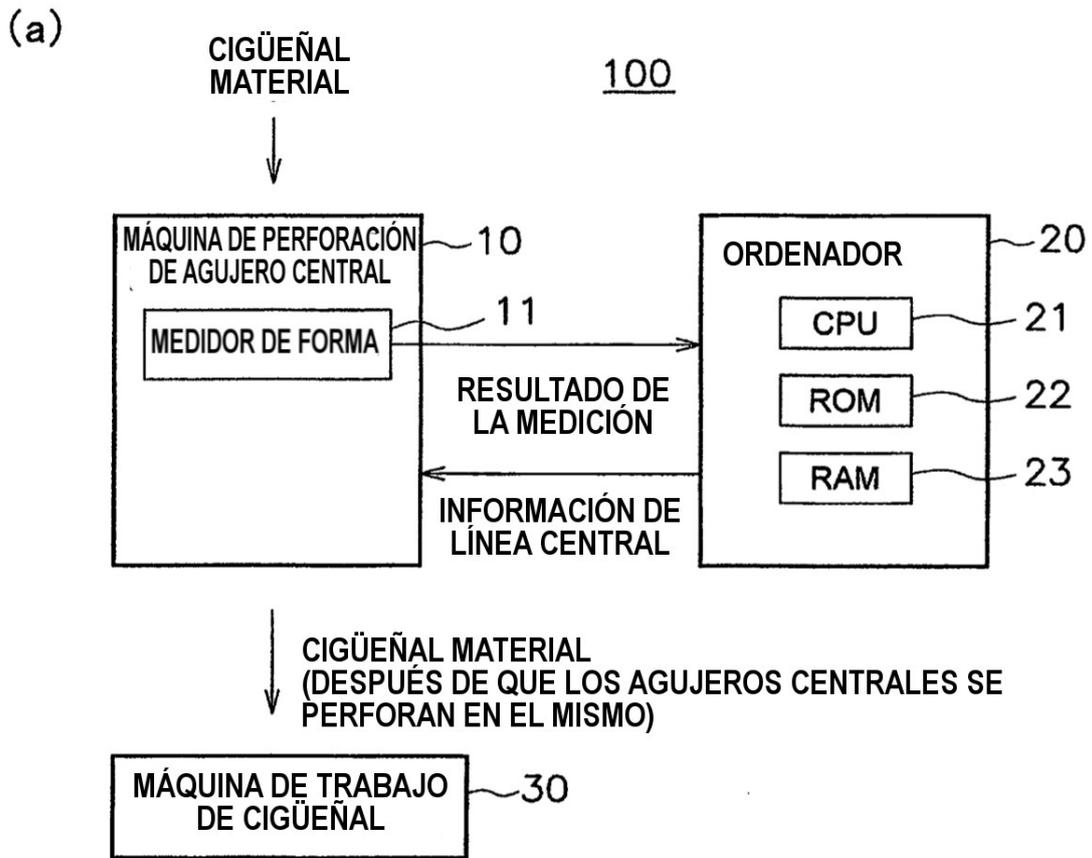


FIG. 3

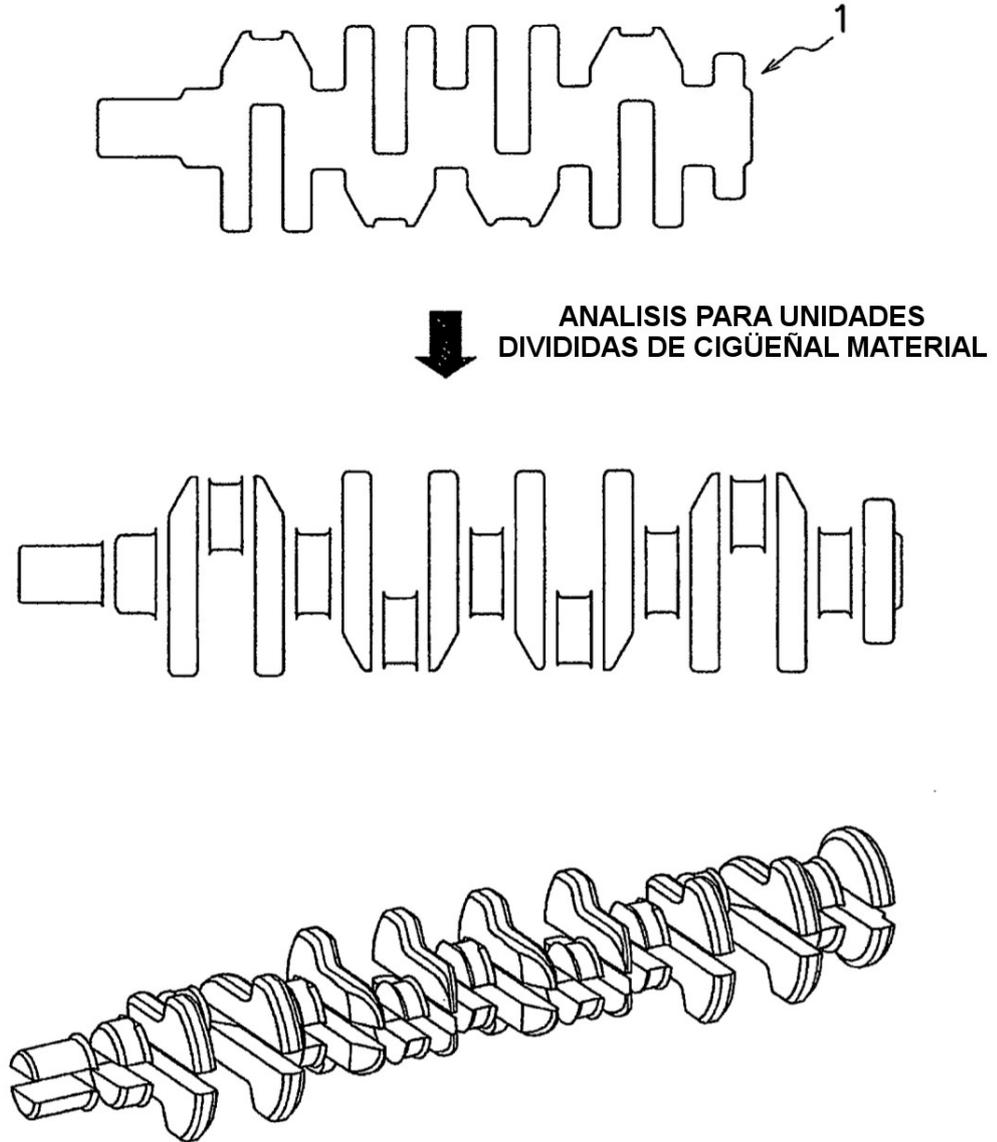


FIG. 4

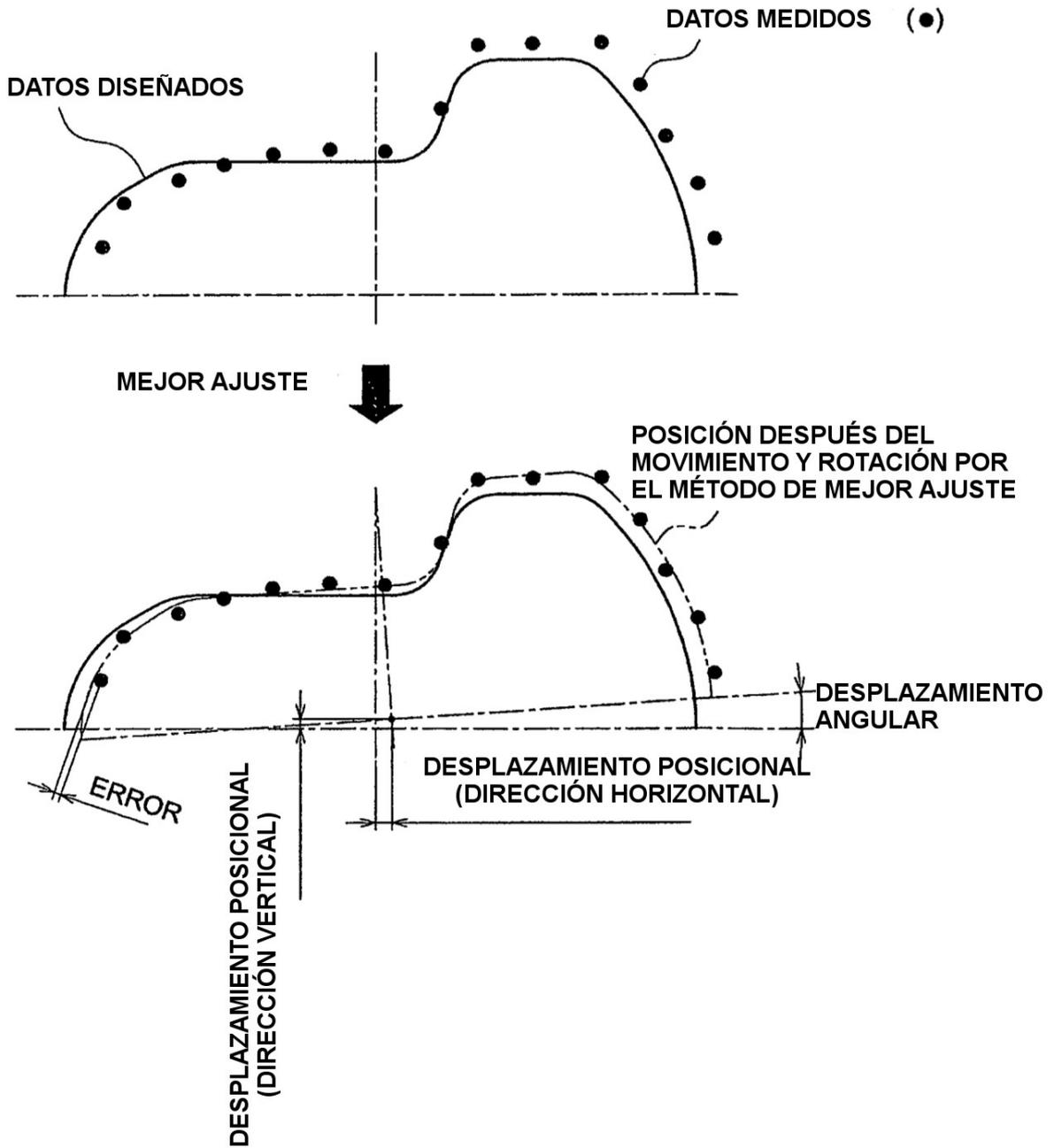
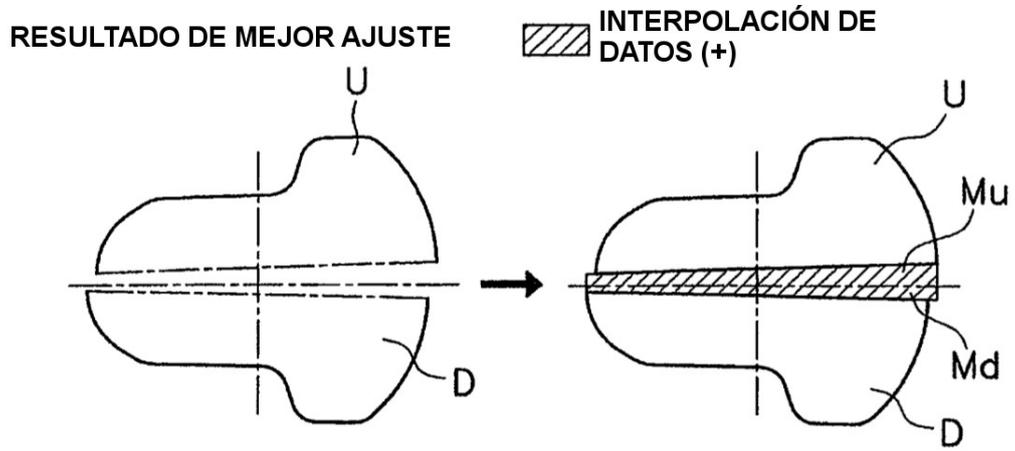


FIG. 5

(a)



(b)

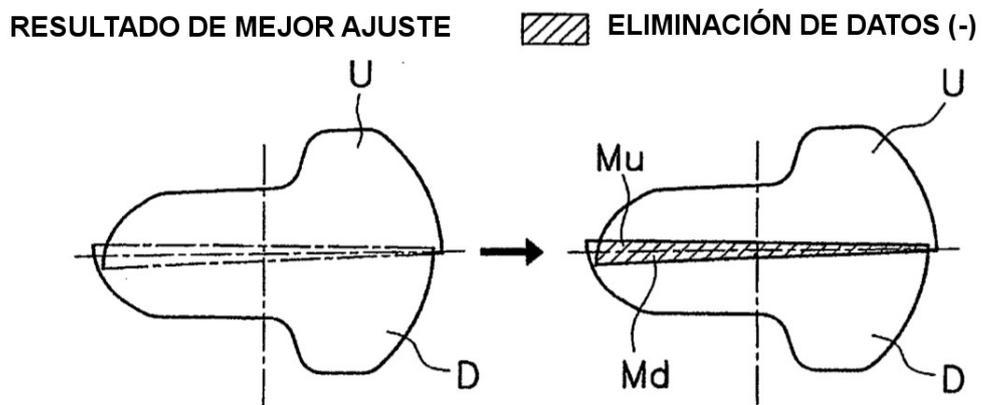


FIG. 6

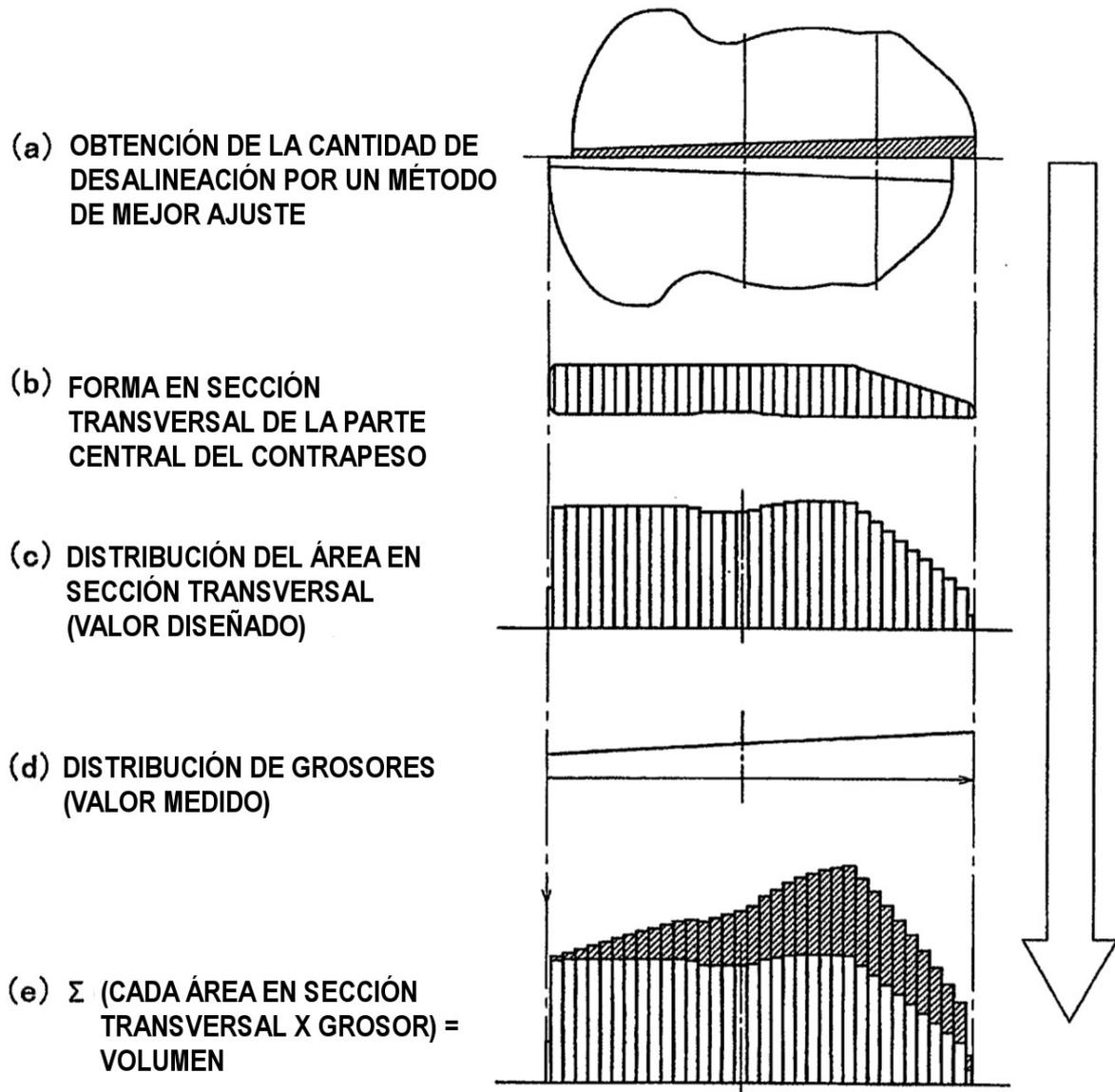


FIG. 7