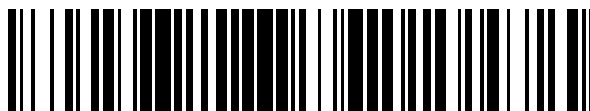


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 419**

51 Int. Cl.:

**F16H 1/32** (2006.01)

**F16C 3/08** (2006.01)

**F16C 33/46** (2006.01)

**F16C 43/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08013611 .2**

96 Fecha de presentación: **25.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1988307**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2008**

54 Título: **Reductor de velocidad**

30 Prioridad:  
26.09.2005 JP 2005278527  
07.12.2005 JP 2005353269  
02.03.2006 JP 2006055926

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.03.2012**

73 Titular/es:  
**NABTESCO CORPORATION**  
**9-18 KAIGAN, 1-CHOME, MINATO-KU**  
**TOKYO, JP**

72 Inventor/es:  
**Nohara, Osamu**

74 Agente/Representante:  
**Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 377 419 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

Reductor de velocidad.

Campo y antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un reductor de velocidad diseñado para obtener una rotación de salida reducida a partir de una rotación de entrada y para utilizarlo en la reducción de velocidad de un robot, un dispositivo de transporte o un dispositivo giratorio para máquinas de construcción o similares, o un molino de viento.

10 Hasta ahora, se conoce un tipo de reductor de velocidad de tipo diferencial/ balanceo u oscilante, tal como un reductor de velocidad ciclo, diseñado para hacer girar un engranaje con dientes externos que está montado en una parte excéntrica mientras se engrana con un engranaje con dientes internos, a fin de obtener una rotación de salida reducida a partir de una rotación de entrada. Normalmente, en este reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante, un cigüeñal está provisto de dos partes excéntricas con un desfase dado entre ambas, y dos engranajes con dientes externos, cada uno montado en una parte correspondiente de las partes excéntricas, están engranados con los dientes de perno. Los dientes de perno están dispuestos por una superficie periférica interna de una carcasa a intervalos circunferenciales dados, y el desfase entre las dos partes excéntricas se establece en 180 grados. Así, junto con una rotación del cigüeñal, los dos engranajes con dientes externos giran con el desfase mientras están engranados con los dientes de perno, a fin de obtener una rotación de salida prevista. Cada uno de los dientes de perno que está engranado con los engranajes con dientes externos está adaptado para girar sobre su eje mediante una fuerza recibida de cada uno de los engranajes con dientes externos durante el movimiento anterior. Esto evita que los engranajes con dientes externos se deslicen con respecto a los dientes de perno, a fin de reducir la resistencia a la rotación de los engranajes con dientes externos. Además, los engranajes con dientes externos, cada uno diseñado para estar engranado con los dientes de perno en un intervalo angular de 180 grados, permiten reducir la carga que debe imponerse a cada uno de los dientes de perno.

15 También se conoce un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante provisto de tres partes excéntricas y tres engranajes con dientes externos dispuestos en una parte correspondiente de las partes excéntricas, como se describe, por ejemplo, en la publicación de patente japonesa Laid-Open 64-15556. En este reductor de velocidad, las tres partes excéntricas están dispuestas para tener un desfase de 120 grados entre sí.

20 En un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante provisto de tres engranajes con dientes externos como se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 64-15556, si cada uno de los tres engranajes con dientes externos se diseña para engranarse con los dientes de perno en un intervalo angular de 180 grados como en el modo convencional, los tres engranajes con dientes externos se van a engranar con los dientes de perno en un intervalo angular total de 540 grados. Esto significa que algunos de los dientes de perno están al mismo tiempo engranados con dos de los engranajes con dientes externos. Por lo tanto, cada uno de estos dientes de perno recibe simultáneamente fuerzas correspondientes de los dos engranajes con dientes externos, y estas fuerzas son diferentes entre sí en lo que se refiere a dirección y magnitud. En consecuencia, al menos uno de los dos engranajes con dientes externos se va a deslizar con respecto al diente de perno determinado. Al igual que antes, si un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante se diseña para tener tres engranajes con dientes externos a condición de que un intervalo angular de engrane entre cada uno de los engranajes con dientes externos y los dientes de perno se establezca en 180 grados sin modificaciones, el efecto de permitir a cada uno de los dientes de perno girar sobre su eje a fin de reducir la resistencia a la rotación de los engranajes con dientes externos, como en el reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante provisto de dos engranajes con dientes externos, no se puede obtener para crear un problema relacionado con un aumento de pérdida de rotación del reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante.

25 En el reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante convencional descrito en la publicación de patente japonesa Laid-Open 64-15556, cada uno de los tres engranajes con dientes externos se monta sobre un parte excéntrica correspondiente de las tres partes excéntricas del árbol excéntrico a través de un cojinete que comprende un retén adaptado para contener una pluralidad de rodillos (rodamientos). Además, cada uno de los tres engranajes con dientes externos se engrana con un engranaje con dientes internos. Así, cuando se da un par determinado desde un árbol de entrada a los engranajes con dientes externos a través de partes excéntricas correspondientes del árbol excéntrico, los engranajes con dientes externos van a girar mientras están engranados con el engranaje con dientes internos.

30 En este reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante convencional, las tres partes excéntricas están desfasadas entre sí. Por lo tanto, cuando uno de los cojinetes se conecta desde el lado de uno de los extremos del árbol excéntrico por una dirección axial del árbol excéntrico y luego se monta sobre una parte excéntrica intermedia de las partes excéntricas, es posible que los rodillos de los cojinetes interfirieran con la parte excéntrica en el lado del extremo, es decir, la primera parte excéntrica. Para evitar estas interferencias, el retén del cojinete se diseña para tener un movimiento oscilante a fin de permitir que los rodillos se desplacen radialmente hacia afuera. En concreto, antes de que el cojinete se mueva para pasar a través de la primera parte excéntrica, los rodillos del cojinete se desplazan radialmente hacia afuera. A continuación, el cojinete en este estado se mueve para pasar a través de la primera parte excéntrica y montarse en la parte excéntrica intermedia. Esto permite que el engranaje se mueva por el árbol excéntrico y montarlo en la parte excéntrica intermedia con un desfase correspondiente a las partes excéntricas restantes.

5 Con miras a disminuir el tamaño de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante, se reduce el diámetro de cada uno de los engranajes con dientes externos para permitir que el reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante tenga, en algunos casos, un diámetro más pequeño. En estos casos, se incrementa la carga que se impone desde las partes excéntricas del árbol excéntrico sobre los rodillos de los cojinetes lo que tiene la desventaja de disminuir la duración de los rodillos. Como medidas para solucionar este inconveniente, se conoce un cojinete de rodillo denominado de tipo completo. Este cojinete se describe, por ejemplo, en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2005-265126.

10 En el engranaje que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2005-265126, sólo una pluralidad de rodillos se dispone por una superficie periférica externa de una parte excéntrica sin interponer ningún otro elemento entre medias. Esto hace que sea posible aumentar el número de rodillos que se van a disponer alrededor de la parte excéntrica, con el fin de dispersar aún más una carga que se va a imponer desde la parte excéntrica sobre cada uno de los rodillos para resolver el inconveniente anterior. Además, el cojinete que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2005-265126 está provisto de una pluralidad de brazos de presión para presionar cada uno de la pluralidad de rodillos dispuestos alrededor de la parte excéntrica, hacia dentro desde un lado externo de los rodillos. Es decir, los brazos de presión sujetan los rodillos para que no se salgan de la parte excéntrica.

15 Sin embargo, en el reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante convencional que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 64-15556, el retén del cojinete que se va a montar en la parte excéntrica intermedia está diseñado para tener un movimiento oscilante, como ya se ha mencionado. Por lo tanto, incluso después de que el cojinete se coloca en la parte excéntrica intermedia, los rodillos del cojinete van a oscilar y ocasionan la desventaja de la dificultad de colocar los rodillos alrededor de la parte excéntrica intermedia a intervalos regulares.

20 Como medidas para solucionar este inconveniente, se contempla que sólo se forme una parte excéntrica intermedia de las tres partes excéntricas para tener un diámetro mayor a fin de absorber movimientos oscilantes de los rodillos con miras a suprimir los movimientos oscilantes de los rodillos después de la instalación del cojinete. Sin embargo, en esta estructura, se necesita un orificio de montaje del engranaje con dientes externos para instalar en la parte excéntrica intermedia a fin de aumentar el diámetro en correspondencia con el diámetro de la parte excéntrica intermedia. Por consiguiente, entre las tres partes excéntricas, sólo la parte excéntrica intermedia va a tener una configuración diferente que crea problemas en lo que se refiere a un aumento del número de tipos de componentes y complejidades en los procesos de producción y manejo de componentes durante la producción.

25 El cojinete de rodillo de tipo completo que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2005-265126, tienen la desventaja de que es difícil suprimir la inclinación de los rodillos cuando se aplica una fuerza determinada desde la parte excéntrica a los rodillos. En concreto, en el cojinete que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2005-265126, cada uno de los brazos de presión es deformable en respuesta a una fuerza determinada que se aplica al mismo, porque uno de los extremos del brazo de presión no es fijo. Así, cuando se aplica una fuerza determinada desde la parte excéntrica a los rodillos, los brazos de presión se desplazan de sus posiciones adecuadas y producen un fenómeno desfavorable que consiste en que cada uno de los rodillos oscile y se incline en dirección oblicua. Si el rodillo se inclina en dirección oblicua, se puede imponer una carga excesiva desde la parte excéntrica sobre el rodillo y ocasionar un problema relacionado con la rotura del rodillo.

Hasta ahora, se ha conocido un árbol de levas que comprende una pluralidad de levas. Este árbol de levas se describe, por ejemplo, en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2004-36662.

30 En el árbol de levas que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2004-36662, un material de árbol de levas se somete a un proceso de pulido utilizando una esmeriladora o similar, para dar a cada parte del árbol de levas una forma determinada. En un árbol de levas diseñado de modo que las levas adyacentes primera y segunda se colocan cercanas entre sí, cuando se forma un borde de la primera leva, es probable que una operación de pulido precisa se vea obstaculizada por la interferencia entre la esmeriladora y la segunda leva. Así, el árbol de levas convencional anterior está diseñado de manera que las levas adyacentes primera y segunda se disponen separadas entre sí una distancia dada, y se conectan entre sí mediante una parte de árbol formada en una zona determinada menor que una zona de solapamiento entre las levas primera y segunda cuando se ve en dirección axial del árbol de levas. Más concretamente, en este árbol de levas, las levas adyacentes primera y segunda se conectan entre sí a través de la parte de árbol de forma que se impide la interferencia entre una esmeriladora y un material de árbol de levas, incluso aunque la esmeriladora sobresalga hacia la segunda leva durante una operación de pulido de un borde de la primera leva. Por tanto, las levas, incluidos sus bordes, pueden someterse a un proceso de pulido con un alto grado de precisión.

35 La estructura del árbol de levas que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2004-36662, se puede aplicar al cigüeñal formado íntegramente con la pluralidad de partes excéntricas, teniendo cada una, una fase de rotación diferente. En este caso, se forma una parte de conexión para conectar las partes excéntricas adyacentes entre sí, en una zona determinada menor que una zona de solapamiento entre las partes adyacentes excéntricas cuando se ve en la dirección del cigüeñal. Sin embargo, en esta estructura, una zona transversal de la parte de conexión se hace más pequeña y, por tanto disminuye la resistencia de la parte de conexión. Esto crea un problema relacionado con el deterioro de la resistencia del cigüeñal.

Hasta ahora, también se ha conocido un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante diseñado para hacer girar un elemento de engranaje con dientes externos mientras está engranado con un elemento de engranaje con dientes internos, a través de una parte excéntrica, a fin de obtener una rotación de salida reducida o aumentada desde una rotación de entrada. Este reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante se describe, por ejemplo, en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2003-83400. Como se muestra en las figuras 34 y 35, el reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante que se describe en la publicación de patente japonesa Laid-Open 2003-83400 comprende una carcasa externa con forma cilíndrica, (elemento de engranaje con dientes internos) 381 provista de dientes internos 381a por su periferia interna, un portador 382 dispuesto coaxialmente con la carcasa externa 381 en forma giratoria en correspondencia con la carcasa externa 381, y un piñón (elemento de engranaje con dientes externos) 383 que se engrana con los dientes internos 381a de la carcasa externa 381. El portador 382 sirve de árbol de salida, e incluye un elemento de base 382a, una parte de columna aproximadamente triangular en sección 382b prevista en el elemento de base 382a, y una placa extrema 382c asegurada en la columna 382b. Dos de los piñones 383 están dispuestos en una dirección axial de la carcasa externa 381. Las partes de columna 382b y un cigüeñal 384 provisto de una parte excéntrica 384a atraviesan cada uno de los piñones 383. Cuatro de los cigüeñales 384 y cuatro de las partes de columna 382b se disponen en una dirección circunferencial de la carcasa externa 381. Cada uno de los cigüeñales 384 se apoya de manera giratoria en un par de cojinetes de cigüeñal superior e inferior 385, 386 dispuestos, respectivamente, en sus extremos superior e inferior. Los cojinetes de cigüeñal superior 385 están previstos en la placa extrema 382c, y los cojinetes de cigüeñal inferior 386 están previstos en el elemento de base 382a. Cada uno de los cigüeñales 384 está adaptado para girar junto con un árbol de entrada 388 a través de un engranaje 387. Cuando los cigüeñales 384 giran junto con una rotación del árbol de entrada 388, cada uno de los piñones 383 gira mientras se engrana con los dientes internos 381a de la carcasa externa 381, según una rotación de una de las partes excéntricas correspondiente 384a. A continuación, según las revoluciones de los piñones 383, las partes de columna 382b dan vueltas para hacer girar al portador 382.

Un intento para reducir un diámetro exterior del reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante implica la necesidad de disponer cada uno de los cigüeñales 384 en una posición cercana al eje de la carcasa externa 381 y de reducir cada diámetro de los piñones 383. En este caso, cuando cada uno de los cigüeñales 384 se dispone en una posición cercana al eje de la carcasa externa 381, aumenta la carga que actúa sobre cada uno de los cigüeñales 384. Además, cuando se reduce cada diámetro de los piñones 383, aumenta la carga que actúa sobre cada uno de los piñones 383, y por tanto aumenta la carga que actúa sobre cada uno de los cigüeñales 384 a través de los piñones 383. Por lo tanto, un intento de reducir un diámetro exterior del reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante, manteniendo al mismo tiempo un par de salida, implica la necesidad de aumentar la rigidez de soporte para cada uno de los cigüeñales 384. A tal efecto, los cojinetes de cigüeñal 385, 386 aumentan inevitablemente de tamaño para poner límites a la reducción del diámetro exterior del reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un reductor de velocidad capaz de resolver los problemas anteriores.

La US 3.994.187 A describe, según el preámbulo de la reivindicación 1, una transmisión epicíclica que comprende un cigüeñal cuya rotación se transfiere a un árbol de salida mediante discos montados excéntricamente en el cigüeñal.

Así, según un aspecto, un problema es proporcionar un reductor de velocidad que pueda transmitir un alto par de torsión incluso aunque tenga una dimensión externa pequeña.

Este problema se resuelve mediante un reductor de velocidad con las características descritas en la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un reductor de velocidad que comprende un elemento árbol de entrada, un cigüeñal provisto de una parte excéntrica y adaptado para girar junto con el elemento de árbol de entrada, un par de cojinetes de cigüeñal que sostienen el cigüeñal, un elemento de engranaje con dientes internos dispuestos éstos alrededor de al menos una parte en una dirección axial de una zona periférica interna del mismo, un elemento de engranaje con dientes externos adaptado para moverse de manera oscilante junto con la parte excéntrica y provisto de dientes externos a engranar con los dientes internos, una unidad de árbol de salida adaptada para girar junto con el engranaje con dientes externos y un elemento cojinete intermedio que soporta de manera giratoria el cigüeñal en una posición entre el par de cojinetes de cigüeñal, donde

dicha unidad de árbol de salida tiene una pluralidad de partes en forma de columnas, formada cada una a modo de columna, que se extiende en su dirección axial, estando dicha pluralidad de partes en forma de columna dispuesta en una dirección circunferencial de dicha unidad de árbol de salida; estando dicha pluralidad de partes en forma de columna acopladas al elemento de cojinete intermedio; y donde dicho elemento de cojinete intermedio se apoya en cada una de dichas partes en forma de columna.

#### Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista en sección que muestra toda la estructura de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según un primer ejemplo comparativo.
- La figura 2, es una vista en sección tomada por la línea II-II en la figura 1.

- La figura 3, es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que un primer engranaje con dientes externos se engrana con dientes de perno situados en un ángulo de fase que oscila entre -120 grados (ó 240 grados) y 60 grados, en un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante.
- 5 - La figura 4, es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que un segundo engranaje con dientes externos se engrana con dientes de perno situados en un ángulo de fase que oscila entre cero grados y 180 grados, en el reductor de velocidad convencional.
- La figura 5, es un es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que un tercer engranaje con dientes externos se engrana con dientes de perno situados en un ángulo de fase que oscila entre 120 grados y 300 grados, en el reductor de velocidad convencional.
- 10 - La figura 6, es un es un diagrama explicativo de un intervalo angular en el que la pluralidad de engranajes con dientes externos se engranan de manera solapada con dientes de perno, en el reductor de velocidad convencional.
- La figura 7, es un diagrama esquemático que muestra parcialmente un perfil de diente del engranaje con dientes externos del reductor de velocidad convencional.
- 15 - La figura 8, es un diagrama explicativo de un intervalo angular en el que uno de una pluralidad de engranajes con dientes externos se engrana con dientes de perno, en el reductor de velocidad según el primer ejemplo comparativo.
- La figura 9, es un diagrama esquemático que muestra parcialmente un perfil de diente del engranaje con dientes externos del reductor de velocidad según el primer ejemplo comparativo.
- 20 - La figura 10, es un diagrama explicativo de las posiciones correspondientes de los engranajes con dientes externos primero y segundo engranados con un diente de perno determinado, en el reductor de velocidad según el primer ejemplo comparativo.
- La figura 11, es una vista en sección que muestra toda la estructura de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según un segundo ejemplo comparativo.
- 25 - La figura 12, es una vista en sección del reductor de velocidad que se ilustra en la figura 11, tomada por la línea XII-XII.
- La figura 13, es una vista en perspectiva que muestra la estructura de un cigüeñal y un cojinete (primero, segundo o tercero) del reductor de velocidad que se ilustra en la figura 11.
- La figura 14, es un diagrama esquemático que muestra el cigüeñal y el cojinete que se ilustran en la figura 13, vistos desde su dirección axial.
- 30 - La figura 15, es un diagrama explicativo de una estructura detallada del cigüeñal y el cojinete que se ilustran en la figura 14.
- La figura 16, es un diagrama esquemático que muestra la estructura de un cojinete (primero, segundo o tercero) en un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según un tercer ejemplo comparativo.
- La figura 17, es una vista en sección del cojinete que se ilustra en la figura 16, tomada por la línea XVII-XVII.
- 35 - La figura 18, es una vista en sección del cojinete que se ilustra en la figura 17, tomada por la línea XVIII-XVIII.
- La figura 19, es una vista en sección que muestra toda la estructura de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según un cuarto ejemplo comparativo.
- La figura 20, es una vista en sección del reductor de velocidad que se ilustra en la figura 19, tomada por la línea XX-XX.
- 40 - La figura 21, es una vista en perspectiva que muestra toda la estructura de un cigüeñal para usar en el reductor de velocidad que se ilustra en la figura 19.
- La figura 22, es una vista de frente que muestra el cigüeñal que se ilustra en la figura 21.
- La figura 23, es una vista inferior que muestra el cigüeñal que se ilustra en la figura 21.
- 45 - La figura 24, es un diagrama esquemático que muestra configuraciones correspondientes de una primera parte excéntrica y una segunda parte excéntrica en el cigüeñal que se ilustra en la figura 21.
- La figura 25, es un diagrama esquemático que muestra configuraciones correspondientes de la segunda parte excéntrica y una tercera parte excéntrica en el cigüeñal que se ilustra en la figura 21.

- La figura 26, es una vista fragmentaria aumentada que muestra una tercera parte de conexión que conecta las partes excéntricas primera y segunda del cigüeñal en el reductor de velocidad según el cuarto ejemplo comparativo.
- La figura 27, es una vista en sección que muestra la estructura de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según una realización de la presente invención.
- 5 - La figura 28, es una vista en sección tomada por la línea XXVIII-XXVIII de la figura 27.
- La figura 29, es una vista en sección tomada por la línea XXIX-XXIX de la figura 27.
- La figura 30, es una vista en planta superior de un elemento de cojinete intermedio en el reductor de velocidad según la realización.
- La figura 31, es una vista en sección por la línea XXXI-XXXI de la figura 30.
- 10 - La figura 32, es una vista en sección fragmentaria que muestra un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según otra realización de la presente invención.
- La figura 33, es una vista en sección fragmentaria que muestra un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según otra realización de la presente invención.
- La figura 34, es una vista en sección que muestra un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante convencional.
- 15 - La figura 35, es una vista en sección tomada por la línea XXXV-XXXV de la figura 34.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención

20 Con referencia a los dibujos, a continuación se describe de manera específica una realización preferida de la presente invención.

**Primer ejemplo comparativo**

25 Un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante (en adelante simplemente "reductor de velocidad") 10 según un primer ejemplo comparativo se ha diseñado para su uso, por ejemplo, como controlador de paso de equipos de generación de energía eólica. El reductor de velocidad 10 también puede utilizarse para reducir la velocidad en un robot, en un dispositivo de transporte o giratorio de máquinas para la construcción o similares, etc. El reductor de velocidad 10 comprende una carcasa externa 12. Esta carcasa externa 12 está formada por un elemento de cilindro 13 con forma cilíndrica, y una cubierta 14 con forma tubular en el fondo, que se unen entre sí. El elemento de cilindro 13 se forma con una brida 13a para poder montar el reductor de velocidad 10 en una estructura fija (no se muestra), por ejemplo, de equipos de generación de energía. El elemento de cilindro 13 se asegura en la estructura fija a través de la brida 13a. 30 Un motor de accionamiento 16 que actúa como una unidad de accionamiento se asegura en la cubierta 14.

35 El reductor de velocidad 10 comprende un árbol de entrada 21, y un portador 22 como un ejemplo de una unidad de árbol de salida. Un árbol motor 25 del motor de accionamiento 16 se acopla en el árbol de entrada 21 para proporcionar una fuerza motriz giratoria desde el motor de accionamiento 16 al árbol de entrada 21. El portador 22 está dispuesto para poder girar alrededor del mismo eje que el árbol de entrada 21. Por ejemplo, el reductor de velocidad 10 se puede disponer de manera que el árbol de entrada 21 quede situado en una parte superior, y el portador 22 se coloca en una parte inferior, como se muestra en la figura 1. En este caso, el portador 22 va a girar alrededor de un eje vertical. La siguiente descripción se hace en el supuesto de que el reductor de velocidad 10 se coloque en esta postura.

40 El árbol de entrada 21 comprende un mecanismo de reducción de velocidad 26 para reducir una velocidad de rotación una proporción dada con respecto al árbol motor 25 del motor 16, y una unidad de árbol intermedia 27 adaptada para recibir una fuerza motriz a través del mecanismo de reducción de velocidad 26. El árbol motor 25 se extiende hacia abajo desde el motor de accionamiento 16 y atraviesa una zona central de la cubierta 14. El árbol motor 25 se apoya de manera giratoria, en relación a la cubierta 14, sobre un engranaje (no se muestra).

45 El mecanismo de reducción de velocidad 26 comprende un engranaje central 26a fijo en un extremo inferior del árbol motor 25, un engranaje con dientes internos fijo en una superficie interna de una pared lateral de la cubierta 14, y un engranaje planetario 26c engranado con el engranaje central 26a y el engranaje con dientes internos 26b. El engranaje planetario 26c está adaptado para girar alrededor del engranaje central 26a junto con una rotación del árbol motor 25.

5 La unidad de árbol intermedio 27 comprende un cuerpo de árbol intermedio 27a dispuesto coaxialmente con el árbol motor 25, y un brazo 27b que se extiende radialmente hacia fuera desde el cuerpo de árbol intermedio 27a. El cuerpo de árbol intermedio 27a se coloca inmediatamente debajo del árbol motor 25 y se apoya de manera giratoria sobre un elemento de placa extrema 36 que se menciona después. El brazo 27b tiene un extremo distal insertado en un orificio pasante 26d formado en una zona central del engranaje planetario 26c. En relación a la rotación del engranaje planetario 26c, el brazo 27b gira, y con ello el cuerpo de árbol intermedio 27a gira a una velocidad de rotación reducida la proporción dada con respecto a una velocidad de rotación del árbol motor 25. El cuerpo de árbol intermedio 27a tiene una parte inferior provista de un engranaje impulsor con dientes externos 29.

10 Una pluralidad de dientes de perno 31 está dispuesta circunferencialmente sobre toda la parte periférica interna de una zona intermedia axial del elemento de cilindro 13. Cada uno de los dientes de perno 31 está dispuesto para extenderse en dirección axial, y los dientes de perno 31 están dispuestos a intervalos regulares. Cada uno de los dientes de perno 31 sirve como diente interno de un engranaje con dientes internos, y el elemento de cilindro 13 constituye un engranaje con dientes internos dispuestos a lo largo de una parte periférica interna del mismo.

15 El portador 22 se dispone radialmente en el interior del elemento de cilindro 13. El portador 22 se apoya de manera giratoria sobre el elemento de cilindro 13 a través de dos cojinetes 32, 33 axialmente separados entre sí. El portador 22 está adaptado para girar alrededor de un eje del elemento de cilindro 13.

20 El portador 22 comprende un elemento de base 35, un elemento de placa extrema 36 dispuesto por encima del elemento de base 35, y una parte de árbol 37 que forma parte integrante del elemento de base 35 para extenderse hacia el elemento de placa extrema 36. El elemento de base 35 tiene un extremo inferior formado para sobresalir hacia abajo desde el elemento de cilindro 13. Un engranaje de transferencia 39 se asegura en el extremo inferior del elemento de base 35 de manera que queda dispuesto coaxialmente con el eje del elemento de cilindro 13. El engranaje de transferencia 39 está adaptado para ofrecer una fuerza motriz giratoria, por ejemplo, a un eje de pivote del equipo de generación de energía eólica.

25 La parte de árbol 37 se hace con una forma columnar que se extiende axialmente hacia arriba desde una superficie superior del elemento de base 35. Como se muestra en la figura 2, el portador 22 tiene tres de las partes de árbol 37 dispuestas en una dirección circunferencial del elemento de base 35 a intervalos determinados, y cada una de las partes de árbol 37 se hace con forma aproximadamente triangular en sección.

30 Cada una de las partes de árbol 37 se forma con un orificio para perno en el fondo 37a, como se muestra en la figura 1, y el elemento de placa extrema 36 se forma con tres orificios de inserción de perno 36b en posiciones correspondientes a los orificios para perno 37a. A continuación, se insertan tres pernos 52 en los orificios de inserción de perno 36b y se atornillan en los orificios para perno 37a de las partes de árbol 37a. Además, cada una de las partes de árbol 37 se forma con un orificio de pasador 37b, y la placa extrema 36 se forma con tres orificios de pasador 36c en posiciones correspondientes a los orificios de pasador 37b. A continuación, se insertan tres pasadores 53 en los orificios de pasador 37b y en los orificios de pasador correspondientes 36c, respectivamente. De esta manera, el elemento de base 35 y el elemento de placa extrema 36 se sujetan juntos para evitar que se desplacen entre sí. Así, el elemento de base 35 y el elemento de placa extrema 36 pueden girar integralmente alrededor del eje del elemento de cilindro 13.

40 En el interior del elemento de cilindro 13, se define un espacio cerrado entre el elemento de base 35 y el elemento de placa extrema 36. Un primer engranaje con dientes externos 44a, un segundo engranaje con dientes externos 44b y un tercer engranaje con dientes externos 44c se disponen en el espacio cerrado en este orden en dirección ascendente. Cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero 44a, 44b, 44c tiene la misma forma y el mismo diámetro exterior. El engranaje con dientes externos (44a, 44b, 44c) se forma para que tenga un diámetro exterior algo menor que el diámetro interior del elemento de cilindro 13, y con una pluralidad de dientes externos 44d (ver figura 2) que se pueden encajar con los dientes de perno 75, 31 del elemento de cilindro 13. El número de dientes externos 44d del engranaje con dientes externos (44a, 44b, 44c) se establece de manera que sea ligeramente inferior al de los dientes de perno 31, por ejemplo, sólo uno.

50 Un cigüeñal 48 está dispuesto para atravesar los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c. El reductor de velocidad 10 tiene tres de los cigüeñales 48 dispuestos en dirección circunferencial a intervalos determinados (ver figura 2). Como se muestra en la figura 1, cada uno de los cigüeñales 48 se apoya de manera giratoria sobre un par de cojinetes de cigüeñal superior e inferior 56, 57. El cojinete de cigüeñal superior 56 se encaja en un orificio pasante 36a formado en el elemento de placa extrema 36. El cojinete de cigüeñal inferior 57 se encaja en una parte cóncava 35a formada en la superficie superior del elemento de base 35. Es decir, cada uno de los cigüeñales 48 tiene una parte superior que se apoya en el elemento de placa extrema 36 a través del cojinete de cigüeñal superior 56, y una parte inferior que se apoya sobre el elemento de base 35 a través del cojinete de cigüeñal inferior 57.

55 Cada uno de los cigüeñales 48 tiene un extremo superior que sobresale hacia arriba desde el cojinete de cigüeñal superior 56, y el extremo superior está provisto de un engranaje impulsado con dientes externos 59. Cada uno de los

engranajes impulsados con dientes externos 59 se engrana con el engranaje impulsor con dientes externos 29. Por tanto, cada uno de los cigüeñales 48 gira con su correspondiente de los engranajes impulsados con dientes externos 59 mientras giran a una velocidad reducida mediante una desmultiplicación entre el engranaje impulsor con dientes externos 29 y el engranaje impulsado con dientes externos 59.

- 5 Cada uno de los cigüeñales 48 se forma con tres partes excéntricas 48a, 48b, 48c. Estas partes excéntricas 48a, 48b, 48c se disponen en la dirección axial. En concreto, la primera parte excéntrica 48a, la segunda parte excéntrica 48b y la tercera parte excéntrica 48c se disponen en este orden en dirección ascendente. Cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a, 48b, 48c se hace con forma columnar, con un eje desviado de un eje del cigüeñal 48 la misma distancia excéntrica. Además, las partes excéntricas primera a tercera 48a, 48b, 48c se forman de manera que tengan sustancialmente el mismo diámetro exterior, y un desfase de 120 grados entre sí.

El primer engranaje con dientes externos 44a, el segundo engranaje con dientes externos 44b y el tercer engranaje con dientes externos 44c se aseguran, respectivamente, en la primera parte excéntrica 48a, la segunda parte excéntrica 48b y la tercera parte excéntrica 48c. Excepto por el desfase, las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c tienen la misma configuración.

- 15 Como se muestra en la figura 2, cada uno de los engranajes con dientes externos 44a, 44b, 44c se forma con un primer orificio pasante 44e y un segundo orificio pasante 44f. El primer orificio pasante 44e se forma en correspondencia con el cigüeñal 48. Es decir, tres de los primeros orificios pasantes 44e se forman en cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a, 44b, 44c en la dirección circunferencial a intervalos regulares. Cada uno de los primeros orificios pasantes 44e se hace con forma circular. En concreto, la primera parte excéntrica 48a de cada uno de los cigüeñales 48 se inserta en un primer orificio pasante correspondiente 44e del primer engranaje con dientes externos 44a a través de un primer cojinete. De la misma manera, la segunda parte excéntrica 48b se inserta en un primer orificio pasante correspondiente 44e del segundo engranaje con dientes externos 44b a través de un segundo cojinete 49b, y la tercera parte excéntrica 48c se inserta en un primer orificio pasante correspondiente 44e del tercer engranaje con dientes externos 44c a través de un tercer cojinete 49c.

- 25 El segundo orificio pasante 44f de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a, 44b, 44c se diseña para permitir que una parte de árbol 37 se inserte en el mismo. En concreto, el segundo orificio pasante 44f se hace aproximadamente triangular, con una superficie mayor que una superficie transversal de la parte de árbol 37 para definir entre medias un hueco determinado. El segundo orificio pasante 44f se forma en correspondencia con la parte de árbol 37. Es decir, tres de los segundos orificios pasantes 44f se forman en cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c en dirección circunferencial a intervalos regulares.

- A continuación, se describe una diferencia entre el reductor de velocidad 10 según la primera realización y un reductor de velocidad convencional. Como se muestra en las figuras 3 a 5, en el reductor de velocidad convencional, cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero 71, 72, 73 se engrana con dientes de perno 75 en un intervalo angular de 180 grados. Por ejemplo, dado que el número de dientes de perno 75 es cuarenta y dos, veintiuno de los dientes de perno 75 están en contacto con cada uno de los engranajes con dientes externos 71, 72, 73. En este estado, los engranajes con dientes externos 71, 72, 73 se disponen con un desfase de 120 grados entre sí. Por ejemplo, cuando el primer engranaje con dientes externos 71 se engrana con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre -120 grados (o 240 grados) y 60 grados (ver figura 3), el segundo engranaje con dientes externos 72 se engrana con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre cero grados y 180 grados (ver figura 4), y el tercer engranaje con dientes externos 73 se engrana con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre 120 grados y 300 grados (ver figura 5). Por tanto, como se muestra en la figura 6, los engranajes con dientes externos primero y segundo 71, 72 se engranan con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre cero grados y 60 grados, y los engranajes con dientes externos segundo y tercero 72, 73 se engranan con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre 120 grados y 180 grados. Además, los engranajes con dientes externos primero y tercero 71, 73 se engranan con dientes de perno 75 situados en un ángulo de fase que oscila entre 240 grados y 300 grados. Es decir, dos de los engranajes con dientes externos 71, 72, 73 se engranan de manera solapada con los dientes de perno anteriores 75.

- 50 Cuando un diente de perno determinado de los dientes de perno 75 encaja con cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 71 a 73, el diente de perno determinado 75 gira sobre su eje debido a una fuerza recibida desde el engranaje con dientes externos. Si dos de los engranajes con dientes externos primero a tercero 71 a 73 se engranan de manera solapada con el diente de perno determinado 75, al menos uno de los dos engranajes con dientes externos se va a desplazar de manera deslizante con respecto al diente de perno determinado 75, debido a que unas fuerzas correspondientes recibidas de los dos engranajes con dientes externos son diferentes entre sí en dirección y magnitud. En los engranajes con dientes externos primero a tercero 71 a 73, cada una de una punta 76a y una raíz 76b de cada diente externo 76 tiene forma curvada.



Por el contrario, el reductor de velocidad 10 según el primer ejemplo comparativo ha sido diseñado de manera que sólo uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c engrana con uno de los dientes de perno 31 incluso aunque cada uno de los engranaje con dientes externos primero a tercero 44as a 44c esté en cualquier posición de fase. En concreto, el elemento de cilindro 13 está provisto de cuarenta y dos de los dientes de perno 31, y cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c está provisto del mismo número de dientes externos. Además, tres grupos, cada uno formado por catorce de los dientes de perno 31 están en contacto y engranados con los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, respectivamente. Más concretamente, como se muestra en la figura 8, cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se engrana con dientes de perno 31 en un intervalo angular de 120 grados, y los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se disponen con un desfase de 120 grados entre sí. Así, dos o más de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c casi nunca están al mismo tiempo en contacto con un diente de perno determinado 31.

Como antes, a fin de permitir que las terceras partes de los dientes de perno primero, segundo y tercero 31 se engranen, respectivamente, con los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c está diseñado para que tenga dientes externos, cada uno formado de manera que la longitud de una altura de cabeza 61 sea menor que la de un pie de diente 62, como se muestra en la figura 9. Además, a una punta del diente externo se le da forma plana o forma de curva suave.

A fin de permitir que la altura de cabeza 61 tenga una longitud menor que la del pie de diente 62, cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c puede someterse a un proceso posterior de mecanizado para rasurar la punta 76a de la cabeza 61 en el exterior de un círculo primitivo P. El proceso de rasurado de la punta 76a se puede realizar sin dificultad. En el proceso posterior de mecanizado, se puede utilizar un engranaje con dientes externos existente. En lugar del proceso posterior de mecanizado, se pueden formar por adelantado los dientes externos 44d que tienen un perfil como el que se muestra en la figura 9.

A continuación, se describe una operación del reductor de velocidad 10 según el primer ejemplo comparativo.

En respuesta a un giro del árbol motor 25 del motor de accionamiento 16, el engranaje impulsor con dientes externos 29 gira a una velocidad reducida debido al coeficiente de reducción de velocidad dado a través del mecanismo de reducción de velocidad 26. Junto con la rotación del engranaje impulsor con dientes externos 29, cada uno de los engranajes impulsados con dientes externos 59 gira. Una velocidad del engranaje impulsado con dientes externos 59 se reduce en correspondencia a la velocidad del engranaje impulsor con dientes externos 29 mediante el coeficiente de reducción de velocidad. Junto con las rotaciones correspondientes de los engranajes impulsados con dientes externos 59, cada uno de los cigüeñales 48 gira junto con su correspondiente engranaje impulsado con dientes externos 59. Así, las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c giran, y con ello los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c giran de manera oscilante mientras se engranan con los dientes de perno 31. En este proceso, las terceras partes de los dientes de perno primera, segunda y tercera 31 engranan, respectivamente, con los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero 44a, 44b, 44c, y cada uno de los engranajes con dientes externos 44a a 44c va a girar al mismo tiempo que mantiene este engrane. De este modo, dos o más de los engranajes con dientes primero a tercero 44a a 44c, casi nunca están al mismo tiempo en contacto con un diente de perno determinado 31.

Por ejemplo, como se muestra en la figura 10, cuando el primer engranaje con dientes externos 44a se encuentra en un ángulo de fase de cero grados donde una parte inferior de un diente externo del mismo entra en contacto con uno específico de los dientes de perno 31, el segundo engranaje con dientes externos 44b se encuentra en un ángulo de fase de 120 grados, y el diente externo 44d (altura de cabeza 61) del segundo engranaje con dientes externos 44b se encuentra en un estado justo después de haber sido desplazado para separarse del diente de perno específico 31. Por otra parte, la suma de números respectivos de los dientes de perno 31 engranados con los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c en cualquier ángulo de fase es igual al número total (cuarenta y dos) de los dientes de perno 31. Así, dos o más de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, nunca están al mismo tiempo en contacto con un diente de perno determinado 31.

La velocidad de rotación de cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se reduce en gran medida en relación a la de cada uno de los cigüeñales 48. Luego, junto con la rotación de cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, las partes de árbol 37 rotan para hacer girar todo el portador 22. Así, el engranaje de transferencia 39 gira a una velocidad significativamente reducida en relación a la velocidad de rotación del motor de accionamiento 16.

Como ya se ha descrito, el reductor de velocidad según el primer ejemplo comparativo se ha diseñado de manera que un intervalo angular de engrane entre los dientes de perno 31 y cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c es de 120 grados, y en el reductor de velocidad, una suma de números correspondientes de dientes de perno 31 engranados con los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c es igual al número total de dientes de perno 31. Esto hace que sea posible evitar al máximo que cada uno de los engranajes con

5 dientes externos primero a tercero 44a a 44c se mueva de manera deslizante en correspondencia con los dientes de perno 31 con el fin de suprimir un aumento de la resistencia a la rotación. De este modo, aunque es probable que aumente la pérdida de rotación cuando los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c rotan engranados con los dientes de perno 31, este problema también se puede suprimir. Además, dos o más de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c nunca están al mismo tiempo en contacto con un diente de perno determinado 31. Por lo tanto, se puede reducir la carga que debe imponerse a cada uno de los dientes de perno 31. Esto hace posible reducir el diámetro del diente de perno 31 y facilitar así la reducción del tamaño de todo el reductor de velocidad. La posibilidad de reducir el diámetro del diente de perno 31 también permite aumentar el número de dientes de perno 31 para aumentar el campo del coeficiente de reducción de velocidad a fin de proporcionar una mayor flexibilidad en el diseño.

15 Además, el reductor de velocidad según el primer ejemplo comparativo se ha diseñado de manera que los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se disponen con un desfase de 120 grados entre sí, y las terceras partes de los dientes de perno primero, segundo y tercero 31 están engranados, respectivamente, con los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero 44a, 44b y 44c. Así, los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c están dispuestos regularmente alrededor de los cigüeñales. Esto hace posible que se pueda reducir la carga excéntrica que debe imponerse a cada uno de los cigüeñales 48 y con ello reducir las vibraciones.

20 En el primer ejemplo comparativo, una punta de cada altura de cabeza 61 en los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se rasura. De ese modo, se pueden obtener los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c a través de un proceso de mecanizado simple. Es decir, el engranaje con dientes externos determinado sólo se puede obtener rasurando puntas de una parte de dientes externos de un engranaje con dientes externos existente adaptado para estar en contacto con los dientes de perno en un intervalo angular de 180 grados. Además, en un proceso de producción, el engranaje con dientes externos existente adaptado para estar en contacto con los dientes de perno en un intervalo angular de 180 grados puede utilizarse como un componente común antes del mecanizado.

25 En general, en una zona de puntas de engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c engranados con dientes de perno 31, el componente de carga en dirección radial es relativamente grande, y el componente de carga en una dirección de rotación (par) es relativamente pequeño. En la primera realización, se rasuran puntas de una parte de dientes externos en cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c para establecer un intervalo angular de engrane con los dientes de perno 31 a 120 grados. Por lo tanto, una parte inferior de cada diente externo que tiene un componente de carga relativamente grande en una dirección de rotación (par) se puede engranar con los dientes de perno para proporcionar una mayor eficiencia de transferencia de par. Además, el intervalo angular del engrane establecido en 120 grados permite dispersar la carga que debe imponerse a cada uno de los dientes de perno 31 y reducir la carga por superficie unitaria que debe imponerse a los elementos de cilindro 13 desde los dientes de perno 31.

### 35 Segundo ejemplo comparativo

40 En un reductor de velocidad 10 según un segundo ejemplo comparativo, cada una de las partes excéntricas primera, segunda y tercera 48a, 48b, 48c de un cigüeñal 48 se hace con una forma columnar que tiene un eje desviado de un eje del cigüeñal 48 una distancia excéntrica "e". Además, las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, se disponen de manera que tengan un desfase de un determinado grado  $\theta$  (en la segunda realización  $\theta =$  unos 120 grados) con respecto a las otras, y se forman para que tengan básicamente el mismo diámetro exterior "d" (ver figura 15).

En el reductor de velocidad 10 según el segundo ejemplo comparativo, los cojinetes primero, segundo y tercero 49a, 49b, 49c tienen una característica distintiva. En concreto, como se muestra en las figuras 11 a 15, cada uno de los cojinetes primero a tercero 49a a 49c comprende una pluralidad (en la segunda realización, doce) de rodillos en forma de columna 50, y un retén 51.

45 En cada uno de los cojinetes primero a tercero 49a a 49c, el retén 51 mantiene los rodillos 50 alrededor de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48 a intervalos determinados. El retén 51 permite a los rodillos 50 colocarse de manera uniforme alrededor de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c con el fin de recibir una carga del cigüeñal 48 mediante todos los rodillos 50 dispuestos alrededor de la parte excéntrica, en un modo equilibrado. Esto hace que se pueda eliminar la progresión del desgaste en los rodillos específicos 50 para ofrecer una mayor durabilidad de los rodillos 50.

55 Cada uno de los retenes 51 tiene un par de partes anillo circulares 51a y una pluralidad de partes en forma de columna 51b. El par de partes de anillo circulares 51a se aseguran sobre la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48, y se disponen axialmente separadas entre sí. Como se muestra en la figura 13, el par de partes de anillo circulares 51a se disponen para asegurar los rodillos 50 por arriba y por abajo a fin de establecer las posiciones correspondientes de los rodillos 50 en la dirección axial del cigüeñal 48. Además, en la segunda realización,

5 cada una de las partes de anillo circulares 51a tiene un diámetro interior que permite que cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c descienda completamente entre medias cuando se ve en la dirección axial del cigüeñal 48. Por otra parte, el diámetro interior de la parte de anillo circular 51a se puede establecer en un valor que permita sólo a la primera parte excéntrica 48a y a la segunda parte excéntrica 48b o sólo a la segunda parte excéntrica 48b y a la tercera parte excéntrica 48 descender entre medias cuando se mira en la dirección axial del cigüeñal 48.

10 Más concretamente, cada una de las partes de anillo circulares 51a tiene un diámetro interior superior a un valor de la siguiente fórmula:  $d + 2e \cdot \sin(\theta/2)$ , en donde: d es un diámetro exterior de la segunda parte excéntrica 48b ó la primera parte excéntrica 48a; e es una distancia excéntrica entre el eje del cigüeñal 48 y un eje de cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c;  $\theta$  es un ángulo del desfase entre la primera parte excéntrica 48a y la segunda parte excéntrica 48b ó entre la segunda parte excéntrica 48b y la tercera parte excéntrica 48c. El valor de  $2e \cdot \sin(\theta/2)$  equivale a una distancia entre los ejes correspondientes de la primera parte excéntrica 48a y la segunda parte excéntrica 48b ó entre los ejes correspondientes de la segunda parte excéntrica 48b y la tercera parte excéntrica 48c.

15 Como se muestra en la figura 13, la pluralidad de partes en forma de columna 51b se forman para formar un puente entre el par de partes de anillo circulares 51a, y se disponen en una dirección circunferencial de las partes de anillo circulares 51a a intervalos determinados. Cada una de las partes en forma de columna 51b se forma con la misma configuración. Por tanto, la pluralidad de partes de columna 51b puede establecer las posiciones correspondientes de los rodillos 50 en una dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada primera a tercera 48a a 48c.

20 Cada una de las partes de columna 51b tiene dos salientes 51c, 51c cada uno dispuesto en un lugar alejado de su correspondiente del par de partes de anillo circulares 51a una distancia determinada y formado para sobresalir en ambas direcciones circunferenciales de las partes de anillo circulares 51a. Los salientes 51c, 51c de las partes de columna 51b están en contacto con posiciones dadas en las superficies periféricas externas correspondientes de los rodillos 50. En concreto, los salientes, 51c, 51c están en contacto con una zona ubicada dentro de un círculo A que se ilustra en la figura 14, en cada una de las superficies periféricas externas de los rodillos 50. El círculo A en la figura 14 es un círculo que pasa a través de ejes correspondientes 50a de los rodillos 50 dispuestos alrededor de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48. De esta manera, la zona interna correspondiente al círculo A que pasa a través de un eje correspondiente 50a de los rodillos 50 se apoya sobre las partes de columna 51b.

30 Además, cada uno de los rodillos 50 se apoya sobre dos de las partes de columna 51b en lados opuestos del rodillo, para asegurarse en las dos direcciones circunferenciales. Esto hace posible establecer las posiciones correspondientes de los rodillos 50 en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a, 48c, y disponer los rodillos 50 de manera uniforme alrededor de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a la 48c, mientras se apoyan los rodillos 50 sin movimientos oscilantes. Como antes, en la segunda realización, las partes de columna 51b del retén 51 están en contacto sólo con la zona interior que corresponde al círculo A que pasa a través de ejes correspondientes 50a de los rodillos 50, y no hay ningún objeto en contacto con una zona exterior correspondiente al círculo A. Así, cada uno de los rodillos 50 puede desplazarse radialmente hacia afuera y separarse del retén 51.

40 En el segundo ejemplo comparativo, cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48 tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior, como ya se ha descrito. Además, cada cojinete primero, segundo y tercero 49a, 49b, 49c que comprende los rodillos 50 y el retén 51 se une, respectivamente, a las partes excéntricas primera, segunda y tercera 48a, 48b, 48c, para tener sustancialmente el mismo diámetro exterior. De acuerdo con esta configuración, los primeros orificios pasantes correspondientes 44e de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se forman de manera que tengan el mismo diámetro interior.

45 Excepto para la estructura/configuración anterior, el reductor de velocidad 10 según la segunda realización tiene la misma estructura/configuración que la del reductor de velocidad 10 según la primera realización.

A continuación, se describe un proceso de instalación de los cojinetes primero a tercero 49a a 49c y de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c en uno de los cigüeñales 48.

50 Como primer paso de este proceso de instalación, el tercer cojinete 49c se une desde el lado de la tercera parte excéntrica 48c del cigüeñal 48 en una dirección axial del cigüeñal 48 y se asegura en la tercera parte excéntrica 48c. En esta operación, el tercer cojinete 49c que sujeta todos los rodillos 50 con su retén 51, se une al cigüeñal 48 y se asegura en la tercera parte excéntrica 48c. A continuación, el tercer engranaje con dientes externos 44c se instala de manera que reciba la tercera parte excéntrica 48c y el tercer cojinete 49c en el primer orificio pasante 44e del tercer engranaje con dientes externos 44c.

A continuación, el segundo cojinete 49b se une desde el lado de la primera parte excéntrica 48a del cigüeñal 48 en la dirección axial y se asegura en la segunda parte excéntrica 48b. En concreto, en la segunda realización, el segundo cojinete 49b en un estado después de haber retirado todos los rodillos 50 de su retén 51, es decir, sólo el retén 51, se mueve para pasar a través de la primera parte excéntrica 48a, y encajar en la segunda parte excéntrica 48b. En esta operación, no es esencial separar todos los rodillos 50 del retén 51, sino parte de los rodillos 50, es decir, sólo se pueden separar de manera conveniente uno o más rodillos específicos 50 que puedan interferir en la primera parte excéntrica 48a. En esta alternativa, el segundo cojinete 49b también se puede asegurar en la segunda parte excéntrica 48b mientras deja que el retén 51 sujete los rodillos 50 para pasar a través de la primera parte excéntrica 48a sin interferencias. A continuación, los rodillos separados 50 se devuelven o vuelven a unir al retén 51. Posteriormente, el segundo engranaje con dientes externos 44b se instala para recibir la segunda parte excéntrica 48b y el segundo cojinete 49b en el primer orificio pasante 44e del segundo engranaje con dientes externos 44b.

A continuación, el primer cojinete 49a se une desde el lado de la primera parte excéntrica 48a del cigüeñal 48 en la dirección axial y se asegura en la primera parte excéntrica 48a. En esta operación, el primer cojinete 49a que tiene todos los rodillos 50 sujetos con su retén 51, se une al cigüeñal 48 y se asegura en la primera parte excéntrica 48a. Por último, el primer engranaje con dientes externos 44a se instala para recibir la primera parte excéntrica 48a y el primer cojinete 49a en el primer orificio pasante 44e del primer engranaje con dientes externos 44a.

Como ya se ha descrito, en la segunda realización, el retén 51 del segundo cojinete 49b está diseñado para mantener los rodillos 50 alrededor de la segunda parte excéntrica 48b a intervalos determinados y mantener los rodillos 50 de manera desmontable en la dirección radialmente hacia afuera de la segunda parte excéntrica 48b. Por lo tanto, antes de la operación de fijación del segundo cojinete 49b desde el lado de la primera parte excéntrica 48a por el cigüeñal 48 y de instalación del segundo cojinete 49b en la segunda parte excéntrica 48b, los rodillos 50 se pueden separar del retén 51. En esta operación de separación, todos los rodillos 50, o sólo una parte de los mismos que pueden interferir en la primera parte excéntrica 48a, se separan del retén 51 para evitar interferencias entre los rodillos 50 y la primera parte excéntrica 48a. Así, el segundo cojinete 49b se puede mover para pasar a través de la primera parte excéntrica 48a, y asegurar en la segunda parte excéntrica 48b. A continuación, los rodillos separados 50 se devuelven al retén 51. De esta manera, el segundo cojinete 49b se puede mover por el cigüeñal 48 y asegurar, sin ninguna dificultad, en la segunda parte excéntrica 48b que es la parte intermedia de las tres partes excéntricas.

Además, en el segundo ejemplo comparativo, cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior, y los cojinetes primero, segundo y tercero 49a, 49b, 49c se unen, respectivamente, a las partes excéntricas primera, segunda y tercera 48a, 48b, 48c, para tener sustancialmente el mismo diámetro exterior. Así, los primeros orificios correspondientes 44e de los cojinetes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c pueden tener sustancialmente el mismo diámetro interior. Esto hace que sea posible formar cada uno de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c con una configuración común a fin de reducir el número de tipos de componentes para su utilización en el reductor de velocidad 10. Por lo tanto, se pueden simplificar el proceso de producción y la manipulación de componentes durante la producción. Además, una sección de transferencia de par que comprende la primera parte excéntrica 48a, el primer cojinete 49a y el primer engranaje con dientes externos 44a, una sección de transferencia de par que comprende la segunda parte excéntrica 48b, el segundo cojinete 49b y el segundo cojinete con dientes externos 44b, y una sección de transferencia de par que comprende la tercera parte excéntrica 48c, el tercer cojinete 49c y el tercer engranaje con dientes externos 44c, se forman con la misma configuración y las mismas dimensiones. Esto hace posible impedir una distribución desigual de la carga durante la transferencia de par y proporciona una mayor resistencia y calidad a las secciones de transferencia de par. Además, los cojinetes primero a tercero 49a a 49c tienen una estructura común capaz de separar los rodillos 50. Así, el número de tipos de engranajes se puede reducir a uno para simplificar la manipulación de componentes.

En el segundo ejemplo comparativo, el retén 51 del segundo cojinete 49b tiene el par de partes de anillo circulares 51a adaptadas para establecer posiciones correspondientes de los rodillos 50 en la dirección axial de la segunda parte excéntrica 48b, y la pluralidad de partes de columna 51b adaptadas para establecer posiciones correspondientes de los rodillos 50 en la dirección circunferencial de la segunda parte excéntrica 48b. El par de partes de anillo circulares 51a se aseguran en la segunda parte excéntrica 48b y se disponen separadas entre sí en la dirección axial de la segunda parte excéntrica 48b una distancia dada. Además, la pluralidad de partes de columna 51b se forman para crear un puente entre el par de partes de anillo circulares 51a, y se disponen en la dirección circunferencial de las partes de anillo circulares 51a a intervalos determinados. El retén anterior 51 del segundo cojinete 49b hace posible mantener los rodillos 50 de manera segura alrededor de la segunda parte excéntrica 48b en una estructura simplificada compuesta por las partes de anillo circulares 51a y las partes de columna 51b.

En el segundo ejemplo comparativo, cada una de las partes de anillo circulares 51a del retén 51 tiene un diámetro interior que permite a cada una de las primeras partes excéntricas 48a y a cada una de las segundas partes excéntricas 48b descender entre medias cuando se ve en la dirección axial del cigüeñal 48, es decir, un diámetro interior superior a un valor de la siguiente fórmula: un diámetro exterior de la segunda parte excéntrica 48b + 2 e •  $\frac{1}{\sin(\alpha)}$ . Así, en la operación de unión del segundo cojinete 49b desde el lado de la primera parte excéntrica 48a por el cigüeñal 48 y de

fijación del segundo cojinete 49b en la segunda parte excéntrica 48b, se puede evitar la interferencia entre la primera parte excéntrica 48a y cada una de las partes de anillo circulares 51a.

**Tercer ejemplo comparativo**

5 Salvo que los cojinetes de rodillo primero, segundo y tercero 149a, 149b, 149c se utilizan en lugar de los cojinetes primero, segundo y tercero 49a, 49b, 49c en el segundo ejemplo comparativo, un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante según un tercer ejemplo comparativo es el mismo que el reductor de velocidad 10 según el segundo ejemplo comparativo que se ilustra en la figura 11.

10 En concreto, en el reductor de velocidad según el tercer ejemplo comparativo, las partes excéntricas primera, segunda y tercera 48a, 48b, 48c (elemento de árbol) del cigüeñal 48 después de ser insertadas, respectivamente, en los primeros orificios pasantes circulares 14e formados en los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, se apoyan, respectivamente, en los cojinetes de rodillo primero, segundo y tercero 149a, 149b, 149c, como se muestra en las figuras 16 a 18.

15 Cada uno de los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c tiene la misma estructura, y comprende quince rodillos 150 y un retén 151. Los rodillos 150 están dispuestos en una superficie periférica externa de una parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, y entre una superficie de pared interna del primer orificio pasante 44a y la superficie periférica externa de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c. De esta manera, los rodillos 150 pueden recibir una carga desde la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c de una manera bien equilibrada.

20 El retén 151 está adaptado para mantener los rodillos 150 alrededor de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c. El retén 151 tiene un par de partes de anillo circulares superior e inferior 151a 151b y tres partes de columna. El par de partes de anillo circulares 151a se aseguran en la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, o en el orificio pasante 44e, y se colocan adyacentes, respectivamente, a extremos axialmente opuestos de cada uno de los rodillos 50. El par de partes anillo circulares 151a pueden entrar en contacto, respectivamente, con los extremos opuestos del rodillo 150, para restringir un movimiento axial del rodillo 150. Cada una de las partes de anillo circulares 151a tiene un diámetro exterior establecido para ser un aproximadamente igual a un diámetro interior del primer orificio pasante 44e, y un diámetro interior establecido para ser un poco menor que el diámetro de un círculo A que pasa por ejes correspondientes 150a de los rodillos 150. El diámetro exterior de la parte de anillo circular 151a se puede establecer para ser mayor que un círculo A, y el diámetro interior de la parte de anillo circular 151a puede establecerse para ser aproximadamente igual al diámetro exterior de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c.

35 Las tres partes de columna 151b están dispuestas en una dirección circunferencial de las partes de anillo circulares 151a, es decir, una dirección circunferencial de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c a intervalos regulares de 120°. Cada una de las partes de columna 151b tiene extremos opuestos conectados, respectivamente, al par de partes de anillo circulares 151a. Cada una de las partes de columna 151b se dispone entre los rodillos primero y segundo 150 que son adyacentes entre sí. Cada una de las partes de columna 151b puede entrar en contacto con los rodillos primero y segundo 150 para restringir un movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c. Cinco de los rodillos 150 se disponen entre las partes de columna adyacentes 151b, 151b. Los cinco rodillos 150 se pueden disponer separados uniformemente entre sí una distancia pequeña. Esto hace que sea posible eliminar la aparición de resistencia al rozamiento entre los rodillos adyacentes 150.

45 Como se muestra en la figura 17, cada una de las partes de columna 151b tiene una forma curvada entre un lado radialmente hacia afuera y un lado radialmente hacia dentro de las partes de anillo circulares 151, para formar íntegramente una zona intermedia 151c y unas zonas de conexión primera y segunda 151d, 151e. La zona intermedia 151c corresponde a una zona longitudinalmente intermedia de la parte de columna 151b, y se extiende linealmente en la dirección axial de los rodillos 50 dentro del círculo A. La primera zona de conexión 151d conecta un borde superior de la zona intermedia 151c y un borde exterior de la parte de anillo circular superior 151a, y la segunda zona de conexión 151e conecta un borde inferior de la zona intermedia y un borde exterior de la parte de anillo circular inferior 151a. La primera zona de conexión 151d se extiende hacia abajo desde el borde exterior de la parte de anillo circular superior 151a, y se extiende oblicuamente hacia abajo en un lado radialmente hacia dentro de la parte de anillo circular 151a. La segunda zona de conexión 151e se extiende hacia arriba desde el borde exterior de la parte de anillo circular inferior 151a, y se extiende oblicuamente hacia arriba en un lado radialmente hacia dentro de la parte de anillo circular 151a. Cada zona adyacente tiene dos uniones entre la zona intermedia 151c y las primeras zonas de conexión 151d y entre la zona intermedia 151c y la segunda zona de conexión 151e se encuentra en un círculo A, y las superficies laterales de las zonas de unión están en contacto, respectivamente, con una superficie periférica externa del primer o segundo rodillo 150 en el círculo A.

Además, cada borde lateral de las partes de conexión 151d, 151e es curvado, de conformidad con una forma de la superficie periférica externa del rodillo 150 para permitir que cada superficie lateral de las partes de conexión 151d, 151e se ponga en contacto de conformidad con la superficie periférica externa de los rodillos primero o segundo 150. Esto hace que sea posible aumentar la zona de contacto entre las superficies laterales de las partes de conexión 151d, 151e y la superficie periférica externa de los rodillos primero o segundo 150 a fin de permitir que las partes de columna 151b supriman de forma estable el movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c.

Además, cada una de las partes de conexión 151d, 151e se forma para que tenga una anchura que aumente gradualmente en una dirección entre la zona intermedia 151c y cada una de las partes de anillo circulares 151a. En vista de la supresión del movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, la parte de columna que se va a disponer entre los rodillos primero y segundo 150 en el círculo A puede tener cualquier forma. Es decir, la parte de columna puede tener una forma simple que forme un puente o conecte el par de partes de anillo circulares 151a en la dirección axial de los rodillos 150 de forma lineal o con la misma anchura. En este caso, en toda la longitud de la parte de columna, la anchura de la parte de columna llega ser menor que la distancia entre las superficies periféricas externas correspondientes de los rodillos primero y segundo 150 situados en el círculo A. Esto hace que sea difícil asegurar una mayor resistencia de la parte de soporte. En la tercera realización, cada una de las partes de conexión 151d, 151e se forma de manera que tenga una anchura que aumente gradualmente en la dirección que va desde la zona intermedia 151c a cada una de las partes de anillo circulares 151a. Así, si se compara con el caso anterior, se puede aumentar la resistencia de la parte de columna. Además, cada una de las zonas intermedias 151c y las zonas de conexión 151d, 151e de la parte de columna 151b se forman de manera que tengan aproximadamente el mismo grosor.

En combinación con los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c que tienen la configuración anterior, un régimen de carga de rodillos entre la superficie de pared interna del primer orificio pasante 44e y la superficie periférica externa de la parte asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c oscila entre el 87% y el 98%. El régimen de carga de rodillos significa un régimen calculado mediante la siguiente fórmula:  $\text{diámetro del rodillo 150} \times \text{número de rodillos 150} / \text{longitud del círculo A} \times 100$ .

En una operación de instalación de las partes excéntrica primera a tercera 48a a 48c, y de los cojinetes de rodillo a tercero 149a a 149c en los primeros orificios pasantes 44e de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, el retén 151 de los primeros cojinetes de rodillo 149a se asegura en la primera parte excéntrica 48a ó en el primer orificio pasante 44e. Luego, tres juegos de los cinco rodillos 150 se aseguran, respectivamente, en tres espacios entre las partes de columna 151b del retén 151, desde el lado radialmente hacia afuera del retén 151, de modo que los quince rodillos 150 que sujeta el retén 150 se disponen alrededor de la primera parte excéntrica 48a. A continuación, la primera parte excéntrica 48a y el primer cojinete de rodillo 149a se insertan en el primer orificio pasante 44e del primer engranaje con dientes externos 44a, mientras se mantienen los rodillos 50 alrededor. De la misma manera, se unen el segundo cojinete de rodillo 149b y el tercer cojinete de rodillo 149c. De ese modo, las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, y los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c se instalan, respectivamente, en los primeros orificios pasantes 44c de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c.

El proceso de instalación de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c y de los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c, respectivamente, en los primeros orificios pasantes 44e, no se limita a la forma anterior. Por ejemplo, el proceso puede comprender conectar los retenes 151, respectivamente, con los primeros orificios pasantes 44e, ajustando tres juegos de los cinco rodillos 150, respectivamente, en tres espacios entre las partes de columna 151b de cada uno de los retenes 151, e insertando las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c.

A excepción de las diferencias mencionadas anteriormente, el reductor de velocidad según la tercera realización y los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c utilizados en el mismo tienen la misma estructura/configuración que la del reductor de velocidad 10 según la segunda realización y los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c.

Como ya se ha descrito, en la tercera realización, los cinco rodillos 150 se disponen entre las partes de columna adyacentes 151b del retén 151. Así, en comparación con un retén diseñado para disponer partes de columna, respectivamente, en todos los espacios entre los rodillos 150, el número de partes de columna se reduce, y por lo tanto el número de rodillos 150 que se van a disponer alrededor de cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, es decir, el régimen de carga de rodillos entre la superficie de pared interna de cada uno de los primeros orificios pasantes 44e y la superficie periférica externa de cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c. Esto facilita la dispersión de una carga que debe imponerse a los rodillos 150 entre las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c a fin de proporcionar una mayor durabilidad de los rodillos 150.

Además, en cada uno de los retenes 151 del tercer ejemplo comparativo, los extremos opuestos de cada una de las partes de columna 151b se conectan, respectivamente, al par de anillos circulares 151a. Así, a diferencia del retén convencional en el que no se asegura un extremo de la parte de columna 151b, las partes de columna 151b de la

tercera realización pueden evitar el problema de que cuando se aplica una fuerza determinada desde los rodillos 150 a la parte de columna, la fuerza presiona la parte de la columna y la desplaza de manera no deseada. Esto hace que sea posible suprimir la oscilación de los rodillos 150 debido al desplazamiento de las partes de columna 151b, y evitar que los rodillos 150 se inclinen oblicuamente debido a la oscilación, a fin de evitar el problema de que se imponga una carga excesiva sobre los rodillos 150 desde las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c debido a la inclinación de los rodillos 150, y que los rodillos 150 se dañen debido a la carga excesiva.

En la tercera realización, el retén 151 que está adaptado para sostener los rodillos 150 para cada uno de los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c, alrededor de una parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, tiene las tres partes de columna 151b cada una dispuesta entre los rodillos primero y segundo 150, que están situados adyacentes entre sí, para restringir el movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c. Estas partes de columna 151b pueden restringir el movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48 a 48c. Así, en comparación con un cojinete de rodillo en el que se dispone sólo la pluralidad de rodillos 150 alrededor de cada una de las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c sin interponerse entre medias las partes de columna 151b, el retén 151 de la tercera realización puede suprimir el problema de que se defina de manera no uniforme un espacio libre entre los rodillos 150, es decir, que se defina un espacio libre grande en una posición, en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48 a 48c. Esto permite reducir la carga necesaria para ajustar de manera uniforme las separaciones entre los rodillos 150 durante la operación de instalación de los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c en las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c, y toda la carga en la operación de instalación de los cojinetes de rodillo primero a tercero 149a a 149c en las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c.

En el tercer ejemplo comparativo, cada una de las partes de columna 151b comprende una zona intermedia 151c situada en el círculo A que atraviesa ejes correspondientes 150a de los rodillos 150, y la zona intermedia 151c está en contacto con las superficies periféricas externas de los rodillos primero y segundo 150 en el círculo A. Así, aunque una fuerza en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48 a 48c, es decir, en una dirección por el círculo A, actúe sobre los rodillos 150, las superficies periféricas externas de los rodillos 150 nunca se deslizan con respecto a la parte de columna 151b. Esto hace que sea posible suprimir eficazmente el movimiento de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48 a 48c, a fin de evitar de manera efectiva la oscilación de los rodillos 150 en la dirección circunferencial de la parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera a tercera 48 a 48c.

#### Cuarto ejemplo comparativo

Un reductor de velocidad 10 según un cuarto ejemplo comparativo (ver figura 19) tiene un rasgo distintivo en la estructura/configuración de un cigüeñal 248 (árbol excéntrico) dispuesto para atravesar unos engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero 44a, 44b, 44c.

En concreto, como se muestra en la figura 20, el reductor de velocidad 10 comprende tres de los cigüeñales 248 dispuestos en una dirección circunferencial de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a, 44b, 44c a intervalos determinados. Como se muestra en las figuras 21 y 22, cada uno de los cigüeñales 248 comprende íntegramente una parte de montaje de engranaje 248a, una primera parte de árbol 248b, una segunda parte de árbol 248c, una primera parte excéntrica 248d, una segunda parte excéntrica 248e, una tercera parte excéntrica 248f, una primera parte de conexión 248g, una segunda parte de conexión 248h, una tercera parte de conexión 248i y una cuarta parte de conexión 248j.

La parte de montaje de engranaje 248a, se encuentra en un extremo superior del cigüeñal 248 dispuesta para sobresalir hacia arriba con respecto a un cojinete de cigüeñal superior 56 (segundo cojinete de cigüeñal: ver figura 19). Un engranaje impulsado con dientes externos 59 engranado con un engranaje impulsor con dientes externos 29 se coloca en la parte de montaje de engranaje 248a. El cigüeñal 248 está adaptado para girar junto con el engranaje impulsado con dientes externos 59 mientras gira a una velocidad reducida mediante una desmultiplicación entre el engranaje impulsor con dientes externos 29 y el engranaje impulsado con dientes externos 59.

La primera parte de árbol 248b se hace con forma columnar y se coloca en un extremo inferior del cigüeñal 248. La primera parte de árbol 248b se apoya de manera giratoria sobre un cigüeñal inferior 57 (primer cojinete de cigüeñal: ver figura 19). La segunda parte de árbol 248c se hace con forma de columna y se coloca justo debajo de la parte de montaje de engranaje 248a. Como se muestra en la figura 22, la segunda parte de árbol 248c se hace con forma de manera que tenga un eje C2 coaxial a un eje C1 de la primera parte de árbol 248b y se apoye de manera giratoria sobre el cojinete de cigüeñal superior 56. Los ejes C1 y C2 de la primera parte de árbol 248b y la segunda parte de árbol 248c sirven de eje de rotación del cigüeñal 248.

5 Las partes excéntricas primera a tercera 248d a 248f se colocan entre la primera parte de árbol 248b y la segunda parte de árbol 248c. Las partes excéntricas primera a tercera 248d a 248f se colocan hacia arriba, siguiendo la dirección axial en este orden. Cada una de las partes excéntricas primera a tercera 248d a 248f se hace con forma columnar. Las partes excéntricas primera, segunda y tercera 248d, 24e, 248f tienen, respectivamente, ejes C3, C4, C5 cada uno desviado de los ejes C1, C2 de las partes de árbol primera y segunda 248b, 248c una distancia excéntrica "e" (ver figura 23). Cada una de las partes excéntricas primera y segunda adyacentes 248d, 248e tiene una fase de rotación diferente. Además, cada una de las partes excéntricas segunda y tercera adyacentes 248e, 248f tiene una fase de rotación diferente. Es decir, las partes excéntricas primera, segunda y tercera 248d, 248e, 248f están dispuestas para tener un desfase de un ángulo  $\theta$  (ver figura 23: en esta realización,  $\theta =$  aproximadamente  $120^\circ$ ).

10 La primera parte de conexión 248g se forma entre la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d, para conectar entre sí la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d. La primera parte de conexión 248g se forma de manera que tenga un eje C6 coaxial con el eje C1 de la primera parte de árbol 248b, y un diámetro menor que el de la primera parte de árbol 248b. La segunda parte de conexión 248h se forma entre la segunda parte de árbol 248c y la tercera parte excéntrica 248f, para conectar entre sí la segunda parte de árbol 248c y la tercera parte excéntrica 248f. La segunda parte de conexión 248h se forma de manera que tenga un eje C7 coaxial con el eje C2 de la segunda parte de árbol 248c, y un diámetro menor que el de la segunda parte de árbol 248c.

20 La tercera parte de conexión 248i se forma entre la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e, para conectar entre sí la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e. La tercera parte de conexión 248i se forma en una zona sombreada en la figura 24, visto en la dirección axial. En concreto, la tercera parte de conexión 248i se forma sobre una zona de solapamiento A1 entre las partes excéntricas primera y segunda 248d, 248e situada a ambos lados de las mismas, una zona A2 de la primera parte excéntrica 248d que sobresale de la zona de solapamiento A1, y una zona A3 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A1, cuando se ve en dirección axial. La tercera parte de conexión 248i tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e, en una sección perpendicular a la dirección axial. Además, la periferia externa restante de la tercera parte de conexión 248i se define mediante un arco que se extiende dentro de la zona A3 que sobresale de la segunda parte excéntrica 248e y cuenta con un centro situado coaxialmente con el eje C3 de la primera parte excéntrica 248d, en la sección perpendicular a la dirección axial.

30 Como se muestra en la figura 22, la tercera parte de conexión 248i comprende dos zonas cóncavas 258a, 258b, y dos zonas inclinadas 259a, 259b. La zona cóncava 258a se forma para continuar a partir de un borde de la primera parte excéntrica 248d en el lado de la segunda parte excéntrica 248e y se extiende por toda la circunferencia de la tercera parte de conexión 248i. Además, la zona cóncava 258a está situada radialmente hacia adentro en relación a la primera parte excéntrica 248d. La zona cóncava 258a tiene una anchura axial que disminuye gradualmente en una dirección que va desde la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e a la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d.

40 La zona inclinada 259a se forma para continuar a partir de un borde de la zona cóncava 258a en el lado de la segunda parte excéntrica 248e. La zona inclinada 259a se forma dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e. Además, la zona inclinada 259a se hace con una forma cónica lineal, con una zona en sección axial que se expande radialmente hacia fuera, hacia la segunda parte excéntrica 248e, y un ángulo de conicidad de unos  $15^\circ$ . Cada una de las zona inclinadas 259a y la zona cóncava 258a tiene un centro en el eje C3 de la primera parte excéntrica 248d.

45 La zona cóncava 258b se forma para continuar a partir de un borde de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la primera parte excéntrica 248d y se extiende por toda la circunferencia de la tercera parte de conexión 248i. Además, la zona cóncava 258b está situada radialmente hacia adentro con respecto a la segunda parte excéntrica 248e. La zona cóncava 258b tiene una anchura axial que disminuye gradualmente en una dirección que va desde la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d a la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e.

50 La zona inclinada 259b se forma para continuar a partir de un borde de la zona cóncava 258b en el lado de la primera parte excéntrica 248d. La zona inclinada 259b se forma dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d. Además, la zona inclinada 259b se hace con una forma cónica lineal con una zona en sección axial que se expande radialmente hacia fuera, hacia la primera parte excéntrica 248d, y un ángulo de conicidad de unos  $15^\circ$ . Cada una de las zona inclinadas 259b y la zona cóncava 258b tiene un centro en el eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e.

55 La cuarta parte de conexión 248j se forma entre la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f, para conectar entre sí la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f. La cuarta parte de conexión 248j se forma en una zona sombreada en la figura 25, vista en la dirección axial. En concreto, la cuarta parte de conexión 248j se forma sobre una zona de solapamiento A4 entre las partes excéntricas segunda y tercera 248e, 248f



- 5 situada a ambos lados de las mismas, una zona A5 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A4, y una zona A6 de la tercera parte excéntrica 248f que sobresale de la zona de solapamiento A4, cuando se ve en la dirección axial. La cuarta parte de conexión 248j tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f, en una sección perpendicular a la dirección axial. Además, la periferia externa restante de la cuarta parte de conexión 248j se define mediante un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e, en la sección perpendicular a la dirección axial.
- 10 La cuarta parte de conexión 248j comprende dos zonas cóncavas 268a, 268b y dos zonas inclinadas 269a, 269b. La zona cóncava 268a se forma para continuar a partir de un borde de la tercera parte excéntrica 248f en el lado de la segunda parte excéntrica 248e y se extiende por toda la circunferencia de la cuarta parte de conexión 248j. Además, la zona cóncava 268a está situada radialmente hacia adentro con respecto a la tercera parte excéntrica 248f. La zona cóncava 268a tiene una anchura axial, que disminuye gradualmente en una dirección que va desde la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e a la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f.
- 15 La zona inclinada 269a se forma para continuar a partir de un borde de la zona cóncava 268a en el lado de la segunda parte excéntrica 248e. La zona inclinada 269a se forma dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e. Además, la zona inclinada 269a se hace con una forma cónica lineal con una zona en sección axial que se expande radialmente hacia fuera, hacia la segunda parte excéntrica 248e, y un ángulo de conicidad de unos 15°. Cada una de las zona inclinadas 259a y la zona cóncava 258a tiene un centro en el eje C5 de la tercera parte excéntrica
- 20 248f.
- La zona cóncava 268b se forma para continuar a partir de un borde de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la tercera parte excéntrica 248f y se extiende por toda la circunferencia de la cuarta parte de conexión 248j. Además, la zona cóncava 268b está situada radialmente hacia adentro con respecto a la segunda parte excéntrica 248e. La zona cóncava 268b tiene una anchura axial, que disminuye gradualmente en una dirección que va desde la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f a la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e.
- 25 La zona inclinada 269b se forma para continuar a partir de un borde de la zona cóncava 268b en el lado de la tercera parte excéntrica 248f. La zona inclinada 269b se forma dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f. Además, la zona inclinada 269b se hace con una forma cónica lineal con una zona en sección axial que se expande radialmente hacia fuera, hacia la tercera parte excéntrica 248f, y un ángulo de conicidad de unos 15°. Cada una de las zona inclinadas 259b y la zona cóncava 258b tiene un centro en el eje C4 de la segunda parte excéntrica
- 30 248e.
- A excepción de las diferencias mencionadas anteriormente, el reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo tiene la misma estructura/configuración que la del reductor de velocidad 10 el primer ejemplo comparativo.
- 35 A continuación, se describe un procedimiento para producir el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo.
- En este procedimiento, en primer lugar se prepara un material 200 (ver figura 24) del cigüeñal 248. Como material del cigüeñal 200, se prepara un elemento de metal con forma columnar con un diámetro capaz de rodear partes correspondientes del cigüeñal 248 cuando se ve en la dirección axial. A continuación, el material del cigüeñal 200 se sujeta con un mandril, y una zona para formar la primera parte de árbol 248b y una zona para formar la segunda parte de árbol 248c en el material del cigüeñal 200 se cortan con una herramienta de torneado 500 (herramienta de corte) durante la rotación del material del cigüeñal 200 alrededor de los ejes C1, C2 de las partes de árbol primera y segunda 248b y 248c. Así, la primera parte de árbol 248b y la segunda parte de árbol 248c se forman en el material del cigüeñal 200.
- 40
- A continuación, el material del cigüeñal 200 se sujeta con un mandril excéntrico, y una zona para formar la primera parte excéntrica 248d en el material del cigüeñal 200 se corta con una herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C3 de la primera parte excéntrica 248d. Durante este proceso de corte, la herramienta de torneado 500 se mueve en correspondencia con el material del cigüeñal 200 en una dirección que va desde la primera parte de árbol 248b a la segunda parte de árbol 248c. Así, la primera parte excéntrica 248d se forma en el material del cigüeñal 200.
- 45
- A continuación, una zona para formar la zona cóncava 258a cerca de la primera parte excéntrica 248d en el lado de la segunda parte de árbol 248c se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 en torno al eje C3. Además, el material del cigüeñal 200 se corta de manera consecutiva con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira alrededor del eje C3, para formar una zona cónica que continúa desde un borde de la
- 50

zona cóncava 258a en el lado de la segunda parte de árbol 248c. Esta zona cóncava se forma para tener una forma cóncava lineal en corte axial con un borde exterior que se expande hacia fuera, hacia la segunda parte excéntrica 248e.

5 A continuación, un eje de rotación del material del cigüeñal 200 que sujeta un mandril excéntrico se mueve al eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e, y luego la zona para formar la segunda parte excéntrica 248e se corta con una herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e. Durante este proceso de corte, la herramienta de torneado 500 se mueve en correspondencia con el material del cigüeñal 200 en una dirección que va desde la segunda parte de árbol 248c a la primera parte de árbol 248b. Así, la segunda parte excéntrica 248e se forma en el material del cigüeñal 200.

10 A continuación, una zona para formar la zona cóncava 258b cerca de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la primera parte excéntrica 248d se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 en torno al eje C4. Durante este proceso de corte, se corta una parte de la anterior zona en forma de cono. En concreto, durante este proceso de corte, se corta en gran medida la zona A2 de la primera parte excéntrica 248d que sobresale de la zona de solapamiento A1 entre la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e cuando se ve en la dirección axial. Además, la zona en forma de cono se retira menos hacia la zona A3 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A1 entre las partes excéntricas primera y segunda 248d, 248e, cuando se ve en la dirección axial, es decir, un corte o una cantidad de retirada en la zona en forma de cono se reduce hacia la zona A3. De esta manera, se forma la zona cóncava 258b más cercana a la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la primera parte excéntrica 248d.

20 También de manera sucesiva, el material del cigüeñal 200 se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira alrededor del eje C4, para formar una zona en forma de cono que continúa desde un borde de la zona cóncava 258b en el lado de la primera parte excéntrica 248d. Esta zona en forma de cono se forma de manera que tenga una forma cóncava lineal en corte axial con un borde exterior que se expande hacia fuera, hacia la primera parte excéntrica 248d. Durante este proceso de corte, en el lado de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, se corta la zona en forma de cono. Por el contrario, en el lado de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e, la zona en forma de cono no se corta porque la herramienta de torneado 500 no está en contacto con el material del cigüeñal 200. De esta manera, la zona inclinada 259b que continúa desde la zona cóncava 258b hacia la primera parte excéntrica 248d se forma en la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, y la zona inclinada 259a que continúa desde la zona cóncava 258a hasta la segunda parte excéntrica 248e se forma en la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e. Así, la tercera conexión 248i se compone de las zonas inclinadas 259a, 259b y las zonas cóncavas 258a, 258b.

35 A continuación, una zona para formar la zona cóncava 258b cerca de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la segunda parte excéntrica 248c se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 en torno al eje C4. También de manera sucesiva, el material del cigüeñal 200 se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira alrededor del eje C4, para formar una zona en forma de cono que continúa desde un borde de la zona cóncava 258b en el lado de la segunda parte de árbol 248c. Esta zona en forma de cono se forma de manera que tenga una forma cóncava lineal en corte axial con un borde exterior que se expande hacia fuera, hacia la segunda parte excéntrica 248c.

40 A continuación, el eje de rotación del material del cigüeñal 200 que sujeta un mandril excéntrico se mueve al eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f, y luego una zona para formar la tercera parte excéntrica 248f se corta con una herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f. Durante este proceso de corte, la herramienta de torneado 500 se mueve en correspondencia con el material del cigüeñal 200 en una dirección que va desde la segunda parte de árbol 248c a la primera parte de árbol 248b. Así, la tercera parte excéntrica 248f se forma en el material del cigüeñal 200.

45 A continuación, la zona para formar la zona cóncava 268a cerca de la tercera parte excéntrica 248f en el lado de la segunda parte excéntrica 248e se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje de C5. Durante este proceso de corte, una parte de la zona en forma de cono formada para continuar a partir de un borde de la zona cóncava 268b en el lado de la segunda parte de árbol 248c, se corta. En concreto, durante este proceso de corte, se corta en gran medida la zona A5 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A4 entre la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f cuando se ve en la dirección axial. Además, la zona en forma de cono se retira menos hacia la zona A6 de la tercera parte excéntrica 248f que sobresale de la zona de solapamiento A4 entre las partes excéntricas segunda y tercera 248e 248f, cuando se ve en la dirección axial, es decir, un corte o una cantidad de retirada en la zona en forma de cono se reduce hacia la zona A6. De esta manera, se forma la zona cóncava 258a más cercana a la tercera parte excéntrica 248f en el lado de la segunda parte excéntrica 248e.

55 Además, sucesivamente, el material del cigüeñal 200 se corta con la misma herramienta de torneado 500 mientras gira alrededor del eje C5, para formar una zona con forma de cono que continúa desde un borde de la zona cóncava 268a

en el lado de la segunda parte excéntrica 248e. Esta zona con forma de cono se forma de manera que tenga una forma cónica lineal en corte axial con un borde exterior que se expande hacia fuera, hacia la segunda parte excéntrica 248e. Durante este proceso de corte, en el lado de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, se corta la zona en forma de cono formada para continuar desde un borde de la zona cóncava 268b en el lado de la segunda parte de árbol 248c. Por el contrario, en el lado de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f, la zona en forma de cono no se corta porque la herramienta de torneado 500 no está en contacto con el material del cigüeñal 200. De esta manera, la zona inclinada 259a que continúa desde la zona cóncava 258a hacia la segunda parte excéntrica 248e se forma en la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, y la zona inclinada 259b que continúa desde la zona cóncava 258b hasta la tercera parte excéntrica 248f se forma en la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f. Así, la cuarta conexión 248j se compone de las zonas inclinadas 259a, 259b y las zonas cóncavas 258a, 258b.

A continuación, un eje de rotación del material del cigüeñal 200 se mueve hacia los ejes C1, C2 de las partes de árbol primera y segunda 248b, 248c, y a continuación, una zona para formar la primera parte de conexión 248g entre la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d y una zona para formar la segunda parte de conexión 248h entre la segunda parte de árbol 248c y la segunda parte excéntrica 248e se cortan mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor de los ejes C1, C2. Así, la primera parte de conexión 248g y la segunda parte de conexión 248h se forman en el material del cigüeñal 200.

Posteriormente, el material del cigüeñal 200 se somete a un tratamiento de cementación y, a continuación se pulen las superficies correspondientes de las partes excéntricas primera a tercera 248d a 248f con un disco de pulir 600 (ver figura 26) que sirve de herramienta pulidora. En este proceso de pulido, la primera parte excéntrica 248d se pule mientras gira el material del cigüeñal 200 en torno al eje C3 de la primera parte excéntrica 248d y poniendo el disco de pulir 600 en contacto con la superficie de la primera parte excéntrica 248d. Además, como se muestra en la figura 26, cuando se pule un borde de la primera parte excéntrica 248d en el lado de la tercera parte de conexión 248i, la zona cóncava 258a de la tercera parte conexión 248i actúa como muesca para evitar interferencias con el disco de pulir 600. Por ejemplo, si la tercera parte de conexión 259b tiene únicamente la zona inclinada 259b que continúa desde la primera parte excéntrica 248d sin la zona cóncava 258a, es difícil pulir con precisión la primera parte excéntrica 248d, incluido su borde, con el disco de pulir 600. En esta realización, la zona cóncava 258a permite evitar interferencias entre el disco de pulir 600 y la tercera parte de conexión 248i aunque el disco de pulir 600 sobresalga hasta cierto punto de la primera parte excéntrica 248d hacia la tercera parte de conexión 248i. Así, puede pulirse con precisión la primera parte excéntrica 248d, incluido su borde del lado de la tercera parte de conexión 248i.

La segunda parte excéntrica 248e se pule mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e y poniendo en contacto el disco de pulir 600 con la superficie de la segunda parte excéntrica 248e. Al igual que con la zona cóncava 258a, la zona cóncava 258b de la tercera parte de conexión 248i actúa como muesca para evitar interferencias con el disco de pulir 600 cuando se pule un borde de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la tercera parte de conexión 248i, y la zona cóncava 268b de la cuarta parte de conexión 248j actúa como muesca para evitar interferencias con el disco de pulir 600 cuando se pule un borde de la segunda parte excéntrica 248e en el lado de la cuarta parte de conexión 248j. Así, se puede pulir con precisión la superficie de la segunda parte excéntrica 248e, incluidos sus bordes del lado de las partes de conexión tercera y cuarta 248i, 248j.

La tercera parte excéntrica 248f se pule mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f y poniendo en contacto el disco de pulir 600 con la superficie de la tercera parte excéntrica 248f. Al igual que con la zona cóncava 258a, la zona cóncava 268a de la cuarta parte de conexión 248j actúa como muesca para evitar interferencias con el disco de pulir 600 cuando se pule un borde de la tercera parte excéntrica 248f en el lado de la cuarta parte de conexión 248j. De ese modo, se puede pulir con precisión la superficie de la tercera parte excéntrica 248f, incluido su borde del lado de la cuarta parte de conexión 248j. El cigüeñal 248 de esta realización se produce mediante el proceso anterior.

Como ya se ha descrito antes, en el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo, la tercera parte de conexión 248i tiene la zona cóncava 258a formada para continuar desde la primera parte excéntrica 248d y situada radialmente hacia dentro con respecto a la primera parte excéntrica 248d, y la zona cóncava 258b formada para continuar desde la segunda parte excéntrica 248e y situada radialmente hacia dentro con respecto a la segunda parte excéntrica 248e. Así, en el proceso de pulido del borde de la primera parte excéntrica 248d, la zona cóncava 258a permite evitar interferencias entre el disco de pulir 600 y la tercera parte de conexión 248i aunque el disco de pulir 600 sobresalga del lado de la segunda parte excéntrica 248e. En el proceso de pulido del borde de la segunda parte excéntrica 248e, la zona cóncava 258b permite evitar interferencias entre el disco de pulir 600 y la tercera parte de conexión 248i aunque el disco de pulir 600 sobresalga de lado de la primera parte excéntrica 248d. Además, en el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según la cuarta realización, la cuarta parte de conexión 248j tiene la zona cóncava 268b formada para continuar desde la segunda parte excéntrica 248e y situada radialmente hacia dentro con respecto a la segunda parte excéntrica 248e, y la zona cóncava 268a formada para continuar a partir de la tercera parte excéntrica 248f y situada radialmente hacia dentro con respecto a la tercera parte excéntrica 248f. Así, en el proceso de pulido del borde de la tercera parte excéntrica 248f, la zona cóncava 268a permite evitar interferencias entre el disco de

pulir 600 y la cuarta parte de conexión 248j aunque el disco de pulir 600 sobresalga de lado de la primera parte excéntrica 248e. Esto permite pulir con precisión las partes excéntricas primera, segunda y tercera 248d, 248e, 248f, incluidos sus bordes.

5 En el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo, la tercera parte de conexión 248i se forma sobre la zona de solapamiento A1 entre la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e situada a ambos lados de las mismas, la zona A2 de la primera parte excéntrica 248d que sobresale de la zona de solapamiento A1, y la zona A3 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A1, cuando se ve en la dirección axial. Así, en comparación con un cigüeñal donde se forma una parte de conexión, únicamente se puede aumentar la zona de solapamiento A1 entre la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e cuando se ve en la dirección axial, una zona transversal de la tercera parte de conexión 248i en la sección perpendicular a la dirección axial. Además, la cuarta parte de conexión 248j se forma sobre la zona de solapamiento A4 entre la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f situada a ambos lados de las mismas, la zona A5 de la segunda parte excéntrica 248e que sobresale de la zona de solapamiento A4, y la zona A6 de la tercera parte excéntrica 248f que sobresale de la zona de solapamiento A4, cuando se ve en la dirección axial. Así, en comparación con un cigüeñal en el que se forma una parte de conexión, únicamente se puede aumentar la zona de solapamiento A4 entre la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f cuando se ve en la dirección axial, una zona transversal de la cuarta parte de conexión 248j en la sección perpendicular a la dirección axial. Esta configuración de la cuarta realización permite aumentar la resistencia de la tercera parte de conexión 248i y la cuarta parte de conexión 248j a fin de proporcionar una mayor resistencia al cigüeñal 248.

20 En el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo, la tercera parte de conexión 248i tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e, en la sección perpendicular a la dirección axial. Además, la periferia externa restante de la tercera parte de conexión 248i se define mediante un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e y cuenta con un centro situado coaxialmente con el eje C3 de la primera parte excéntrica 248d, en la sección perpendicular a la dirección axial. Así, la segunda parte excéntrica 248e, y la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, se puede formar cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e. Además, la primera parte excéntrica 248d, y la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e, se puede formar cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira en torno al eje C3 de la primera parte excéntrica 248d. Esto permite formar la segunda parte excéntrica 248e y la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, a través de un proceso continuo sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200, y formar la primera parte excéntrica 248d y la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e, mediante un proceso continuo sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200. En el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según la cuarta realización, la cuarta parte de conexión 248j tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f, en una sección perpendicular a la dirección axial. Además, la periferia externa restante de la cuarta parte de conexión 248j se define mediante un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e, en la sección perpendicular a la dirección axial. Así, la tercera parte excéntrica 248f, y la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, se puede formar cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira alrededor del eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f. Además, la segunda parte excéntrica 248e, y la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f, se puede formar cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e. Esto permite formar la tercera parte excéntrica 248f y la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, mediante un proceso continuo sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200, y formar la segunda parte excéntrica 248e y la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f, a través de un proceso continuo sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200. Por lo tanto, el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según la cuarta realización permite reducir el tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200 durante el mecanizado del cigüeñal 248, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal 248.

55 En el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo, la tercera parte de conexión 248i comprende la zona inclinada 259b con una sección axial con forma cónica lineal dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, y la zona inclinada 259a que tiene una sección axial con forma cónica lineal dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e. Así, la tercera parte de conexión 248i puede tener una forma conectada de manera uniforme a la primera parte excéntrica 248d y a la segunda parte excéntrica 248e. Esto permite reducir la concentración de esfuerzos que se produce en cada unión entre la tercera parte de conexión 248i y la primera parte excéntrica 248d / la segunda parte excéntrica 248e, en comparación con un cigüeñal en el que se forma un paso en cada unión entre la tercera parte de conexión 248i y la primera parte excéntrica 248d / la segunda parte

excéntrica 248e. Además, en el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según la cuarta realización, la cuarta parte de conexión 248j comprende la zona inclinada 269a con una sección axial con forma cónica lineal dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, y la zona inclinada 269b que tiene una sección axial con forma cónica lineal dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f. Así, la cuarta parte de conexión 248j puede tener una forma conectada de manera uniforme a la segunda parte excéntrica 248e y a la tercera parte excéntrica 248f. Esto permite reducir la concentración de esfuerzos que se produce en cada unión entre la cuarta parte de conexión 248j y la segunda parte excéntrica 248e / la tercera parte excéntrica 248f, en comparación con un cigüeñal en el que se forma un paso en cada unión entre la cuarta parte de conexión 248j y la segunda parte excéntrica 248e / la tercera parte excéntrica 248f. Por tanto, el cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo permite eliminar la aparición de grietas debido a la concentración de esfuerzos en cada unión entre la tercera parte de conexión 248i y la primera parte excéntrica 248d / la segunda parte excéntrica y 248e y entre la cuarta parte de conexión 248j y la segunda parte excéntrica 248e / la tercera parte excéntrica 248f.

En el procedimiento de producción del cigüeñal 248 del reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo, el proceso de formación de la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A2 de la primera parte excéntrica 248d, y el proceso de formación de la segunda parte excéntrica 248e, se realizan como un proceso continuo de corte del material del cigüeñal 200 usando el punto de agarre 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e. Además, el proceso de formación de la periferia externa de la tercera parte de conexión 248i dentro de la zona que sobresale A3 de la segunda parte excéntrica 248e, y el proceso de formación de la primera parte excéntrica 248d, se llevan a cabo como un proceso continuo de corte del material del cigüeñal 200 utilizando el punto de agarre 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 en torno al eje C3 de la primera parte excéntrica 248d. Además, en el procedimiento de producción del cigüeñal 248, el proceso de formación de la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A5 de la segunda parte excéntrica 248e, y el proceso de formación de la tercera parte excéntrica 248f, se efectúan como un proceso continuo de corte del material del cigüeñal 200 utilizando el punto de agarre 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C5 de la tercera parte excéntrica 248f. Además, el proceso de formación de la periferia externa de la cuarta parte de conexión 248j dentro de la zona que sobresale A6 de la tercera parte excéntrica 248f, y el proceso de formación de la segunda parte excéntrica 248e, se llevan a cabo como un proceso continuo de corte del material del cigüeñal 200 utilizando el punto de agarre 500 mientras gira el material del cigüeñal 200 alrededor del eje C4 de la segunda parte excéntrica 248e. Esto permite reducir el tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200 y de la herramienta de corte durante el mecanizado del cigüeñal 248, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal 248. Además, el número de tipos de herramientas de corte necesarias para el mecanizado del cigüeñal 248 también se puede reducir.

El reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo que utiliza el cigüeñal anterior 248 puede utilizar las características anteriores del cigüeñal 248 con una mayor resistencia. En general, si se reduce cada diámetro de los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c para facilitar la reducción de tamaño del reductor de velocidad, se aumenta el par necesario para hacer girar los engranaje con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, y por tanto, se aumenta una carga que debe imponerse al cigüeñal 248 al transferir un par del cigüeñal 248 para hacer girar los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c. En el reductor de velocidad 10 según la cuarta realización, el cigüeñal 248 puede tener una mayor resistencia como ya se ha descrito para evitar daños. Por lo tanto, el reductor de velocidad 10 según el cuarto ejemplo comparativo puede facilitar la reducción de tamaño y suprimir al mismo tiempo daños que pueda sufrir el cigüeñal 248.

### Realización

A diferencia de los ejemplos comparativos primero a cuarto, además de los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para sujetar un cigüeñal 48, un reductor de velocidad 10 según una realización de la presente invención comprende un elemento de cojinete intermedio 346 dispuesto entre los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para sujetar también el cigüeñal 48.

En concreto, como se muestra en la figura 27, dos engranajes con dientes externos 344, 344 (elementos de engranaje con dientes externos) y el elemento de cojinete intermedio 346 están dispuestos en un espacio cerrado definido entre un elemento de base 35 y un elemento de placa extrema 36 dentro de un elemento de cilindro 13. Tres cigüeñales 348 están dispuestos para atravesar los engranajes con dientes externos 344, 344 y el elemento de cojinete intermedio 346.

Además, en la realización, una parte de árbol 337 que actúa como portador 22 se divide en una parte de árbol del lado de la base 341 asegurada en los elementos de base 35, y una parte de árbol del lado extremo 342 asegurada en la placa extrema 36. La parte de árbol del lado de la base 341 se hace con forma columnar que se extiende axialmente hacia arriba desde una superficie superior del elemento de base 35, y la parte de árbol del lado extremo 342 se hace con forma columnar que se extiende axialmente hacia abajo desde una superficie inferior del elemento de placa extrema 36. La parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342 son opuestas entre sí. El reductor de velocidad 10 según la quinta realización comprende tres de las partes de árbol 337, y cada una de las partes de árbol se hace con forma aproximadamente rectangular en sección.

## ES 2 377 419 T3

Los dos engranajes con dientes externos 344 están dispuestos en la dirección axial del reductor de velocidad 10 (en dirección vertical). Cada uno de los engranajes con dientes externos 344 tiene la misma estructura/configuración. Como se muestra en la figura 28, cada uno de los engranajes con dientes externos 344 se forma con un diámetro ligeramente menor que el diámetro interior del elemento de cilindro 13, y con dientes externos 344a que se pueden encajar con dientes de perno 31 del elemento de cilindro 13. El número de dientes externos 344a del engranaje con dientes externos 344 se establece de manera que sea ligeramente inferior al de los dientes de perno 31, por ejemplo, uno menos.

Cada uno de los engranajes con dientes externos 344 se forma con un primer orificio pasante 344b y un segundo orificio pasante 344c. El primer orificio pasante 344b se hace con forma circular. El primer orificio pasante 344b se forma en correspondencia con el cigüeñal 48. Es decir, tres de los primeros orificios pasantes 344b se forman en cada uno de los engranajes con dientes externos 344 en la dirección circunferencial a intervalos regulares, y cada uno de los cigüeñales 348 se inserta en un orificio correspondiente de los primeros orificios pasantes 344b a través de un cojinete de rodillo 350.

La parte de árbol 337 se inserta en el segundo orificio pasante 344c. El segundo orificio pasante 344c se hace con forma aproximadamente rectangular con una zona ligeramente mayor que la de la parte de árbol 337 para definir un hueco entre medias. El segundo orificio pasante 344c se forma en correspondencia con la parte de árbol 337. Es decir, tres de los segundos orificios pasantes 344c se forman en cada uno de los engranajes con dientes externos 344 en la dirección circunferencial a intervalos regulares.

Como se muestra en la figura 27, cada uno de los cigüeñales 348 se apoya de manera giratoria sobre el par de cojinetes de cigüeñal superior e inferior 56, 57 y el elemento de cojinete intermedio 346. Cada una de los cigüeñales 348 tiene un extremo superior que sobresale hacia arriba desde el cojinete de cigüeñal superior 56, y el extremo superior está provisto de un engranaje impulsado con dientes externos 59. Cada uno de los engranajes impulsados con dientes externos 59 se engrana con un engranaje impulsor con dientes externos 29. Las estructuras correspondientes de los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para sostener el cigüeñal 348 y la estructura correspondiente del engranaje impulsado con dientes externos 59 y el engranaje impulsor con dientes externos 29 son las mismas que las de la primera realización.

El cigüeñal 348 se forma con dos partes excéntricas 348a, 348a dispuestas en correspondencia con los engranajes con dientes externos 344, y una parte de gran diámetro 348b dispuesta entre las partes excéntricas 348a. La parte de gran diámetro 348b se hace con forma columnar, con un eje coaxial al del cigüeñal 348. Cada una de las partes excéntricas 348a se hace con forma columnar, con un eje excéntrico al del cigüeñal 348. Además, las partes excéntricas 348a se forman de manera que tengan un desfase de 180 grados entre sí. Las partes excéntricas 348a se disponen, respectivamente, en los primeros agujeros pasantes 344b de los engranajes con dientes externos 344. Así, los engranajes con dientes externos 344, 344 giran mientras se engranan con los dientes de perno 31, con el desfase de 180 grados entre medias.

Como se muestra en las figuras 29 y 30, el elemento de cojinete intermedio 346 se hace con forma de disco. Un hueco determinado se define entre una periferia externa del elemento de cojinete intermedio 346 y los dientes de perno 31 dispuesto según un patrón circunferencial.

El elemento de cojinete intermedio 346 se dispone entre los engranajes con dientes externos 344, 344. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio 346 se fija y apoya entre la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342. Más concretamente, el elemento de cojinete intermedio 346 se apoya sobre las tres partes de árbol 337. Es decir, el elemento de cojinete intermedio 346 está formado íntegramente por tres elementos de cojinete intermedios para utilizar con los tres cigüeñales 348 de forma individual, y lo comparten los tres cigüeñales 348.

Como se muestra en la figura 31, una parte del elemento de cojinete intermedio 346 que corresponde a la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342 se forma de manera que tenga un grosor mayor que el de la parte restante. Esta parte de pared gruesa 346a tiene una forma aproximadamente rectangular. Cada una de las partes de árbol del lado de la base 341 tiene una superficie superior (cara extrema superior) formada con un saliente 341a. Cada uno de los salientes 341a se forma en un vértice de la cara extrema superior rectangular que se va a colocar en el lado del centro de los engranajes con dientes externos 344, y se adapta para poder acoplarse con una zona de la superficie lateral de la parte de pared gruesa 346a del elemento de cojinete intermedio 346 que se va a colocar en el lado del centro de los engranajes con dientes externos 344. De ese modo, las tres partes de árbol del lado de la base 341 se encajan con el elemento de cojinete intermedio 346. Por otra parte, de la misma manera, un saliente 342a se forma en cada superficie inferior (cara extrema inferior) de las partes de árbol del lado extremo 342, y las tres partes de árbol del lado extremo 342 se encajan con el elemento de cojinete intermedio 346.

La parte de árbol del lado de la base 341 se forma con un orificio para perno en el fondo 341b, y la parte de árbol del lado extremo 342 y el elemento de cojinete intermedio 346 se forman, respectivamente, con orificios para perno 342b, 346b alineados con el orificio para perno 341b. Un perno 52 insertado en los orificios de inserción de perno 342b, 346b se atornilla en el orificio para perno 341b de la parte de árbol del lado de la base 341. La parte de árbol del lado de la

base 341, la parte de árbol del lado extremo 342 y el elemento de cojinete intermedio 346 se forman, respectivamente, con orificios de pasador 341c, 342c, 346c alineados entre sí, y un pasador 53 se inserta en los orificios de pasador 341c, 342c, 346c. De esta manera, el elemento de base 35, el elemento de cojinete intermedio 346 y el elemento placa extrema 36 se sujetan entre sí para evitar su desplazamiento. Así, el elemento de base 35, el elemento de cojinete intermedio 346 y el elemento de placa extrema 36 pueden girar íntegramente alrededor del eje del elemento de cilindro 13.

El elemento de cojinete intermedio 346 se forma con un orificio de inserción de cigüeñal 346 para permitir la inserción del cigüeñal 348 a través del mismo. El número de cigüeñales 348 en esta realización es de tres, y por tanto se forman tres de los orificios de inserción de cigüeñal 346d en el elemento de cojinete intermedio 346. Un cojinete de rodillo 354 se ajusta en cada uno de los orificios de inserción de cigüeñal 346d, y la parte de gran diámetro del cigüeñal 348b del cigüeñal 348 se apoya sobre el elemento de cojinete intermedio 346 a través del cojinete de rodillo 354.

El elemento de cojinete intermedio 346 se coloca en una posición central entre los cojinetes de cigüeñal 56, 57 en la dirección axial del cigüeñal 348. Todos los cigüeñales 348 se apoyan en los cojinetes de cigüeñal 56, 57, entre medias de los mismos cojinetes de cigüeñal 56, 57.

A excepción de las diferencias mencionadas anteriormente, el reductor de velocidad 10 según la quinta realización tiene la misma estructura/configuración que la del reductor de velocidad 10 según la primera realización.

A continuación, se describe una operación del reductor de velocidad 10 según la realización.

Una operación en un período que va desde la activación del motor de accionamiento 16 hasta que cada uno de los cigüeñales 348 empieza a girar en respuesta a una rotación del árbol motor 25 del motor de accionamiento 16, es la misma que la de la primera realización. Luego, junto con la rotación del cigüeñal 348, la partes excéntricas 348a giran para producir una rotación de los engranajes con dientes externos 344 que están engranados con los dientes de perno 31 y por tanto una rotación de los cigüeñales 348. Durante este movimiento, los engranajes con dientes externos 344 giran a una velocidad considerablemente reducida correspondiente a una velocidad de giro del cigüeñal 348. A continuación, junto con la rotación de los engranajes con dientes externos 344, las partes de árbol 337 giran para hacer girar todo el portador 22. Así, el engranaje de transferencia 39 gira a una velocidad significativamente reducida con relación a la velocidad de rotación del motor de accionamiento 16.

Como antes, en la realización, además de los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para sostener el cigüeñal 348, el elemento de cojinete intermedio 346 se dispone entre los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para sostener también el cigüeñal 348. Por lo tanto, la carga que van a recibir los cojinetes de cigüeñal 56, 57 se puede reducir para poder reducir el diámetro de los cojinetes de cigüeñal 56, 57 y suprimir al mismo tiempo la flexión y deformación del cigüeñal 348. Esto permite colocar el cigüeñal 348 en una posición más cercana al centro del portador 22 con el fin de facilitar la reducción de tamaño del reductor de velocidad 10.

En la realización, el elemento de cojinete intermedio 346 se puede asegurar en la pluralidad de partes de árbol 337 dispuestas en la dirección circunferencial, para impedir de manera eficaz que el elemento de cojinete intermedio 346 oscile o se deforme. Además, la parte de árbol 337 se divide en dos partes, y el elemento de cojinete intermedio 346 se asegura entre medias. Por tanto, la resistencia de soporte para el elemento de cojinete intermedio 346 puede aumentarse de manera efectiva para evitar completamente la oscilación del elemento de cojinete intermedio 346.

En la realización, se define un hueco determinado entre el elemento de cojinete intermedio 346 y el elemento de cilindro 13. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio 346 puede apoyarse en el elemento de cilindro 13. En este caso, el elemento de cojinete intermedio 346 puede apoyarse sólo en un elemento de engranaje con dientes internos, o puede apoyarse en el elemento de engranaje con dientes internos y en las partes de soporte 337. Esto permite aumentar la zona del elemento de cojinete intermedio 346 que se va a apoyar y sostener toda la periferia externa del elemento de cojinete intermedio 346. Por tanto, la resistencia de soporte para el elemento de cojinete intermedio 346 se puede aumentar aún más para facilitar la reducción del diámetro del elemento de cojinete intermedio 346. El elemento soporte intermedio 346 que se sostiene a través de su periferia externa puede evitar la aparición de oscilación para impedir la oscilación del cigüeñal 348. Por lo tanto, se puede reducir la carga que van a recibir los cojinetes de cigüeñal 56, 57 para permitir reducir aún más el diámetro de los cojinetes de cigüeñal 56, 57. Además, el elemento de cilindro 13 que tiene una rigidez relativamente alta se puede utilizar para apoyar de manera efectiva el elemento de cojinete intermedio 346 sin aumentar el número de componentes.

En la realización, el elemento de cojinete intermedio 346 se dispone en una posición central entre los cojinetes de cigüeñal 56, 57 en la dirección axial del cigüeñal 348. De ese modo, se puede igualar la carga correspondiente que van a recibir los cojinetes de cigüeñal 56, 57. Esto permite apoyar el cigüeñal 348 de forma equilibrada, y evitar que aumente el tamaño del cigüeñal 348.

En la realización, la pluralidad de cigüeñales 348 se apoya en el elemento de cojinete intermedio 346. Esto permite proporcionar una mayor resistencia de soporte a los cigüeñales 348 y evitar al mismo tiempo que aumente el número de componentes. Aunque una pluralidad de elementos de cojinete intermedios 346 dispuestos para cada uno de los cigüeñales 348 implica la necesidad de permitir que los elementos de cojinete intermedios 346 se alineen entre sí en la dirección axial a fin de evitar interferencias entre medias, el único elemento de cojinete intermedio común 346 como en la quinta realización permite sostener todos los cigüeñales 348 en una única posición entre los cojinetes de cigüeñal 56, 57 a fin de eliminar la necesidad de aumentar la longitud del cigüeñal 348.

**Otra Realización**

Se debe entender que las realizaciones descritas de la invención se han presentado con fines ilustrativos en todos los aspectos y que no pretenden ser exhaustivas ni limitativas de la invención en la forma que se describe. Por el contrario, se pretende que la invención cubra alternativas, modificaciones y equivalentes, que puedan incluirse en el espíritu y el ámbito de aplicación de la invención, como se define en las reivindicaciones en anexo.

Por ejemplo, en lugar de la estructura de la primera realización en la que las terceras partes de los dientes de perno primero, segundo y tercero 31 se engranan, respectivamente, con los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c, se puede cambiar el número de dientes de perno 31 que se van a engranar con cada uno de los engranajes con dientes externos 44a a 44c. Por ejemplo, los engranajes con dientes externos 44a, 44b, 44c pueden diseñarse para engranarse con los dientes de perno 31, respectivamente, a intervalos angulares de 115 grados, 115 grados y 130 grados. Incluso en el caso de hacer una diferencia entre los intervalos angulares para engranarse con los dientes de perno 13 como en el ejemplo anterior, siempre y cuando la suma de los tres intervalos angulares se encuentre tan solo en 360 grados, se puede reducir una carga que se va a imponer a cada uno de los dientes de perno 31. De ese modo, se prefiere tal ajuste. Sin embargo, mientras un intervalo angular para encajar los dientes de perno 31 y cada uno de los engranajes con dientes externos 44a a 44c sea menor de 180 grados, aunque la suma de los tres intervalos angulares llegue a ser mayor de 360 grados, el número de dientes de perno que van a estar simultáneamente encajados con dos de los engranajes con dientes externos 44a a 44c se puede reducir para reducir una resistencia a la rotación en comparación con las técnicas convencionales. Por lo tanto, no es imprescindible establecer una suma de los intervalos angulares de 360 grados.

Además, en el caso de hacer una diferencia entre intervalos angulares para crear un encaje con los dientes de perno 13, un intervalo angular para crear un encaje entre los dientes de perno 31 y cada uno de los engranajes con dientes externos 44a a 44c se establece de manera preferible en 90 grados o más. Por lo general, un mecanismo en el que dos o más pasadores pueden engranarse con cada uno de los engranajes con dientes externos 44a a 44c puede funcionar como reductor de velocidad 10.

Aunque el primer ejemplo comparativo se describe en relación a un ejemplo de rasurado de una parte superior de diente, la presente invención no se limita a esto. Por ejemplo, se puede rasurar el pie de diente 62, o bien el altura de cabeza 61 y el pie de diente 62. En caso de rasurar tanto el altura de cabeza 61 como el pie de diente 62, los dientes de pasador 31 no van a estar en contacto con una parte superior de diente y una parte inferior de diente. Una fuerza circunferencial apenas actúa sobre la parte superior de diente y la parte inferior de diente. Así, cuando se rasuran la parte superior de diente y la parte inferior de diente, se puede evitar un deterioro en la eficiencia de rotación de los engranajes con dientes externos 44a a 44d.

Aunque el segundo ejemplo comparativo se describe en relación a un ejemplo en el que los cojinetes tercero, segundo y primero 49c, 49b, 49a se conectan al cigüeñal 48 en este orden, la presente invención no se limita a este proceso. Por ejemplo, los cojinetes primero, segundo y tercero 49a, 49b, 49c se pueden conectar al cigüeñal 48 en este orden. Por otra parte, los cojinetes segundo, primero y tercero 49b, 49a, 49c, o los cojinetes segundo, tercero y primero 49b, 49c, 49a, se pueden conectar al cigüeñal 48 en este orden.

Aunque el segundo ejemplo comparativo se describe en relación a un ejemplo en el que el segundo cojinete 49b se conecta desde el lado de la primera parte excéntrica 48a en la dirección axial y se asegura en el segunda parte excéntrica 48b del cigüeñal 48, la presente invención no se limita a este proceso, sino que el segundo cojinete 49b puede conectarse desde el lado de la tercera parte excéntrica 48c en la dirección axial y asegurarse en la segunda parte excéntrica 48b del cigüeñal 48.

Aunque el retén 51 en el segundo ejemplo comparativo se ha diseñado para permitir que los rodillos 50 se separen en una dirección radialmente hacia afuera del cigüeñal 48, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que el retén 51 puede diseñarse para permitir a los rodillos 50 separarse por la dirección axial del cigüeñal 48.

Aunque el retén 51 en el segundo ejemplo comparativo se ha diseñado para permitir que los rodillos 50 se separen del mismo, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que el retén 51 puede diseñarse para permitir por lo



menos a uno o más de los rodillos 50 separarse del mismo. En este caso, el retén 51 puede diseñarse para permitir a uno o más rodillos específicos 50 separarse del mismo, y sostener de manera fija los rodillos restantes 50.

5 Aunque todos los cojinetes primero a tercero 49a a 49c en el segundo ejemplo comparativo se han diseñado para permitir que los rodillos se separen de los mismos, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que el primer cojinete 49a ó el tercer cojinete 49c pueden diseñarse para impedir que cualquier rodillo 50 se separe de los mismos.

10 Por otra parte, además de la estructura del segundo ejemplo comparativo, un dispositivo de soporte para impedir que se suelte el rodillo 50 del retén 51, puede conectarse al retén 51. Esta estructura permite evitar que los rodillos 50 se salgan del retén 51 durante una operación de conexión del retén 51, que sostiene los rodillos 50, al cigüeñal 48. Este dispositivo de soporte puede diseñarse para poderse separar después de que las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48 y los cojinetes primero a tercero 49a a 49c se instalan en los primeros orificios pasantes 44c de los engranajes con dientes externos 44a a 44d.

15 Aunque el segundo ejemplo comparativo se describe en relación a un ejemplo en el que los tres cigüeñales 48 adaptados para girar junto con el árbol de entrada 21 se disponen en la dirección circunferencial a intervalos regulares, y los engranajes con dientes externos primero a tercero 44a a 44c se unen, respectivamente, a los cigüeñales 48 a través de los cojinetes primero a tercero 49a a 49c, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que un único cigüeñal adaptado para girar junto con el árbol de entrada 21 puede colocarse en un eje del árbol de entrada 21, y los engranajes con dientes externos primero a tercero pueden conectarse al cigüeñal a través de los cojinetes primero a tercero (por ejemplo, la estructura que se muestra en la publicación de patente japonesa laid-open 64-15556 descrita en la "Descripción del Estado de la Técnica relacionado").

20 Además, aunque el cojinete del tercer ejemplo comparativo rodillo se ha aplicado a un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante, la presente invención no se limita a tal modo, sino que el cojinete de rodillo del tercer ejemplo comparativo se puede aplicar a cualquier otro tipo adecuado de reductor de velocidad.

25 Aunque el cojinete de rodillo del tercer ejemplo comparativo se ha utilizado para sostener las partes excéntricas primera a tercera 48a a 48c del cigüeñal 48 de un reductor de velocidad de tipo diferencial/oscilante, la presente invención no se limita a tal modo, sino que el cojinete de rodillo de la tercera realización puede utilizarse para cualquier otro propósito adecuado de sujeción de un elemento de árbol insertado en un orificio pasante de un elemento dado.

30 Aunque el retén 151 del tercer ejemplo comparativo se ha diseñado para tener las tres columnas 151b, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que el número de columnas 151b que se van a incluir en el retén 151 puede ser cualquier otro número plural adecuado que no sea tres.

35 Aunque el retén 151 del tercer ejemplo comparativo se ha diseñado para colocar los cinco rodillos 150 entre las columnas adyacentes 151b, 151b, la presente invención no se limita a esta estructura, sino que el número de rodillos 150 a interponer entre las columnas adyacentes 151b, 151b puede ser cualquier otro número plural adecuado que no sea cinco. En este caso, el número de rodillos que a interponer entre las columnas adyacentes 151b, 151b, es un número máximo de rodillos que puedan interponerse entre medias.

40 Aunque el cuarto ejemplo comparativo se describe en relación a un ejemplo en el que las partes de conexión tercera y cuarta 248i, 248j que tienen características distintivas se aplican al cigüeñal 248 formado con las partes excéntricas primera a tercera 248f 248d, de manera que la tercera parte de conexión 248i conecta la primera parte excéntrica 248d y la segunda parte excéntrica 248e, y la cuarta parte de conexión 248j conecta la segunda parte excéntrica 248e y la tercera parte excéntrica 248f, la presente invención no se limita a esta estructura. Por ejemplo, las partes excéntricas segunda y tercera 248e, 248f, se pueden excluir del cigüeñal 248 en la cuarta realización para dejar una única parte excéntrica (por ejemplo, las primeras partes excéntricas 248d). A continuación, el cigüeñal 248 se puede diseñar para alinear la primera parte de árbol 248b, la primera parte de conexión 248g, las primeras partes excéntricas 248d, la segunda parte de conexión 248h y la segunda parte de árbol 248c, por la dirección axial en este orden, y aplicar la característica anterior a la primera parte de conexión 248g y la segunda parte de conexión 248h. Más concretamente, en el cigüeñal 248 formado con la primera parte de árbol 248b, la primera parte de conexión 248g, las primeras partes excéntricas 248d, la segunda parte de conexión 248h y la segunda parte de árbol 248c, por la dirección axial en este orden, el cigüeñal 248 puede diseñarse de manera que: la primera parte de conexión 248g se forma sobre una zona de solapamiento entre la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d y una zona de la primera parte excéntrica 248d que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en la dirección axial; y la primera parte de conexión 248g tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la primera parte excéntrica 248d y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C1 de la primera parte de árbol 248b, en una sección perpendicular a la dirección axial.

Además, el cigüeñal 248 puede diseñarse de manera que: la segunda parte de conexión 248h se forma sobre una zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol 248c y la tercera parte excéntrica 248f y una zona de la tercera parte excéntrica 248f que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en la dirección axial, y la segunda parte de conexión 248h tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la tercera parte excéntrica 248f y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C2 de la segunda parte de árbol 248c, en una sección perpendicular a la dirección axial.

De este modo, en comparación con un cigüeñal diseñado de manera que, cuando se ve en la dirección axial, la primera parte de conexión 248g se forma en una zona menor que la zona de solapamiento entre la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d, y la segunda parte de conexión 248h se forma en una zona menor que la zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol 248c y la tercera parte excéntrica 248f, se pueden aumentar unas zonas transversales correspondientes de la primera parte de conexión 248g y la segunda parte de conexión 248h, en una sección perpendicular a la dirección axial. Esto permite aumentar las resistencias correspondientes en la primera parte de conexión 248g y la segunda parte de conexión 248h a fin de proporcionar una mayor resistencia al cigüeñal 248 que tiene la única parte excéntrica 248d.

Además, la primera parte de conexión 248g tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona de la primera parte excéntrica 248d que sobresale de la zona de solapamiento entre la primera parte de árbol 248b y la primera parte excéntrica 248d y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C1 de la primera parte de árbol 248b, en una sección perpendicular a la dirección axial. Por lo tanto, la periferia externa de la primera parte de conexión 248g dentro de la zona que sobresale de la primera parte excéntrica 248d, y la primera parte de árbol 248b, pueden formarse cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira en torno al eje C1 de la primera parte de árbol 248b. Además, en el cigüeñal anterior 248, la segunda parte de conexión 248h tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona de la tercera parte excéntrica 248f que sobresale de la zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol 248c y la tercera parte excéntrica 248f y tiene un centro situado coaxialmente con el eje C2 de la segunda parte de árbol 248c, en una sección perpendicular a la dirección axial. Por lo tanto, la periferia externa de la segunda parte de conexión 248h dentro de la zona que sobresale de la tercera parte excéntrica 248f, y la segunda parte de árbol 248c, pueden formarse cortando el material del cigüeñal 200 mientras gira alrededor del eje C2 de la segunda parte de árbol 248c. Esto permite formar la periferia externa de la primera parte de conexión 248g dentro de la zona que sobresale de la primera parte excéntrica 248d, y la primera parte de árbol 248b, sin cambiar un eje de rotación del material del cigüeñal 200, y formar la periferia externa de la segunda parte de conexión 248h dentro de la zona que sobresale de la tercera parte excéntrica 248f, y la segunda parte de árbol 248c, sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200. Por lo tanto, el cigüeñal anterior 248 también permite reducir el tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal 200 durante el mecanizado del cigüeñal 248, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal 248.

Las características de la invención aplicadas a las anteriores partes de conexión primera y segunda 248g, 248h también se pueden aplicar a las partes de conexión primera y segunda 248g, 248h para las partes excéntricas primera a tercera 248d a 248f del cuarto ejemplo comparativo.

Además, aunque la realización se describe en relación a un ejemplo en el que la superficie periférica externa del elemento de cojinete intermedio 346 entra en contacto con los dientes de perno 31, ésta no se limita a dicha estructura. Por ejemplo, como se muestra en la figura 32, cada uno de los dientes de perno 31 se divide en un primer diente de perno 31a asociado con uno de los engranajes con dientes externos 344, y un segundo diente de perno 31b asociado con los otros engranajes con dientes externos 344, y un hueco que equivale al grosor del elemento de cojinete intermedio 346 se define entre el primer diente de perno 31a y el segundo diente de perno 31b. Esta estructura permite al elemento de cojinete intermedio 346 estar en contacto con una superficie periférica interna 13b del elemento de cilindro 13. En esta estructura, la superficie periférica externa del elemento de cojinete intermedio 346 se apoya sobre el elemento de cilindro 13, al igual que en la quinta realización.

Aunque la realización se describe en relación a un ejemplo en el que cada una de las partes de árbol 337 se divide en la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342, para poder asegurar el elemento de cojinete intermedio 346 entre medias, la presente invención no se limita a esta estructura. Por ejemplo, se puede formar un hueco entre el elemento de cojinete intermedio 346 y cada una de las partes de árbol 337, para que el elemento de cojinete intermedio 346 se apoye exclusivamente en el elemento de cilindro 13. Sin embargo, con miras a asegurar una alta rigidez de soporte para el elemento de cojinete intermedio 346, es preferible sujetar el elemento de cojinete intermedio 346 entre la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342, como en la quinta realización.

Por otra parte, como se muestra en la figura 33, la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342 pueden diseñarse para poder conectarlas directamente entre sí, y el elemento de cojinete intermedio 346 puede formarse con un orificio de inserción de árbol 346e para permitir que la parte de árbol 337 lo atraviese. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio 346 puede diseñarse para poder acoplarse con una superficie lateral de la parte de árbol 337. En este caso, cada una de las partes de árbol del lado de la base 341 y las partes de árbol del lado

- extremo 342 se pueden hacer con forma cónica, con una zona transversal que disminuye gradualmente hacia su dirección saliente para facilitar un acoplamiento entre el orificio de inserción de árbol 346e y cada superficie lateral de las partes de árbol 341, 342. En este caso, la parte de árbol original en una sola pieza 337 también se puede utilizar antes de dividirla en la parte de árbol del lado de la base 341 y la parte de árbol del lado extremo 342. En concreto, la parte de árbol 337 se puede formar como elemento de base 35 o como elemento de placa extrema 36, y la parte de árbol 337 se puede definir para asegurarla en el otro elemento. Por otra parte, la parte de árbol 337, el elemento de base 35 y el elemento de placa extrema 36 se pueden formar como componentes separados de forma individual, y pueden diseñarse para unirlos entre sí.
- 5 Aunque el número de cigüeñales 348 en la realización es de tres, puede cambiarse de manera conveniente por cualquier otro valor adecuado, tal como uno o cuatro.
- 10 Aunque el cigüeñal 348 de la realización se ha diseñado para colocarlo excéntricamente al eje de accionamiento 25, puede colocarse coaxialmente con dicho eje de accionamiento 25. En este caso, el cigüeñal 348 puede girar a velocidad reducida con respecto a la del árbol de entrada 21, ó puede conectarse directamente al árbol de entrada 21.
- 15 Aunque los ejemplos comparativos y la realización anteriores se describen en relación a un ejemplo en el que el reductor de velocidad 10 está diseñado como un controlador de paso de equipos de generación de energía eólica, la presente invención no se limita a esta aplicación, sino que puede utilizarse, por ejemplo, como reductor de velocidad para un brazo robot, un motor de traslación o un motor giratorio para máquinas de construcción. Además, la presente invención puede utilizarse como reductor de velocidad de un tipo en el que un engranaje con dientes internos gira para generar una salida, como se ve en un mecanismo de traslación para máquinas de construcción.
- 20 La presente invención se puede resumir de la siguiente manera.
- La presente invención proporciona un reductor de velocidad que comprende un cigüeñal adaptado para girar junto con una unidad de accionamiento, una primera parte excéntrica prevista en el cigüeñal, una segunda parte excéntrica prevista en el cigüeñal, una tercera parte excéntrica prevista en el cigüeñal, un primer engranaje con dientes externos adaptado para moverse junto con la primera parte excéntrica, un segundo engranaje con dientes externos adaptado para moverse junto con la segunda parte excéntrica, un tercer engranaje con dientes externos adaptado para moverse junto con la tercera parte excéntrica, una pluralidad de dientes de perno dispuestos por la periferia interna de una carcasa para permitir a cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero engranarse con los mismos, y una unidad de árbol de salida adaptada para girar junto con los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero. Las partes excéntricas primera, segunda y tercera se disponen con un desfase dado en una dirección de rotación del cigüeñal, una respecto a otra. En el reductor de velocidad, cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero está diseñado para engranarse con menos de la mitad de la pluralidad de los dientes de perno.
- 25 Según el anterior reductor de velocidad, el intervalo angular del engrane entre cada uno de los engranajes con dientes externos y los dientes de perno es inferior a 180 grados. Así pues, aunque algunos de los dientes de perno estén al mismo tiempo engranados con dos de los engranajes con dientes externos, se puede reducir el número de dientes de perno. Es decir, el número de dientes de perno que se van a someter a movimiento deslizante de los engranajes con dientes externos se puede reducir para impedir un aumento de la resistencia a la rotación. Esto permite impedir un aumento de la pérdida de rotación que se produce cuando los engranajes con dientes externos giran mientras están engranados con los dientes de perno.
- 35 En el reductor de velocidad de la presente invención, de preferencia, la suma de los números respectivos de dientes de perno que están engranados con los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero es igual a un número total de la pluralidad de los dientes de perno.
- 40 Según esta realización particular, la suma de los números respectivos de dientes de perno que están engranados con los engranajes con dientes externos es igual a un número total de los dientes de perno. Esto permite evitar al máximo que cada uno de los dientes de perno se engrane al mismo tiempo con dos de los engranajes con dientes externos.
- 45 Además, cuando un número total de la pluralidad de dientes de perno es un múltiplo entero de tres, y las partes excéntricas primera, segunda y tercera se disponen para que tengan una desfase de 120 grados entre sí, los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero están de preferencia engranados, respectivamente, con las terceras partes primera, segunda y tercera de la pluralidad de dientes de perno.
- 50 Según esta realización particular, los engranajes con dientes externos se pueden disponer de manera uniforme alrededor del cigüeñal para reducir una carga excéntrica que se va a imponer al cigüeñal y las vibraciones debidas a la carga excéntrica. Además, un tercio de los dientes de perno se engranan con los engranajes con dientes externos,

respectivamente. Por tanto, se puede reducir el diámetro de cada uno de los dientes de perno para facilitar la reducción de tamaño de todo el reductor. La posibilidad de reducir el diámetro del diente de perno también permite aumentar el número de dientes de perno para ampliar una gama seleccionable de coeficientes de reducción de velocidad a fin de proporcionar una mayor flexibilidad en el diseño.

- 5 De preferencia, al menos uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero tiene dientes externos formados cada uno de manera que una longitud de un altura de cabeza es menor que la de un pie de diente.

10 Según esta realización particular, el número de dientes de perno que se van a engranar con cada uno de los engranajes con dientes externos se puede reducir a menos de la mitad de los dientes de perno dispuestos en la carcasa únicamente reduciendo una longitud del altura de cabeza sin tener que cambiar el diseño de otro componente. Esto permite reducir la carga en el diseño necesario para reducir el intervalo angular de engrane entre cada uno de los engranajes con dientes externos y los dientes de perno.

15 La presente invención proporciona un reductor de velocidad que comprende un árbol excéntrico provisto de una primera parte excéntrica, una segunda parte excéntrica y una tercera parte excéntrica en una disposición en serie por su dirección axial, y adaptado para girar junto con un árbol de entrada, un primer engranaje con dientes externos conectado a la primera parte excéntrica a través de un primer cojinete y adaptado para moverse de manera oscilante junto con la primera parte excéntrica, un segundo engranaje con dientes externos conectado a la segunda parte excéntrica a través de un segundo cojinete y adaptado para moverse de manera oscilante junto con la segunda parte excéntrica, un tercer engranaje con dientes externos conectado a la tercera parte excéntrica a través de un tercer cojinete y adaptado para moverse de manera oscilante junto con la tercera parte excéntrica y una unidad de árbol de salida adaptada para girar junto con los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero. En este reductor de velocidad, las partes excéntricas primera, segunda y tercera están dispuestas para tener un desfase dado entre ellas y formadas para tener sustancialmente el mismo diámetro exterior, conectándose el primer cojinete, el segundo cojinete y el tercer cojinete, respectivamente, a la primera parte excéntrica, la segunda parte excéntrica y la tercera parte excéntrica, de manera que tengan sustancialmente el mismo diámetro exterior, y el segundo cojinete comprende una pluralidad de rodillos, y un retén que sostiene la pluralidad de rodillos en torno a la segunda parte excéntrica a intervalos determinados mientras sostiene de manera separable al menos uno de la pluralidad de rodillos en una dirección radialmente hacia afuera o en una dirección axial de la segunda parte excéntrica.

20 Según este reductor de velocidad de la presente invención, el retén del segundo cojinete sostiene los rodillos alrededor de la segunda parte excéntrica a intervalos determinados, y sostiene de manera separable al menos uno de la pluralidad de rodillos en una dirección radialmente hacia afuera o en una dirección axial de la segunda parte excéntrica. Por tanto, antes de una operación de conexión del segundo cojinete desde el lado de la primera o tercera parte excéntrica por el árbol excéntrico y de colocación del segundo cojinete sobre la segunda parte excéntrica, el rodillo se puede separar del retén. En este caso, al menos uno de los rodillos que tiene riesgo de interferencia con la primera o tercera parte excéntrica puede separarse para evitar interferencias con la primera o tercera parte excéntrica. Por tanto, los rodillos restantes que se apoyan sobre el retén se pueden mover para pasar a través de la primera o tercera parte excéntrica. Esto permite desplazar el segundo cojinete por el árbol excéntrico y colocar el segundo cojinete sobre la segunda parte excéntrica como una parte excéntrica intermedia de las tres partes excéntricas, sin dificultad. Además, en este reductor de velocidad, cada una de las partes excéntricas primera, segunda y tercera tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior, y cada uno de los cojinetes primero, segundo y tercero se conecta a una parte excéntrica asociada a una de las partes excéntricas primera, segunda y tercera, de manera que tenga sustancialmente el mismo diámetro exterior. Por tanto, cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero que se va a conectar a una parte excéntrica asociada de las partes excéntricas primera, segunda y tercera a través de los cojinetes correspondientes primero, segundo y tercero puede formarse con un orificio de montaje que tenga sustancialmente el mismo diámetro interior. Esto permite que cada uno de los engranajes con dientes externos primero, segundo y tercero tenga una estructura/dimensión común a fin de reducir el número de tipos de componentes para su utilización en el reductor de velocidad y por tanto simplificar el proceso de producción y de administración de componentes durante la producción.

25 En el reductor de velocidad de la presente invención, es preferible que el retén del segundo cojinete tenga un par de partes del anillo circulares que se ajusten en la segunda parte excéntrica y se dispongan separadas entre sí en la dirección axial de la segunda parte excéntrica, una distancia determinada para establecer las posiciones correspondientes de la pluralidad de rodillos en la dirección axial de la segunda parte excéntrica, y una pluralidad de partes de columna que se formen para crear un puente entre el par de partes de anillo circulares y se dispongan por una dirección circunferencial de las partes de anillo circulares a intervalos determinados para establecer las posiciones correspondientes de la pluralidad de rodillos por una dirección circunferencial de la segunda parte excéntrica. Cada una de las partes de anillo circulares puede tener un diámetro interior que permita a cada una de las partes excéntricas primera y segunda o cada una de las partes excéntricas segunda y tercera descender hacia el interior cuando se ve en la dirección axial del árbol excéntrico. Según esta realización específica, cuando se ve en la dirección axial de las partes de anillo circulares, el retén, que tiene una estructura simplificada que comprende las partes de anillo circulares y las partes de columna, sujeta los rodillos de manera precisa alrededor de la segunda parte excéntrica a intervalos determinados. Además, en el retén que comprende las partes de anillo circulares y las partes de columnas, cada una de

5 las partes de anillo circular tiene un diámetro interior que permite que cada una de las partes excéntricas primera y segunda o que cada una de las partes excéntricas segunda y tercera descienda hacia el interior cuando se ve en la dirección axial del árbol excéntrico. Esto permite evitar interferencias entre cada una de las partes de anillo circular y la parte excéntrica primera o tercera, durante la operación de conexión del segundo cojinete desde el lado de la primera o tercera parte excéntrica por el árbol excéntrico y de ajuste del segundo cojinete en la segunda parte excéntrica.

10 Además, cada una de las partes de anillo circular del retén tiene de preferencia un diámetro interior superior a un valor de la siguiente fórmula:  $d + 2e \sin(\theta/2)$ , en donde:  $d$  es un diámetro exterior de la segunda parte excéntrica;  $e$  es la distancia excéntrica entre un eje del árbol excéntrico y un eje de cada una de las partes excéntricas primera, segunda y tercera, y  $\theta$  es un ángulo del desfase entre dos de las partes excéntricas primera, segunda y tercera. Según esta realización específica, cuando se ve en la dirección axial de las partes de anillo circular, cada una de las partes de anillo circular tiene un diámetro interior que permite a cada una de las partes excéntricas primera y segunda o a cada una de las partes excéntricas segunda y tercera descender hacia el interior cuando se ve en la dirección axial del árbol excéntrico. Esto permite evitar con fiabilidad interferencias entre cada una de las partes de anillo circular y la parte excéntrica primera o tercera, durante la operación de conexión del segundo cojinete desde el lado de la parte excéntrica primera o tercera por el árbol excéntrico y de ajuste del segundo cojinete en la segunda parte excéntrica.

15 En el soporte anterior que comprende las partes de anillo circular y las partes de columna, las partes de columna del retén se forman de preferencia para sostener una zona interna de la pluralidad de rodillos con respecto a un círculo que pasa a través de ejes correspondientes de la pluralidad de rodillos. Según esta realización particular, se puede preparar fácilmente el retén con una estructura capaz de sostener los rodillos alrededor de la segunda parte a intervalos determinados y de sostener los rodillos de manera separable en la dirección radialmente hacia afuera de la segunda parte excéntrica.

20 De preferencia, un procedimiento para producir el reductor de velocidad anterior, comprende separar al menos uno de la pluralidad de rodillos del retén antes de conectar el segundo cojinete a la segunda parte excéntrica, mover de manera deslizante el retén sin al menos un rodillo separado, del lado de la parte excéntrica primera o tercera por el árbol excéntrico, y ajustar el retén en la segunda parte excéntrica, y luego devolver por lo menos el rodillo separado al retén. Según este procedimiento de producción del reductor de velocidad, antes de una operación de conexión del segundo cojinete desde el lado de la parte excéntrica primera o tercera por el árbol excéntrico e de instalación del segundo cojinete en la segunda parte excéntrica, al menos uno de los rodillos con el riesgo de interferencia con la parte excéntrica primera o tercera se separa para evitar interferencias con la parte excéntrica primera o tercera. Por tanto, los rodillos restantes que se apoyan sobre el retén, se pueden mover para pasar a través de la parte excéntrica primera o tercera. A continuación, se devuelve el rodillo separado al retén. Esto permite desplazar el segundo cojinete por el árbol excéntrico y ajustar el segundo cojinete en la segunda parte excéntrica como una parte excéntrica intermedia de las tres partes excéntricas, sin dificultad.

25 La presente invención proporciona un cojinete de rodillo para sostener un elemento de árbol insertado en un orificio pasante circular formado en un elemento determinado, que comprende una pluralidad de rodillos dispuestos entre una superficie de pared interna del orificio pasante y una superficie periférica externa del elemento de árbol, y un retén para sostener la pluralidad de rodillos en torno al elemento de árbol. El retén comprende un par de partes de anillo circular adaptadas para ajustarlas en el elemento de árbol o en el orificio pasante, en posiciones adyacentes, respectivamente, a extremos axialmente opuestos de cada uno de la pluralidad de rodillos a fin de limitar un movimiento axial de la pluralidad de rodillos, y una parte de columna con extremos opuestos, conectado cada uno a una parte correspondiente del par de partes de anillo circular, estando la parte de columna dispuesta entre los rodillos primero y segundo de la pluralidad de rodillos que se encuentran situados adyacentes entre sí, para limitar un movimiento de la pluralidad de rodillos en una dirección circunferencial del elemento de árbol. El retén comprende una pluralidad de partes de columna dispuestas según una dirección circunferencial de las partes de anillo circular a intervalos determinados, mientras se interponen por lo menos dos o más de la pluralidad de rodillos entre partes adyacentes de las partes de columna.

30 Según el cojinete de rodillo de la presente invención, por lo menos dos o más de los rodillos se interponen entre partes adyacentes de las partes de columna. Así, en comparación con un retén diseñado para disponer partes de columna, respectivamente, en todos los espacios entre rodillos, el número de partes de columna se reduce, y con ello el número de rodillos que se van a disponer alrededor del elemento de árbol. Esto permite distribuir una carga que se va a imponer a los rodillos desde el elemento de árbol a fin de ofrecer una mayor durabilidad de los rodillos. Además, según este cojinete de rodillo, los extremos opuestos de cada una de las partes de columna se conectan, respectivamente, al par de anillos circular. Así, a diferencia del retén convencional en el que un extremo de la parte de columna no se asegura, las partes de columna pueden suprimir el problema de que cuando se aplica una fuerza determinada de los rodillos en la parte de columna, la fuerza presiona la parte de columna y la desplaza de manera no deseada. Esto permite suprimir la oscilación de los rodillos debido al desplazamiento de las partes de columna, y evitar que los rodillos se inclinen oblicuamente debido a la oscilación, a fin de evitar que se imponga una carga excesiva sobre los rodillos debido a la inclinación de los rodillos y que éstos se dañen debido a la carga excesiva. Además, según este cojinete de rodillo, el retén adaptado para sostener la pluralidad de rodillos alrededor de elemento de árbol tiene cada una de la pluralidad de partes de columna dispuestas entre los rodillos primero y segundo que son adyacentes entre sí, para

5 limitar el movimiento de los rodillos en la dirección circunferencial del elemento de árbol. Estas partes de columna pueden limitar el movimiento de los rodillos en la dirección circunferencial del elemento de árbol. Así, en comparación con un cojinete de rodillo en el que sólo la pluralidad de rodillos se dispone en torno a cada uno de los elementos de árbol sin la interposición de las partes de columna entre medias, el retén puede suprimir el problema de que se defina de manera desigual un espacio libre entre los rodillos en la dirección circunferencial del elemento de árbol. Esto permite reducir la carga necesaria para ajustar de manera uniforme los espacios libres entre los rodillos durante la operación de instalación del cojinete de rodillo en el elemento de árbol, y toda la carga en la operación de instalación del cojinete de rodillo en el elemento de árbol.

10 En el anterior cojinete de rodillo de la presente invención, cada una de las partes de columna comprende de preferencia una zona situada en un círculo que pasa a través de ejes correspondientes de la pluralidad de rodillos, estando la zona adaptada para ponerse en contacto con superficies periféricas externas correspondientes de los rodillos adyacentes en el círculo.

15 Según esta realización particular, la parte de columna está en contacto con las superficies periféricas externas de los rodillos en el círculo. Así, aunque una fuerza en la dirección circunferencial del elemento de árbol, es decir, una dirección circunferencial del círculo, actúe sobre los rodillos, las superficies periféricas externas de los rodillos nunca se deslizan con respecto a la parte de columna. Esto permite eliminar de manera efectiva el movimiento de los rodillos en la dirección circunferencial del elemento de árbol a fin de evitar de manera efectiva la oscilación de los rodillos en la dirección circunferencial del elemento de árbol.

20 La presente invención proporciona un reductor de velocidad que comprende el cojinete de rodillo, un engranaje con dientes internos, dispuestos los dientes internos por una parte periférica interna del mismo, un engranaje con dientes externos, dispuestos los dientes externos alrededor de una parte periférica externa del mismo, y encajados con los dientes internos y con un número de dientes menor que el de los dientes internos, un cigüeñal con una parte excéntrica, y un par de cojinetes de cigüeñal que sostienen el cigüeñal. En este reductor de velocidad, el engranaje con dientes externos tiene un orificio pasante circular que los atraviesa en su dirección axial, y la parte excéntrica del cigüeñal se inserta en el orificio pasante. Además, el cojinete de rodillo sostiene la parte excéntrica del cigüeñal. La pluralidad de rodillos se dispone entre una superficie de pared interna del orificio pasante y una superficie periférica externa de la parte excéntrica, y el par de partes de anillo circulares del retén se aseguran en la parte excéntrica del cigüeñal o en el orificio pasante. Las partes de columna del retén están adaptadas para limitar un movimiento de la pluralidad de rodillos en una dirección circunferencial de la parte excéntrica.

30 Este reductor de velocidad emplea el anterior cojinete de rodillo a fin de proporcionar una mayor durabilidad del rodillo. También se pueden evitar daños en el rodillo debidos a una carga excesiva. Además, como en el efecto mencionado del cojinete de rodillo, este reductor de velocidad puede reducir una carga durante la operación de instalación del cojinete de rodillo en el elemento de árbol.

35 La presente invención proporciona un cigüeñal que comprende fundamentalmente una primera parte de árbol adaptada para apoyarse de manera giratoria en un cojinete, una segunda parte de árbol formada para tener un eje situado coaxialmente con un eje de la primera parte de árbol y adaptada para apoyarse de manera giratoria en un cojinete, una pluralidad de partes excéntricas previstas entre la primera parte de árbol y la segunda parte de árbol y formada cada una para tener un eje excéntricamente desviado de los ejes de las partes de árbol primera y segunda, y una parte de conexión prevista entre las partes adyacentes de las partes excéntricas para conectar entre sí las partes excéntricas adyacentes. En este cigüeñal, cada una de las partes adyacentes excéntricas tiene una fase de rotación diferente. La parte de conexión tiene una zona cóncava formada para continuar desde la primera de las partes excéntricas adyacentes y situada radialmente hacia dentro con respecto a la primera parte excéntrica. La parte de conexión está formada por lo menos sobre una zona de solapamiento entre las partes excéntricas adyacentes y una zona de la otra segunda parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en dirección axial de las partes de árbol primera y segunda. La parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la segunda parte excéntrica y tiene un centro situado coaxialmente con el eje de la primera parte excéntrica, en una sección perpendicular a la dirección axial.

45 Según el cigüeñal anterior de la presente invención, la parte de conexión tiene la zona cóncava formada para continuar desde la primera parte excéntrica y situada radialmente hacia dentro con respecto a la primera parte excéntrica. Así, en un proceso de pulido del borde de la primera parte excéntrica, la zona cóncava permite evitar interferencias entre una herramienta pulidora y un material de cigüeñal incluso aunque la herramienta pulidora sobresalga del lado de la segunda parte excéntrica. Esto permite pulir con precisión la parte excéntrica incluido su borde. Además, según el anterior cigüeñal de la presente invención, la parte de conexión se forma al menos sobre la zona de solapamiento entre las partes excéntricas primera y segunda situadas a ambos lados de las mismas, y la zona de la segunda parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en la dirección axial. Así, en comparación con un cigüeñal en el que se forma una parte de conexión en una zona menor que la zona de solapamiento entre las partes excéntricas adyacentes primera y segunda cuando se ve en dirección axial, se puede aumentar una zona transversal de la parte de conexión en la sección perpendicular a la dirección axial. Por lo tanto, se puede aumentar la resistencia de la

parte de conexión a fin de proporcionar una mayor resistencia al cigüeñal. Además, según el anterior cigüeñal de la presente invención, cuando se ve en dirección axial, en una sección perpendicular a la dirección axial, la parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona de la segunda parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento entre las partes excéntricas primera y segunda y un centro situado coaxialmente con el eje de la primera parte excéntrica. Así, la primera parte excéntrica y la periferia externa de la parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la segunda parte excéntrica puede formarse cortando el material de cigüeñal mientras gira el material de cigüeñal alrededor del eje de la primera parte excéntrica. Esto permite formar la periferia externa de la parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la segunda parte excéntrica, y la primera parte excéntrica, sin cambiar el eje de rotación del material de cigüeñal. Por tanto, el cigüeñal anterior permite reducir tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal durante el mecanizado del cigüeñal, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal.

En el anterior cigüeñal de la presente invención, una sección de la parte de conexión en la dirección axial comprende de preferencia una zona inclinada con forma cónica lineal dentro de la zona que sobresale de la segunda parte excéntrica. Así, la parte de conexión puede tener una forma conectada de manera uniforme a la primera parte excéntrica y a la segunda parte excéntrica. Esto permite reducir la concentración de esfuerzos que se produce en cada unión entre la parte de conexión y la parte excéntrica, en comparación con un cigüeñal en el que se forma un paso en cada unión entre la parte de conexión y cada una de las partes excéntricas primera y segunda. De ese modo, el cigüeñal puede evitar la aparición de grietas debido a la concentración de esfuerzos en la unión entre la parte de conexión y cada una de las partes excéntricas primera y segunda.

De preferencia, un procedimiento para producir el cigüeñal anterior, comprende el paso que consiste en cortar un material de cigüeñal con una herramienta de corte mientras gira el material de cigüeñal alrededor del eje de la primera parte excéntrica, para formar la periferia externa de la parte de conexión.

Según este procedimiento de producción de cigüeñales, una parte de conexión formada al menos sobre una zona de solapamiento entre las partes excéntricas adyacentes primera y segunda y una zona de la segunda parte excéntrica que sobresale desde la zona de solapamiento, cuando se ve en dirección axial, se pueden formar en un cigüeñal. Esto permite obtener un cigüeñal con una parte de conexión formada entre las partes excéntricas adyacentes, más resistente.

De preferencia, este procedimiento comprende el paso que consiste en formar la primera parte excéntrica. Además, el paso de formar la periferia externa de la parte de conexión y el paso de formar la primera parte excéntrica se llevan a cabo mediante un proceso continuo que consiste en cortar el material de cigüeñal con una herramienta de corte común mientras gira el material de cigüeñal alrededor del eje de la primera parte excéntrica. En el cigüeñal de la presente invención, cuando se ve en dirección axial, en una sección perpendicular a la dirección axial, la parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona de la segunda parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento entre las partes excéntricas primera y segunda, y un centro situado coaxialmente con el eje de la primera parte excéntrica. Por tanto, la periferia externa de la parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la segunda parte excéntrica y la primera parte excéntrica se pueden formar como un proceso de corte continuo sin cambiar el eje de rotación del material de cigüeñal y el tipo de herramienta de corte. Esto permite reducir un tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal durante el mecanizado del cigüeñal, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal.

La presente invención proporciona un reductor de velocidad que comprende el anterior cigüeñal, un engranaje con dientes internos que tiene los dientes internos dispuestos alrededor de una parte periférica interna del mismo, una pluralidad de engranajes con dientes externos que tiene los dientes externos dispuestos alrededor de una parte periférica externa del mismo, estando los dientes externos encajados con los dientes internos y teniendo un número de dientes menor que el de los dientes internos, un primer cojinete de cigüeñal que sostiene de manera giratoria la primera parte de árbol del cigüeñal, y un segundo cojinete de cigüeñal que sostiene de manera giratoria la segunda parte de árbol del cigüeñal. En este reductor de velocidad, cada uno de la pluralidad de engranajes con dientes externos tiene un orificio pasante circular que lo atraviesa en su dirección axial, y cada una de la pluralidad de partes excéntricas del cigüeñal se inserta en el orificio pasante de un engranaje con dientes externos correspondiente de la pluralidad de engranajes con dientes externos a través de un cojinete.

Este reductor de velocidad de la presente invención que emplea el cigüeñal anterior puede utilizar la característica anterior del cigüeñal que tiene mayor resistencia. En general, si cada diámetro de los engranajes con dientes externos se reduce a facilitar la reducción del tamaño del reductor de velocidad, se aumenta el par necesario para hacer girar los engranajes con dientes externos, y por tanto, se aumenta la carga que debe imponerse al cigüeñal al transferir un par del cigüeñal para hacer girar los engranajes con dientes externos. En este reductor de velocidad, el cigüeñal puede tener una mayor resistencia como ya se ha descrito para evitar daños. Por lo tanto, este reductor de velocidad puede facilitar la reducción de tamaño y suprimir al mismo tiempo daños que pueda sufrir el cigüeñal.

La presente invención proporciona un cigüeñal que comprende fundamentalmente una primera parte de árbol adaptada para apoyarse de manera giratoria en un cojinete, una segunda parte de árbol formada para tener un eje situado coaxialmente con un eje de la primera parte de árbol y adaptada para apoyarse de manera giratoria en un cojinete, una única parte excéntrica prevista entre la primera parte de árbol y la segunda parte de árbol y formada para tener un eje excéntricamente desviado de los ejes de las partes de árbol primera y segunda, y una primera parte de conexión prevista entre la primera parte de árbol y la parte excéntrica para conectar la primera parte de árbol y la parte excéntrica, y una segunda parte de conexión prevista entre la segunda parte de árbol y la parte excéntrica para conectar la segunda parte de árbol a la parte excéntrica. En este reductor de velocidad, la primera parte de conexión tiene una zona cóncava formada para continuar a partir de la primera parte de árbol y situada radialmente hacia dentro con respecto a la primera parte de árbol. La primera parte de conexión se forma sobre una zona de solapamiento entre la primera parte de árbol y la parte excéntrica y una zona de la parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en dirección axial de las partes de árbol primera y segunda. La primera parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica y tiene un centro situado coaxialmente con el eje de la primera parte de árbol, en una sección perpendicular a la dirección axial. La segunda parte de conexión tiene una zona cóncava formada para continuar a partir de la segunda parte de árbol y situada radialmente hacia dentro con respecto a la segunda parte de árbol. La segunda parte de conexión se forma sobre una zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol y la parte excéntrica y una zona de la parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en la dirección axial. La segunda parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica y tiene un centro situado coaxialmente con el eje de la segunda parte de árbol, en una sección perpendicular a la dirección axial.

Según el cigüeñal de la presente invención, la primera parte de conexión tiene una zona cóncava formada para continuar a partir de la primera parte de árbol y situada radialmente hacia dentro con respecto a la primera parte de árbol, y la segunda parte de conexión tiene una zona cóncava formada para continuar desde la segunda parte de árbol y situada radialmente hacia dentro con respecto a la segunda parte de árbol. Así pues, aunque la herramienta pulidora sobresalga hacia la parte excéntrica durante el proceso de pulido del borde de la primera parte de árbol, se pueden evitar interferencias entre la herramienta pulidora y el material del cigüeñal. Además, aunque la herramienta pulidora sobresalga hacia la parte excéntrica durante el proceso de pulido del borde de la segunda parte de árbol, se pueden evitar interferencias entre la herramienta pulidora y el material del cigüeñal. Esto permite pulir con precisión la parte excéntrica incluidos sus dos bordes. Además, según el cigüeñal de la presente invención, la primera parte de conexión se forma sobre una zona de solapamiento entre la primera parte de árbol y la parte excéntrica y una zona de la parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en dirección axial de las partes de árbol primera y segunda. Además, la segunda parte de conexión se forma sobre la zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol y la parte excéntrica y una zona de la parte excéntrica que sobresale de la zona de solapamiento, cuando se ve en dirección axial. Así, en comparación con un cigüeñal en el que se forma una primera parte de conexión en una zona menor que la zona de solapamiento entre la primera parte de árbol y la parte excéntrica cuando se ve en dirección axial, y una segunda parte de conexión se forma en una zona menor que la zona de solapamiento entre la segunda parte de árbol y la parte excéntrica cuando se ve en dirección axial, se pueden aumentar zonas transversales correspondientes de las partes de conexión primera y segunda en la sección perpendicular a la dirección axial. Por lo tanto, las resistencias correspondientes de las partes de conexión primera y segunda se pueden aumentar a fin de proporcionar una mayor resistencia al cigüeñal. Por otra parte, según el cigüeñal, la primera parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica y tiene un centro situado coaxialmente con el eje de la primera parte de árbol, en una sección perpendicular a la dirección axial, y la segunda parte de conexión tiene una periferia externa parcialmente definida por un arco que se extiende dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica y un centro situado coaxialmente con el eje de la segunda parte de árbol, en una sección perpendicular a la dirección axial. Así, la primera parte de árbol y la periferia externa de la primera parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica pueden formarse cortando el material de cigüeñal cuando gira alrededor del eje de la primera parte de árbol, y la segunda parte de árbol y la periferia externa de la segunda parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica pueden formarse cortando el material de cigüeñal cuando gira alrededor del eje de la segunda parte de árbol. Esto permite formar la periferia externa de la primera parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica, y la primera parte de árbol, sin cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal, y formar la periferia externa de la segunda parte de conexión dentro de la zona que sobresale de la parte excéntrica, y la segunda parte de árbol, sin cambiar el eje de rotación del material de cigüeñal. Por lo tanto, el cigüeñal anterior permite reducir el tiempo de proceso y la carga operativa necesarios para cambiar el eje de rotación del material del cigüeñal durante el mecanizado del cigüeñal, a fin de simplificar el proceso de producción del cigüeñal.

La presente invención proporciona un reductor de velocidad que comprende un elemento de árbol de entrada, un cigüeñal provisto de una parte excéntrica y adaptado para girar junto con el elemento de árbol de entrada, un par de cojinetes de cigüeñal que sostienen el cigüeñal, un elemento de engranaje con dientes internos, dispuestos los dientes internos alrededor de al menos una parte en la dirección axial de una parte periférica interna del mismo, un engranaje con dientes externos, adaptado para moverse de manera oscilante junto con la parte excéntrica, y provisto de dientes externos encajados con los dientes internos y una unidad de árbol de salida adaptada para girar junto con el engranaje



con dientes externos, y un elemento de cojinete intermedio que sostiene de manera giratoria el cigüeñal en una posición entre el par de cojinetes de cigüeñal.

5 Según el reductor de velocidad anterior de la presente invención, además de los cojinetes de cigüeñal para sostener el cigüeñal, el elemento de cojinete intermedio se dispone entre los cojinetes de cigüeñal para sostener también el cigüeñal. Por lo tanto, se puede reducir la carga que van a recibir los cojinetes de cigüeñal a fin de poder reducir el diámetro de los cojinetes de cigüeñal, suprimiendo al mismo tiempo la flexión y deformación del cigüeñal, y facilitar la reducción de tamaño del reductor de velocidad de tipo diferencial/ oscilante.

10 En el reductor de velocidad anterior, el elemento de cojinete intermedio tiene de preferencia una superficie periférica externa que se apoya sobre el elemento de engranaje con dientes internos. Según esta realización particular, la superficie periférica externa del elemento de cojinete intermedio se apoya sobre el elemento de engranaje con dientes internos. Por lo tanto, se puede aumentar la zona del elemento de cojinete intermedio que se va a sostener, y el elemento de cojinete intermedio se puede apoyar en toda su periferia. Esto permite aumentar la resistencia de soporte para el elemento de cojinete intermedio, y facilitar la reducción de diámetro del elemento de cojinete intermedio. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio que se apoya en su periferia puede evitar el desplazamiento a fin de suprimir la flexión y deformación del cigüeñal. Esto permite reducir la carga que actúa sobre los cojinetes de cigüeñal con el fin de facilitar aún más la reducción de diámetro de los cojinetes de cigüeñal. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio puede realmente sostenerse sin aumentar el número de componentes.

20 En el reductor de velocidad anterior de la presente invención, la unidad de árbol de salida puede tener una parte columnar en forma de columnas que se extiende en su dirección axial, y el elemento de cojinete intermedio se puede apoyar a través de un engrane con la parte columnar. Según esta realización particular, el elemento de cojinete intermedio se apoya en la parte columnar a través de su zona radialmente central. Por lo tanto, se puede restringir el movimiento radial o circunferencial del elemento de cojinete intermedio. Esto permite reducir la carga que actúa sobre el cigüeñal con el fin de facilitar la reducción de diámetro del cigüeñal. En esta estructura de soporte, el elemento de cojinete intermedio puede engranarse con la parte columnar de manera que permita o impida el movimiento axial.

25 En el reductor de velocidad anterior, la unidad de árbol de salida puede tener una pluralidad de partes en forma de columnas que se extienden en su dirección axial, y la pluralidad de partes en forma de columnas puede disponerse en una dirección circunferencial de la unidad de árbol de salida. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio puede apoyarse en cada una de las partes en forma de columnas. Según esta realización particular, el reductor de velocidad comprende la pluralidad de partes de columnas. Por lo tanto, se puede impedir una deformación torsional de dichas partes. Por otra parte, el elemento de cojinete intermedio puede fijarse en una pluralidad de posiciones circunferenciales para prevenir eficazmente que se mueva.

35 En este caso, de preferencia, la parte columnar se divide axialmente en al menos dos piezas para asegurar el elemento de cojinete intermedio desde ambos lados del mismo en la dirección axial. En este caso, las partes de columna pueden sostener el elemento de cojinete intermedio mientras aseguran al mismo tiempo el elemento de cojinete intermedio desde ambos lados del mismo en la dirección axial. Por lo tanto, se puede aumentar de manera efectiva la resistencia de soporte del elemento de cojinete intermedio para evitar de manera segura la oscilación del elemento de cojinete intermedio.

40 Preferentemente, el elemento de cojinete intermedio se dispone en una posición central entre el par de cojinetes de cigüeñal en una dirección axial del cigüeñal. Según esta realización particular, se puede igualar la carga correspondiente que van a recibir los cojinetes de cigüeñal. Esto permite sujetar el cigüeñal de forma equilibrada, y evitar que aumente el tamaño del cigüeñal.

45 De preferencia, el reductor de velocidad comprende una pluralidad de cigüeñales cada uno apoyado en un elemento de cojinete intermedio. Según esta realización particular, la pluralidad de cigüeñales puede apoyarse en un elemento común. Esto permite proporcionar una mayor rigidez de soporte a los cigüeñales, impidiendo al mismo tiempo que aumente el número de componentes. Si bien una pluralidad de elementos de cojinete intermedios dispuestos para cada uno de los cigüeñales implica la necesidad de permitir que los elementos de cojinete intermedios se alineen entre sí en la dirección axial a fin de evitar interferencias entre medias, el único elemento de cojinete intermedio común permite sostener todos los cigüeñales en una posición única entre los cojinetes de cigüeñal de manera que se elimine la necesidad de aumentar la longitud del cigüeñal.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Reductor de velocidad (10) que comprende:
- 5 un elemento de árbol de entrada (21);
- un cigüeñal (348) provisto de una parte excéntrica y adaptado para girar junto con dicho elemento de árbol de entrada;
- un par de cojinetes de cigüeñal (56, 57) que sostienen dicho cigüeñal (48);
- un elemento de engranaje con dientes internos (13), dispuestos los dientes internos (31) alrededor de al menos una parte en una dirección axial de una zona periférica interna del mismo;
- 10 un engranaje con dientes externos (344) adaptado para moverse de manera oscilante junto con dicha parte excéntrica, y provisto de dientes externos (344a) para engranar con dichos dientes internos (31);
- una unidad de árbol de salida (22) adaptada para girar junto con dicho engranaje con dientes externos (344); y
- un elemento de cojinete intermedio (346) que soporta de manera giratoria dicho cigüeñal (48) en una posición entre el par de cojinetes de cigüeñal (56, 57);
- caracterizado porque
- 15 dicha unidad de árbol de salida (22) tiene una pluralidad de partes en forma de columna (337), formada cada una a modo de columna, que se extiende en su dirección axial, estando dicha pluralidad de partes en forma de columna (337) dispuesta en una dirección circunferencial de dicha unidad de árbol de salida (22); acoplándose dicha pluralidad de partes en forma de columna (337) con el elemento de cojinete intermedio (346); y porque
- 20 elemento de cojinete intermedio (346) está soportado en cada una de dichas partes en forma de columna (337).
2. Reductor de velocidad según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de cojinete intermedio (346) tiene una superficie periférica externa que se apoya sobre el elemento de engranaje de dientes internos (13).
3. Reductor de velocidad según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la parte en forma de columna (337) se divide axialmente en al menos dos piezas (341, 342) de manera que se asegura dicho elemento de cojinete intermedio (346) desde ambos lados del mismo en la dirección axial.
- 25

FIG. 1

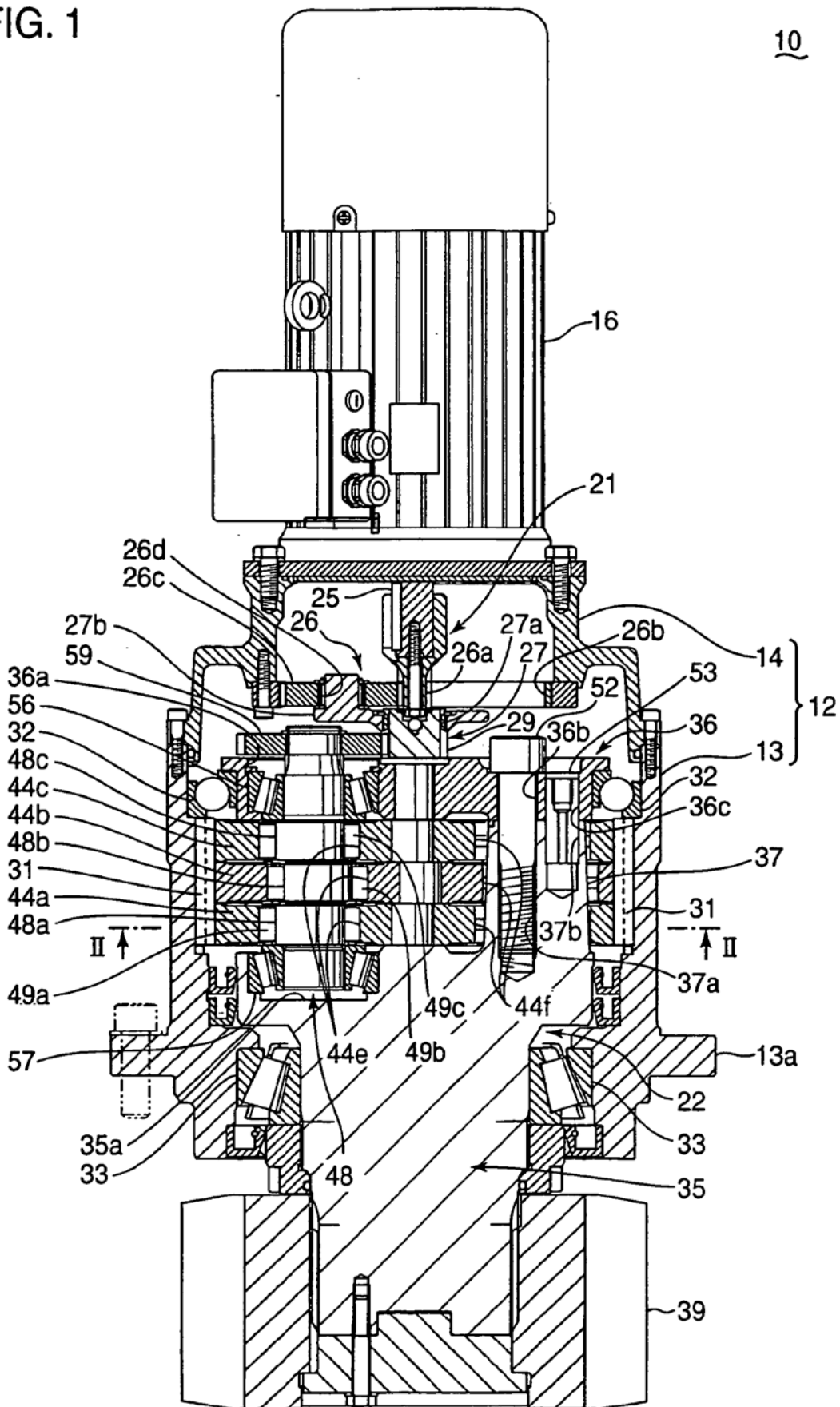


FIG. 2

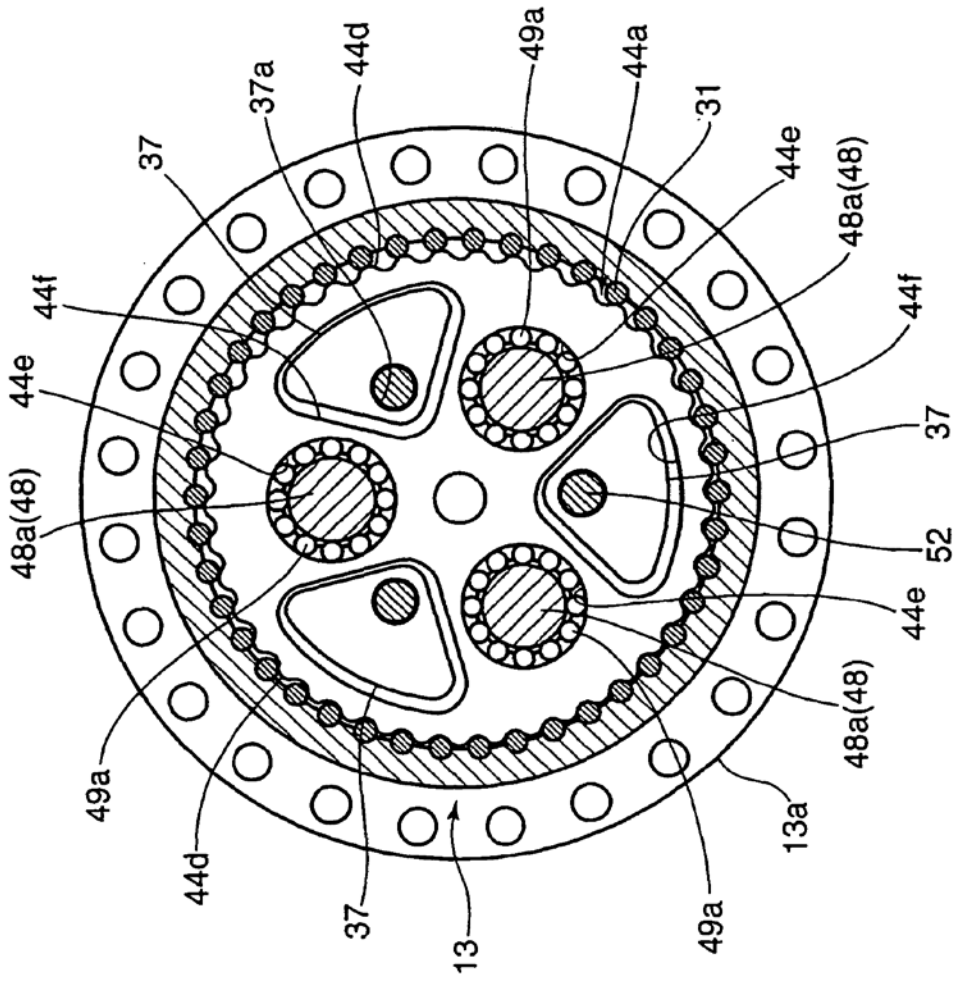


FIG. 3

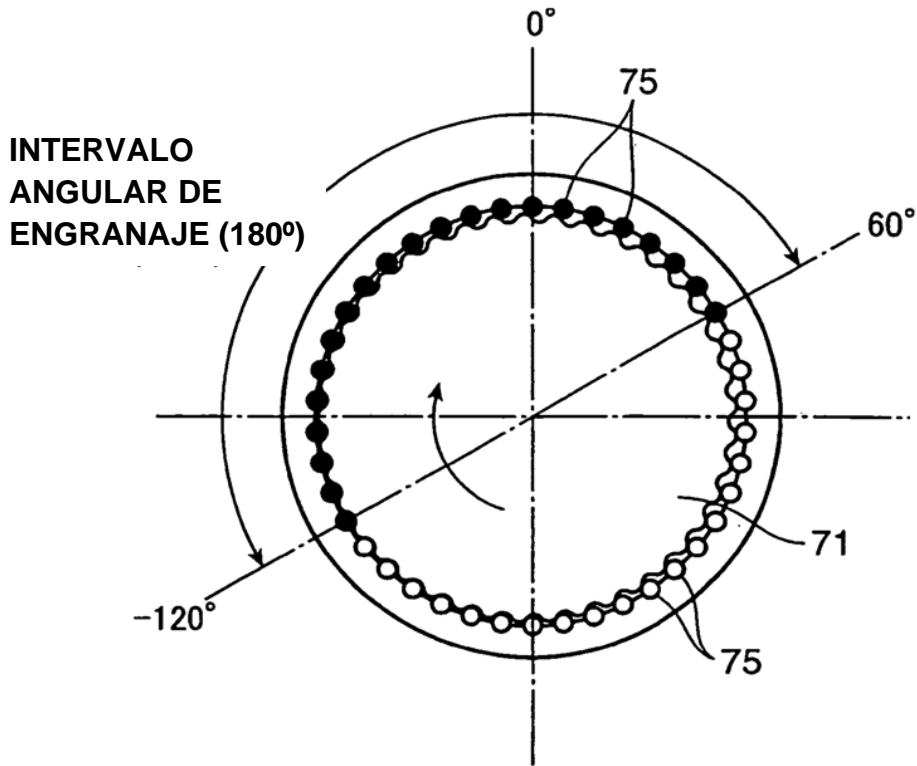


FIG. 4

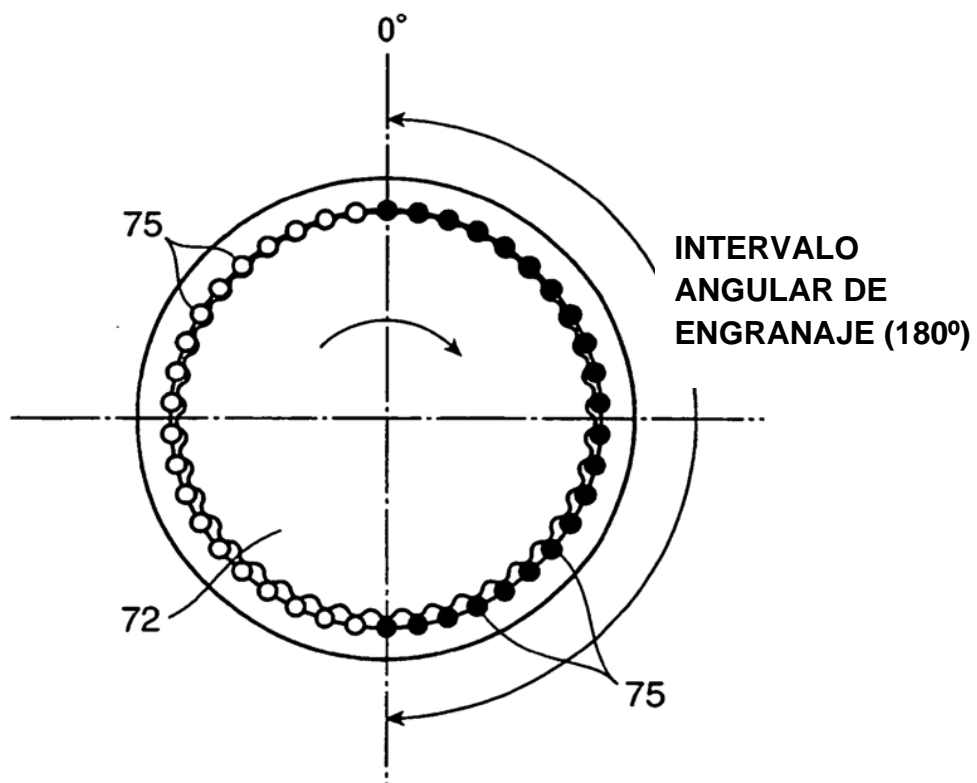


FIG. 5

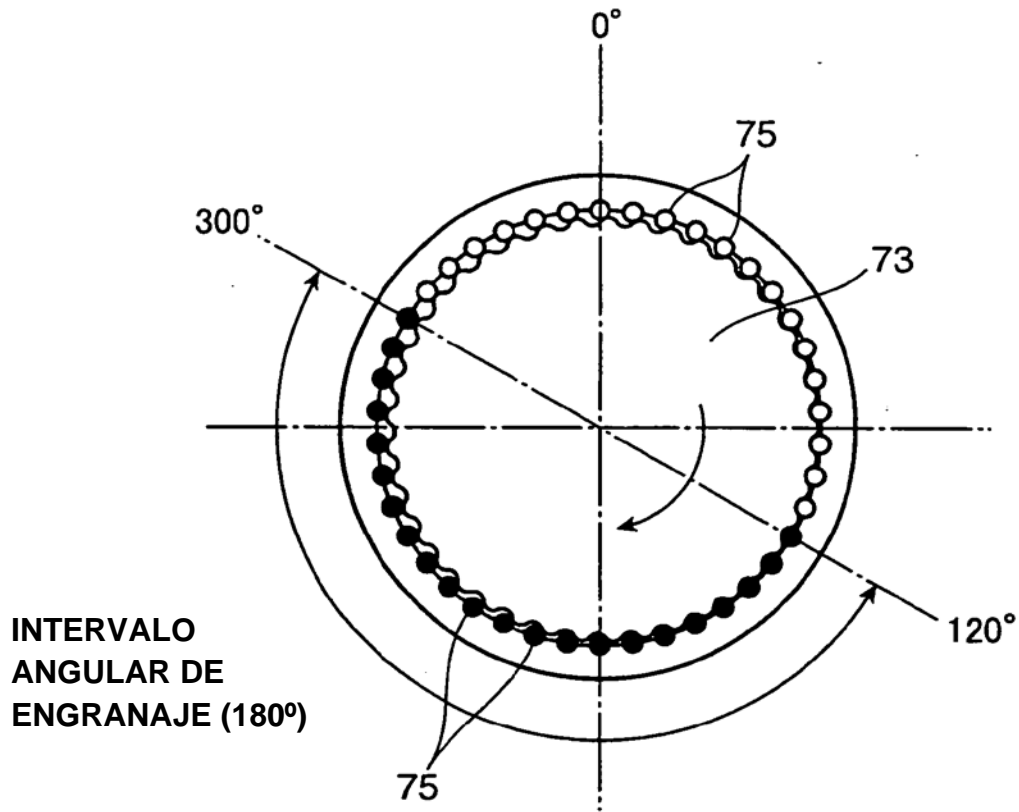


FIG. 6

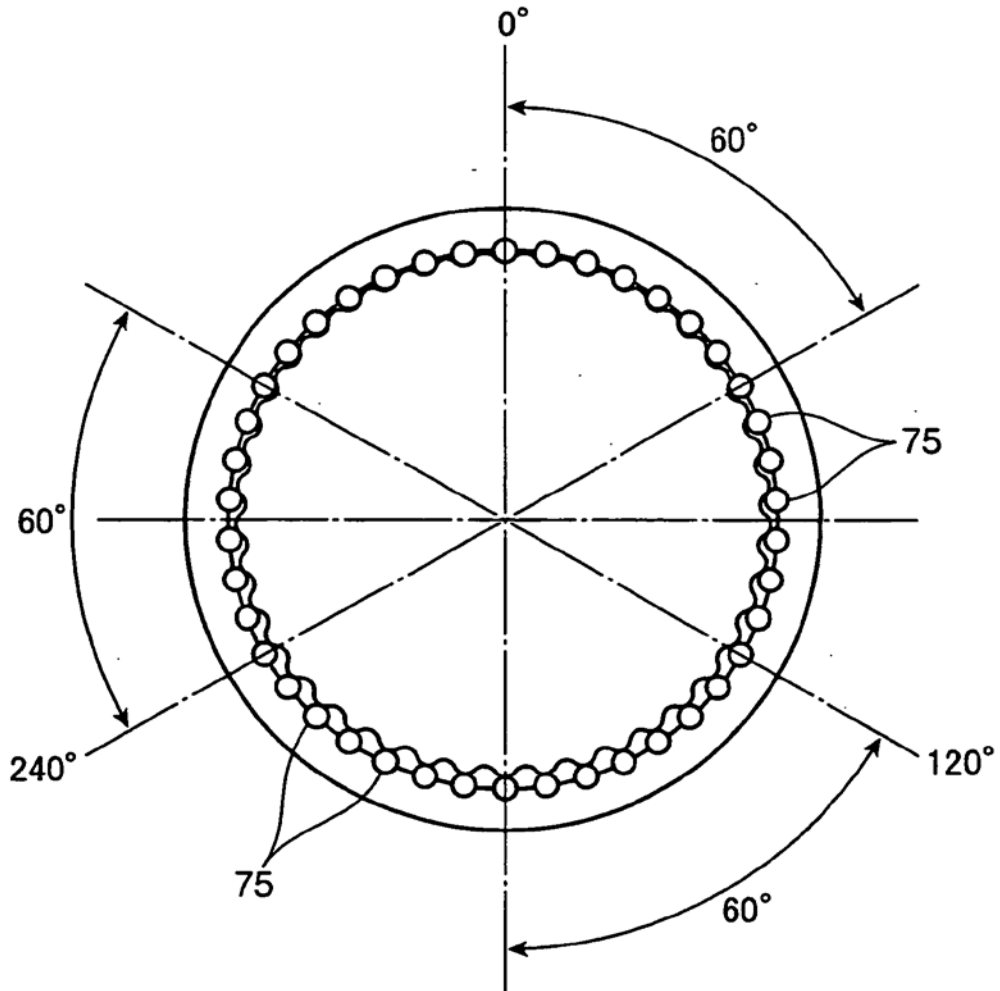


FIG. 7

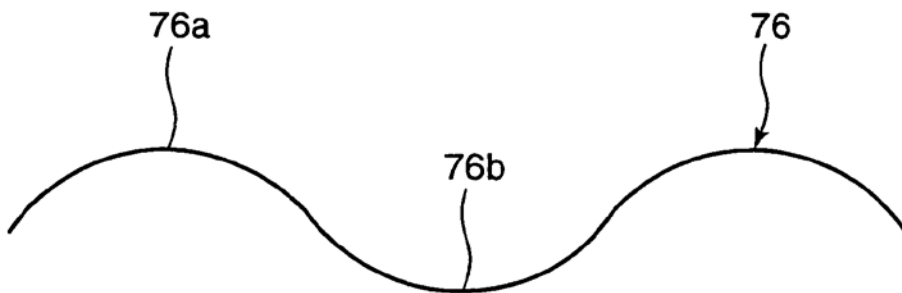


FIG. 8

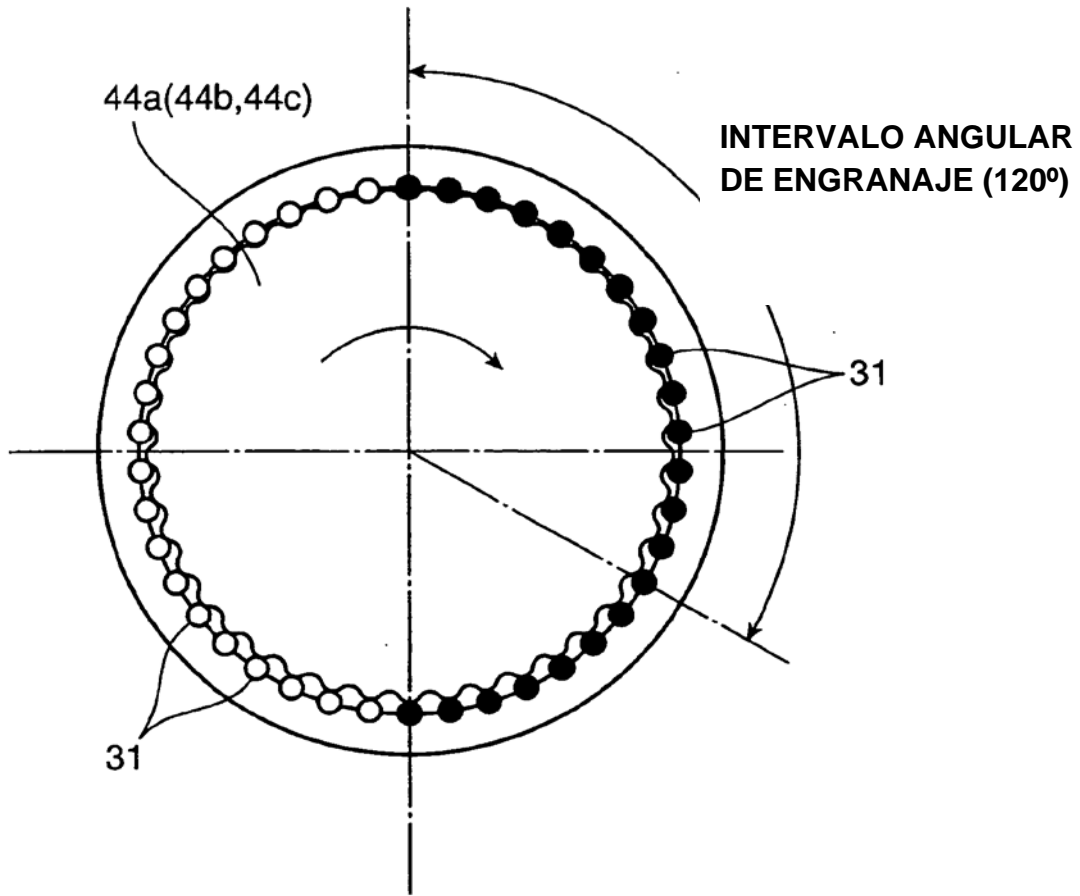


FIG. 9

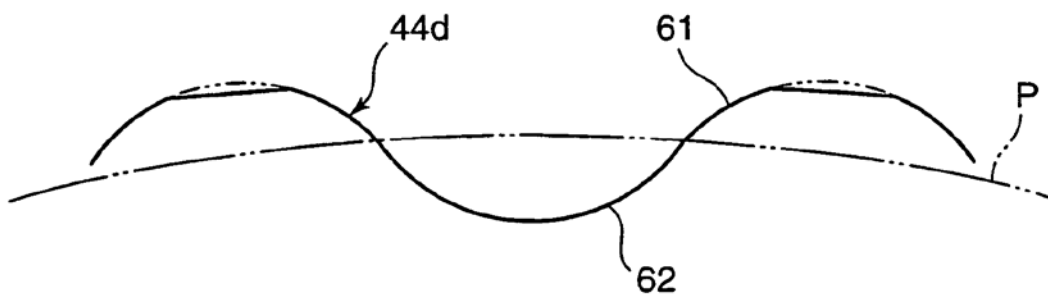




FIG. 10

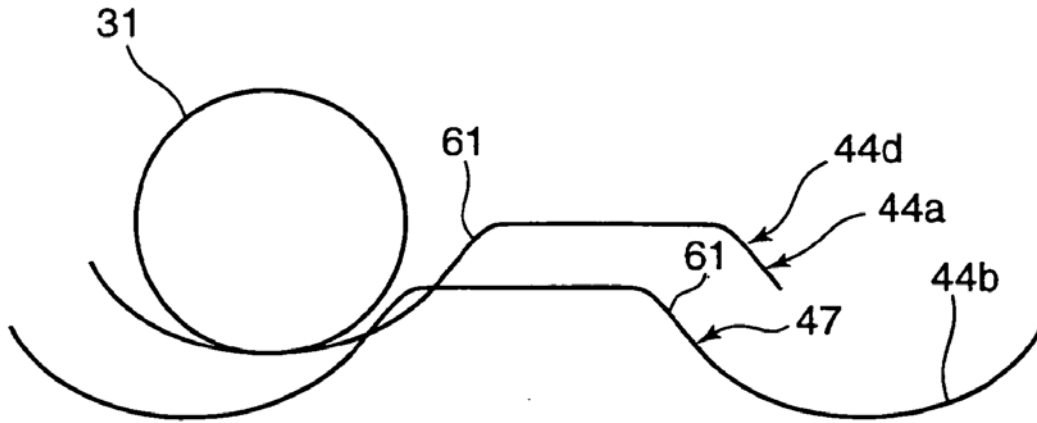


FIG. 11

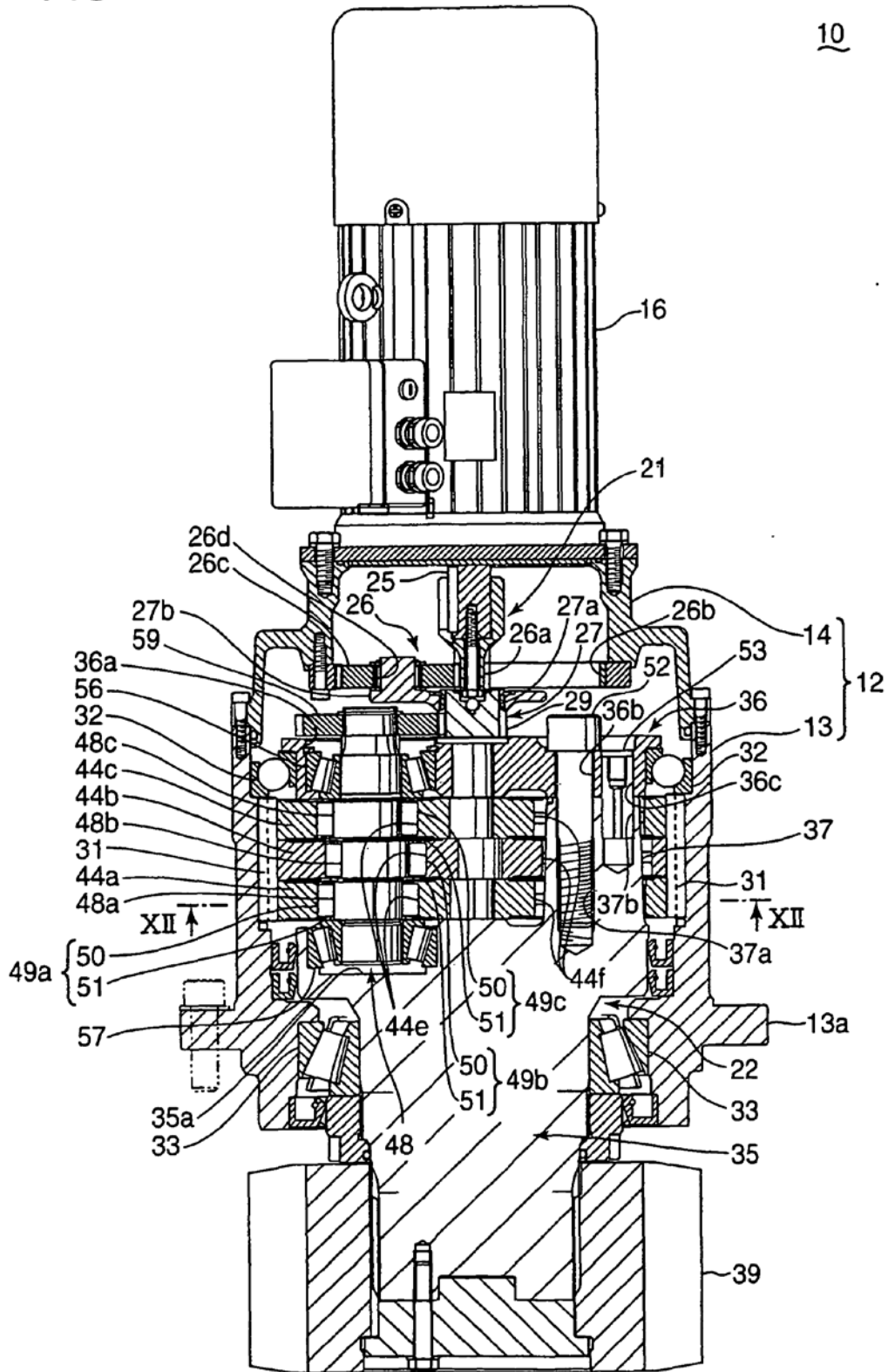


FIG. 12

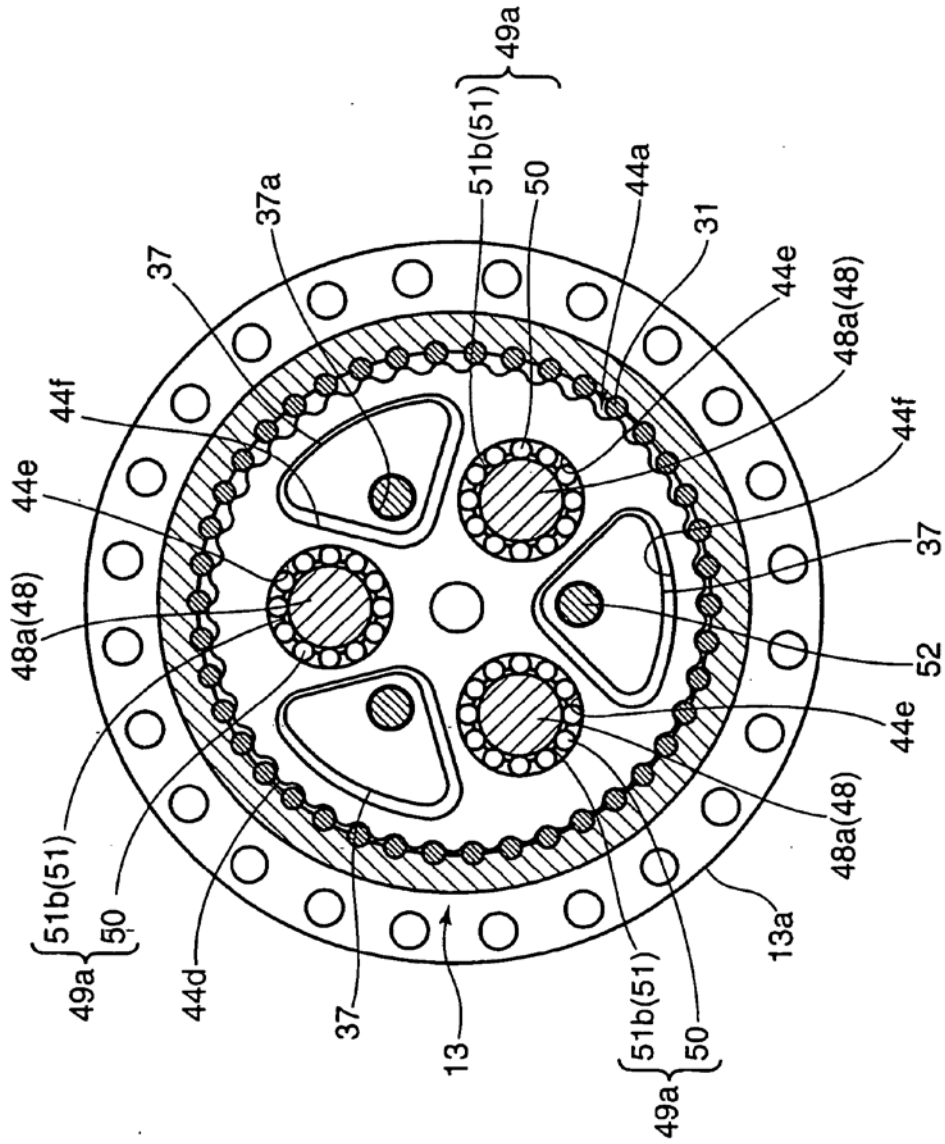


FIG. 13

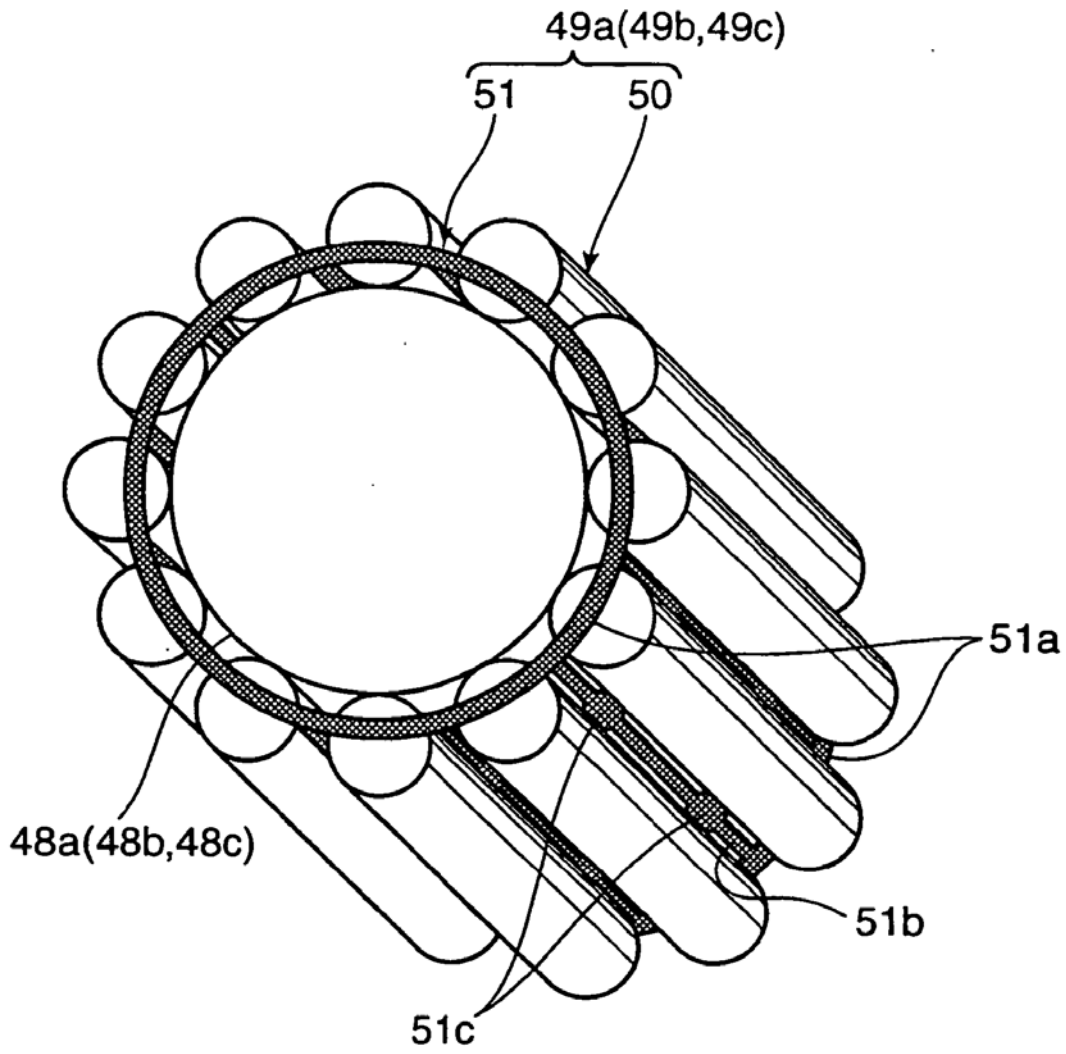


FIG. 14

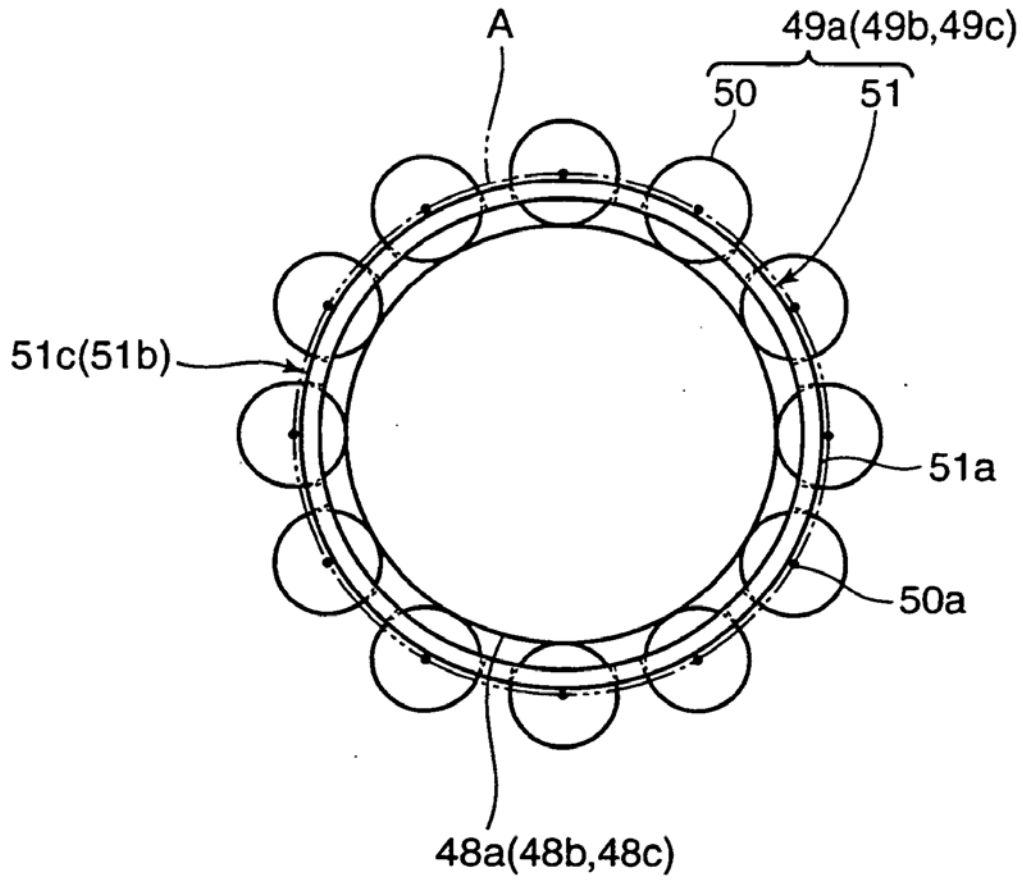


FIG. 15

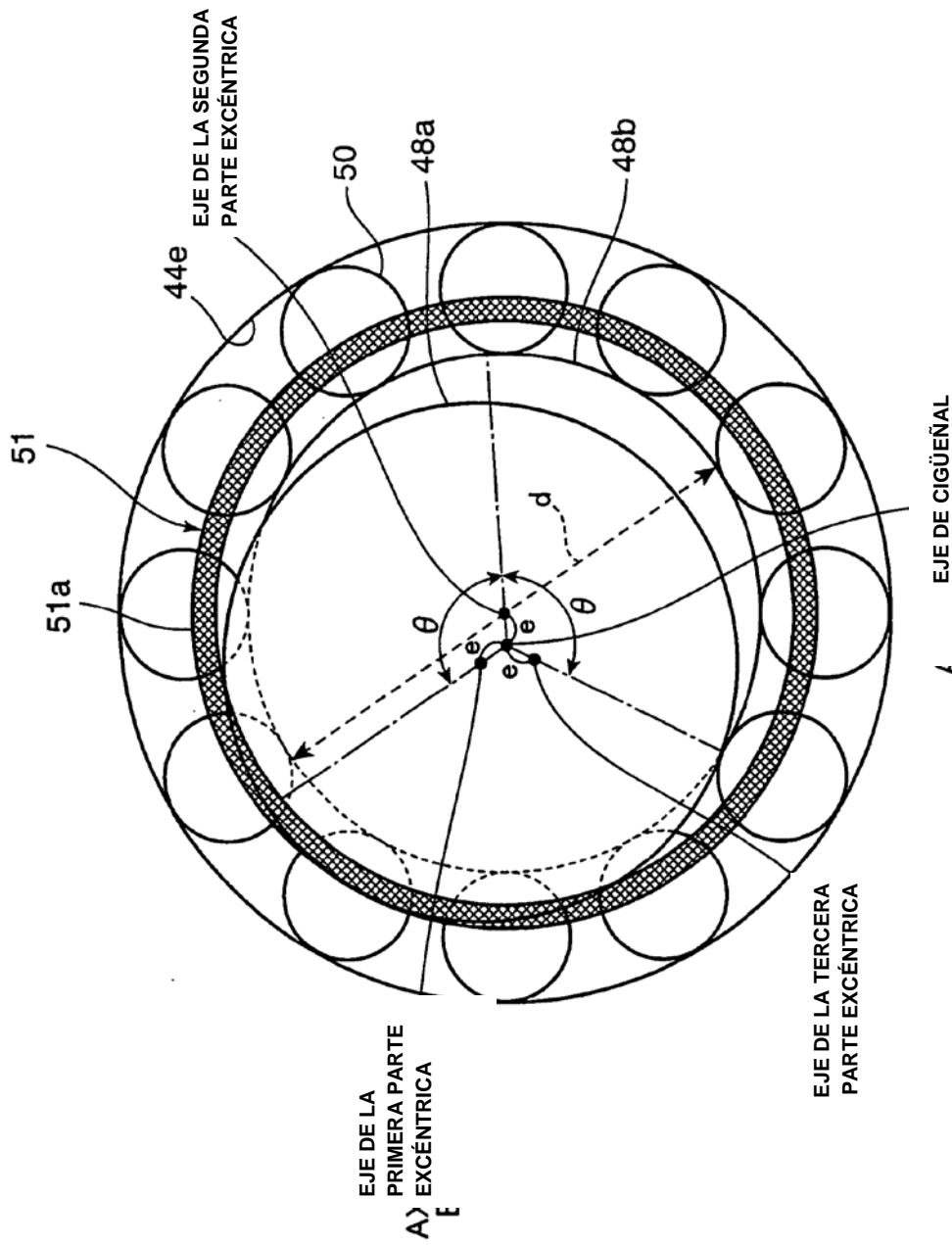


FIG. 16

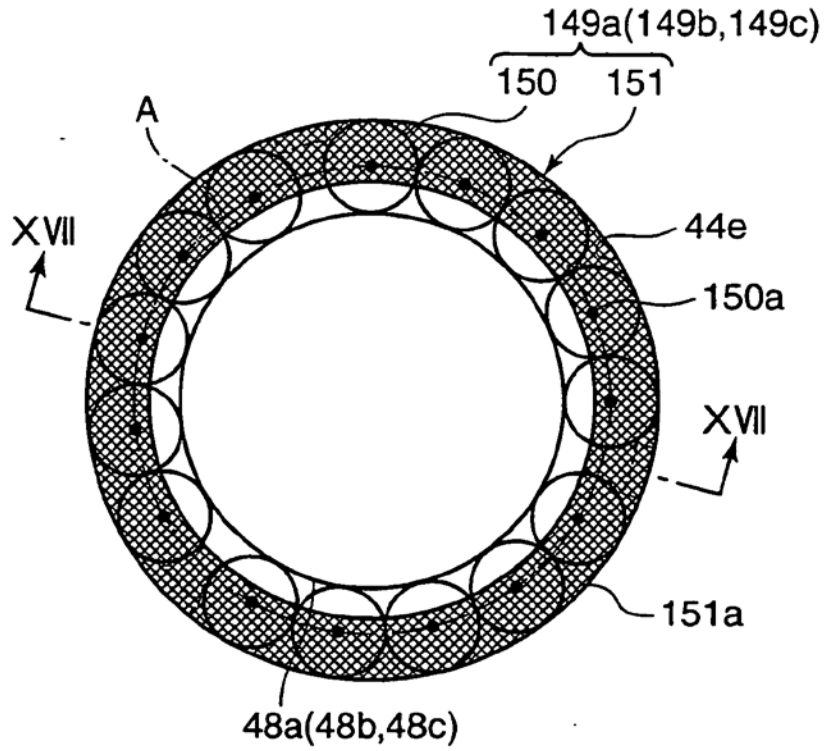


FIG. 17

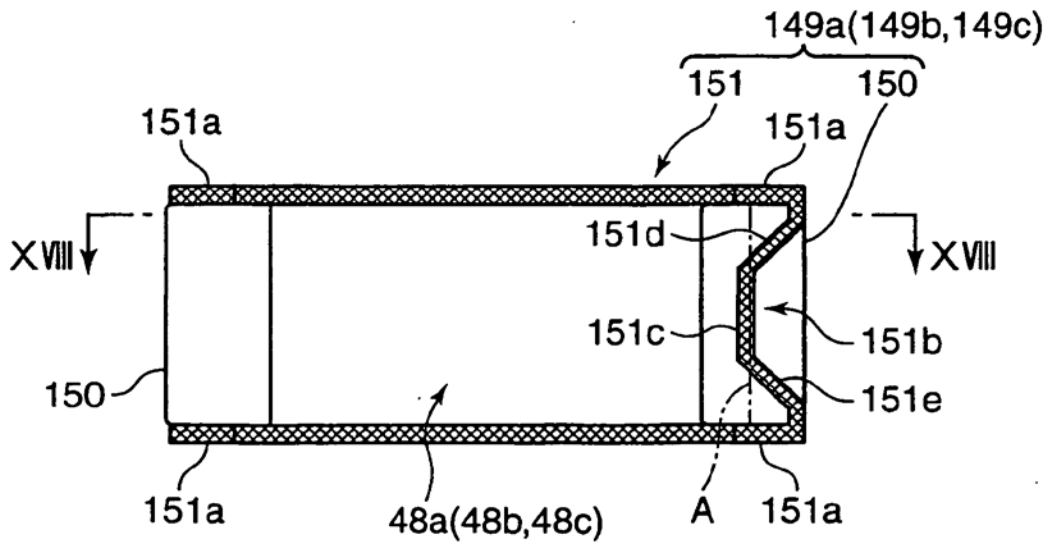


FIG. 18

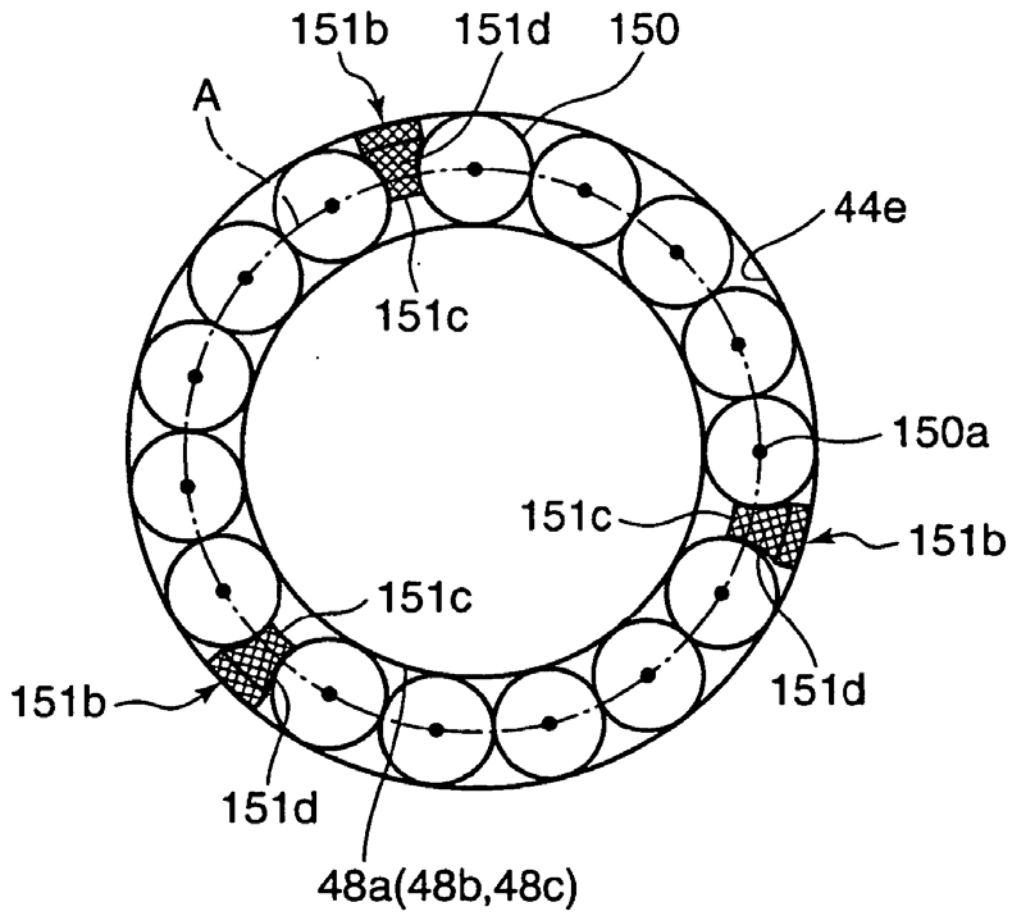




FIG. 19

10

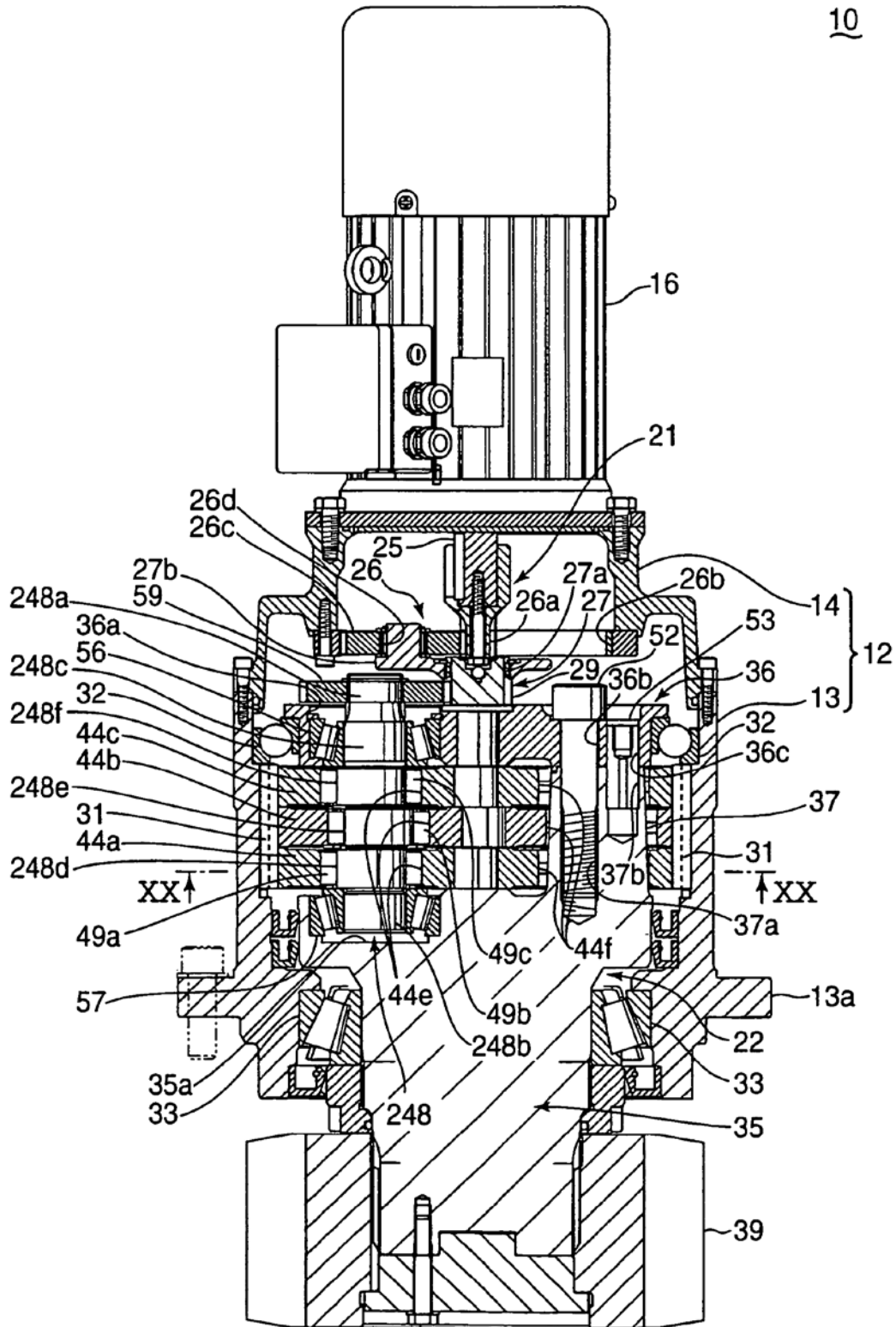


FIG. 20

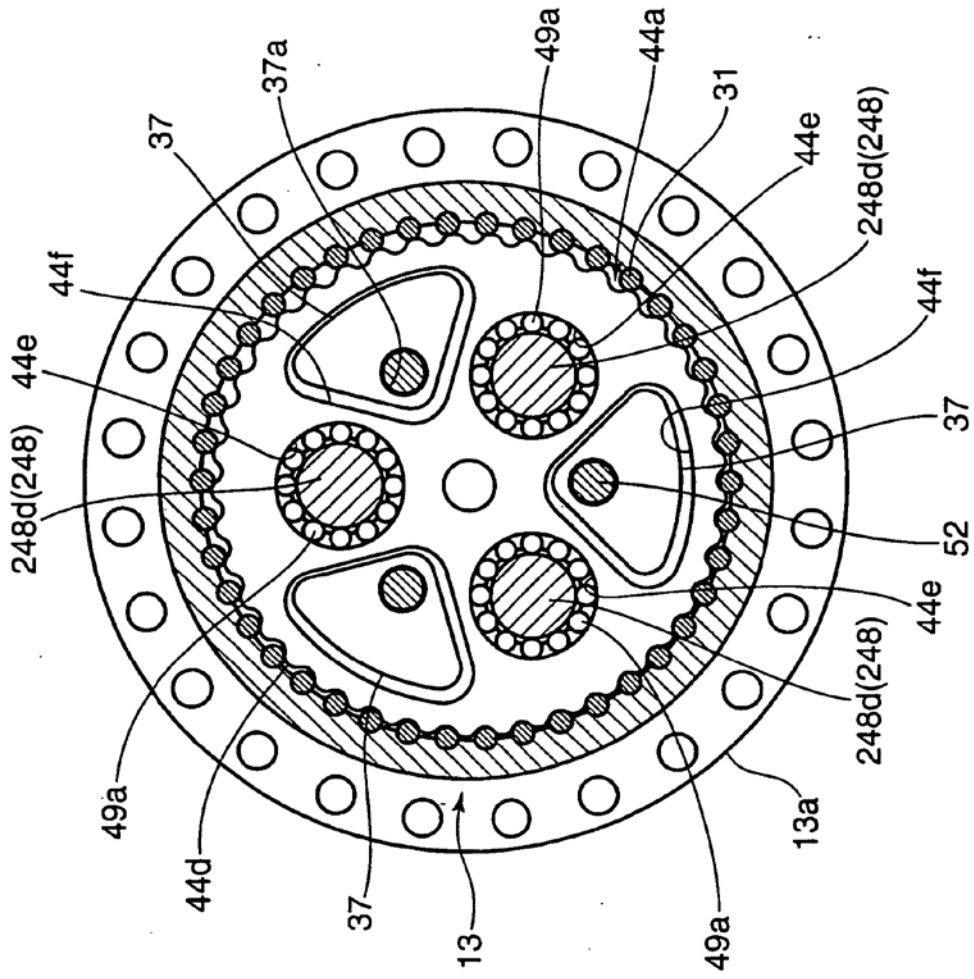


FIG. 21

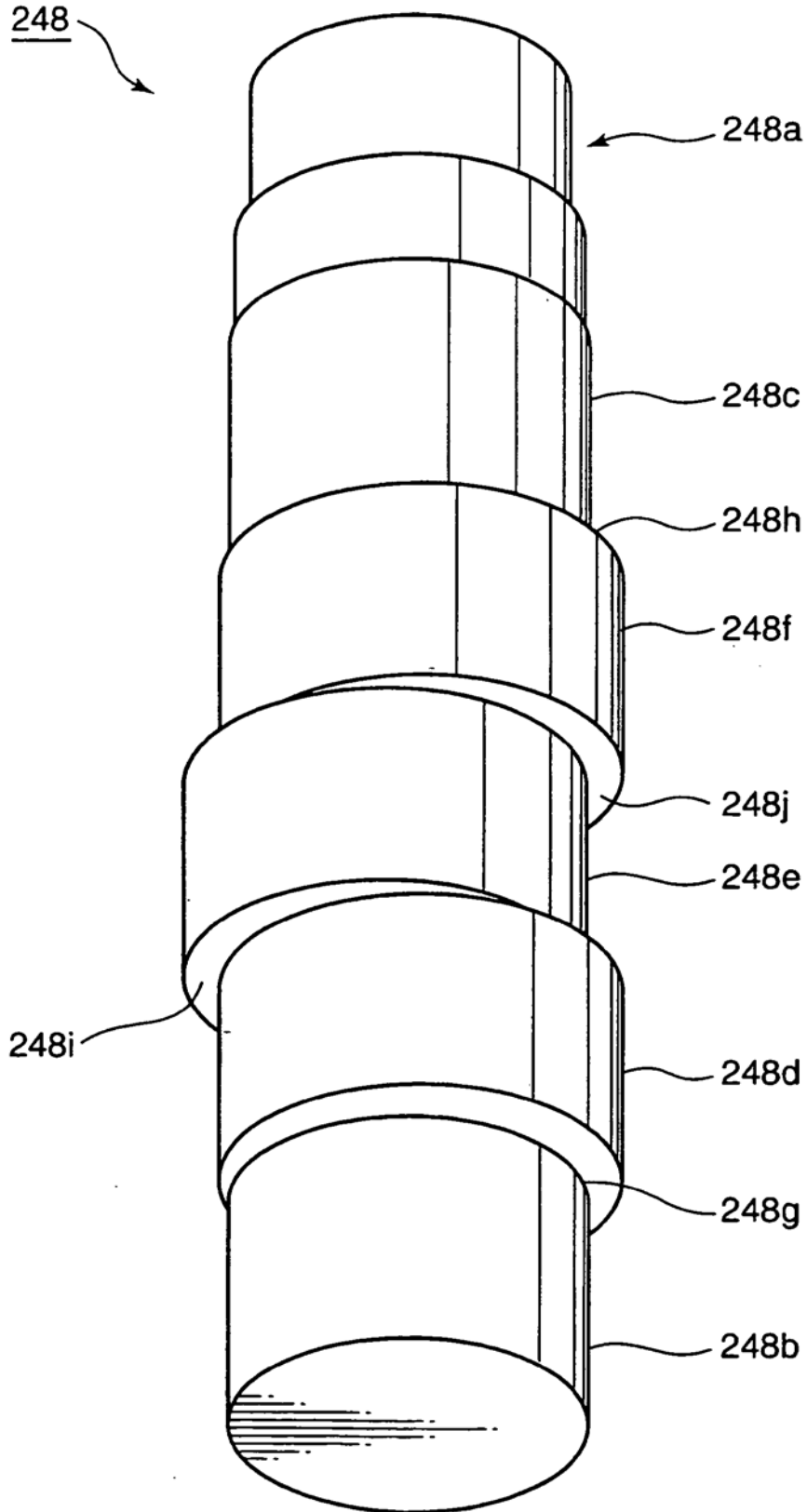


FIG. 22

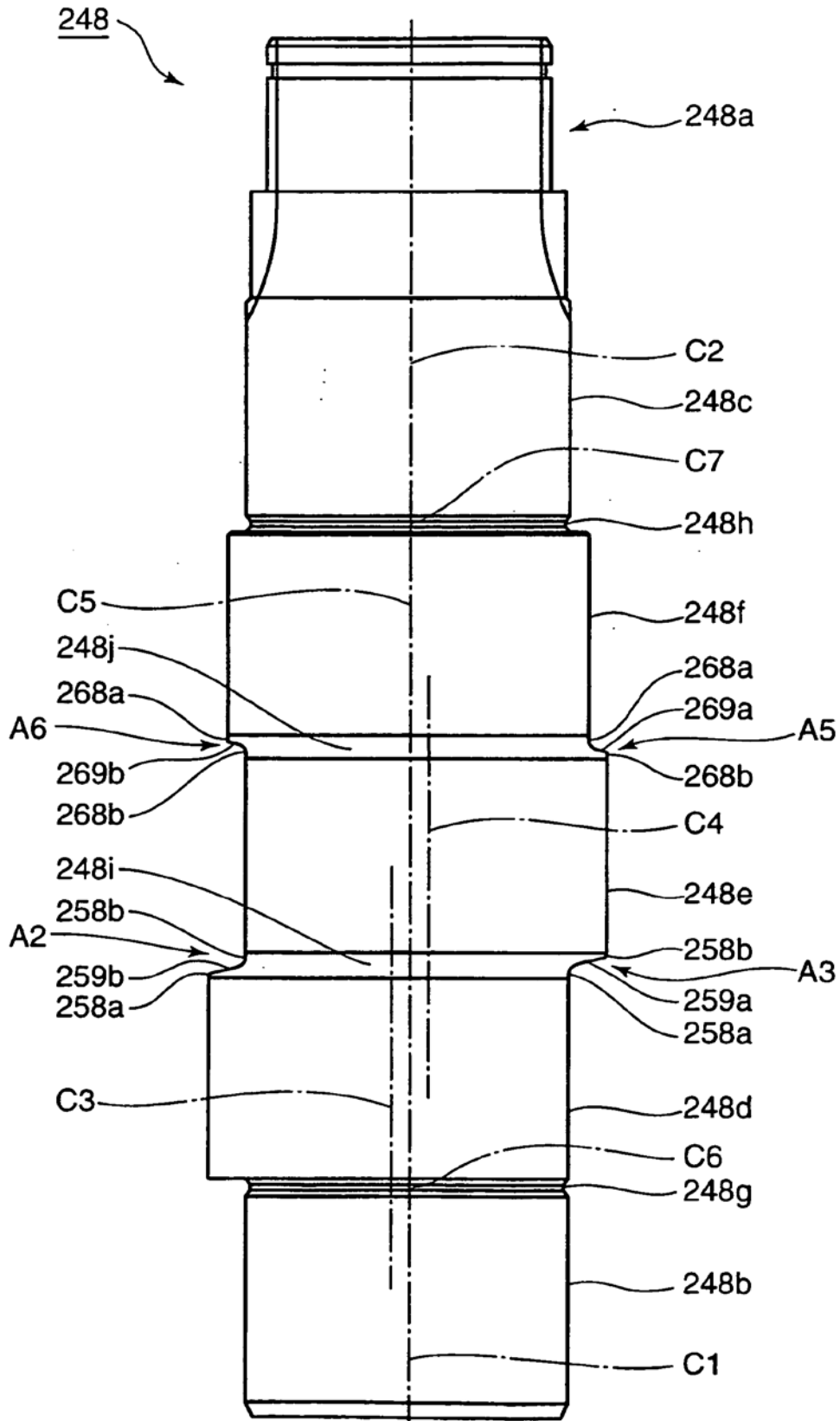


FIG. 23

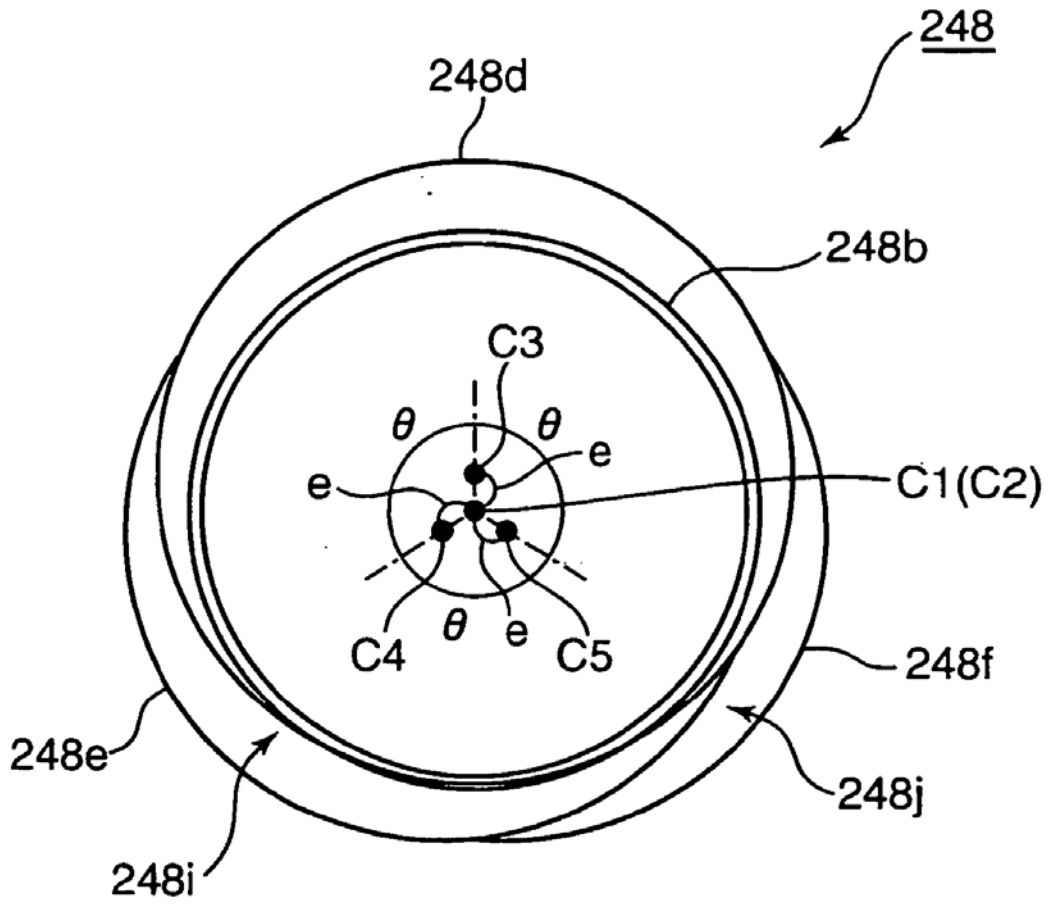


FIG. 24

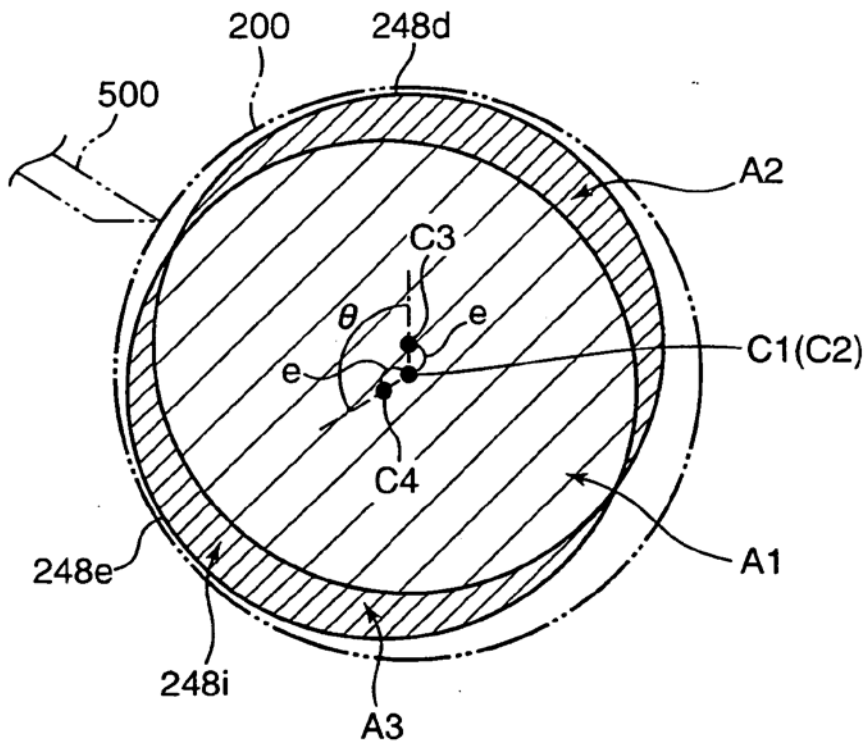


FIG. 25

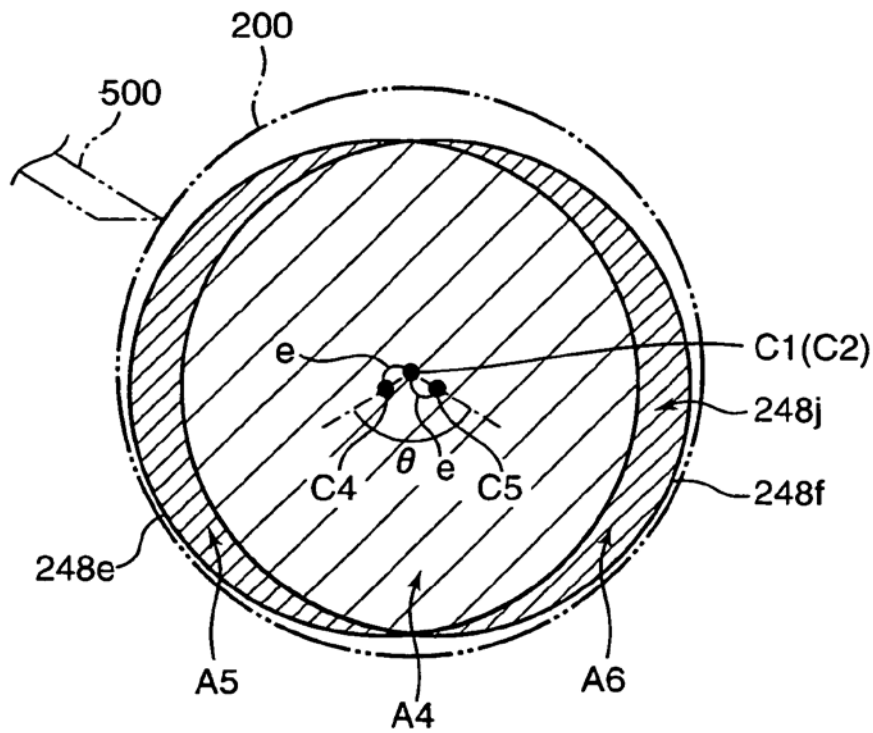
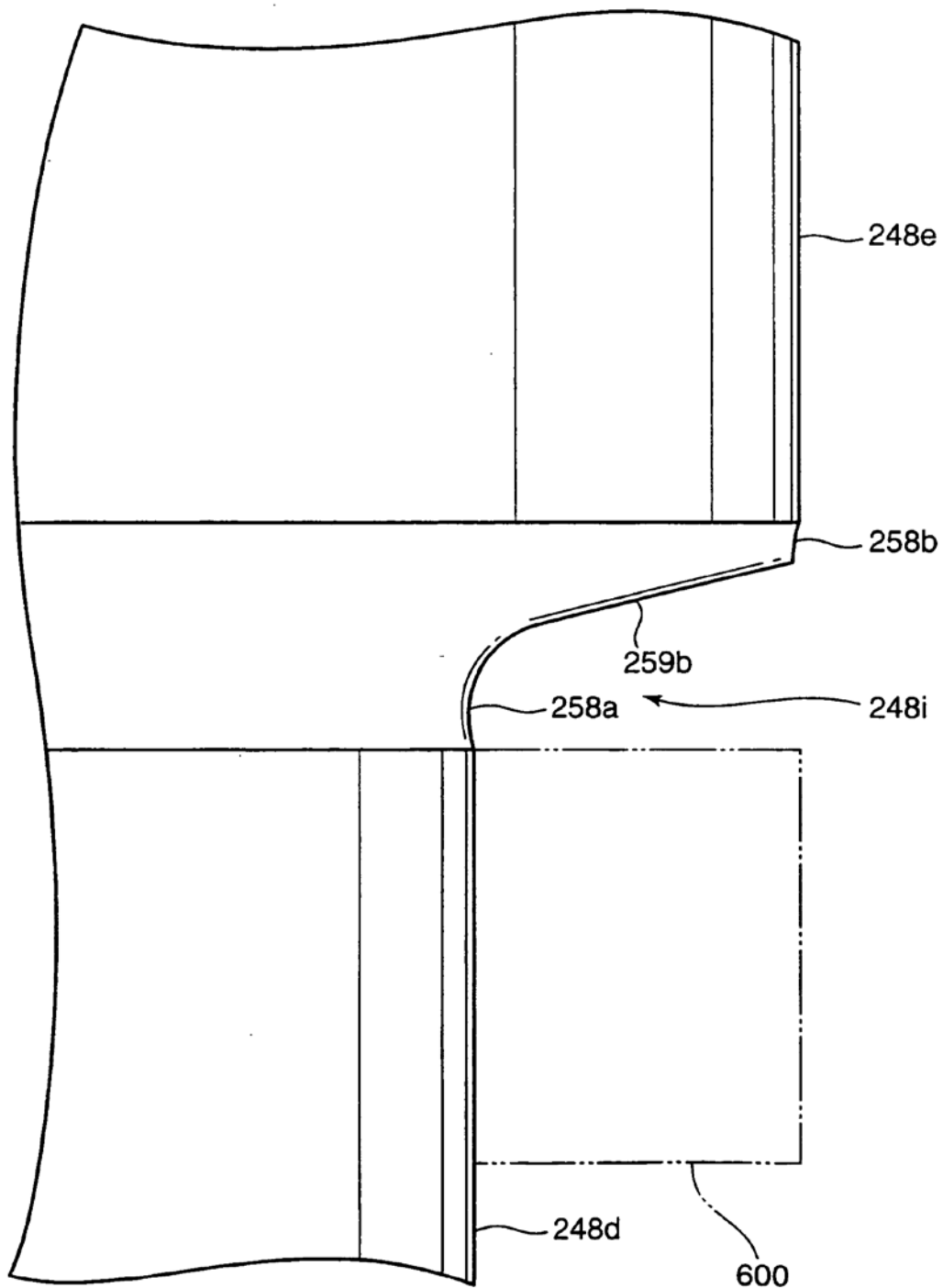


FIG. 26







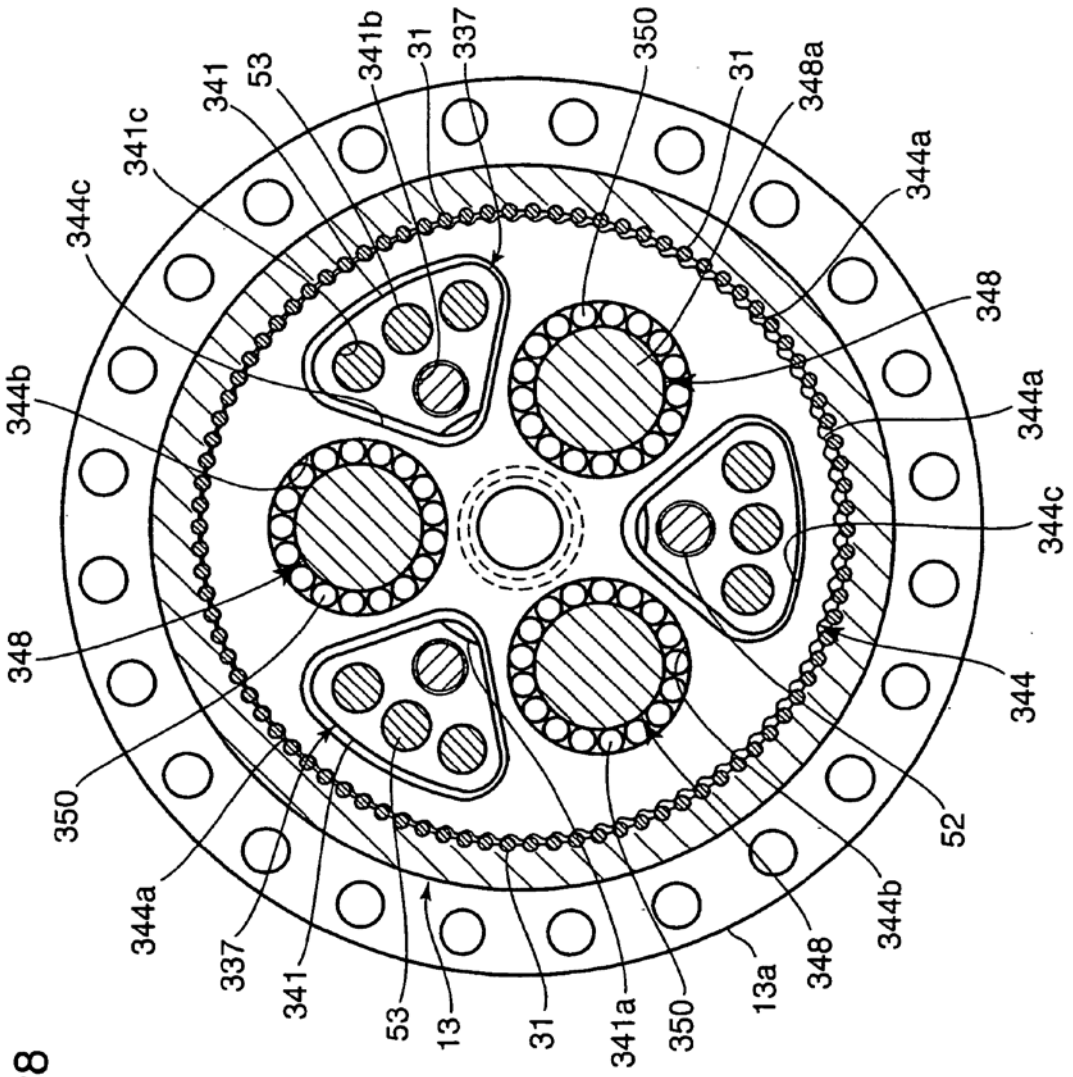


FIG. 28

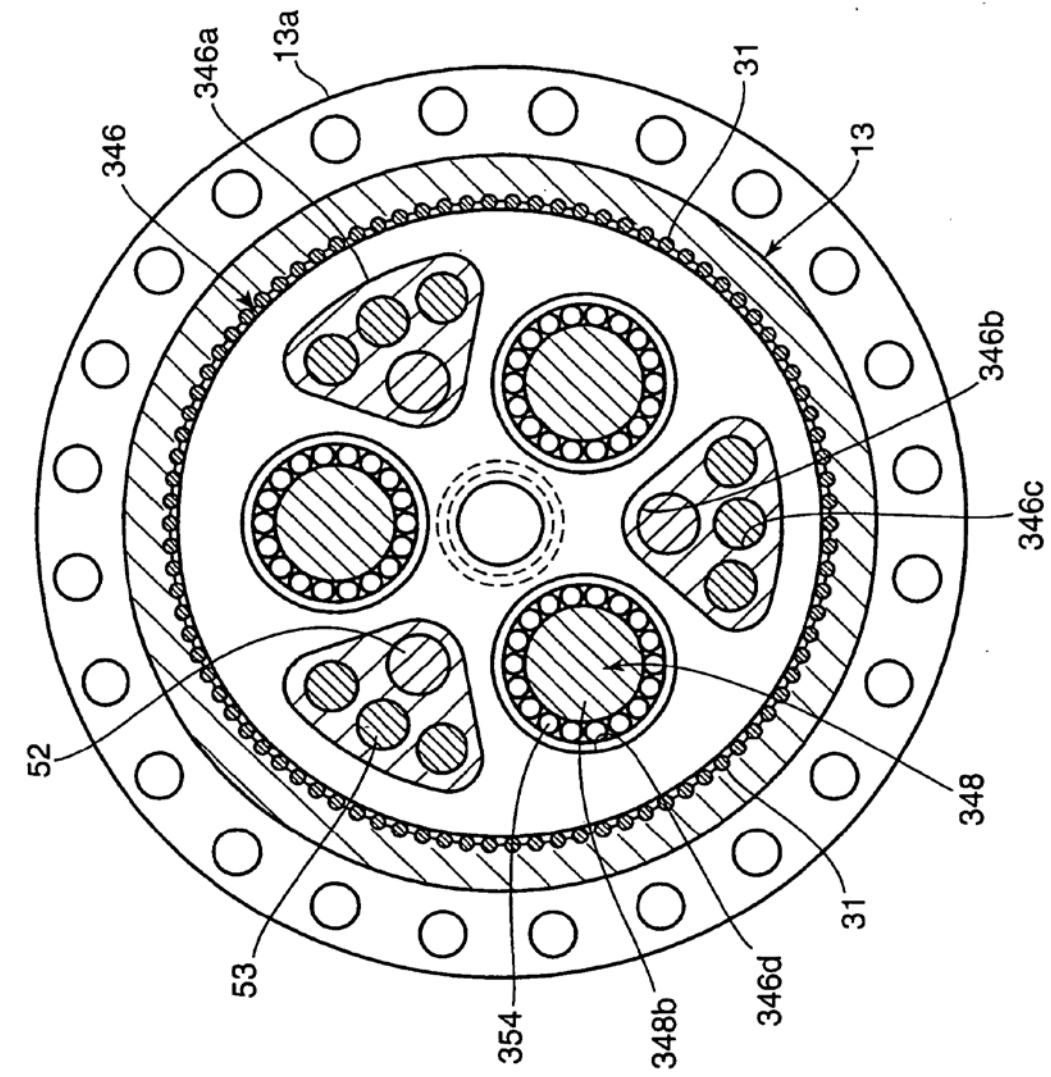


FIG. 29

FIG. 30

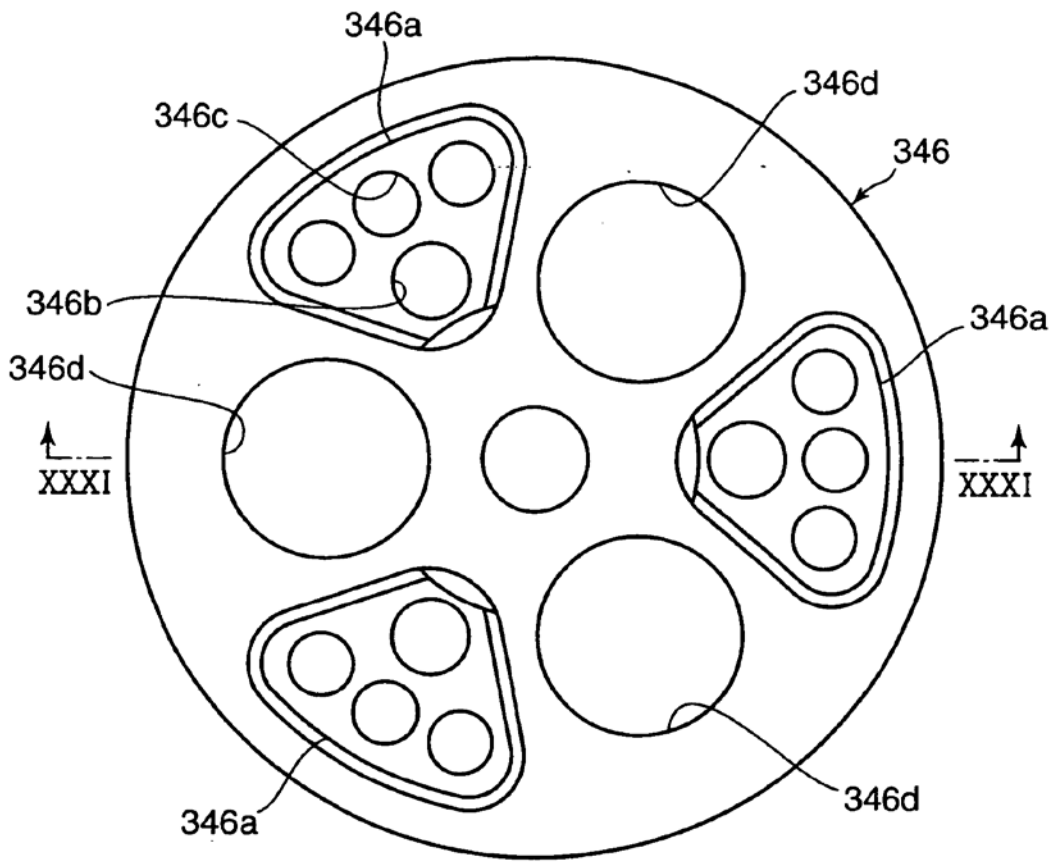


FIG. 31

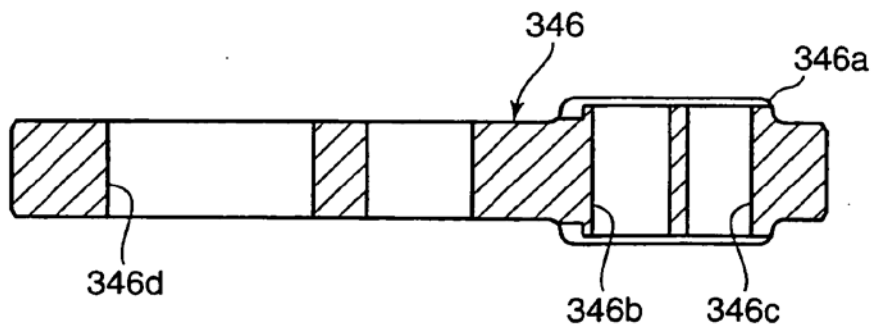


FIG. 32

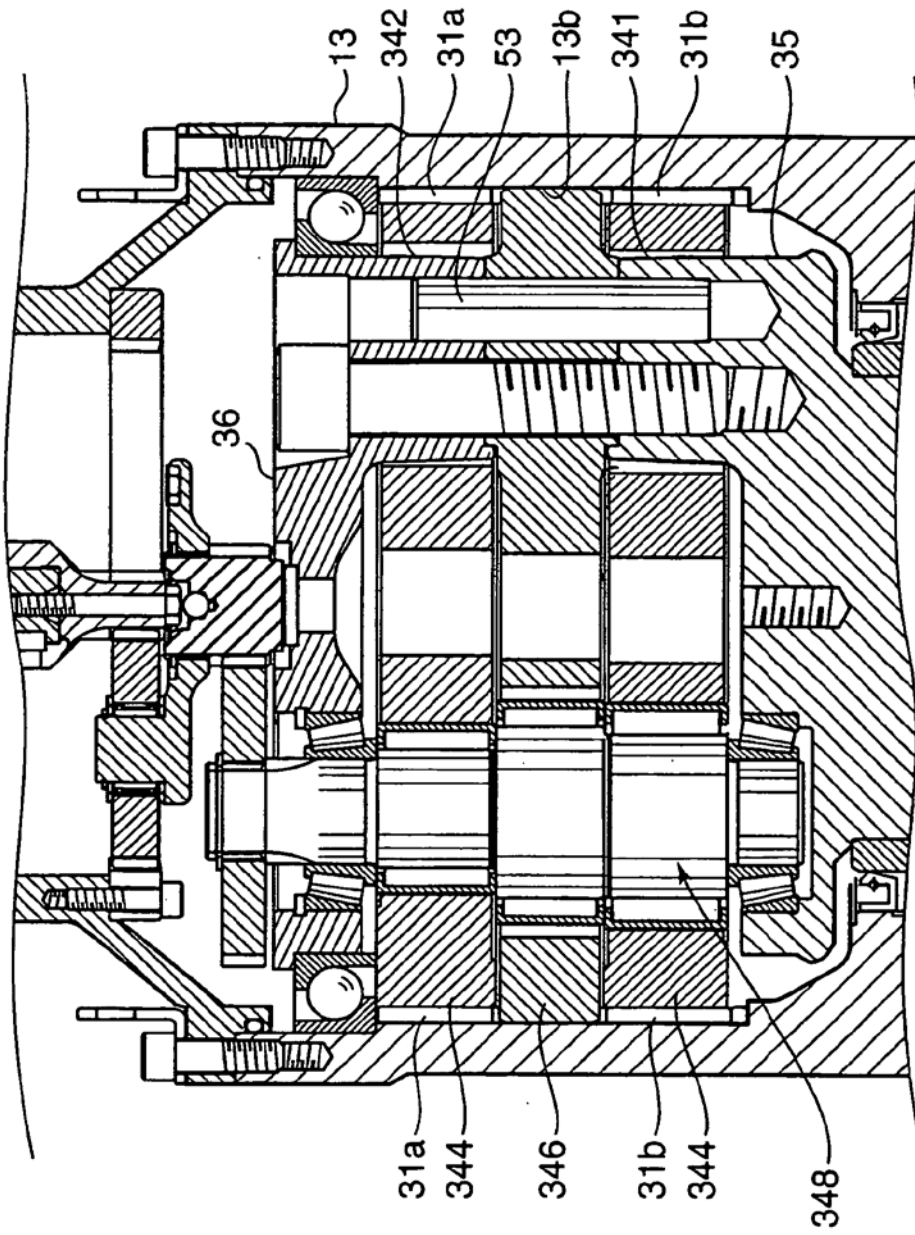


FIG. 33

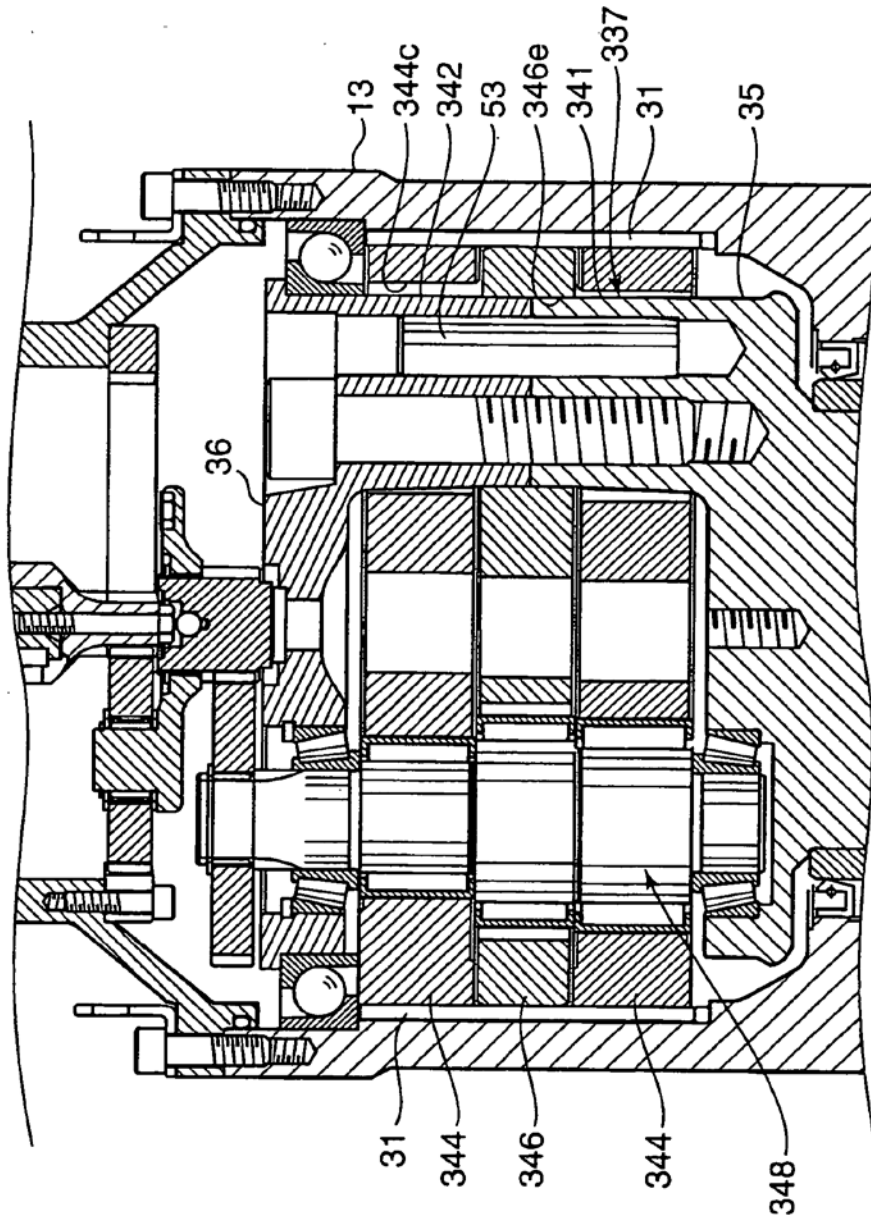


FIG. 34

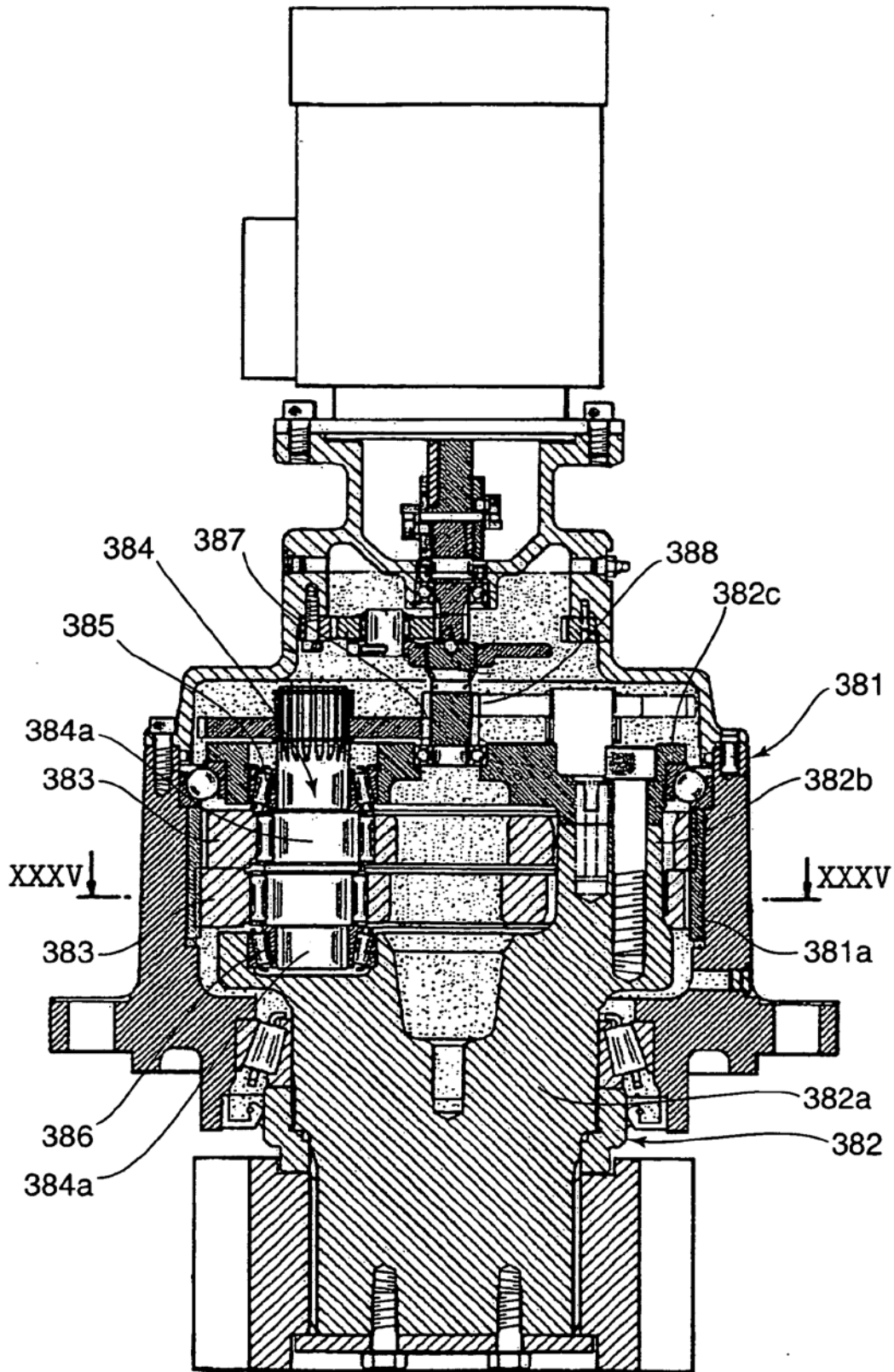


FIG.35

