

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 960**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 11/02 (2006.01)

F16H 57/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08842488 .2**

96 Fecha de presentación: **21.10.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2215357**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2010**

54 Título: **Etapas de engranajes epicicloidales para una caja de engranajes de turbina eólica, caja de engranajes de turbina eólica y turbina eólica**

30 Prioridad:
22.10.2007 DK 200701514
21.12.2007 DK 200701856
21.12.2007 US 15799

73 Titular/es:
Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 44
8200 Aarhus N, DK

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.03.2012

72 Inventor/es:
DEMTRÖDER, Jens y
MOSTAFI, Abdelhalim

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.03.2012

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

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).

ES 2 376 960 T3

DESCRIPCIÓN

Etapas de engranajes epicicloides para una caja de engranajes de turbina eólica, caja de engranajes de turbina eólica y turbina eólica

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a una etapa de engranajes epicicloides de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a una caja de engranajes de turbina eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 14.

Descripción de la técnica relacionada

Un engranaje ampliamente usado para cajas de engranajes industriales convencionales es el engranaje epicicloide.

- 10 Varios tipos de este engranaje tienen un portador planetario con bridas de uno o dos lados. En el caso de dos lados, dichas bridas normalmente están conectadas por puntales. Para algunas realizaciones, el árbol de conexión de entrada, o extremo de accionamiento (DE), se une a cualquiera de las bridas y toda la disposición se soporta típicamente contra de un armazón estacionario mediante cojinetes en cada brida.

- 15 El cojinete planetario pueden estar montado sobre un eje que está soportado en las dos bridas o bien los cojinetes están integrados en las bridas. El diseño puede transferir un par de torsión alto y soportar engranado recto, así como helicoidal.

Para un diseño de portador planetario, que incluye una brida de dos lados y engranajes helicoidales dobles, el documento alemán DE102004023151 describe un concepto en el que los planetarios están montados en sus respectivos ejes mediante una sección portadora que está colocada descentrada respecto al plano lateral central del engranaje planetario.

- 20 Los problemas relacionados con dichos portadores de dos bridas que marcan el estado actual de la técnica son, que el par de torsión en el árbol de conexión provoca un enrollado de la brida DE en relación con la brida del extremo opuesto de no accionamiento (NDE). Los ejes planetarios soportados por estas bridas, en consecuencia, están inclinados respecto al eje principal de rotación, lo que provoca la desalineación y eventualmente la carga del borde de los dientes del engranaje y cojinetes planetarios.

- 25 Los puntales entre las dos bridas están pensados para prevenir o reducir este enrollado, pero su espacio está limitado por la envolvente del diseño del engranaje planetario. El enrollado puede reducirse aún más mediante el aumento del espesor de la brida, el diámetro externo del portador planetario, el diámetro exterior del eje planetario o la solidez de los puntales, aumentando cada uno el consumo de materiales, peso y coste del componente.

- 30 El concepto rígido de un portador de dos bridas, en caso de incluso pequeños errores de fabricación, puede conducir a una mala distribución de la carga a lo largo de la anchura del diente del engranaje y entre los planetarios.

Además, en disposiciones en las que el árbol de conexión no sólo se carga mediante el par de torsión, sino también por fuerzas y/o momentos transversales, y en las que la suspensión del cojinete en cualquier brida contra un armazón estacionario del portador se convierte en una restricción rígida, la disposición no se puede corregir las desalineaciones.

- 35 Diseños alternativos de portador planetario incluyen una única brida de un lado con ejes planetarios en voladizo, típicamente usados para pares de torsión menores, y el portador planetario de brida única con engranajes planetarios rectos dispuestos a cada lado de esta brida, por ejemplo, tal como se presenta en el documento WO03014566.

- 40 Un problema relacionado con los portadores de planetario de brida única con árboles en voladizo es que no son adecuados para altas cargas, porque la curvatura del eje planetario en voladizo provocaría la desalineación de los engranajes.

Otro diseño es el diseño llamado "FlexPin", en el que el piñón central y el engranaje anular son rígidos, mientras que los planetarios se montan en el portador planetario usando pernos flexibles, los "FlexPins", tal como conocerá un experto en la técnica.

- 45 Un problema relacionado con dicho diseño FlexPin es que no son adecuados para engranajes helicoidales individuales.

A partir del documento EP 1 544 504 A, que está considerado como la técnica anterior más próxima, se sabe cómo conectar el portador planetario de una etapa de engranajes epicicloides al alojamiento de la caja de engranajes y a un rotor de turbina eólica mediante elementos elásticos.

- 50 Es un objeto de la presente invención proporcionar una construcción ventajosa de una caja de engranajes

epicicloidales con un reparto de carga mejorado entre los engranajes y proporcionar una técnica sin los inconvenientes antes mencionados.

La invención

- 5 La invención se refiere a una etapa de engranajes epicicloidales para una caja de engranajes de turbina eólica que comprende
- un engranaje central,
- al menos dos engranajes planetarios, engranados con dicho engranaje central, cada uno soportado por un árbol de eje planetario (16),
- un engranaje anular,
- 10 una primera brida de portador planetario conectada en un lado de al menos dos de dichos engranajes planetarios, y una segunda brida de portador planetario conectada al otro lado de al menos dos de dichos engranajes planetarios, en la que el par de torsión desde el rotor de la turbina eólica se transfiere a través de una parte de transferencia de par de rotor conectada a al menos una de dichas primera y segunda bridas de portador planetario en una o más zonas de transferencia de par de torsión,
- 15 en la que dicha una o más zonas de transferencia de par de torsión están situadas entre un primer y un segundo plano, siendo dichos planos substancialmente perpendiculares a un eje de rotación del engranaje central, en la que el primer plano está alineado con un lado interno del primer portador planetario en una posición en la que el árbol del engranaje planetario es llevado por el primer portador planetario, y
- 20 en la que el segundo plano está alineado con un lado interno del segundo portador planetario en una posición en la que el árbol del engranaje planetario es llevado por el segundo portador planetario.
- De esta manera se garantiza que las desalineaciones de los engranajes se reduzcan y el reparto de carga entre los engranajes comprendidos en dicha etapa de engranajes epicicloidales incluso se mantenga.
- Además, el engranaje puede mantener los engranajes alineados con el eje de rotación de tal manera que se logra una distribución uniforme de la carga a lo largo de la anchura de la cara del engranaje en un amplio intervalo de par de torsión y sin verse afectado por fuerzas y momentos transversales.
- 25 Además, garantiza que se obtenga una distribución de la carga bien equilibrada a lo largo de los engranajes prácticamente en cualquier operación. Esto a su vez reducirá la variación en las condiciones operativas a las que los engranajes están expuestos y harán los engranajes más robustos.
- Además, la varianza en las condiciones de funcionamiento de los cojinetes planetarios se reduce y, por lo tanto, la robustez de este componente crítico se aumenta.
- 30 También se asegura que los componentes individuales de dicha etapa de engranajes epicicloidales puedan ser reemplazados sin reemplazar toda la etapa de engranajes o caja de engranajes de turbina eólica.
- En un aspecto de la invención, dicho primer y segundo plano son planos substancialmente perpendiculares al eje de rotación del engranaje central, y
- 35 dicho primer plano está alineado con un extremo de los engranajes planetarios, y dicho segundo plano está alineado con el otro extremo de los engranajes planetarios.
- En otro aspecto de la invención, dicho primer y segundo plano son planos substancialmente perpendiculares al eje de rotación del engranaje central, y
- dicho primer plano comprende un primer punto de la superficie de engrane de los engranajes planetarios, y
- 40 dicho segundo plano comprende un segundo punto de la superficie de engrane de los engranajes planetarios.
- De esta manera se garantiza que dichas zonas de transferencia de par de torsión se puedan colocar en un plano, con lo cual una alineación esencial de, por ejemplo, el eje planetario, se puede mantener independiente de la carga del par de torsión externo aplicado. Además, se garantiza que la alineación del eje planetario se ve mínimamente afectada por fuerzas transversales y momentos de flexión que actúan en una parte de transferencia de par de torsión, por ejemplo, transfiriendo un par de torsión desde un rotor de la turbina eólica a dicha etapa de engranajes epicicloidales.
- 45

- 5 En otro aspecto de la invención, dicha primera brida del portador planetario y dicha segunda brida del portador planetario se unen juntas en dichas zonas de transferencia de par de torsión mediante fundición, soldadura, pernos de unión, remaches, etc. De esta manera, se garantiza que la transferencia del par de torsión, por ejemplo, entre las partes de transferencia del par de torsión y los ejes planetarios se hace en un plano axial que está conformado de tal manera que se logre una desviación controlada y así una desalineación controlada del contacto de los engranajes.
- incluso otro aspecto más de la invención, dicho un lado es el extremo de accionamiento de una etapa de engranajes y dicho otro lado es el extremo de no accionamiento de una etapa de engranajes.
- 10 En otro aspecto de la invención, dicha parte de transferencia del par de torsión y dicha primera brida de portador planetario se forman en una parte. Así, se logra una transferencia de par de torsión mejorada entre la parte de transferencia del par de torsión y dicha primera brida de portador planetario, que a su vez garantiza que la alineación del eje planetario esté mínimamente afectada.
- 15 En otro aspecto de la invención, dicha primera brida de portador planetario y dicha segunda brida de portador planetario se forman en una parte. Así, se logra una transferencia mejorada del par de torsión entre dicha primera brida de portador planetario y dicha segunda brida de portador planetario, que a su vez garantiza que la alineación del eje planetario esté mínimamente afectada.
- 20 En otro aspecto de la invención, dicha parte de transferencia del par de torsión y dicha primera brida de portador planetario y dicha segunda brida de portador planetario se forman en una parte. Así, se logra un grado máximo de transferencia de par de torsión entre los componentes de dicha etapa de engranajes epicicloides, que a su vez garantiza que la alineación del eje planetario esté mínimamente afectada.
- 25 En un aspecto adicional de la invención, dichas zonas de transferencia de par de torsión están situadas substancialmente en el punto medio de la distancia entre los lados internos del primer y segundo portador planetario. Así, se garantiza que la transferencia del par de torsión entre, por ejemplo, las partes de transferencia del par de torsión y los ejes planetarios se realiza en el plano axial, en el que la alineación del eje planetario está mínimamente afectada, lo que a su vez aumenta la robustez de este componente crítico.
- 30 En otro aspecto de la invención, dichas zonas de transferencia del par de torsión están situadas en un desplazamiento desde el punto medio del punto medio de la distancia entre los lados internos del primer y segundo portador planetario. Así, se puede lograr una desalineación controlada del engranaje, por ejemplo, en el orden de magnitud de la torsión del piñón central.
- 35 En otro aspecto de la invención, dicho desplazamiento está en el intervalo del 0 al 50% de la distancia entre los lados internos del primer y segundo portador planetario, preferentemente en el intervalo del 5 al 20%.
- 40 En otro aspecto de la invención, dicho engranaje central y dicho engranaje planetario y dicho engranaje anular son engranajes helicoidales simples. Así, se garantiza un engranaje ventajoso respecto al contacto suave de los engranajes, la reducción de la vibración y la variación de la carga, así como la emisión de ruido.
- 45 En otro aspecto de la invención, dicha parte de transferencia del par de torsión está conectada a dicho al menos uno de dichas primera y segunda bridas de portador planetario en una o más zonas de transferencia del par de torsión mediante uno o más acoplamientos, tales como salientes, conos, pernos, etc. De esta manera, se garantiza que se mejora la distribución de la carga entre los engranajes planetarios, es decir, el aislamiento de las cargas transversales y que se logre la amortiguación que impide la transmisión de ruido transmitido a la estructura a través de la parte de transferencia del par de torsión, por ejemplo, para la reducción de la excitación de un aspa del rotor de turbina eólica mediante las frecuencias de los engranajes. Además, se logra un fácil montaje de la etapa de engranajes.
- En otro aspecto de la invención, dicho engranaje anular gira durante la operación. De esta manera, se garantiza que el par de torsión se transfiera a los distintos tipos de etapas de engranajes, por ejemplo, con un portador fijo, en cuyo caso la parte de transferencia del par de torsión 25 es parte del alojamiento, o con un portador giratorio, como parte de un engranaje epicicloidal de 3 vías.
- La invención también se refiere a una caja de engranajes de turbina eólica que comprende una o más etapas de engranajes epicicloides según las reivindicaciones 1 a 14, en las que se obtiene una caja de engranajes de turbina eólica ventajosa.
- 50 Además, la invención se refiere a una turbina eólica que comprende una caja de engranajes de turbina eólica según la reivindicación 15.

Figuras

La invención se describirá a continuación con referencia a las figuras, en las que

la figura 1 ilustra una gran turbina eólica moderna que incluye tres aspas de turbina eólica en el rotor de la turbina eólica,

la figura 2 ilustra esquemáticamente una realización de una góndola de turbina eólica tal como se ve desde el lateral,

5 la figura 3 ilustra esquemáticamente como un ejemplo de la técnica anterior, una realización de una caja de engranajes epicicloidal tal como se ve desde el frente,

La figura 4 ilustra esquemáticamente como un ejemplo de la técnica anterior, una realización de una caja de engranajes epicicloidal que comprende un portador planetario tal como se ve desde el frente,

la figura 5 ilustra esquemáticamente como un ejemplo de la técnica anterior, una parte de una sección transversal de una realización de una caja de engranajes epicicloidal tal como se ve desde el lateral,

10 la figura 6 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de una primera realización de la caja de engranajes epicicloidal de la invención, tal como se ve desde el lateral,

la figura 7 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de una segunda realización de la invención tal como se ve desde el lateral,

15 la figura 8 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de una tercera realización de la invención tal como se ve desde el lateral,

la figura 9 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención que comprende un saliente en la brida del portador para transmitir el par de torsión,

la figura 10 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención, que comprende un cono en la brida del portador para transmitir el par de torsión,

20 la figura 11 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención, que comprende pernos para conectar las partes de transferencia del par de tensión y las bridas del portador.

Descripción de la técnica conocida

25 La figura 1 ilustra una turbina eólica moderna 1, que comprende una torre 2 y una góndola de turbina eólica 3 situada en la parte superior de la torre 2. El rotor de la turbina eólica 4, que comprende tres aspas de la turbina eólica 5, está conectado a la góndola 3 a través del árbol de baja velocidad 6, que se extiende fuera de la parte delantera de la góndola 3.

30 La figura 2 ilustra una realización de una góndola de la turbina eólica 3, tal como se ve desde el lateral. El tren de transmisión en una turbina eólica tradicional 1 conocida en la técnica usualmente comprende un rotor 4 conectado a una caja de engranajes 7 mediante un árbol de baja velocidad 6. En esta realización, el rotor 4 comprende sólo dos aspas 5 conectadas al árbol de baja velocidad 6 por medio de un mecanismo de balanceo 8, pero en otra realización, el rotor 4 podría comprender otro número de aspas 5, tal como tres aspas 5, que es el número más común de aspas 5 en las turbinas eólicas modernas 1. En otra realización, el rotor 4 también podría conectarse directamente a la caja de engranajes 7.

La caja de engranajes 7 se conecta entonces al generador 9 por medio de un árbol de alta velocidad 10.

35 Debido al espacio limitado en la góndola 3 y para minimizar el peso de la góndola 3, el tipo de caja de engranajes 7 preferido en la mayoría de las turbinas eólicas 1 modernas es una caja de engranajes epicicloidal, pero otros tipos de cajas de engranajes 7 también son factibles, tal como una o más cajas de engranajes rectas, cajas de engranajes de tornillo sinfín, cajas de engranajes helicoidales, o una combinación de de diferentes tipos de transmisión y caja de engranajes 7.

40 La figura 3 ilustra como un ejemplo de la técnica anterior, una realización de una etapa de engranajes epicicloidales 11 tal como se ve desde el frente. Los engranajes planetarios 12 se engranan y giran alrededor de un engranaje central 13 en el medio y se engranan con un engranaje anular exterior 14. Las flechas indican que los engranajes planetarios 12 giran todos en la misma dirección y que el engranaje central 13 gira en la dirección opuesta.

45 En esta realización, la etapa de engranajes epicicloidales 11 comprende tres engranajes planetarios 12, pero en otra realización también podría comprender otro número mayor o igual a 2 engranajes planetarios 12.

Cada engranaje planetario 12 está provisto de uno o más cojinetes del engranaje planetario 17 y cada uno de los engranajes planetarios 12 con cojinetes 17 se montan en un árbol del engranaje planetario 16.

La figura 4 ilustra un ejemplo de la técnica anterior, una realización de una etapa de engranajes epicicloidales 11 que comprende un portador planetario 15, tal como se ve desde el frente. El portador planetario 15 conecta los

engranajes planetarios 12 por la fijación de los árboles del engranaje planetario 16, haciéndolo girar ya que los engranajes planetarios 12 se desplazan alrededor del engranaje central.

Típicamente, el engranaje anular 14 está conectado a un armazón de soporte, al alojamiento de la caja de engranajes o se fija de otras formas, pero en algunos tipos de cajas de engranajes epicicloidales 11, el engranaje anular 14 también podría girar. Además, los engranajes ilustrados sólo muestran una etapa de una caja de engranajes. La caja de engranajes completa podría comprender una serie de etapas, como la que se muestra para aumentar el engranado, o podría comprender una serie de etapas diferentes, por ejemplo, una primera etapa en la que falta el engranaje central y el árbol de entrada 18 gira el engranaje anular 14, que se engrana con una serie de engranajes planetarios 12. Los engranajes planetarios 12 de las primeras etapas se conectan entonces con los engranajes planetarios 12 de mayor tamaño en una segunda etapa, que se engranan con un engranaje central 13, que está conectado al árbol de salida de la etapa de engranajes epicicloidales 11.

Otros diseños de cajas de engranajes también son factibles, dependiendo a menudo de en qué se va a usar la caja de engranajes. En las turbinas eólicas, la caja de engranajes 11 se puede diseñar para llevar toda la carga del par de torsión del rotor, lo que significa que la caja de engranajes 11 tiene que estar diseñada para soportar esta carga masiva del par de torsión en el lado de la entrada de la caja de engranajes 11, mientras que la carga del par de torsión en el lado de la salida de la caja de engranajes sería significativamente menor. Las cajas de engranajes epicicloidales 11 usadas en diferentes turbinas eólicas 1 o las cajas de engranajes 11 usadas en otras aplicaciones, por lo tanto, se podrían diseñar de manera diferente para satisfacer diferentes necesidades.

En esta realización de una realización de una etapa de engranajes epicíclicos 11, el portador planetario 15 se forma como una placa de una pieza que conecta los tres engranajes planetarios 12, pero en otra realización, el portador planetario 15 también podría comprender uno o más cojinetes para el guiado y la estabilización del portador 15. Este sería el caso, por ejemplo, si el portador 15 se conectó a un rotor de una turbina eólica, y el portador planetario 15 también tuviera que transferir toda la carga del rotor. El anillo interior de un cojinete de gran diámetro podría montarse entonces, por ejemplo, en el exterior del engranaje anular 14 y el anillo exterior del cojinete podría conectarse al portador planetario 15, que se extendería entonces más allá del engranaje anular 14, o un portador planetario o más o menos circular 15 podría estar provisto de un cojinete alrededor de su perímetro exterior, en el que el anillo exterior del cojinete se conectó al engranaje anular 14, al alojamiento de la caja de engranajes 20 o fijo de otras formas.

La figura 5 ilustra como un ejemplo de la técnica anterior, una parte de una sección transversal de una realización de una etapa de engranaje epicicloidal 11 con un solo portador de brida, tal como se ve desde el lateral. En esta realización de una etapa de engranajes epicicloidales 11, los engranajes planetarios 12 están cada uno provistos de dos cojinetes yuxtapuestos 17, pero en otra realización los engranajes planetarios 12 podrían estar provistos de otro número de cojinetes 17 o los cojinetes 17 podrían colocarse en el soporte planetario 15, en el que el árbol 16 se conectaría entonces rígidamente a los engranajes planetarios 12.

El soporte planetario 15 está provisto de un árbol de entrada 18, que podría ser el árbol de baja velocidad de una turbina eólica, pero en otra realización, el portador 15 podría acoplarse directamente en el equipo de generación de entrada, tal como el buje de un rotor de turbina eólica.

Los engranajes planetarios 12 se engranan con el engranaje anular 14, que en esta realización está rígidamente conectado al alojamiento de la caja de engranajes 20, y con el engranaje central 13, que está provisto de un árbol de salida 19, por ejemplo, conectado a otra etapa de engranajes o conectado a un generador de turbina eólica.

Descripción detallada de la invención

La figura 6 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de una primera realización de la etapa de engranajes epicicloidales de la invención tal como se ve desde el lateral. En esta realización, los engranajes planetarios 12 están soportados por cojinetes de engranajes planetarios 17 y el árbol del engranaje planetario 16. El árbol del engranaje planetario 16 se apoya entre dos bridas de portador planetario 21, 22. El par de torsión del rotor se transfiere a las bridas de portador planetario 21, 22 mediante una parte de transferencia del par de torsión 25 que está conectada a uno o ambos de dichas bridas 21, 22 en zonas de transferencia del par de torsión 23. La parte de transferencia del par de torsión 25 y la primera y segunda bridas de portador planetario 21, 22 están formadas de tal manera que hay un espacio libre 24 entre dichas bridas 21, 22 y la parte de transferencia del par de torsión 25, excepto sustancialmente en las zonas de transferencia del par de torsión 23.

De acuerdo con la presente invención, las zonas de transferencia del par de torsión 23 están situadas entre un primer y un segundo planos, siendo dichos planos sustancialmente perpendiculares a un eje de rotación del engranaje central 13, en el que el primer plano está alineado con un lado interior del primer portador planetario 21 en una posición donde el árbol del engranaje 16 es llevado por el primer portador planetario 21, y en el que el segundo plano está alineado con un lado interno del segundo portador planetario 22 en una posición donde el árbol del engranaje 16 es llevado por el segundo portador planetario 22.

En la figura 6, dichos primer y segundo planos, de acuerdo con esta realización de la invención, están indicados mediante líneas de puntos indicadas $lim1$ y $lim2$.

- 5 Además, según la realización representada en la figura 6, dichas zonas de transferencia del par de torsión 23 están situadas en un plano neutro definido como para ser un plano substancialmente perpendicular al eje de rotación del engranaje central 13 y substancialmente en el punto medio de la distancia entre los lados internos del primer y segundo portador planetario 31 ($L = 0$).

Dicha parte de transferencia del par de torsión 25 es para diversas realizaciones de la invención una parte del árbol de baja velocidad de una turbina eólica, pero en otras realizaciones, la parte de transferencia del par de torsión 25 está acoplada directamente al equipo de generación de entrada, tal como el buje de un rotor de la turbina eólica.

- 10 Los engranajes planetarios 12 se engranan con el engranaje anular, que para diferentes realizaciones de la invención, está conectado rígidamente con el alojamiento de la caja de engranajes. Además los engranajes planetarios 12 se engranan con el engranaje central 13, que está provisto de un árbol de salida, por ejemplo, conectado a otra etapa de engranajes o conectados a un generador de turbina eólica.

Algunas líneas de contorno que se muestran en la figura 6 se omiten en las figuras siguientes.

- 15 La figuras 7 y 8 ilustran esquemáticamente una parte de una sección transversal de una segunda y tercera realización de la etapa de engranajes epicicloides 11 de la invención tal como se ve desde el lateral. En estas realizaciones, las zonas de transferencia del par de torsión 23 están desplazadas del plano neutro, tal como se define en la explicación de la figura 6.

- 20 La figura 7 ilustra una realización en la que dicha dislocación está orientada en la dirección de eje X negativo, es decir en $L = -a$, y la figura 8 ilustra una realización donde dicha dislocación está orientada en la dirección del eje X positivo, es decir, en $L = b$.

- 25 La figura 9 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención, que comprende un saliente 27 en la brida del soporte para transmitir el par de torsión. El saliente 27 puede variar, para varias realizaciones, en sus dimensiones como para adaptarse a las dimensiones de las bridas de portador 21, 22, los orificios pasantes en las bridas de portador 21, 22, y al par de torsión y las fuerzas a las que puede estar expuesto, etc.

- 30 La figura 10 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención, que comprende un cono 28 en la brida de portador para transmitir el par de torsión. El cono 28 puede variar, para varias realizaciones, en sus dimensiones y en la forma como para adaptarse a las bridas de portador 21, 22 y al par de torsión y a las fuerzas a las que puede estar expuesto y similares.

- 35 La figura 11 ilustra esquemáticamente una parte de una sección transversal de otra realización de la invención, que comprende pernos 29 para conectar las partes de transferencia del par de torsión y las bridas de portador. Los pernos 29 pueden variar, para varias realizaciones, en sus dimensiones como para adaptarse a las dimensiones de las bridas de portador 21, 22, a los orificios pasantes en las bridas de portador 21, 22, al par de torsión y a las fuerzas a las que pueden estar expuestos, etc. Además, el material del que están hechos los pernos 29 puede ser de aleaciones específicas que permiten que los pernos soporten pares y fuerzas altas.

Para varias realizaciones de la invención, la parte de transferencia del par de torsión 25 y dicha primera brida de portador planetario 21 se forman en una pieza.

- 40 Para otras realizaciones de la invención, la primera y la segunda brida de portador planetario 21, 22 se forman en una pieza.

También para otras realizaciones de la invención, la parte de transferencia del par de torsión 25, la primera brida de portador planetario 21 y la segunda brida de portador planetario 22 se forman en una pieza.

Para varias realizaciones de la invención, cada parte de transferencia del par de torsión 25, la primera brida de portador planetario 21 y la segunda brida de portador planetario 22 pueden formarse en dos o más piezas.

45 **Lista de referencias**

En los dibujos, los siguientes números de referencia se refieren a:

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Góndola

- 4. Rotor
- 5. Aspa
- 6. Árbol de baja velocidad
- 7. Caja de engranajes de la turbina eólica
- 5 8. Mecanismo de balanceo
- 9. Generador
- 10. Árbol de alta velocidad
- 11. Etapa de engranajes epicicloides
- 12. Engranaje planetario
- 10 13. Engranaje central
- 14. Engranaje anular
- 15. Portador planetario
- 16. Árbol del engranaje planetario
- 17. Cojinete del engranaje planetario
- 15 18. Árbol de entrada
- 19. Árbol de salida
- 20. Alojamiento de la caja de engranajes
- 21. Primera brida de portador planetario
- 22. Segunda brida de portador planetario
- 20 23. Zonas de transferencia del par de torsión
- 24. Espacio libre entre las bridas de portador planetario y parte de transferencia del par de torsión
- 25. Parte de transferencia del par de torsión
- 26. Superficie de engrane del engranaje planetario
- 27. Saliente
- 25 28. Cono
- 29. Perno
- 30. Muñones de caucho
- 31. Distancia entre los lados internos del primer y segundo portadores planetarios

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica (1) que comprende una caja de engranajes de turbina eólica (7) con una etapa de engranajes epicicloidales (11), comprendiendo dicha etapa de engranajes epicicloidales (11)
un engranaje central (13),
5 por lo menos dos engranajes planetarios (12), engranados con dicho engranaje central (13), cada uno soportado por un árbol de engranaje planetario (16),
un engranaje anular (14),
una primera brida de portador planetario (21) conectada a un lado de los al menos dos de dichos engranajes planetarios (12), y
10 una segunda brida de portador planetario (22) conectada al otro lado de los al menos dos de dichos engranajes planetarios (12),
en la que el par de torsión desde el rotor de la turbina eólica (4) se transfiere a través de una parte de transferencia del par de torsión (25) conectada al menos a una de dichas primera y segunda bridas de portador planetario (21, 22) en una o más zonas de transferencia del par de torsión (23),
15 **caracterizado porque**
dichas uno o más zonas de transferencia del par de torsión (23) están situadas entre un primer y un segundo plano, siendo dichos planos substancialmente perpendiculares a un eje de rotación del engranaje central (13),
en la que el primer plano está alineado con el lado interno de la primera brida de portador planetario (21) en las posiciones en las que los árboles de los engranajes planetarios (16) son llevados por la primera brida de portador planetario (21), y
20 en la que el segundo plano está alineado con el lado interno de la segunda brida de portador planetario (22) en las posiciones en las que los árboles de los engranajes planetarios (16) son llevados por la segunda brida de portador planetario (22).
2. Turbina eólica (1) según la reivindicación 1, en la que dicho primer y segundo planos son planos substancialmente perpendiculares al eje de rotación del engranaje central (13), y
25 en la que dicho primer plano está alineado con un extremo de los engranajes planetarios (12), y
en la que dicho segundo plano está alineado con el otro extremo de los engranajes planetarios (12).
3. Turbina eólica (1) según la reivindicación 1 ó 2, en la que un dicho primer y segundo plano son planos substancialmente perpendiculares al eje de rotación del engranaje central (13), y
30 en la que dicho primer plano comprende un primer punto de la superficie de engrane de los engranajes planetarios (12), y
en la que dicho segundo plano comprende un segundo punto de la superficie de engrane de los engranajes planetarios (12).
4. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera brida de portador planetario (21) y dicha segunda brida de portador planetario (22) se unen juntas en dichas zonas de transferencia del par de torsión (23), tal como mediante fundición, soldadura, pernos de unión, remaches, etc.
35 5. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho un lado es el extremo de accionamiento de una etapa de engranajes (11) y dicho otro lado es el lado de no accionamiento de una etapa de engranajes (11).
6. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte de transferencia del par de torsión (25) y dicha primera brida de portador planetario (21) están formadas en una pieza.
40 7. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha primera brida de portador planetario (21) y dicha segunda brida de portador planetario (22) están formadas en una pieza.
8. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha parte de transferencia del par de torsión (25) y dicha primera brida de portador planetario (21) y dicha segunda brida de portador planetario (22) están formadas en una pieza.
45

9. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas zonas de transferencia de par de torsión (23) están situadas sustancialmente en el punto medio de la distancia (31) entre los lados internos del primer y segundo portadores planetarios (21,22).

5 10. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que dichas zonas de transferencia de par de torsión (23) están situadas en un desplazamiento desde el punto medio del punto medio de la distancia (31) entre los lados internos del primer y segundo portadores planetarios (21,22).

11. Turbina eólica (1) según la reivindicación 10, en la que dicho desplazamiento está en el intervalo del 0 al 50 % de la distancia (31) entre los lados internos del primer y segundo portadores planetarios (21,22), preferentemente en el intervalo del 5 al 20 %.

10 12. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho engranaje central (13) y dicho engranaje planetario (12) y dicho engranaje anular (14) son engranajes helicoidales simples.

13. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha parte de transferencia de par de torsión (25) está conectada a dicha al menos una de dichas primera y segunda bridas de portador planetario (21,22) en una o más zonas de transferencia de par de torsión (23) por uno o más acoplamientos tales como salientes, (27), conos (28), pernos (29), etc..

15

14. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho engranaje anular (14) gira durante el funcionamiento.

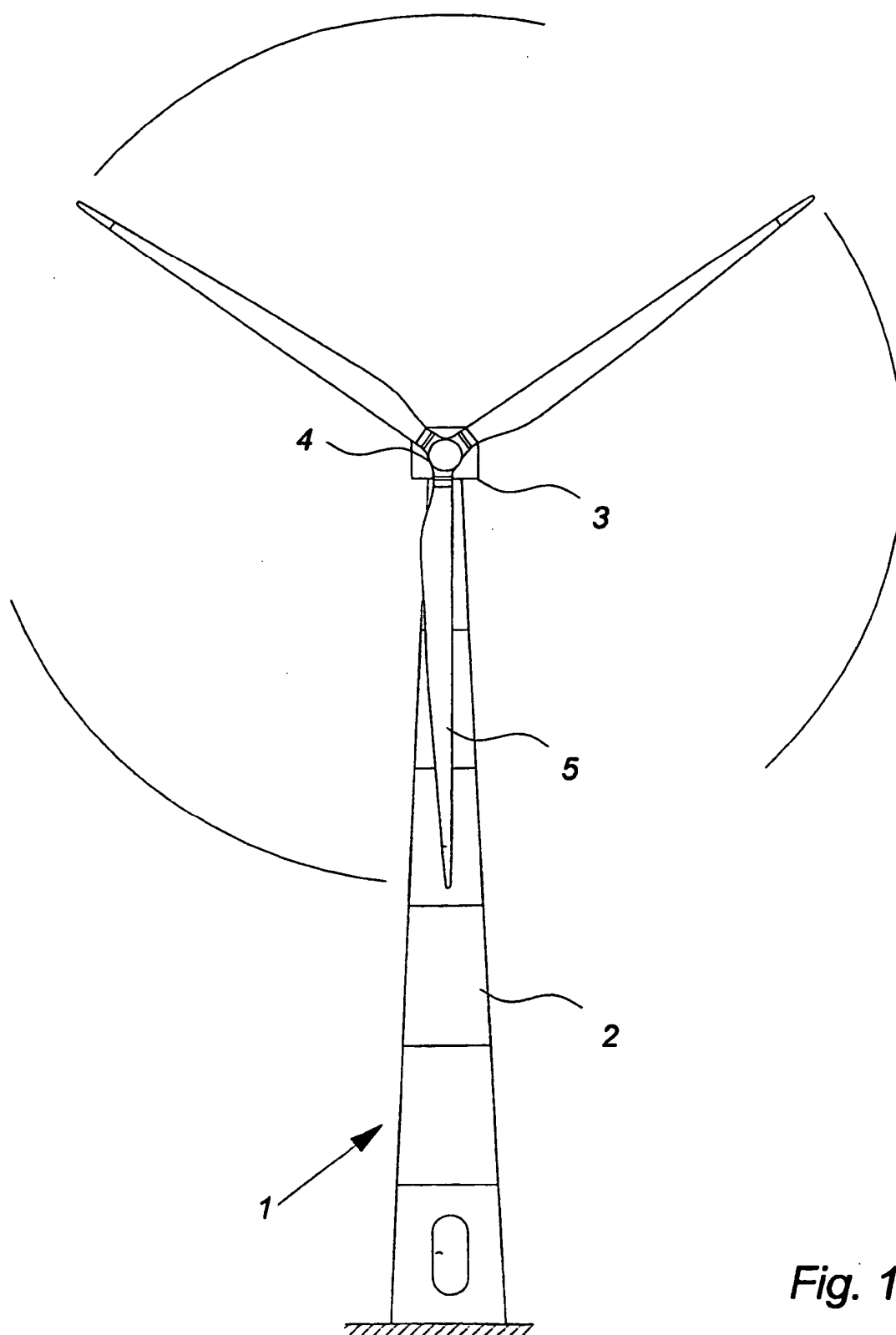


Fig. 1

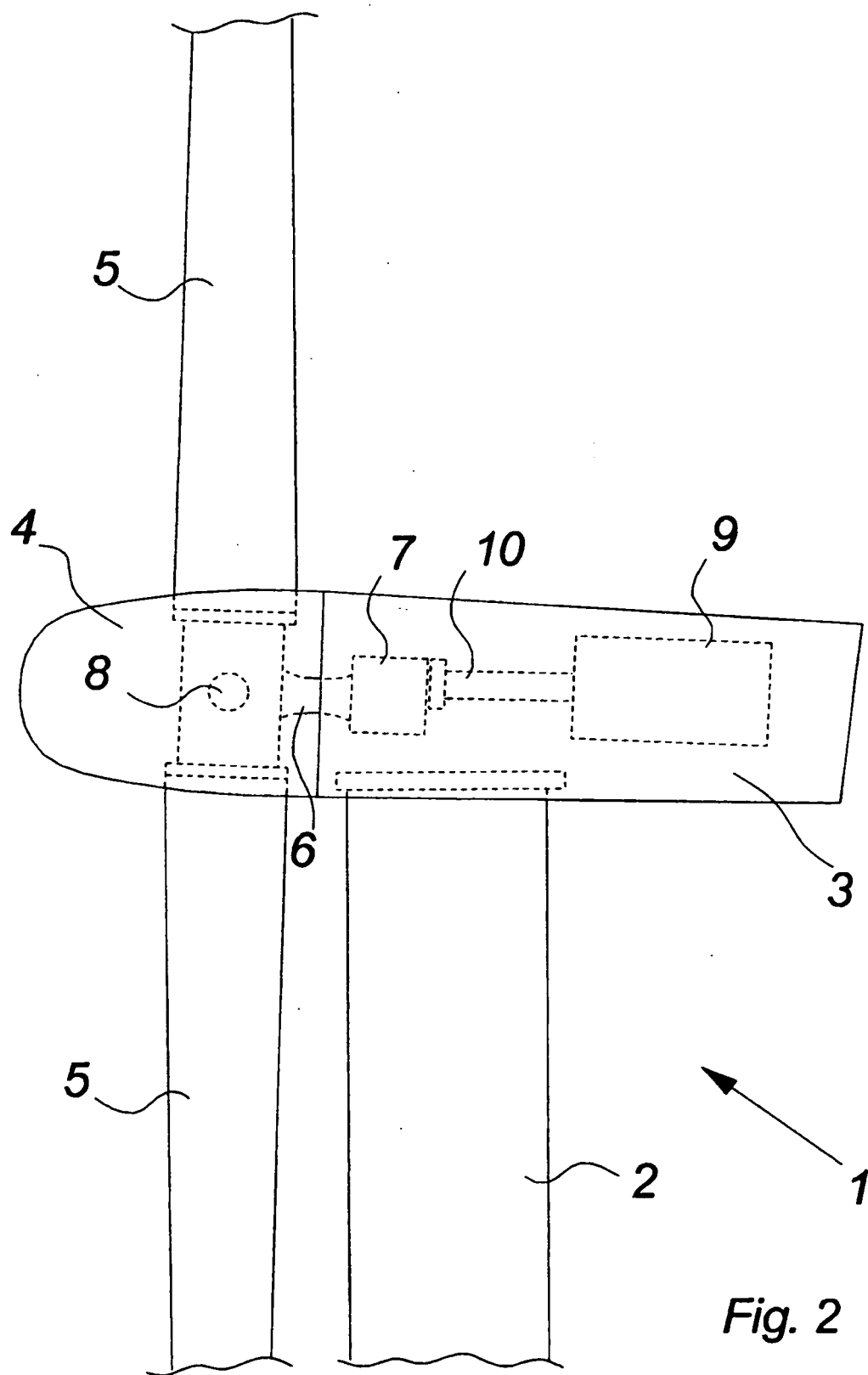


Fig. 2

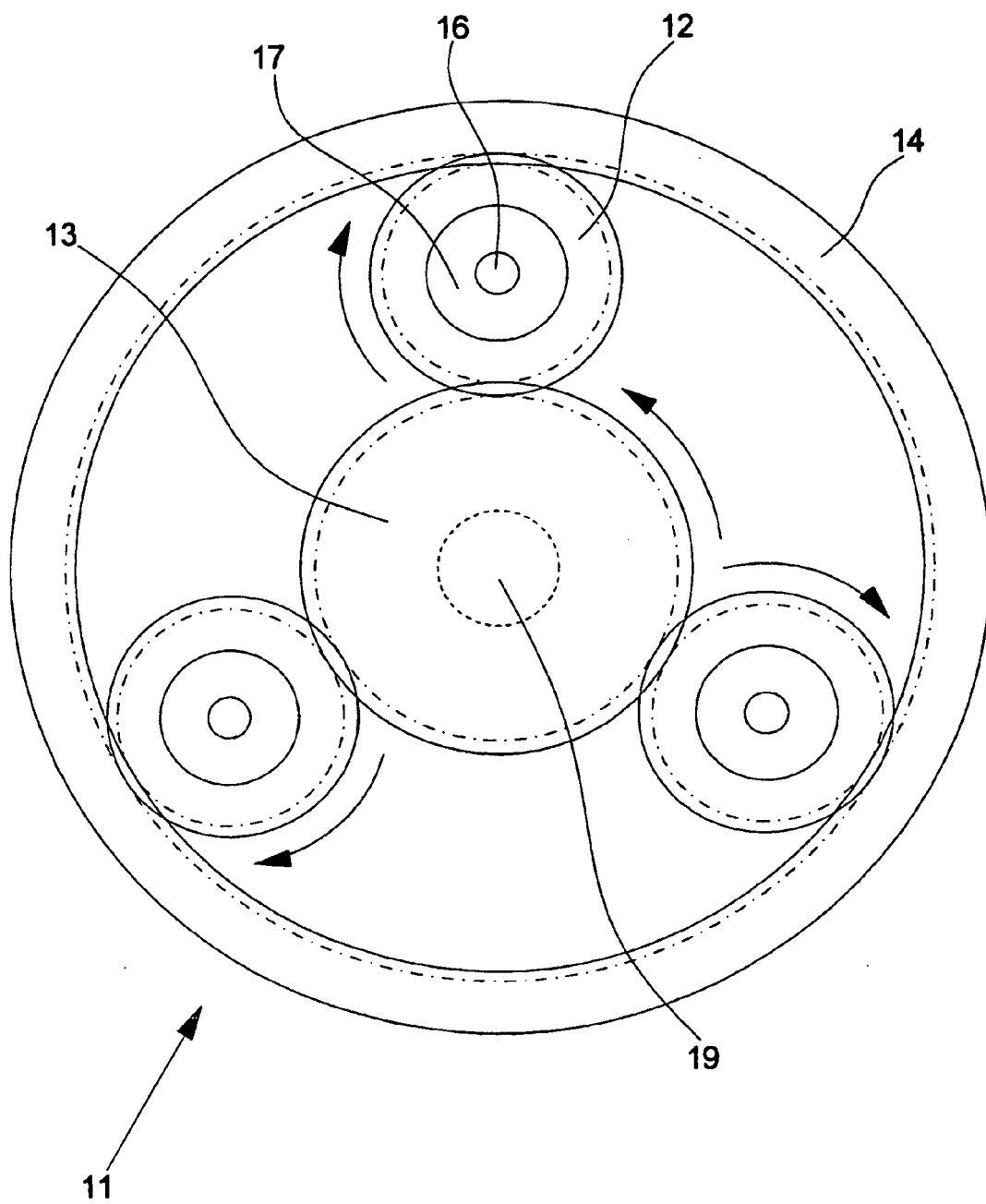


Fig. 3

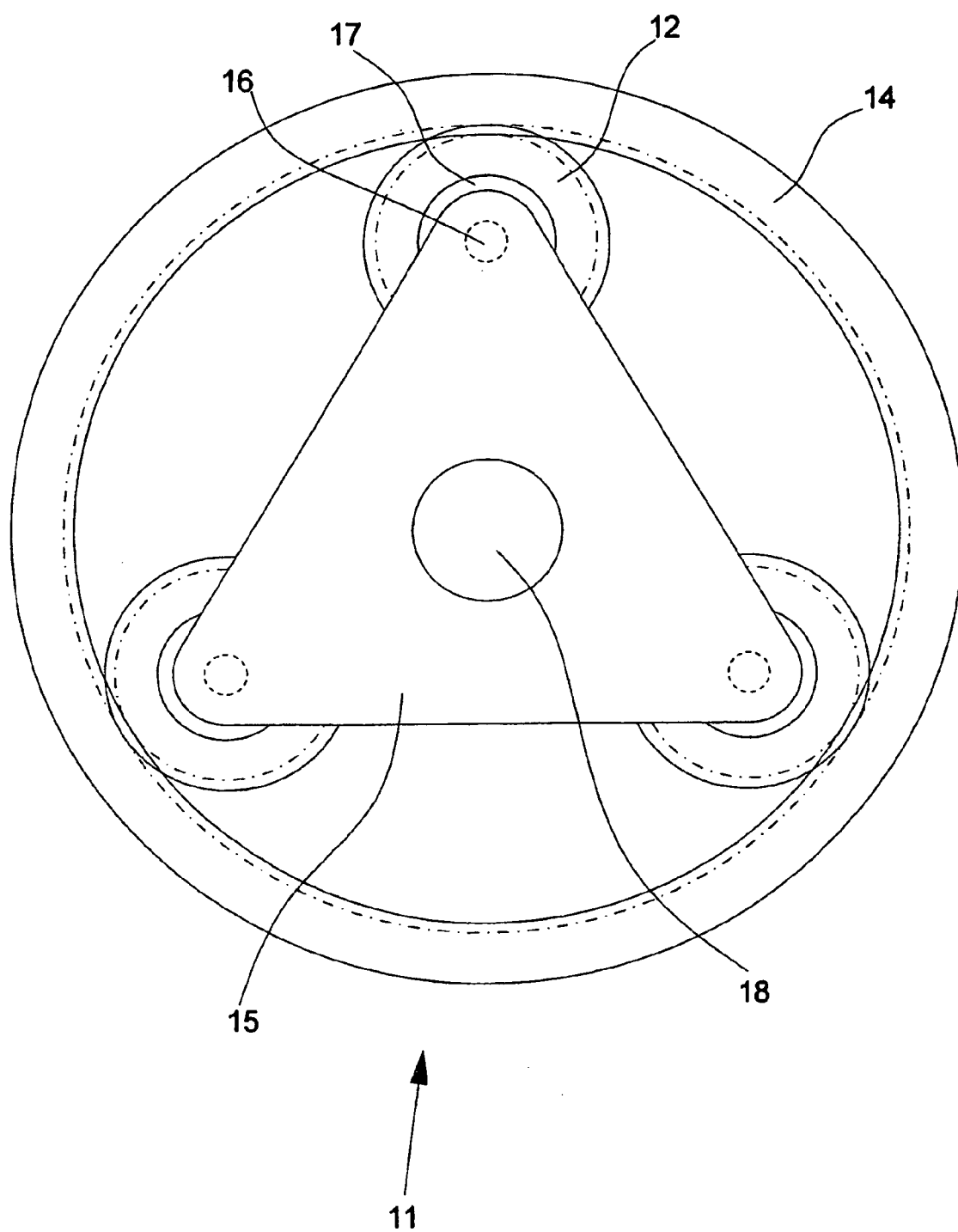


Fig. 4

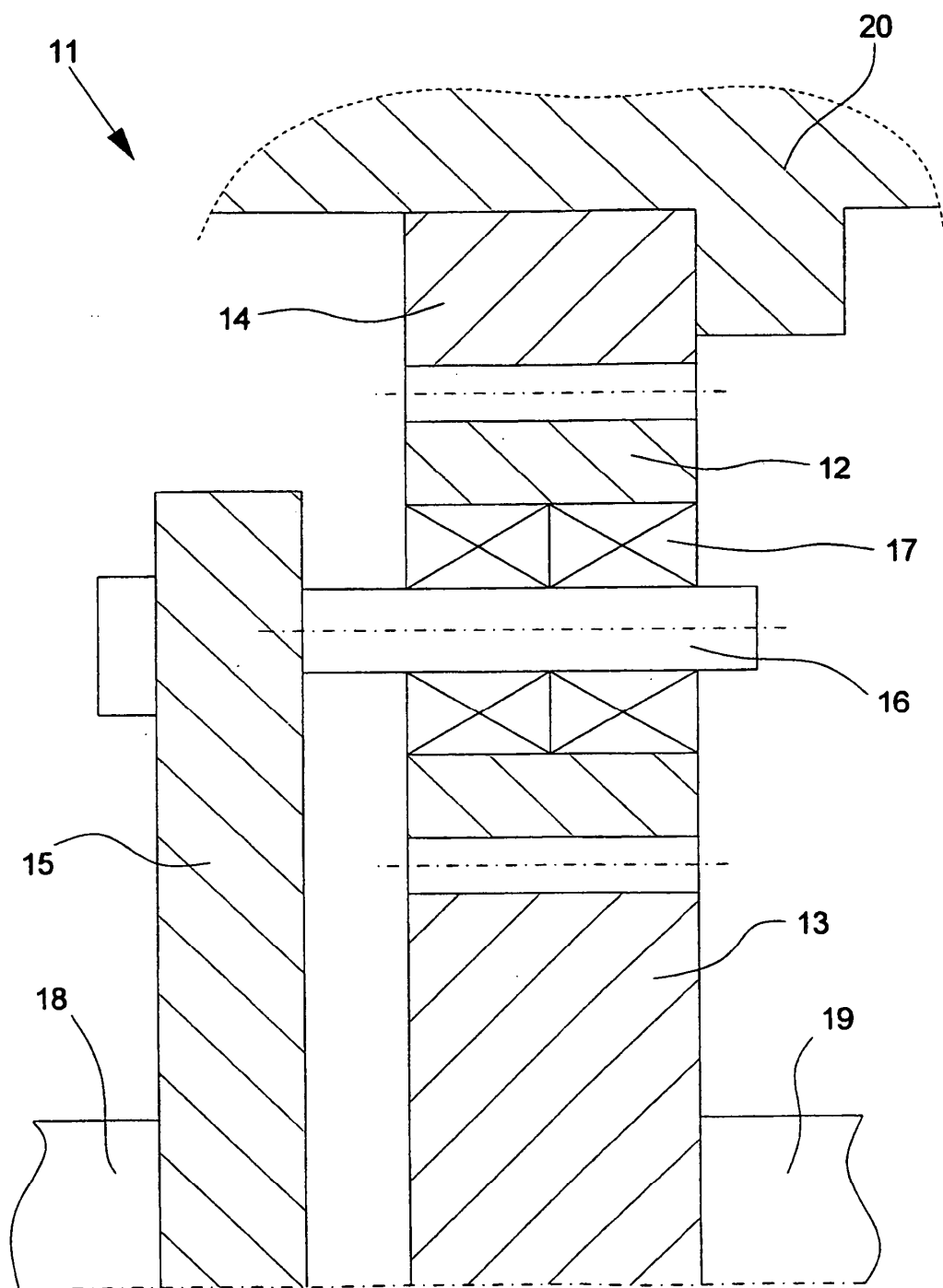


Fig. 5

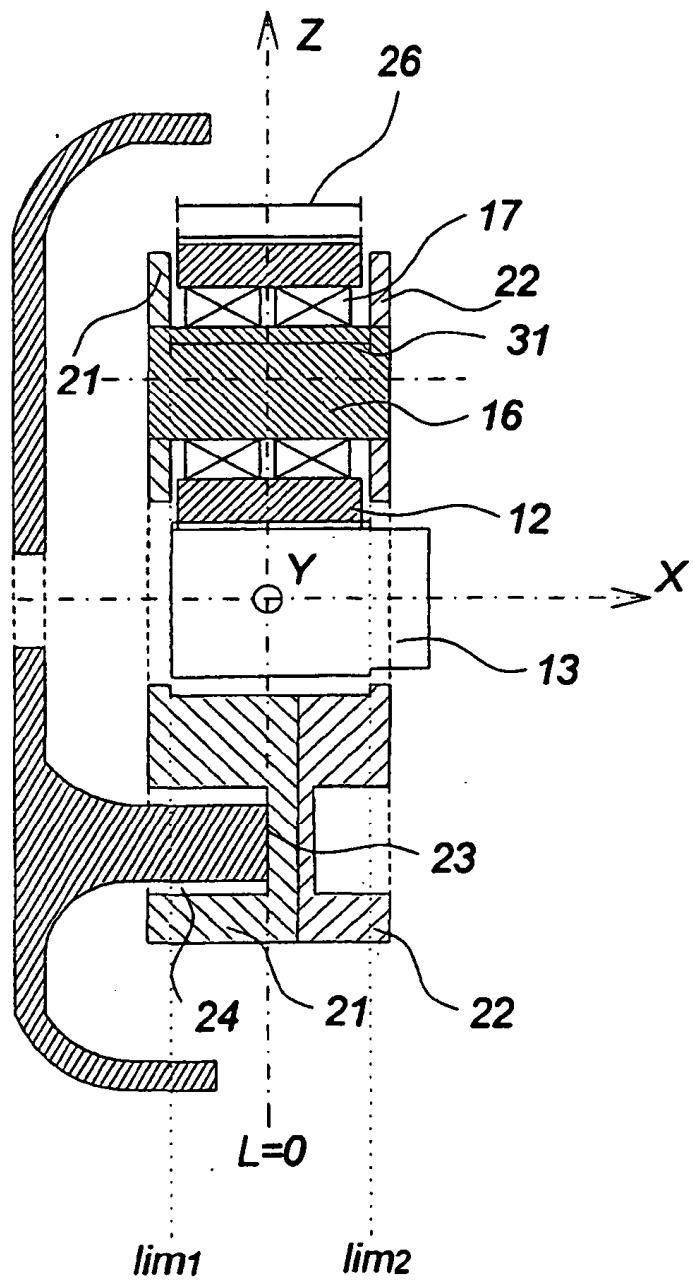


Fig. 6

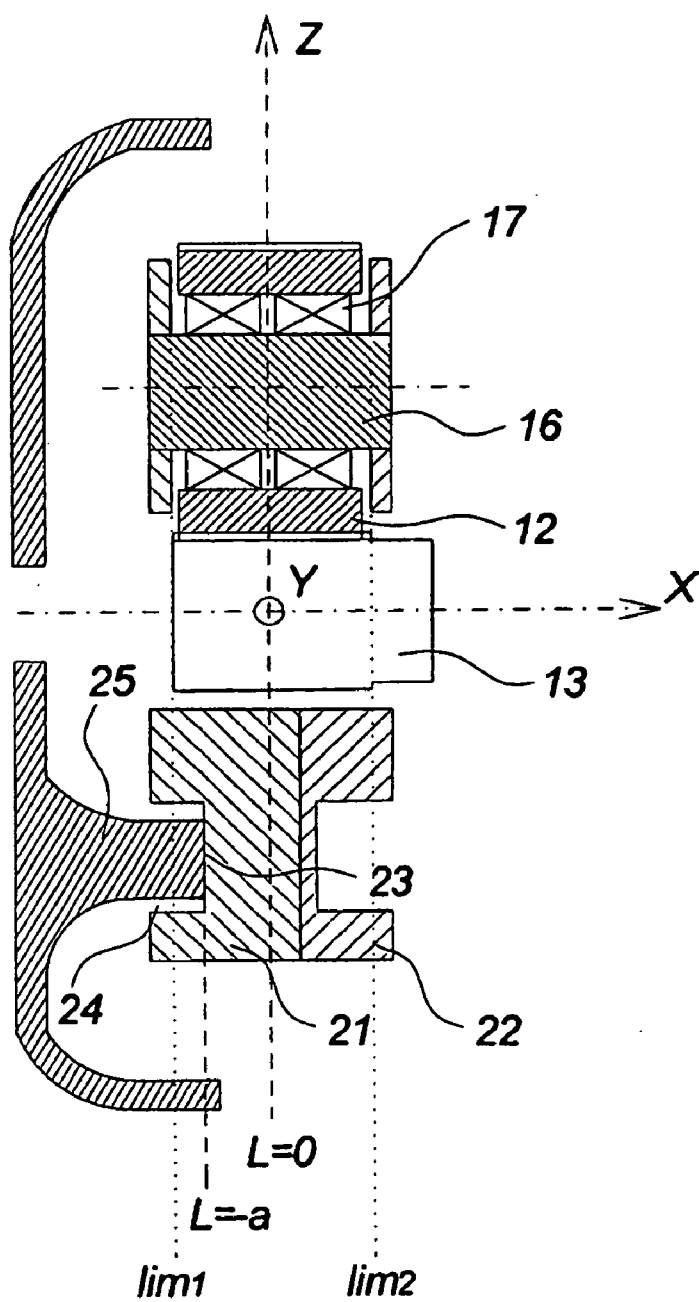


Fig. 7

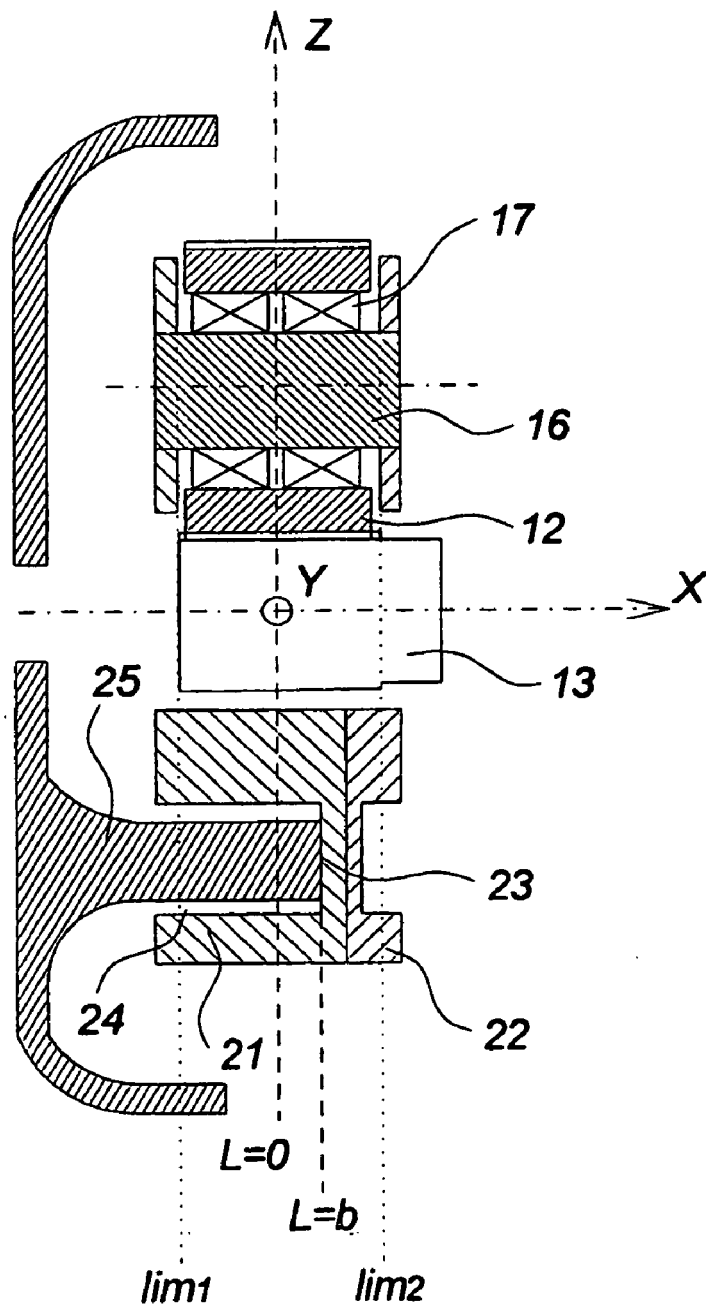


Fig. 8

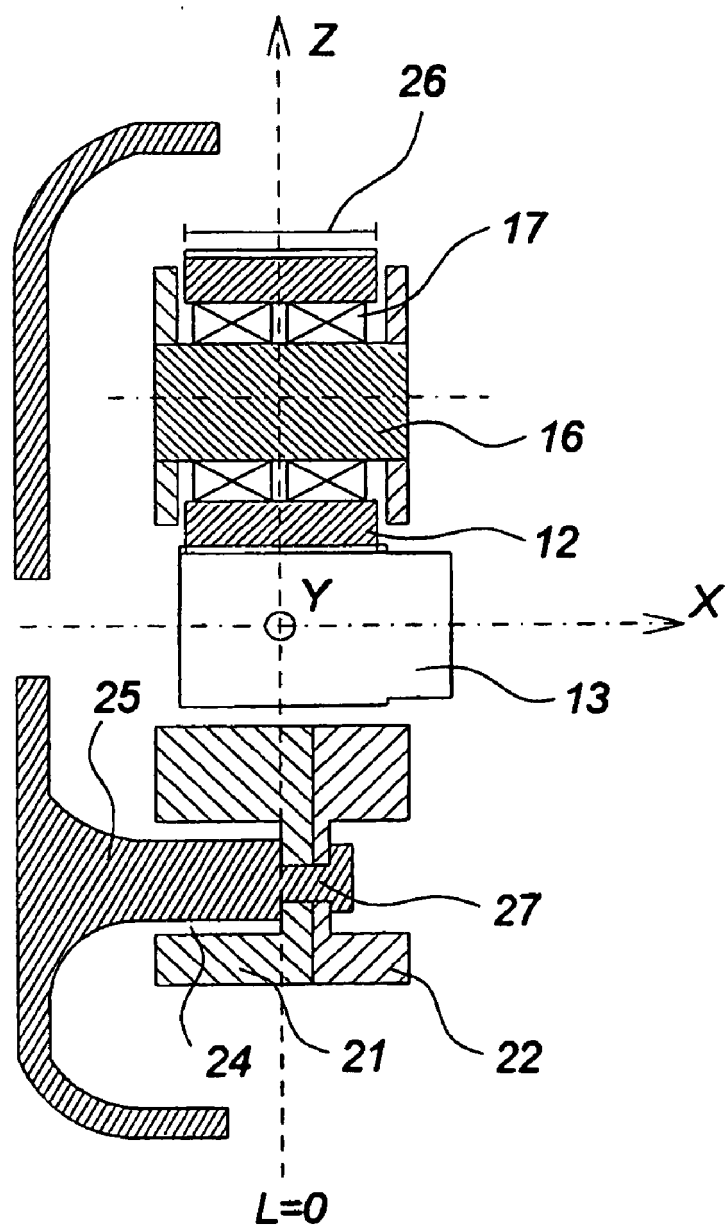


Fig. 9

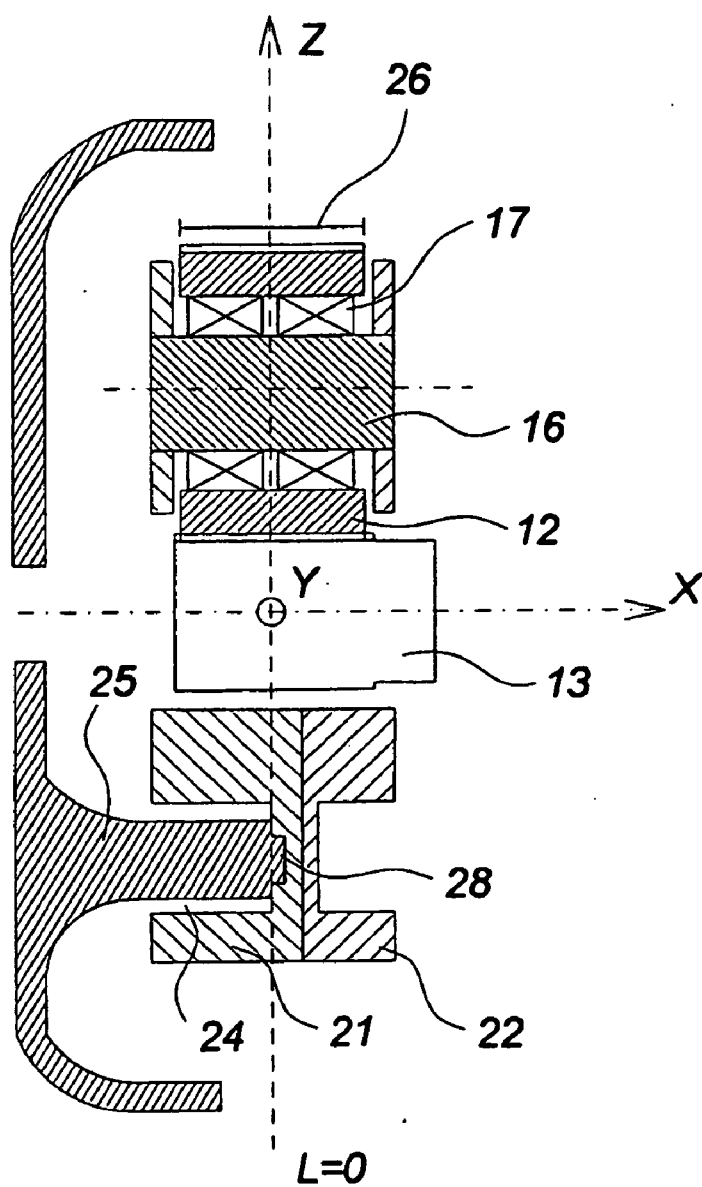


Fig. 10

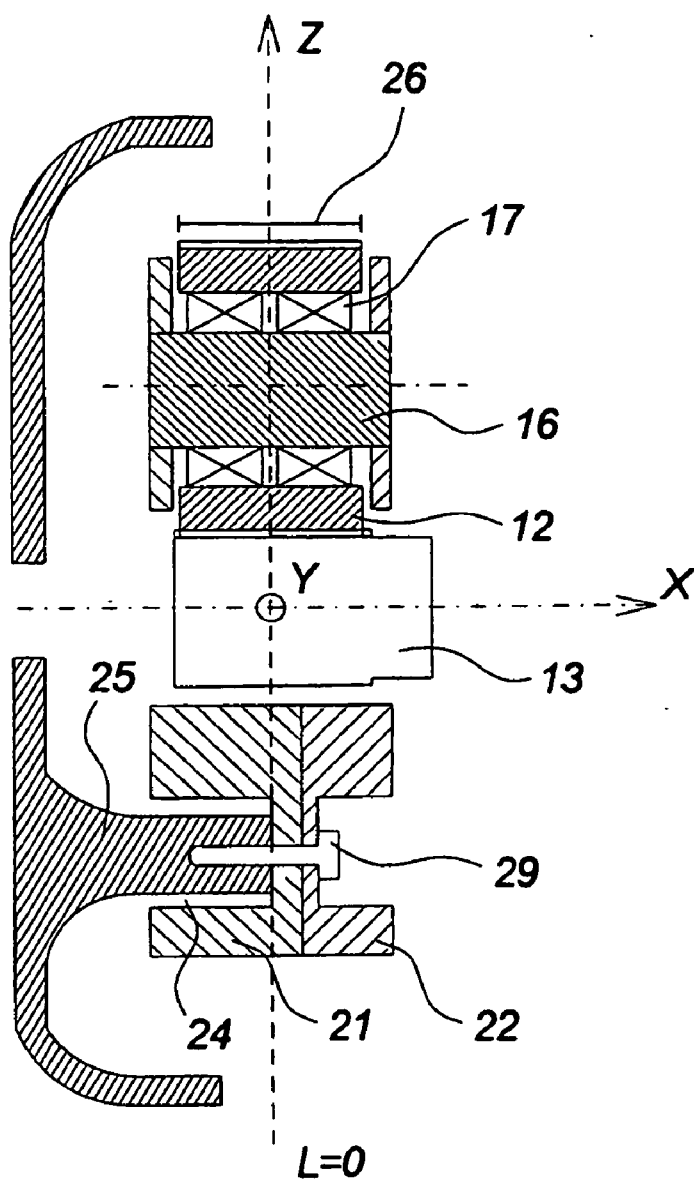


Fig. 11