

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 601**

51 Int. Cl.:

F16H 1/28 (2006.01)

F16H 57/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2009** **E 09447062 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013** **EP 2330315**

54 Título: **Unidad de engranajes planetarios**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2013

73 Titular/es:

ZF WIND POWER ANTWERPEN NV (100.0%)
De Villermontstraat 9
2550 Kontich, BE

72 Inventor/es:

SMOOK, WARREN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 427 601 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

Unidad de engranajes planetarios

Campo técnico del invento

5 El presente invento se refiere a una unidad de engranajes para turbinas de viento. Más particularmente, el presente invento se refiere a una unidad de engranajes planetarios, a una caja de engranajes que comprende tal unidad de engranajes planetarios y a una turbina de viento que comprende tal caja de engranajes.

Antecedentes del invento

10 Las cajas de engranajes para turbinas de viento pueden comprender al menos una unidad de engranajes planetarios que comprende un portador de planetas, engranajes planetarios, un engranaje solar y una corona dentada o engranaje anular. La fig. 1a y la fig. 1b ilustran esquemáticamente una unidad 10 de engranajes planetarios de acuerdo con la técnica anterior. La unidad 10 de engranajes planetarios comprende un alojamiento 1 en el que están situados una pluralidad de engranajes planetarios 2 y árboles de planeta 3 y un portador de planetas 4. Los engranajes planetarios 2 están soportados giratoriamente por cojinetes de planeta 2a. La unidad 10 de engranajes planetarios comprende además una corona dentada 5 y un engranaje solar 6 para interacción mutua con los engranajes planetarios 2. El portador de planetas 15 4 comprende una placa de respaldo o apoyo 7 con ánimas 8 a través de las cuales se extienden los árboles de planeta 3. El portador de planetas 4 está conectado al cubo del rotor (no mostrado) de la turbina de viento y está montado giratoriamente en el alojamiento 1 por medio del cojinete 9 del portador de planetas (véase la fig. 1b).

20 Se conocen diseños de caja de engranajes en los que el cojinete del soporte de planetas, además de soportar giratoriamente el portador de planetas, también sirve como un cojinete principal para soportar el cubo del rotor al que está conectado el portador de planetas 4. Sin embargo, utilizar un cojinete principal para soportar tanto el cubo del rotor como el portador de planetas 4 es menos rígido que en los diseños más clásicos por lo que el cubo del rotor y el portador de planetas 4 están soportados por cojinetes separados. Cuando se utiliza un cojinete principal para soportar tanto el cubo del rotor como el portador de planetas 4, pueden producirse desalineaciones entre el portador de planetas 4 y el engranaje anular 5 que aumentan el riesgo de causar daño a los engranajes planetarios 2.

25 Una solución conocida para este problema es fijar los árboles de planeta 3 al portador de planetas 4 de una forma más o menos flexible, como es conocido en la técnica anterior. Sin embargo, en este caso y en circunstancias particulares, por ejemplo bajo cargas particulares, los árboles de planeta 3 pueden girar con respecto al portador de planetas 4. La rotación de los árboles de planeta 3 durante la operación de la caja de engranajes puede provocar daños. Como consecuencia, el tiempo de vida de la unidad 10 de engranajes planetarios puede disminuir.

30 Resumen del invento

Es un objeto de las realizaciones del presente invento proporcionar una unidad de engranajes planetarios según la reivindicación 1, una caja de engranajes según la reivindicación 8, que comprende tal unidad de engranajes planetarios y una turbina de viento según la reivindicación 9 que comprende tal caja de engranajes.

35 Es aún otro objeto de las realizaciones del invento proporcionar un método según la reivindicación 10 para determinar una posición para prever una chaveta en un árbol de planeta en una unidad de engranajes planetarios.

El objetivo anterior es conseguido por un método y un dispositivo de acuerdo con las realizaciones del presente invento.

El presente invento se refiere a una unidad de engranajes planetarios con engranajes solar, planetario y corona dentada, árboles de planeta y un portador de planetas, por lo que en ambos lados del árbol de planeta está montado un engranaje planetario sobre el árbol de planeta por medio de cojinetes.

40 En un primer aspecto, el presente invento proporciona una unidad de engranajes planetarios que comprende:

- un portador de planetas que comprende una placa de respaldo y que está provisto con árboles de planeta distribuidos uniformemente alrededor del eje del portador de planetas y que se extiende a través de ánimas en la placa de respaldo, soportando giratoriamente cada árbol de planeta un par de engranajes planetarios por medio de cojinetes de planeta, estando montados los engranajes planetarios entre una corona dentada y un engranaje solar para interacción mutua, y

45 - una chaveta prevista en un chavetero en el árbol de planeta y que se extiende a la placa de respaldo para impedir que al menos un árbol de planeta gire alrededor de su propio eje, en que la chaveta y el chavetero son previstos en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo mediante el trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no hay contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, pero tampoco en una posición o una zona de tensión más elevada de las

ánimas en la placa de respaldo.

La existencia y posición de zonas de tensión más elevada dependen del tipo de unidad de engranajes planetarios y así dependen del tipo de placa de respaldo utilizada. Sin embargo, para cada tipo de placa de respaldo, un experto en la técnica puede determinar fácilmente la existencia y posición de tales zonas de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo.

Previendo una chaveta como se ha descrito de acuerdo a las realizaciones del presente invento, se impedirá que los árboles de planeta giren alrededor de su propio eje con respecto al portador de planetas sin limitar los grados de libertad de estos árboles y sin perturbar el funcionamiento normal de la unidad de engranajes planetarios.

De acuerdo con las realizaciones del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta. Por eso 0° es definido como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo visto desde el lado del rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de respaldo.

De acuerdo con realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°.

De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

De acuerdo con una realización específica, la placa de respaldo puede ser una placa de bogie sobre la que están montados los árboles de planeta y que está conectada a la parte restante del portador de planetas por medio de espárragos, soportando cada árbol de planeta un par de engranajes planetarios, estando los engranajes planetarios de cada par montados en lugares opuestos de la placa de bogie.

Las chavetas que han de ser aplicadas con las realizaciones del presente invento pueden ser cualquier chaveta adecuada con cualquier forma adecuada como son conocidas por un experto en la técnica y pueden, por ejemplo, tener una forma rectangular o circular, pero sin estar limitadas a ellas.

En un segundo aspecto, el presente invento proporciona una caja de engranajes que comprende una unidad de engranajes planetarios de acuerdo con las realizaciones del invento. La unidad de engranajes planetarios comprende:

- un portador de planetas que comprende una placa de respaldo y que está provisto con árboles de planeta distribuidos de manera uniforme alrededor del eje del portador de planetas y que se extienden a través de ánimas en la placa de respaldo, soportando giratoriamente cada árbol de planeta un par de engranajes planetarios por medio de cojinetes de planeta, estando montados los engranajes planetarios entre una corona dentada y un engranaje solar para interacción mutua, y

- una chaveta prevista en un chavetero en el árbol de planeta y que se extiende a la placa de respaldo para impedir que al menos un árbol de planeta gire alrededor de su propio eje, en que la chaveta y el chavetero son previstos en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, pero tampoco en una posición o una zona de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo.

De acuerdo con las realizaciones del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta. Por eso 0° es definido como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo visto desde el lado del rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de respaldo.

De acuerdo con realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°.

De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

En un tercer aspecto, el presente invento proporciona una turbina de viento que comprende una caja de engranajes que comprende una unidad de engranajes planetarios de acuerdo con las realizaciones del invento. La unidad de engranajes planetarios comprende:

- un portador de planetas que comprende una placa de respaldo y que está provisto con árboles de planeta distribuidos de manera uniforme alrededor del eje del portador de planetas y que se extienden a través de ánimas en la placa de

respaldo, soportando giratoriamente cada árbol de planeta un par de engranajes planetarios por medio de cojinetes de planeta, estando los engranajes planetarios montados entre una corona dentada y un engranaje solar para interacción mutua, y

- 5 - una chaveta prevista en un chavetero en el árbol de planeta y que se extiende a la placa de respaldo para impedir que al menos un árbol de planeta gire alrededor de su propio eje,

en el que la chaveta y el chavetero son previstos en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, pero tampoco en una posición o una zona de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo.

- 10 De acuerdo a las realizaciones del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta. Por lo que 0° es definido como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con la mayor distancia desde el centro de la placa de respaldo visto desde el lado del rotor hacia delante y más cercana a un lado de la placa de respaldo.

- 15 De acuerdo con realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°.

De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

- 20 En un cuarto aspecto, el presente invento proporciona un método para determinar una posición para prever una chaveta y un chavetero en un árbol de planeta en una unidad de engranajes planetarios, estando previsto el árbol de planeta en un ánima de una placa de respaldo del portador de planetas, comprendiendo el método:

- determinar un compromiso entre:

- una posición en la que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, y

- 25 - una posición diferente de una zona de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo,

y

- prever la chaveta y el chavetero en la posición comprometida en el árbol de planeta.

- 30 De acuerdo a las realizaciones del invento, prever la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta puede ser efectuado previendo la chaveta y el chavetero en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta, siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo visto desde el lado del rotor hacia delante y más cerca a un lado de la placa de respaldo.

De acuerdo a realizaciones particulares del invento, prever la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta puede efectuarse previendo la chaveta y el chavetero en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°.

- 35 De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, prever la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta puede efectuarse previendo la chaveta y el chavetero en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

- 40 El presente invento se refiere también a una caja de engranajes que comprende una unidad de engranajes planetarios de acuerdo con el presente invento como se ha descrito antes, así como a una turbina de viento que comprende tal caja de engranajes.

Además, el presente invento se refiere también a un método para determinar una posición para prever una chaveta y un chavetero en un árbol de planeta en una unidad de engranajes planetarios, estando previsto el árbol de planeta en un ánima de una placa de respaldo de un portador de planetas.

En particular, un método de acuerdo con el presente invento, comprende:

- 45 - Determinar un compromiso entre:

- una posición en la que, en una condición por la que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la

placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, y

- una posición diferente de una zona de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo,

y

- 5 - prever la chaveta y el chavetero en la posición comprometida en el árbol de planeta.

Las anteriores y otras características, rasgos y ventajas del presente invento resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios del invento. Esta descripción está dada solo a modo de ejemplo, sin limitar el marco del invento. Las figuras de referencia indicadas más adelante se refieren a los dibujos adjuntos.

- 10 Breve descripción de los dibujos

En las diferentes figuras los mismos signos de referencia se refieren a los mismos elementos o a elementos análogos.

La fig. 1a y la fig. 1b ilustran esquemáticamente una unidad de engranajes planetarios de acuerdo con la técnica anterior.

La fig. 2 ilustra una unidad de engranajes planetarios con un portador de planetas que comprende una placa bogie de acuerdo con la técnica anterior.

- 15 Las figs. 3 a 6 ilustran esquemáticamente los principios de una unidad de engranajes planetarios de acuerdo a las realizaciones del invento.

Descripción de realizaciones ilustrativas

- 20 El presente invento será descrito con respecto a las realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos no limitativos. Ha de comprenderse que el invento no está limitado a las mismas sino que está solo limitado por las reivindicaciones. Con propósitos ilustrativos, el tamaño de alguno de los elementos en los dibujos puede ser exagerado y no están dibujados a escala.

El término "que comprende", utilizado en la descripción y en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los medios enumerados más adelante; no excluye otros elementos u operaciones.

- 25 Aunque algunas realizaciones descritas aquí incluyen algunas pero no otras características incluidas en otras realizaciones, se quiere decir que combinaciones de características de las diferentes realizaciones están dentro del marco del invento, y forman diferentes realizaciones, como sería comprendido por los expertos en la técnica. Por ejemplo, en las reivindicaciones siguientes, cualquiera de las realizaciones reivindicadas puede ser utilizada en cualquier combinación.

- 30 El presente invento se refiere a una unidad de engranajes planetarios con engranajes solar, planetario y corona dentada, árboles de planeta y un portador de planetas, por lo que en ambos lados del árbol de planeta un engranaje planetario está montado sobre el árbol de planeta por medio de cojinetes de planeta. El presente invento se refiere además a una caja de engranajes que comprende tal unidad de engranajes planetarios y a una turbina de viento que comprende tal caja de engranajes.

- 35 En un primer aspecto, el presente invento proporciona una unidad de engranajes planetarios. La unidad de engranajes planetarios comprende un portador de planetas que comprende una placa de respaldo y ha sido provista con árboles de planeta distribuidos de manera uniforme alrededor del eje de los portadores de planetas y que se extienden a través de ánimas en la placa de respaldo. Cada árbol de planeta soporta giratoriamente un par de engranajes planetarios por medios de cojinetes de planeta, estando montados los engranajes planetarios entre un engranaje solar y una corona dentada para interacción mutua. La unidad de engranajes planetarios comprende además una chaveta prevista en un chavetero del árbol de planeta y que se extiende a la placa de respaldo para impedir que al menos un árbol de planeta gire alrededor de su propio eje. De acuerdo con el presente invento, la chaveta y el chavetero son previstos en el árbol de planeta en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, pero tampoco en una posición o zona de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo. La existencia y posición de zonas de tensión más elevada depende del tipo de unidad de engranajes planetarios y así depende del tipo de placa de respaldo utilizada. Sin embargo, para cada tipo de placa de respaldo, un experto en la técnica puede determinar fácilmente la existencia y posición de tales zonas de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo.
- 40
- 45

De acuerdo con realizaciones del invento, la chaveta y el chavetero pueden estar previstos en una posición situada entre

45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta, siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo visto desde el lado del rotor hacia delante y más cerca a un lado de la placa de respaldo. De acuerdo con realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°. De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta.

Con “en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción” se ha querido decir durante aquellas condiciones de trabajo normales bajo las cuales cargas elevadas, más particularmente un par elevado, son introducidos en la unidad de engranajes planetarios. En tales condiciones de trabajo normales de la unidad de engranajes planetarios, es decir, a un par elevado, la posición de la chaveta y el chavetero debe ser tal que, con respecto al árbol de planeta y a la placa de respaldo, es como si la chaveta no estuviera allí y el árbol de planeta y la placa de respaldo no “detectaran” esta chaveta. En tales condiciones, la fricción entre el árbol de planeta y un lado del ánima en el que está situado el árbol es lo bastante elevada para impedir que el árbol de planeta gire alrededor de su propio eje. En condiciones de carga baja, sin embargo, tal fricción no es lo bastante elevada para impedir que el árbol del rotor gire alrededor de su propio eje y en ese caso la posición de la chaveta debe ser tal que bloquee el árbol de planeta.

Por tanto, el presente invento proporciona un modo de determinar una posición óptima para prever una chaveta y un chavetero en un árbol de planeta de una unidad de engranaje planetario. El invento muestra que la búsqueda de tal posición óptima es una cuestión de encontrar un compromiso entre una posición en la que, por un lado, en aquellas condiciones de trabajo normales por las que se impide que el árbol de planeta gire con relación a la placa de respaldo a través del trabajo de fricción, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta, y, por otro lado, una posición que no coincide con zonas de tensión más elevada de las ánimas en la placa de respaldo, o en otras palabras zonas de tensión sustancialmente menor de las ánimas en la placa de respaldo comparadas con otras zonas de tensión de las ánimas de la placa de respaldo.

Previendo una chaveta y un chavetero como se ha descrito de acuerdo con las realizaciones del presente invento, se impedirá que los árboles de planeta giren alrededor de su propio eje con respecto al portador de planetas sin limitar los grados de libertad de estos árboles y sin perturbar el funcionamiento normal de la unidad de engranajes planetarios.

Una ventaja de una unidad de engranajes planetarios de acuerdo con las realizaciones del invento es que, debido a que se impide la rotación de los árboles de planeta, la posibilidad de sufrir daños durante la operación de la unidad de engranajes planetarios es reducida. Como consecuencia, el tiempo de vida de la unidad de engranajes planetarios puede ser incrementado.

Por tanto, el invento da como resultado un contacto libre de desgaste entre el árbol de planeta y el portador de planetas, permitiendo por ello todos los grados de libertad del árbol de planeta sin perturbar la distribución de carga entre los engranajes planetarios de un par sobre un árbol de planeta.

De acuerdo con las realizaciones del invento, la placa de respaldo puede ser una placa de bogie sobre la que están montados los árboles de planeta y que está conectada a una parte restante del portador de planetas por medio de espárragos. Cada árbol de planeta soporta un par de engranajes planetarios, estando montados los engranajes planetarios de cada par en lados opuestos de la placa de bogie.

A continuación, el invento será descrito además por medio de la placa de respaldo que es una placa de bogie. Ha de comprenderse que esto es sólo para facilitar la explicación y no se pretende limitar el invento en ningún sentido. El invento puede ser aplicado a cualquier tipo de placa de respaldo que tenga ánimas en las que se prevén árboles de planeta de una unidad de engranajes planetarios.

La fig. 2 ilustra una unidad 20 de engranajes planetarios como es conocido por un experto en la técnica. La unidad 20 de engranajes planetarios comprende un portador 11 de planetas que comprende tres espárragos 12 integrales y espaciados circunferencialmente de manera uniforme que soportan una placa de bogie 13. La placa de bogie 13 proporciona soporte para tres árboles de planeta 14 espaciados circunferencialmente de manera uniforme dispuestos cada uno, según se ve en el plano de la fig. 2, para ajustarse por sí solos en posición angular sobre la placa de bogie 13. Cada árbol de planeta 14 proporciona soporte, en lados opuestos de la placa de bogie 13, para un par de cojinetes de planeta 15, 16 alrededor de los cuales cada uno de un par de engranajes planetarios 17, 18 está montado giratoriamente para engranar con una corona dentada 19 y un engranaje solar 21.

Como ya se ha descrito anteriormente, en circunstancias particulares, los árboles de planeta 14 pueden girar alrededor de su propio eje y con respecto a la placa de bogie 13. Una solución a este problema es prever una chaveta en un chavetero en los árboles de planeta 14 y que se extienden a la placa de bogie 13 para impedir que los árboles de planeta 14 giren

alrededor de su propio eje y con respecto a la placa de bogie 13.

Un problema crucial, sin embargo, es dónde prever tales chaveta y chavetero en el árbol de planeta 14. Han de considerarse dos criterios importantes, es decir, cinemáticas y tensiones en las ánimas en la placa de bogie 13. En primer lugar, cuando se prevén la chaveta y el chavetero hay que estar seguro de que, en condiciones de trabajo normales o, en otras palabras, en aquellas circunstancias por las que se impide que el árbol de planeta 14 gire con relación a la placa de bogie 13 a través del trabajo de fricción entre el árbol de planeta 14 y un lado del ánima, la chaveta es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta 14. En otras palabras, en tales condiciones debe ser como si la chaveta no estuviera allí, como ya se ha descrito con anterioridad. En segundo lugar, durante la operación de la unidad 20 de engranajes planetarios, las ánimas en la placa de bogie 13 serán deformadas. Las mejores situaciones para la chaveta son, en el contexto de esta deformación, situaciones en las que esta deformación no tiene una influencia sustancial sobre la chaveta o en otras palabras no introduce tensiones elevadas en las ánimas de la placa de bogie 13.

El presente invento muestra que determinar situaciones óptimas para prever la chaveta y el chavetero en el árbol de planeta 13 requiere un compromiso entre los criterios descritos con anterioridad. Se ha encontrado que tales situaciones óptimas pueden ser situaciones situadas entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta 14, siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de bogie 13 visto desde el rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de bogie 13. De acuerdo a realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225° . De acuerdo con otras realizaciones particulares del invento, la chaveta y el chavetero pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180° en el sentido de las agujas de reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta.

Estas situaciones son más claras y visualizadas en la fig. 3. Esta figura ilustra esquemáticamente un árbol de planeta 14 previsto en un ánima de una placa de bogie 13. Es sabido por un experto en la técnica que una placa de bogie 13 no tiene una forma circular, sino que tiene una forma con diámetro variable, y así con radio variable. En la figura, BC indica el centro de la placa de bogie 13. La línea recta, de trazos indica la mayor distancia desde el centro BC de la placa de bogie 13. El punto de 0° es definido como el punto en la circunferencia del árbol de planeta que se encuentra sobre, y así correspondiendo con, la mayor distancia desde el centro BC de la placa de bogie 13. Las otras situaciones son a continuación definidas en el sentido de las agujas del reloj, que está indicado por una flecha 22, alrededor de la circunferencia del árbol de planeta 14.

En lo sucesivo, se describirá la idea detrás de la determinación de las situaciones óptimas para la chaveta en el árbol de planeta 14.

La fig. 4 muestra una parte de la unidad 20 de engranajes planetarios como se ha ilustrado en la fig. 2, vista como se ha indicado por la flecha A. La figura muestra un árbol de planeta 14 y un engranaje planetario 17 montado giratoriamente sobre el árbol de planeta 14 por medio de un cojinete de planeta 15. La línea de trazos ilustra esquemáticamente la placa de bogie 13. El árbol de planeta 14 está situado en un ánima (no mostrada en la fig. 4, véase además) en la placa de bogie 13. El engranaje planetario 17 está montado de tal manera que sus dientes 23 engranan con los dientes 24 de la corona dentada 19.

Como es sabido por un experto en la técnica, durante la operación de la unidad 20 de engranajes planetarios hay una así llamada acción de placa de bogie. Esto significa que durante la operación, la placa de bogie se ajusta alrededor del sistema de coordenadas z (como se ha indicado por el sistema de coordenadas ilustrado en la fig. 4) y alrededor de x con un polo en el punto "O". Este punto "O" es definido como el punto de presión. Durante la operación, el ánima en la placa de bogie 13 será deformada y debido a esta deformación el árbol de planeta 13 será presionado contra el lado del ánima, induciendo a una presión elevada. En condiciones de carga baja, el pretensado del cojinete puede hacer que el árbol de planeta 14 gire en un mismo sentido que los engranajes planetarios 17, es decir, en el sentido contrario a las agujas del reloj como se ha indicado por la flecha 25.

Determinar una posición para prever la chaveta de acuerdo a realizaciones del invento será explicado indicando cuatro situaciones posibles, indicadas como A, B, C y "O" en la fig. 5. Cuando se prevé una chaveta 26 en un chavetero 27 situado en estas cuatro situaciones, durante el funcionamiento y debido a la rotación en el sentido de las agujas del reloj (indicado por la flecha 25) del árbol de planeta 14 en condiciones de carga baja, las chavetas 26 serán presionadas contra un lado del chavetero 27 como se ha indicado en la fig. 5, bloqueando así la rotación del árbol de planeta 14. Como ya se ha descrito con anterioridad, durante el funcionamiento de la unidad 20 de engranajes planetarios las ánimas 28 en la placa de bogie 13 serán deformadas en una dirección indicada por la flecha 29 (deformación indicada por la línea de trazos en la fig. 5). En situaciones "O", C y B, esta deformación no existirá o no influirá sustancialmente en la chaveta 26. En una posición A sin embargo, debido a la deformación del ánima 28, la chaveta 26 será presionada incluso aún más

fuerte contra el lado del chavetero 27, induciendo por ello una tensión elevada.

Una combinación del aspecto descrito anteriormente muestra que la posición A no es muy adecuada para prever la chaveta 26, debido a las tensiones elevadas inducidas durante la operación de la unidad 20 de engranajes planetarios.

Ha de recordarse además cuando se determina la posición de la chaveta 26 en el árbol de planeta 14 que en condiciones de trabajo normales la chaveta 26 debe ser desplazada elásticamente de tal manera que no exista contacto entre la chaveta 26 y el chavetero 27 en el árbol de planeta 14. Con condiciones de trabajo normales se quiere decir aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta 14 gire con relación a la placa de bogie 13 a través del trabajo de fricción entre el árbol de planeta 14 y un lado del ánima 28 en la placa de bogie. En ese caso, debería formarse una holgura CL entre la chaveta 26 y el chavetero 27 (véase la fig. 6) tal como existe si la chaveta 26 no estuviera allí.

Las situaciones B, C y "O" no experimentarán, como se ha mencionado antes, ninguna influencia de deformación del ánima 28. Por ello, esta posición y las situaciones entre ellas pueden ser una buena posición para prever la chaveta 26 y el chavetero 27. Además, entre la posición A y B también hay situaciones, más particularmente situaciones entre la posición B y situaciones A y B en algún lugar a medio camino en las que la chaveta 26 no experimentará ninguna influencia de deformación del ánima 28. Además aguas arriba hacia la posición A, es decir desde la mitad de camino entre las situaciones A y B a lejos de la posición B, la influencia de la deformación del ánima 28 sobre la chaveta 26 aumentará debido a las tensiones crecientes.

Realizar cuidadosamente un ejercicio recordando cada criterio descrito antes, ha revelado que una posición óptima para prever la chaveta 26 y el chavetero 27 en el árbol de planeta 14 es así una posición entre 45° y 270° (véase la flecha en negrilla en la fig. 5) en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta 14, siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de bogie 13 vista desde el lado del rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de bogie 13.

Ha de comprenderse que, de acuerdo a realizaciones del invento, cualquier posición entre 45° y 270° puede ser una posición "buena" para prever la chaveta 26 y el chavetero 27, dependiendo de los requisitos predeterminados. Sin embargo, de acuerdo a realizaciones del invento y/o para aplicaciones particulares y/o para requisitos particulares, pueden ser necesarios criterios más estrictos. Por ejemplo, aunque en la posición "O" la chaveta 26 no experimentará o no influirá sustancialmente sobre la deformación del ánima 28, puede, para alguna aplicación, ser menos adecuada para situar la chaveta 26 debido a que en esa posición del árbol de planeta 14 es presionada contra el lado del ánima 28, formando así una zona de presión. Por ello, de acuerdo con estas realizaciones del invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden ser previstos en situaciones entre 45° y 225°. De acuerdo aún con otras realizaciones, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden ser previstos en situaciones entre 90° y 270° o entre 90° y 225°. De acuerdo aún con otras realizaciones del invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden, por ejemplo, ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

La chaveta 26 que puede ser utilizada con el presente invento puede ser cualquier chaveta que tenga una forma adecuada como es sabido por un experto en la técnica, tal como por ejemplo pero no limitada a, una chaveta rectangular o circular. Además, prever un chavetero 27 en el árbol de planeta 14 puede ser realizado de acuerdo con cualquier técnica conocida y puede hacerse de cualquier forma como es sabido por un experto en la técnica.

Además, y como ya se ha descrito antes, el invento no está limitado a una unidad 20 de engranajes planetarios que comprende un portador de planetas 11 que tiene una placa de bogie 13. Los principios del presente invento pueden aplicarse a cualquier portador de planetas existente que tenga cualquier tipo conocido de placa de respaldo.

En un segundo aspecto, el presente invento proporciona una caja de engranajes que comprende una unidad 20 de engranajes planetarios de acuerdo a realizaciones del invento como se ha descrito antes. La unidad 20 de engranajes planetarios comprende un portador de planetas 11 que comprende una placa de respaldo 13 y está provisto con árboles de planeta 14 distribuidos de manera uniforme alrededor del eje del portador de planetas y que se extiende a través de las ánimas 28 en la placa de respaldo 13, soportando por ello giratoriamente cada árbol de planeta 14 un par de engranajes planetarios 17, 18 por medio de cojinetes de planeta 15, 16, estando montados los engranajes planetarios 17, 18 entre una corona dentada 19 y un engranaje solar 21 para interacción mutua. La unidad 20 de engranajes planetarios comprende además una chaveta 26 prevista en un chavetero 27 en el árbol de planeta 14 y que se extiende hasta la placa de respaldo 13 para impedir que al menos un árbol de planeta 14 gire alrededor de su propio eje. De acuerdo con el presente invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 son previstos en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta (14) gire con relación a la placa de respaldo 13 a través del trabajo de fricción, la chaveta 26 es desplazada elásticamente de tal manera que no hay contacto entre la chaveta 26 y el chavetero 27 en el árbol de planeta 14, pero tampoco en una zona de tensión más elevada de las ánimas 28 en la placa de respaldo 13.

De acuerdo a realizaciones del invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden ser previstos en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta 14, estando definido 0°

como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo 13 visto desde el lado del rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de respaldo 13. De acuerdo a realizaciones particulares del invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden ser previstos en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°. De acuerdo a otras realizaciones particulares del invento, la chaveta 26 y el chavetero 27 pueden, por ejemplo, ser previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

Una caja de engranajes de acuerdo a realizaciones del invento puede comprender cualquier unidad 20 de engranajes planetarios como se ha descrito con respecto al primer aspecto del invento.

En un tercer aspecto, se ha proporcionado una turbina de viento que comprende una caja de engranajes de acuerdo a realizaciones del invento. Una turbina de viento de acuerdo a realizaciones del invento puede comprender una caja de engranajes que comprende cualquier unidad 20 de engranajes planetarios como se ha descrito con respecto al primer aspecto del invento.

En un cuarto aspecto, el presente invento proporciona un método para determinar una posición para prever una chaveta 26 y un chavetero 27 en un árbol de planeta 14 en una unidad 20 de engranajes planetarios, siendo previsto el árbol de planeta 14 en un ánima 28 de una placa de respaldo 13 de un portador de planetas 11. En una primera operación, el método comprende determinar un compromiso entre una posición en la que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta 14 gire con relación a la placa de respaldo 13 a través del trabajo de fricción, la chaveta 26 es desplazada elásticamente de tal manera que no hay contacto entre la chaveta 26 y el chavetero 27 en el árbol de planeta 14, y una posición diferente desde una zona de tensión más elevada de las ánimas 28 en la placa de respaldo 13. Después de determinar la posición comprometida, el método comprende prever la chaveta 26 y el chavetero 27 en la posición comprometida en el árbol de planeta 14.

La existencia y posición de zonas de tensión más elevada depende del tipo de unidad 20 de engranajes planetarios y así depende del tipo de placa de respaldo 13 utilizada. Sin embargo, para cada tipo de placa de respaldo 13, un experto en la técnica puede determinar fácilmente la existencia y posición de tales zonas de tensión más elevada de las ánimas 28 en la placa de respaldo 13.

De acuerdo con las realizaciones del invento, prever la chaveta 26 y el chavetero 27 puede ser realizado previendo la chaveta 26 y el chavetero 27 en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta 14, siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con el mayor diámetro de la placa de respaldo 13 visto desde el lado del rotor hacia delante y más cercano a un lado de la placa de respaldo 13. De acuerdo a realizaciones particulares del invento, prever la chaveta 26 y el chavetero 27 puede ser realizado previendo la chaveta 26 y el chavetero 27 en una posición situada entre 90° y 270° o entre 90° y 225°. De acuerdo a otras realizaciones particulares del invento, prever la chaveta 26 y el chavetero 27 puede, por ejemplo, realizarse previendo la chaveta 26 y el chavetero 27 en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

Previniendo una chaveta 26 y un chavetero 27 utilizando el método de acuerdo a realizaciones del presente invento, una unidad 20 de engranajes planetarios puede ser fabricada en la que los árboles de planeta 14 serán impedidos de girar alrededor de su propio eje con respecto al portador de planetas 11 sin limitar los grados de libertad de estos árboles 14 y sin perturbar el funcionamiento normal de la unidad 20 de engranajes planetarios.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (20) de engranajes planetarios que comprende:

- un portador de planetas (11) que comprende una placa de respaldo (13) y que está provisto con árboles de planeta (14) distribuidos de manera uniforme alrededor del eje del portador de planetas y que se extienden a través de ánimas (28) en la placa de respaldo (13), soportando cada árbol de planeta (14) giratoriamente un par de engranajes planetarios (17, 18) por medio de cojinetes de planeta (15, 16), estando montados los engranajes planetarios (17, 18) entre una corona dentada (19) y un engranaje solar (21) para interacción mutua, y

- una chaveta (26) prevista en un chavetero (27) en el árbol de planeta (14) y que se extiende a la placa de respaldo (13) para impedir que al menos un árbol de planeta (14) gire alrededor de su propio eje,

caracterizado por que la chaveta (26) y el chavetero (27) son previstos en una posición tal que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta (14) gire con relación a la placa de respaldo (13) a través del trabajo de fricción, la chaveta (26) es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta (26) y el chavetero (27) en el árbol de planeta (14), pero tampoco en una zona de tensión más elevada de las ánimas (28) en la placa de respaldo (13).

2.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según la reivindicación 1, en la que la chaveta (26) y el chavetero (27) son previstos en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta (14), siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con la mayor distancia desde el centro (BC) de la placa de respaldo (13) visto desde el lado del rotor hacia delante.

3.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según la reivindicación 2, en la que la chaveta (26) y el chavetero (27) son previstos en una posición situada entre 90° y 270°.

4.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según la reivindicación 2 ó 3, en la que la chaveta (26) y el chavetero (27) son previstos en una posición situada entre 90° y 225°.

5.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en la que la chaveta (26) y el chavetero (27) son previstos en una posición situada entre 90° y 200° o entre 90° y 180° o entre 100° y 225° o entre 100° y 200° o entre 100° y 180°.

6.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la placa de respaldo (13) es una placa de bogie (13) en la que están montados los árboles de planeta (14) y que está conectada a una parte restante del portador de planetas (11) por medio de espárragos (12), soportando cada árbol de planeta (14) un par de engranajes planetarios (17, 18), estando montados los engranajes planetarios (17, 18) de cada par en lados opuestos de la placa de bogie (13).

7.- Una unidad (20) de engranajes planetarios según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la chaveta (26) tiene una forma rectangular o circular.

8.- Una caja de engranajes que comprende una unidad (20) de engranajes planetarios según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

9.- Una turbina de viento que comprende una caja de engranajes según la reivindicación 8.

10.- Un método para determinar una posición para prever una chaveta (26) y un chavetero (27) en un árbol de planeta (14) en una unidad (20) de engranajes planetarios, siendo previsto el árbol de planeta (14) en un ánima (28) de una placa de respaldo (13) de un portador de planetas (11), comprendiendo el método:

- determinar un compromiso entre:

- una posición en la que, en aquellas condiciones por las que se impide que el árbol de planeta (14) gire con relación a la placa de respaldo (13) a través del trabajo de fricción, la chaveta (26) es desplazada elásticamente de tal manera que no existe contacto entre la chaveta (26) y el chavetero (27) en el árbol de planeta (14), y

- una posición diferente de una zona de tensión más elevada de las ánimas (28) en la placa de respaldo (13),

y

- prever la chaveta (26) y el chavetero (27) en la posición comprometida en el árbol de planeta (14).

11.- Un método según la reivindicación 10, en el que prever la chaveta (26) y el chavetero (27) en el árbol de planeta es

realizado previendo la chaveta (26) y el chavetero (27) en una posición situada entre 45° y 270° en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la circunferencia del árbol de planeta (14), siendo definido 0° como un punto en la circunferencia del árbol de planeta que corresponde con la mayor distancia desde el centro (BC) de la placa de respaldo (13) visto desde el lado del rotor hacia delante.

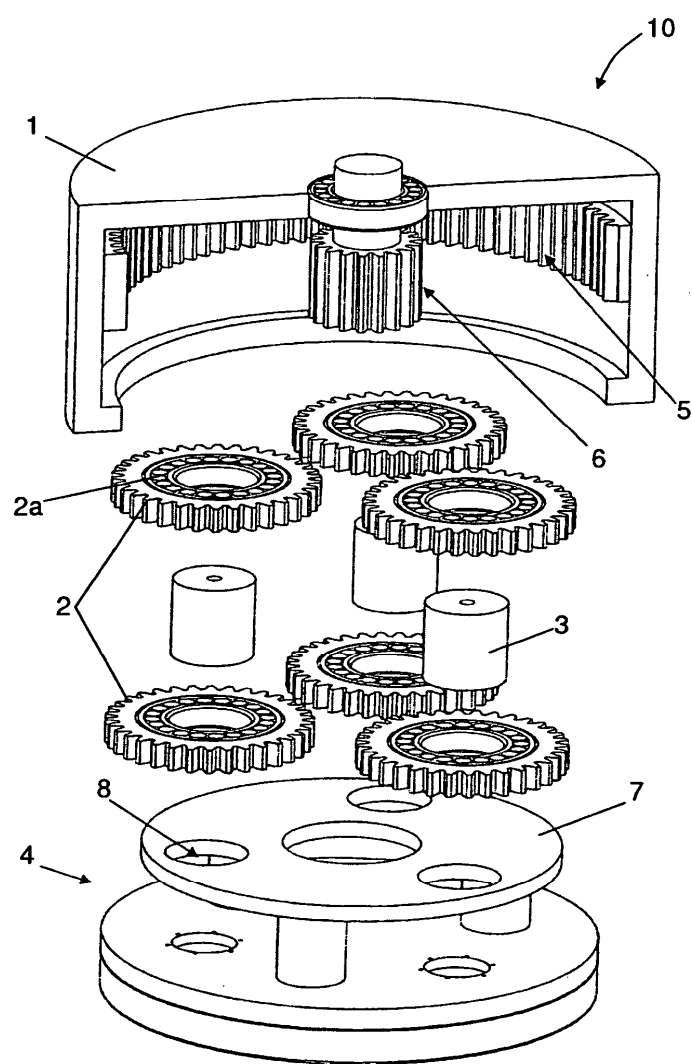


FIG. 1a – TÉCNICA ANTERIOR

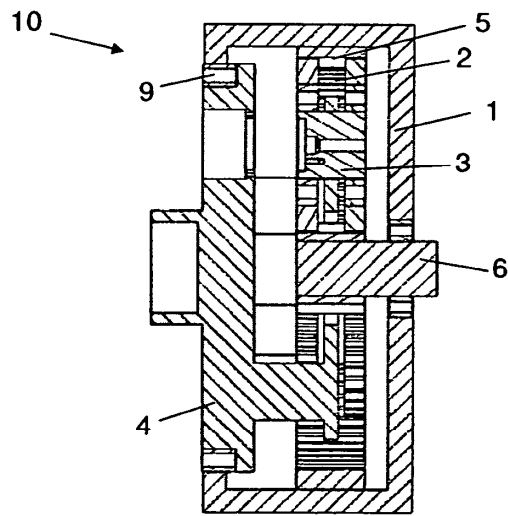


FIG. 1b – TÉCNICA ANTERIOR

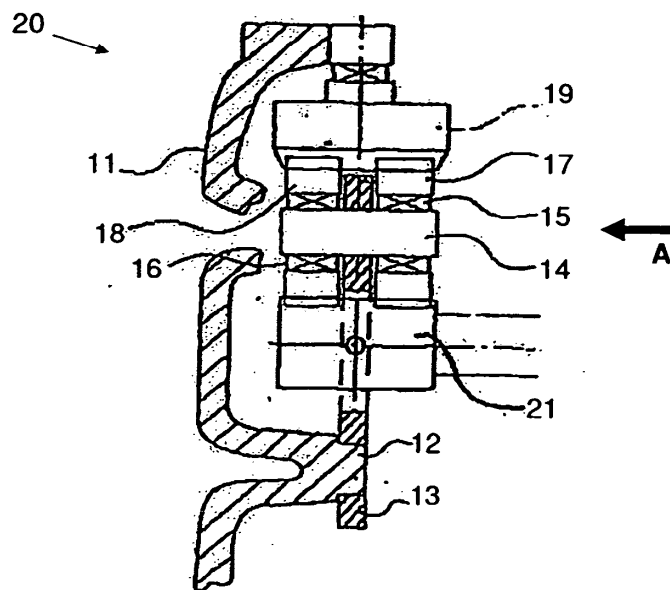


FIG. 2 – TÉCNICA ANTERIOR

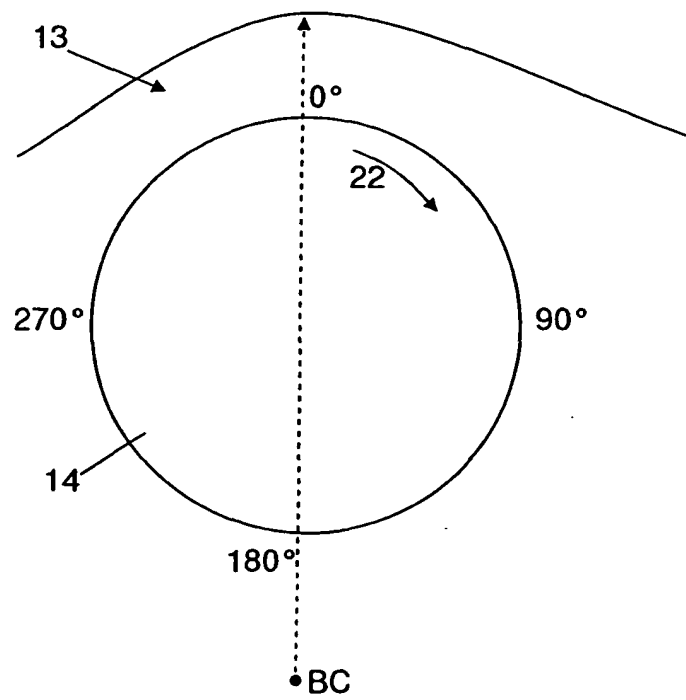


FIG. 3

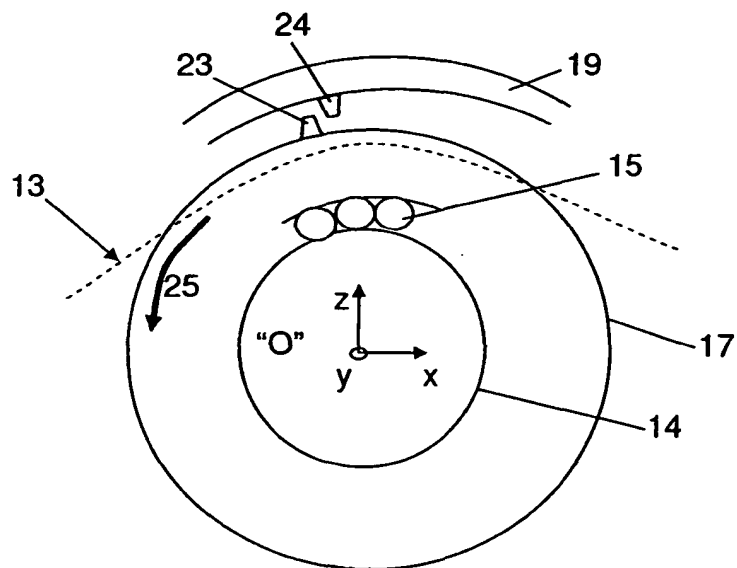


FIG. 4

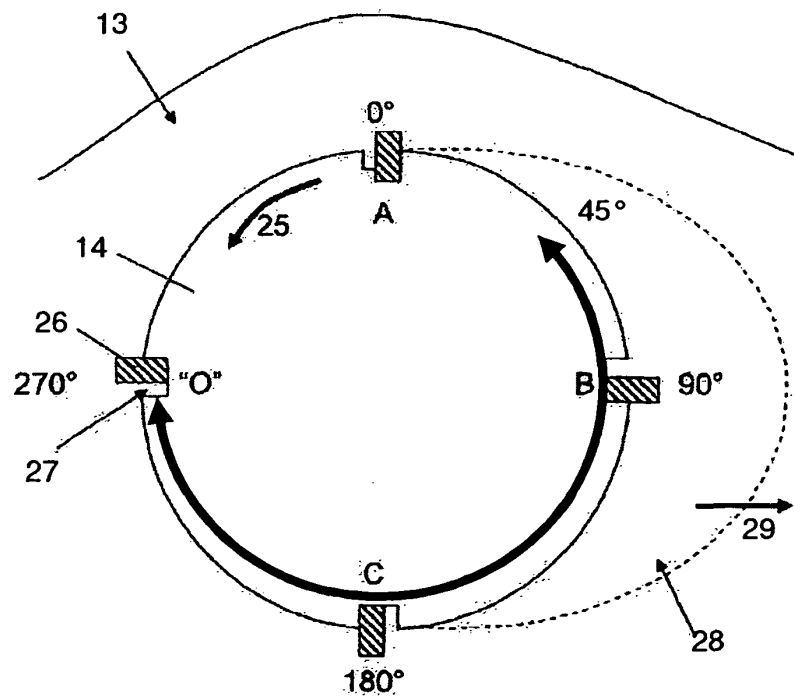


FIG. 5

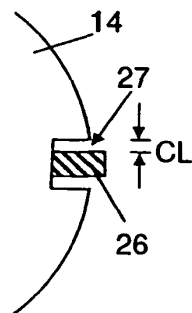


FIG. 6