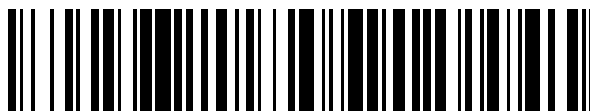


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 871**

51 Int. Cl.:

F16H 1/28 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2013** E 13197572 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017** EP 2884101

54 Título: **Engranaje planetario, aerogenerador que tiene un engranaje planetario y uso de un engranaje planetario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2017

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)
Am Lunedeich 156
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

PISCHEL, KLAUS

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 635 871 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

Engranaje planetario, aerogenerador que tiene un engranaje planetario y uso de un engranaje planetario

5 **Campo Técnico de la invención**

La invención se refiere a un engranaje planetario y a un aerogenerador, en particular, un aerogenerador marino, que comprende un engranaje planetario. Además, la invención se refiere al uso de un engranaje planetario.

10 **Antecedentes**

Los engranajes planetarios se usan en distintos campos técnicos, en particular, para transmisión de pares elevados. Este tipo de engranaje presenta relaciones de transmisión de los engranajes elevadas con un tamaño relativamente compacto. Por ejemplo, en los aerogeneradores, donde el espacio de construcción necesario siempre es un problema, con frecuencia se aplican engranajes planetarios para transmisión del par del árbol principal, que porta el rotor, a un árbol conducido, que está acoplado al generador eléctrico para producción de electricidad. Las relaciones de transmisión de los engranajes elevadas normalmente se proporcionan por medio de engranajes planetarios de múltiples etapas. Por ejemplo, en el documento DE 102010041474 A se describe un engranaje planetario de dos etapas con división de potencia para un aerogenerador. No obstante, la cantidad de etapas de transmisión de los engranajes aumenta una longitud del engranaje planetario. En principio, esto se contradice con el tamaño compacto deseado.

Para distribuir el par elevado a una serie de contactos de los dientes individuales, normalmente se aplica una cantidad elevada de engranajes planeta. No obstante, esto aumenta el tamaño del engranaje planeta. Además, el espacio de construcción alrededor de la circunferencia del engranaje conductor es limitado, limitando de ese modo la cantidad de engranajes planeta aplicables.

En el documento US 3307433 A se describe un engranaje planetario para reducir la velocidad que tiene un mecanismo ajustable. El planetario incluye un par de engranajes anulares internos separados sobre un eje común y una pluralidad de elementos planetarios de los que cada uno está formado con dos partes relativamente giratorias.

En el documento WO 2013/065024 A1 se describe un mecanismo epicíclico que tiene una pluralidad de engranajes planeta dispuestos alrededor de un eje de transmisión para formar dos matrices simétricas respecto a un plano ortogonal al eje de transmisión. El mecanismo tiene un cuerpo que, en un lateral, está adaptado para estar conectado a un elemento rotatorio y, en el otro lateral, está acoplado a una corona. La corona tiene una pluralidad de sectores de placa relativamente finos y una pluralidad de pivotes, que se extienden en voladizo y en direcciones opuestas desde los sectores de placa y cada uno soporta un engranaje planeta respectivo. El acoplamiento entre el cuerpo, que se ha mencionado anteriormente, y la corona define al menos un grado de libertad de rotación alrededor de un eje radial para permitir un movimiento relativo, bajo carga, entre dos componentes.

El requisito técnico de resistencia a pares elevados y de relaciones de transmisión de los engranajes elevadas normalmente hace que el engranaje planetario sea grande y pesado. No obstante, para aplicación en aerogeneradores, en particular, en aerogeneradores marinos, el tamaño y el peso del engranaje planetario son fundamentales. Por lo tanto, es aconsejable tener un engranaje compacto y de poco peso, aunque presente la capacidad de soportar pares elevados, a la vez que tiene una relación de transmisión de los engranajes elevada.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un engranaje planetario, un aerogenerador que tiene un engranaje planetario y el uso de un engranaje planetario mejorados, por cuanto se refiere a las deficiencias técnicas que se conocen en la técnica anterior.

El objetivo se logra con la materia de la reivindicación 1.

Por consiguiente, se proporciona un engranaje planetario para transmisión con división de potencia. El engranaje planetario comprende una rueda conductora (o rueda conducida), que engrana en una etapa de transmisión, que tiene primeros engranajes planeta que están acoplados a una cantidad correspondiente de segundos engranajes planeta. Los primeros engranajes planeta y los segundos engranajes planeta están desplazados axialmente entre sí. Los segundos engranajes planeta engranan en una rueda central que está acoplada a un árbol conducido (o árbol conductor). La rueda conductora es una rueda hueca que rodea un espacio interior. Además, la rueda conductora tiene un engranaje interno que engrana con los primeros engranajes planeta. Los engranajes planetarios que se describen en este documento se pueden usar como un multiplicador o un reductor. Por lo tanto, el término rueda conductora también cubre ruedas conducidas y el árbol conducido puede ser un árbol conductor.

Los segundos engranajes planeta están divididos en un primer subconjunto y un segundo subconjunto de engranajes. El primer subconjunto de engranajes está dispuesto en un primer plano y el segundo subconjunto de

engranajes está dispuesto en un segundo plano. El primer y el segundo plano están espaciados entre sí en una dirección axial. Es decir, el primer subconjunto y el segundo subconjunto de engranajes están dispuestos en dos planos independientes que están axialmente desplazados entre sí.

5 Además, los segundos engranajes del primer subconjunto están dispuestos dentro de un espacio interior de la rueda conductora hueca. En particular, el espacio interior está limitado en una dirección radial por un manguito o casquillo exterior de la rueda conductora hueca. En la dirección axial, el espacio interior está limitado por planos virtuales que incorporan los bordes exteriores axiales de la rueda conductora, en el que dichos planos virtuales o teóricos están dispuestos en laterales opuestos de la rueda conductora. Dichos dos planos son sustancialmente perpendiculares al eje principal del engranaje planetario. El primer plano se puede disponer en un lateral de la rueda conductora, que está orientado hacia el árbol conductor. El segundo plano y opuesto está dispuesto en el otro lateral de la rueda conductora, que está orientado hacia el árbol conducido. Cuando el engranaje planetario está montado en un aerogenerador, el primer plano está orientado hacia el rotor y el segundo plano está orientado hacia el generador eléctrico.

10 El espacio de construcción para disponer los primeros y los segundos engranajes planeta alrededor de la rueda conductora normalmente es limitado. Se puede aumentar aumentando un diámetro de la rueda conductora que, sin embargo, no siempre es aconsejable. En caso de tener que diseñar un engranaje planetario compacto que tenga una rueda conductora no especialmente grande, esto se puede lograr disponiendo los segundos engranajes en dos planos independientes espaciados axialmente, según aspectos de la invención. Es decir, los segundos engranajes planeta se pueden escalonar en una dirección axial del engranaje. En una vista de frente, en el lateral de salida del engranaje, los segundos engranajes planeta del primer y del segundo subconjunto se solapan. No obstante, dado que los engranajes están axialmente desplazados no contactan en el espacio tridimensional real.

15 El engranaje planetario según aspectos de la invención tiene un diseño compacto. En comparación con los engranajes convencionales, se reduce el espacio de construcción necesario en la dirección radial. No obstante, el engranaje planetario no es solo compacto en la dirección radial, sino también en la dirección axial, porque los engranajes del primer subconjunto están dispuestos dentro de la rueda conductora hueca. De manera ventajosa, se puede disponer una cantidad elevada de engranajes planetarios alrededor de la rueda conductora. A la vez, esto no contrarresta el diseño compacto del engranaje.

20 Además, la etapa de transmisión, que comprende los primeros engranajes planeta y los segundos engranajes planeta, se puede diseñar para que tenga una relación de transmisión de los engranajes elevada. En particular, la relación de transmisión de los engranajes de la etapa de engranaje puede ser de hasta 15. En comparación con los engranajes planetarios convencionales, dicha relación de transmisión de los engranajes elevada permite reducir la cantidad de etapas de engranaje necesarias. En particular, el engranaje planetario puede ser un engranaje de una única etapa, según una forma de realización de la invención. El diseño del engranaje planetario es económico, su peso y el espacio de construcción necesario son comparablemente reducidos. El engranaje planetario según aspectos de la invención presenta características de rendimiento similares con un peso y tamaño reducidos. Esto hace que el engranaje sea especialmente adecuado para aerogeneradores.

25 En una forma de realización ventajosa de la invención, los segundos engranajes planeta y los engranajes correspondientes de la rueda central son engranajes helicoidales. Una dirección del paso de los segundos engranajes planeta helicoidales del primer subconjunto es, en particular, opuesta a un paso de los segundos engranajes planeta helicoidales del segundo subconjunto. Es decir, las inclinaciones de los engranajes helicoidales del primer y del segundo subconjunto son opuestas. Asimismo, la rueda central se puede configurar para que tenga engranajes helicoidales cortados de manera opuesta. Estos engranan con los segundos engranajes planeta correspondientes del primer y del segundo subconjunto, respectivamente. De manera ventajosa, este diseño permite que la rueda central esté soportada de manera libre en dirección axial. De manera ventajosa, el engranaje planetario, según esta forma de realización, puede prescindir de cojinetes de empuje para la rueda central. Al menos, los cojinetes de empuje, si se consideran necesarios, se pueden diseñar para que tengan capacidades de soporte de carga inferiores.

30 Según otra forma de realización ventajosa de la invención, la inclinación de los segundos engranajes planeta helicoidales del primer subconjunto y la inclinación de los segundos engranajes planeta helicoidales del segundo subconjunto son, al menos, sustancialmente iguales entre sí, por cuanto se refiere a su valor. Es decir, los engranajes pueden tener un ángulo de inclinación al menos sustancialmente igual. No obstante, esto solo es aplicable al valor absoluto de dichos ángulos. Un sentido de rotación de los ángulos será opuesto para proporcionar los engranajes helicoidales cortados de manera opuesta. Este diseño mejora aún más el soporte axial libre de la rueda central.

35 En una forma de realización de la invención, un mecanismo de embrague entre la rueda central y el árbol conducido está dispuesto en un centro entre los engranajes que engranan con los engranajes planeta del primer y del segundo subconjunto, respectivamente. Esta disposición del mecanismo de embrague permite que la rueda central esté soportada axialmente de manera libre.

5 En otra forma de realización ventajosa de la invención, el engranaje planetario tiene una única etapa de transmisión. En comparación con los engranajes planetarios que tienen múltiples etapas de transmisión, un engranaje que tiene una única etapa de transmisión puede ser más ligero, más compacto y menos complicado desde el punto de vista técnico. Dado que los segundos engranajes planeta pueden tener un radio comparablemente grande, lo que proporciona una relación de transmisión de los engranajes elevada, que puede ser de hasta 15, una única etapa de transmisión puede ser suficiente para lograr la transmisión total deseada del engranaje planetario.

10 Además, una circunferencia exterior de los segundos engranajes planeta sobresale parcialmente de un nivel de la circunferencia exterior de la rueda conductora, en una dirección radial. En este engranaje planetario se aplican segundos engranajes relativamente grandes. Por consiguiente, presentará una relación de transmisión de los engranajes elevada.

15 En otra forma de realización de la invención, el primer y el segundo plano, que alojan los engranajes del primer y del segundo subconjunto, están dispuestos en laterales opuestos del engranaje interno de la rueda conductora. En particular, el primer y el segundo plano se pueden espaciar por igual del engranaje interno de la rueda conductora. Es decir, el primer y el segundo plano se pueden disponer simétricamente alrededor del engranaje interno de la rueda conductora. Esto, en particular, conlleva que los primeros y los segundos engranajes estén acoplados entre sí usando árboles de la misma longitud. En otras formas de realización, el primer y el segundo plano pueden tener una distancia distinta desde el engranaje interno de la rueda conductora.

20 En otro aspecto de la invención, se proporciona un aerogenerador que comprende un engranaje planetario según aspectos de la invención. En particular, dicho aerogenerador es un aerogenerador marino. De manera ventajosa, el aerogenerador comprende un engranaje planetario compacto y de poco peso que, no obstante, es capaz de transmitir pares elevados a relaciones de transmisión de los engranajes elevadas. El diseño compacto y el peso reducido hacen que el aerogenerador sea más económico. Por ejemplo, debido al tamaño reducido del engranaje planetario, se necesita menos espacio de construcción dentro de la góndola. Por consiguiente, ésta se puede diseñar menos espaciosa. A su vez, una góndola que tiene un tamaño y peso reducidos libera de carga a la estructura de soporte y a los cimientos. Esto conlleva que la torre y los cimientos submarinos del aerogenerador se puedan diseñar para que tengan capacidades de soporte de carga inferiores. Esto hace que todo el aerogenerador sea más económico, dado que se reducen los costes de los cimientos, de la construcción de la torre y del transporte del aerogenerador al lugar de construcción.

35 En una forma de realización ventajosa de la invención, el engranaje planetario según aspectos de la invención forma parte de un tren de potencia del aerogenerador. En particular, un árbol conductor principal, que está acoplado a un rotor del aerogenerador, está acoplado además a la rueda conductora del engranaje planetario. La rueda central conducida está acoplada a un árbol conducido que está acoplado además a un generador eléctrico para la producción de electricidad.

40 En otro aspecto de la invención, se proporciona un uso ventajoso del engranaje planetario según aspectos de la invención. El engranaje planetario se usa en un aerogenerador, en particular, en un aerogenerador marino.

Ventajas similares, que ya se han mencionado respecto al engranaje planetario y respecto al aerogenerador, también son aplicables, del mismo modo o similar, al uso del engranaje planetario.

45 Según otra forma de realización ilustrativa, se proporciona un engranaje planetario para transmisión con división de potencia. Dicho engranaje planetario tiene un árbol conductor, que engrana en una primera etapa de transmisión, que tiene una primera cantidad de engranajes planeta que están acoplados a una cantidad correspondiente de segundos engranajes planeta. Estos están desplazados axialmente respecto a los primeros engranajes planeta. A su vez, los segundos engranajes planeta engranan en una segunda etapa de transmisión que tiene una segunda cantidad e inferior de terceros engranajes planeta. Estos están acoplados a una cantidad correspondiente de cuartos engranajes planeta que están desplazados axialmente respecto a los terceros engranajes planeta. Los cuartos engranajes planeta engranan en una rueda central que, en particular, está acoplada a un árbol conducido. Dos segundos engranajes planeta engranan en un único tercer engranaje planeta para proporcionar la transmisión con división de potencia. El árbol conductor está acoplado a una rueda conductora hueca que tiene un engranaje interno que engrana en los engranajes de los primeros engranajes planeta. Esto hace que el engranaje planetario, según este aspecto de la invención, sea especialmente compacto.

Breve descripción de los dibujos

60 Otros aspectos y características de la invención se derivan de la siguiente descripción de formas de realización preferentes de la invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 muestra un aerogenerador marino simplificado, según una forma de realización de la invención;

65 la figura 2 es un dibujo simplificado que muestra una sección longitudinal de un engranaje planetario a lo largo de un eje principal, según otra forma de realización de la invención;

la figura 3 es una vista de frente simplificada en una dirección de un eje principal del engranaje planetario de la figura 2;

5 la figura 4 es un dibujo simplificado que muestra una sección longitudinal de otro engranaje planetario a lo largo de un eje principal, según otra forma de realización y

la figura 5 es una vista de frente simplificada en una dirección del eje principal del engranaje planetario de la figura 4.

10 Descripción detallada de formas de realización de ejemplo

15 La figura 1 es una vista en perspectiva simplificada de un aerogenerador 2. Solo a modo de ejemplo, el aerogenerador 2 es un aerogenerador marino. Comprende un buje de rotor 4 que porta las palas de rotor 6. Una estructura de soporte 8, por ejemplo, una torre, porta una góndola (no visible) y está cimentada en unos cimientos submarinos adecuados situados en el mar 10.

20 Según una forma de realización de la invención, un árbol principal del aerogenerador 2, que se acciona por medio del buje de rotor 4, está acoplado a un engranaje planetario, que puede ser un engranaje multiplicador o reductor. Esto es para transmitir el par, que se aplica sobre el árbol principal, a un árbol conducido que está acoplado además a un generador eléctrico para la producción de electricidad.

25 Por lo general, la invención es aplicable a árboles conductores y conducidos en cualquier lateral del engranaje planetario. Los engranajes planetarios que se describen en este documento se pueden usar como un multiplicador o un reductor. Por consiguiente, los árboles conducidos o las ruedas conducidas pueden hacer las veces de árboles conductores o ruedas conductoras y viceversa.

30 El aerogenerador 2 se puede equipar con un engranaje planetario 20 según una forma de realización de la invención, que se muestra en el dibujo simplificado de la figura 2. El engranaje planetario 20 se representa en una sección longitudinal a lo largo del eje principal A. El engranaje planetario 20 comprende una rueda conductora 22, que es una rueda hueca que tiene un engranaje interno 23. La rueda conductora 22 se puede acoplar a un árbol 100, del que una parte se ilustra con líneas discontinuas. El engranaje interno 23 puede ser un engranaje recto. Éste engrana con una pluralidad de primeros engranajes planeta 24, 26. Por consiguiente, los primeros engranajes planeta 24, 26 también pueden ser engranajes rectos. Los primeros engranajes planeta 24, 26 están acoplados a través de árboles 28, 30 a una cantidad correspondiente de segundos engranajes planeta 32, 34. El primer árbol 30 acopla el primer engranaje 26 al segundo engranaje 34 del primer subconjunto. Tiene una primera longitud, L1 que es sustancialmente igual a una segunda longitud L2 del segundo árbol 28. Este acopla el primer engranaje planeta 24 con el segundo engranaje planeta 32 del segundo subconjunto. Los segundos engranajes planeta 32, 34 están desplazados axialmente respecto a los primeros engranajes planeta 24, 26. En una forma de realización distinta, la primera longitud L1 y la segunda longitud L2 también pueden ser distintas.

45 El engranaje planetario 20 según la forma de realización de la figura 2, solo a modo de ejemplo, comprende seis primeros engranajes planeta 24, 26 y seis segundos engranajes planeta 32, 34. Esto se ilustra en la vista de frente simplificada, en el lateral conducido del engranaje planetario 20, que se muestra en la figura 3. Los primeros y los segundos engranajes planeta 24, 26 y 32, 34 están espaciados por igual alrededor de la circunferencia de la rueda conductora 22. Esto se indica con los ejes de simetría S1 a S3 que están dibujados con líneas discontinuas.

50 Los segundos engranajes planeta 32, 34 engranan en una rueda central 36, que está acoplada además a un árbol conducido 38, a través de un mecanismo de embrague 40 (véase la figura 2). El árbol conducido 38 se puede acoplar además a un generador eléctrico para la producción de electricidad.

55 Los segundos engranajes planeta 32, 34 están divididos en un primer subconjunto de engranajes y un segundo subconjunto de engranajes. Los segundos engranajes planeta, que tienen el número de referencia 32, pertenecen al segundo subconjunto de engranajes. Los segundos engranajes planeta, que están provistos del número de referencia 34, pertenecen al primer subconjunto de engranajes. Los dos subconjuntos de engranajes están dispuestos en dos planos independientes E1 y E2, que están espaciados en una dirección axial AX una distancia D.

60 El dibujo simplificado de la figura 2 muestra que los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto están dispuestos en el primer plano E1. Asimismo, los segundos engranajes planeta 32 del segundo subconjunto están dispuestos en el segundo plano E2. En la vista de frente simplificada de la figura 3, los segundos engranajes 34 del primer subconjunto están dibujados con líneas discontinuas. Los segundos engranajes planeta 32 del segundo subconjunto están dibujados con líneas continuas. Esto ilustra que los segundos engranajes planeta 32, 34 están escalonados a lo largo del eje principal A del engranaje planetario 20. En la figura 3, los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto están dispuestos detrás de los segundos engranajes planeta 32 del segundo subconjunto a lo largo de una dirección axial AX.

- 5 Los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto están dispuestos además dentro de la rueda conductora hueca 22. Es decir, los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto, que están situados en el primer plano E1, están dispuestos dentro de un espacio interior 42 de la rueda conductora 22. Dicho espacio interior 42 está limitado, en una dirección radial R, por el casquillo o manguito exterior 44 de la rueda conductora 22. En una dirección axial AX, el espacio interior 42 está limitado por planos virtuales que incluyen los bordes axiales 46, 48 de la rueda conductora 22. Dichos planos son simplemente planos teóricos que sirven para ilustrar los límites del espacio interior 42.
- 10 En el lateral conductor del engranaje planetario 20, según la forma de realización de la figura 2, el espacio interior 42 está limitado, en la dirección axial AX, por el plano posterior 50 de la rueda conductora 22. Un plano teórico, que se proyecta a lo largo de dicho plano posterior 50, incluye el borde exterior 46 de la rueda conductora 22 en este lateral. En el lateral opuesto de la rueda conductora 22, el espacio interior 42 está limitado por un plano que está dispuesto para alojar un plano delantero 52 de la rueda conductora 22. Dicho plano también incluye el engranaje interno 23 de la rueda conductora 22, así como los primeros engranajes planeta 24, 26. En la forma de realización de la figura 2, dicho plano está distanciado del primer plano E1 la segunda distancia L2. Dicho segundo plano incluye el borde axial 48 de la rueda conductora 22, que está orientado hacia el lateral conducido del engranaje planetario 20. Los planos que limitan el espacio interior 42 en la dirección axial AX son al menos sustancialmente paralelos al primer y al segundo plano E1, E2.
- 15
- 20 Debido a que los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto están dispuestos en el primer plano E1, que se proyecta en el espacio interior 42 de la rueda conductora 22, el engranaje planetario 20 es especialmente compacto.
- 25 El engranaje planetario 20 se puede configurar para que la rueda central 36 esté soportada axialmente de manera libre. Dicho soporte axial libre de la rueda central 36 se debe a los segundos engranajes planeta helicoidales 32, 34 y a los engranajes helicoidales correspondientes de la rueda central 36. Una inclinación de los segundos engranajes planeta helicoidales 32 del segundo subconjunto es opuesta a una inclinación de los engranajes helicoidales 34 del primer subconjunto. Asimismo, los engranajes de la rueda central 36, que engranan con los segundos engranajes planeta 32, 34, también son engranajes helicoidales cortados de manera opuesta, es decir, tienen direcciones de inclinación opuestas.
- 30 Solo a modo de ejemplo, los segundos engranajes planeta 34 del primer subconjunto son engranajes a la izquierda. Los segundos engranajes planeta cortados de manera opuesta 32 del segundo subconjunto son engranajes a la derecha. Los engranajes correspondientes de la rueda central 36 están cortados de manera opuesta, en comparación con sus coincidentes que engrana con los mismos. En particular, el engranaje de la rueda central 36, que está dispuesto a la izquierda y que engrana con el segundo engranaje planeta 34 del primer subconjunto, es un engranaje a la derecha. Asimismo, el engranaje de la rueda central 36 a la derecha, que engrana con el segundo engranaje planeta 32 del segundo subconjunto, es un engranaje a la izquierda.
- 35 El mecanismo de embrague 40 está dispuesto en un centro entre el primer y el segundo plano E1 y E2. Es decir, el mecanismo de embrague 40 está dispuesto en un centro entre los planos E1, E2, en los que están dispuestos los segundos engranajes planeta 32, 34 del primer y del segundo subconjunto.
- 40 Esto permite que la rueda central 36 esté soportada de manera libre en la dirección axial AX. De manera ventajosa, el engranaje planetario 20 según esta forma de realización de la invención puede prescindir de cojinetes de empuje para la rueda central 36. Al menos, los cojinetes de empuje, si se consideran necesarios, se pueden diseñar para que tengan una capacidad de carga inferior.
- 45 El engranaje planetario 20 según la realización de las figuras 2 y 3 es un engranaje de una única etapa. La relación de transmisión de la única etapa puede ser considerablemente elevada, es decir, puede ser de hasta 15. Esto conlleva que los segundos engranajes planeta 32, 34 tengan un radio relativamente grande. En particular, los segundos engranajes planeta 32, 34 sobresalen de un nivel del engranaje interno 32 de la rueda conductora 22 una distancia F. La distancia F se considera en la dirección radial R.
- 50 Según otro aspecto ilustrativo, existe otra forma de realización de un engranaje planetario 60, que es un engranaje con división de potencia y que se muestra en el dibujo simplificado de la figura 4. La figura 4 es una sección longitudinal del engranaje planetario 60 a lo largo de un eje principal A. El engranaje planetario 60 incluye una rueda conductora 22 que tiene un engranaje interno 23 que engrana en una primera etapa de transmisión. La rueda conductora 22 se puede acoplar a un árbol 100, del que una parte se ilustra con líneas discontinuas. La primera etapa de transmisión comprende una cantidad de primeros engranajes planeta 24, que están dispuestos alrededor de la circunferencia de la rueda conductora 22. Según la forma de realización de la figura 4, el engranaje planetario 60 comprende seis primeros engranajes planeta 24, que están espaciados por igual alrededor de la circunferencia de la rueda conductora 22. Esto se ilustra en la vista de frente simplificada de la figura 5. Los primeros engranajes planeta 24 están dispuestos en los ejes de simetría S1 a S3 espaciados por igual y están acoplados, a través de primeros árboles 62, a una cantidad correspondiente de segundos engranajes planeta 32. Estos también están espaciados por igual alrededor de la circunferencia de la rueda conductora 22. Es decir, los primeros engranajes
- 55
- 60
- 65

planeta 24 y los segundos engranajes planeta 32 están dispuestos en los ejes de simetría S1 a S3, que están espaciados por igual y que están dibujados como líneas discontinuas en la figura 5.

- 5 Los segundos engranajes planeta 32 tienen una distancia axial respecto a los primeros engranajes planeta 24, con lo que todos los segundos engranajes planeta 32 están desplazados en una misma dirección axial. Es decir, todos los segundos engranajes planeta 32 están dispuestos en el mismo lateral de la rueda conductora 22. Los segundos engranajes planeta 32 engranan en terceros engranajes planeta 64. Para transmisión con división de potencia, dos segundos engranajes planeta 32 engranan en un único tercer engranaje planeta 64. Esto también resulta evidente gracias a la vista de frente simplificada de la figura 5. Los terceros engranajes planeta 64 están acoplados a través de segundos árboles 66 a cuartos engranajes planeta 68. Los terceros engranajes planeta 64 y los cuartos engranajes planeta 68 están, nuevamente, espaciados en dirección axial. De manera similar a los primeros y segundos engranajes planeta 24, 32, todos los cuartos engranajes planeta 68 están distanciados de los terceros engranajes planeta 64 en una misma dirección axial.
- 10
- 15 Los cuartos engranajes planeta 68 engranan con la rueda central 36. Esta está acoplada a un árbol conducido 38, que se puede acoplar además a un generador eléctrico para producción de electricidad, cuando el engranaje planetario con división de potencia 60, según la forma de realización de las figuras 4 y 5, está montado en un aerogenerador 2.
- 20 De manera ventajosa, las formas de realización, que se mencionan respecto a las figuras 2 y 3, se pueden combinar con el engranaje planetario 60 según las formas de realización de las figuras 4 y 5. Por ejemplo, los primeros a los cuartos engranajes planeta 24, 32, 64 y 68 del engranaje planetario 60 pueden ser engranajes helicoidales o engranajes rectos.
- 25 Los engranajes planetarios 20, 60, según las formas de realización de la invención, presentan una densidad de potencia elevada y un tamaño especialmente compacto. Esto hace que los engranajes planetarios 20, 60 sean especialmente adecuados para integración en el tren de potencia de un aerogenerador 2. Por ejemplo, la rueda conductora 22 se puede acoplar a un árbol principal que se acciona por medio del buje de rotor 4 del aerogenerador 2. El árbol conducido 38 se puede acoplar a un generador eléctrico.
- 30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un engranaje planetario (20, que comprende una rueda conductora (22), que engrana en una etapa de transmisión, que tiene primeros engranajes planeta (24, 26) que están acoplados a una cantidad correspondiente de segundos engranajes planeta (32, 34) que están axialmente desplazados respecto a los primeros engranajes planeta (24, 26), en el que los segundos engranajes planeta (32, 34) engranan en una rueda central (36) que está acoplada a un árbol conducido (38), **caracterizado porque** la rueda conductora (22) es una rueda hueca que tiene un engranaje interno (23) que engrana con los primeros engranajes planeta (24, 26) y los segundos engranajes planeta (32, 34) están divididos en un primer subconjunto (34) y un segundo subconjunto de engranajes (32) que están dispuestos en dos planos independientes (E1, E2) que están espaciados entre sí en una dirección axial (AX), en el que los segundos engranajes (32) del primer subconjunto están dispuestos en un espacio interior (42) que está rodeado por la rueda conductora hueca (22) y en el que una circunferencia exterior de los segundos engranajes planeta (32, 34) sobresale parcialmente de un nivel del engranaje interno (23) de la rueda conductora (22) en una dirección radial (R).
- 10 2. El engranaje planetario según la reivindicación 1, en el que los engranajes de los segundos engranajes planeta (32, 34) y los engranajes correspondientes de la rueda central (36) son engranajes helicoidales y en el que una dirección del paso de los segundos engranajes planeta helicoidales del primer subconjunto (34) es opuesta a un paso de los segundos engranajes planeta helicoidales del segundo subconjunto (32).
- 15 3. El engranaje planetario según la reivindicación 2, en el que la rueda central (36) comprende engranajes helicoidales cortados de manera opuesta que engranan con los segundos engranajes planeta del primer subconjunto (34) y del segundo subconjunto (32), respectivamente, para proporcionar un soporte axialmente libre de la rueda central (36).
- 20 4. El engranaje planetario según la reivindicación 2 ó 3, en el que las inclinaciones de los segundos engranajes planeta helicoidales del primer subconjunto (34) y del segundo subconjunto (32) son al menos sustancialmente iguales, por cuanto se refiere a sus valores.
- 25 5. El engranaje planetario según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que un mecanismo de embrague (40) entre la rueda central (36) y el árbol conducido (38) está dispuesto en un centro entre los engranajes que engranan con los engranajes planeta del primer y del segundo subconjunto (32, 34), respectivamente.
- 30 6. El engranaje planetario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el engranaje planetario (20) tiene una única etapa de transmisión de los engranajes.
- 35 7. El engranaje planetario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer (E1) y el segundo plano (E2) están dispuestos en laterales opuestos del engranaje interno de la rueda conductora.
- 40 8. El engranaje planetario según la reivindicación 7, en el que el primer y el segundo plano (E1, E2) tienen una distancia distinta desde el engranaje interno (23) de la rueda conductora (22).
- 45 9. Un aerogenerador (2), en particular, un aerogenerador marino, que comprende un engranaje planetario (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 50 10. Uso de un engranaje planetario (20) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un aerogenerador (2), en particular, en un aerogenerador marino.
11. Un tren de potencia para un aerogenerador que comprende un engranaje planetario según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

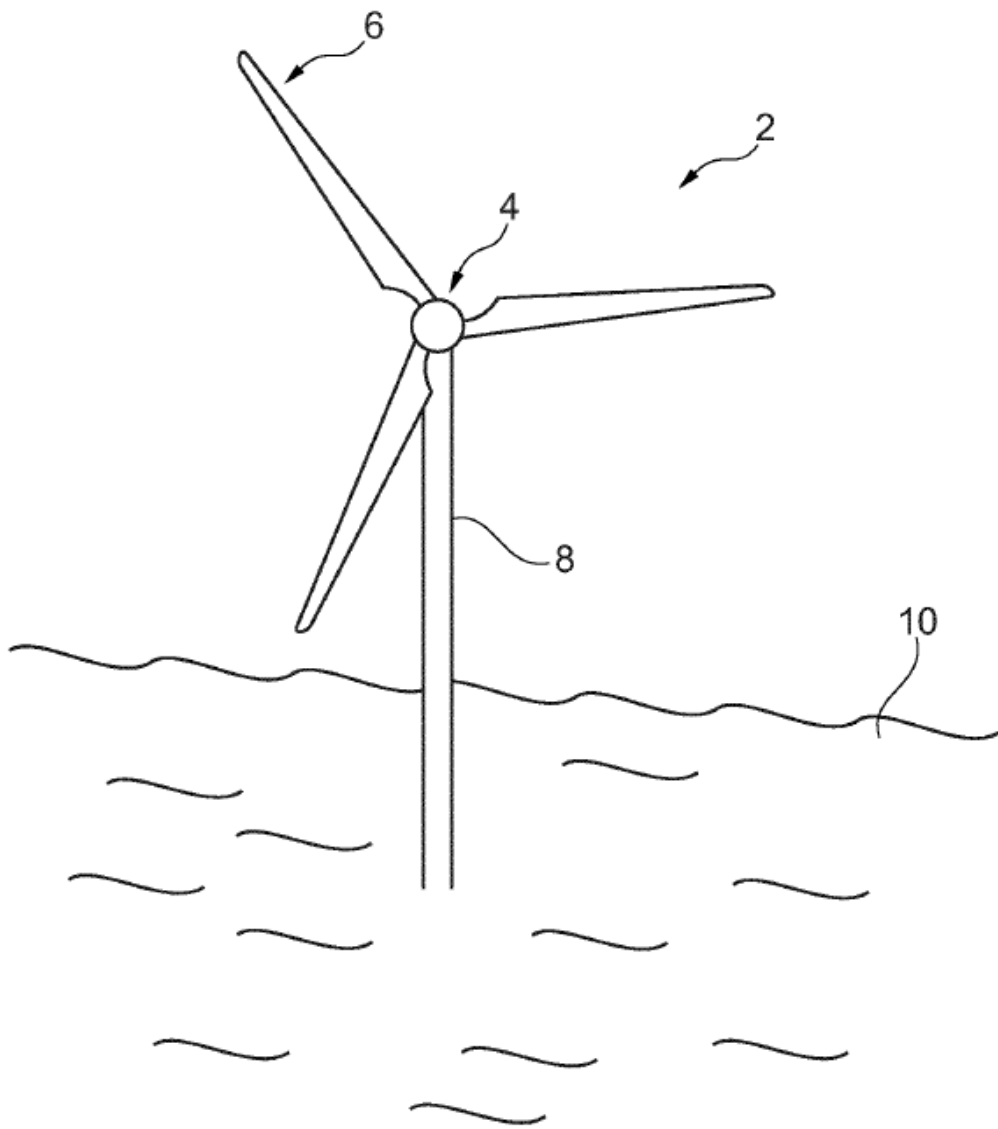


Fig. 1

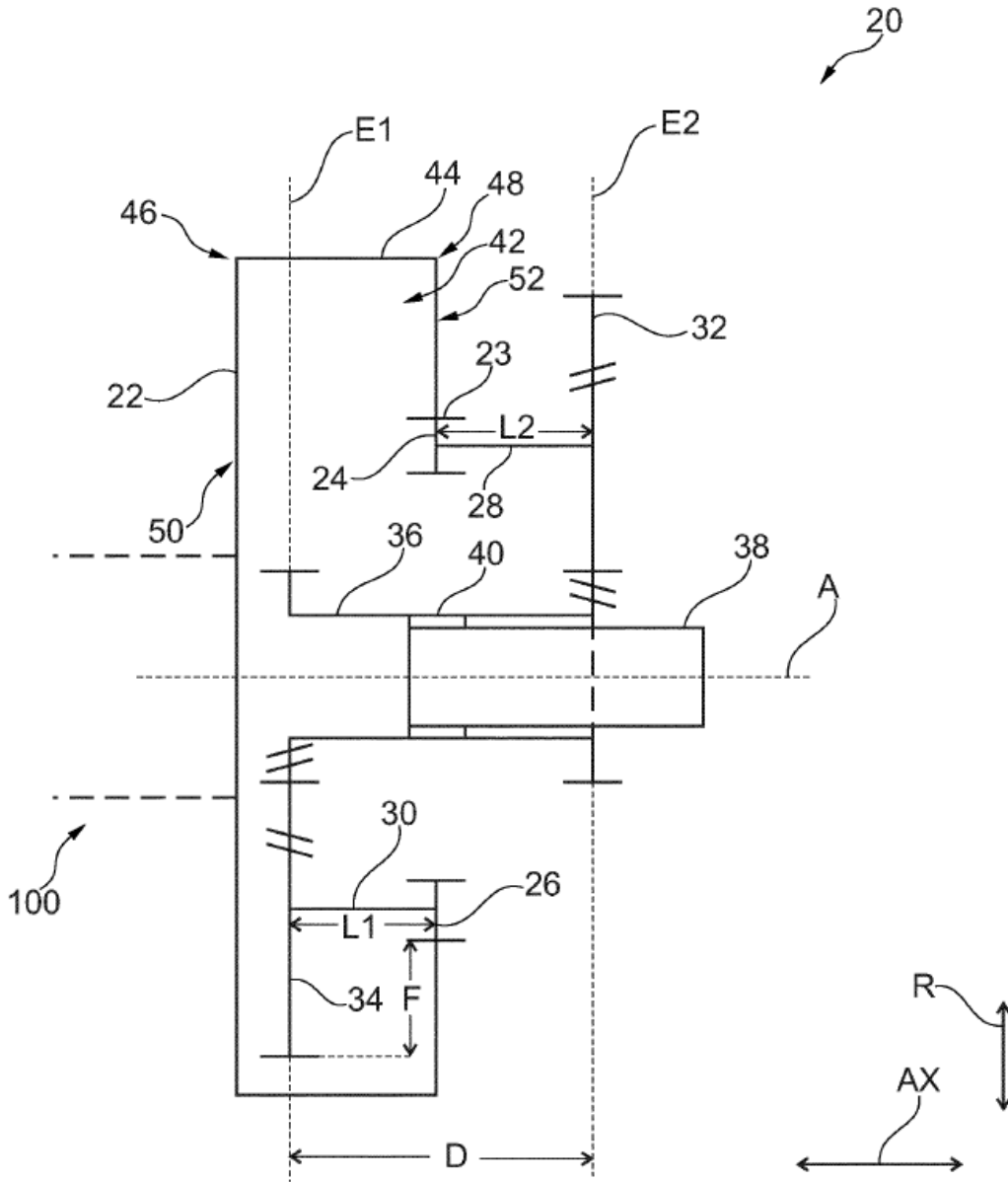


Fig. 2

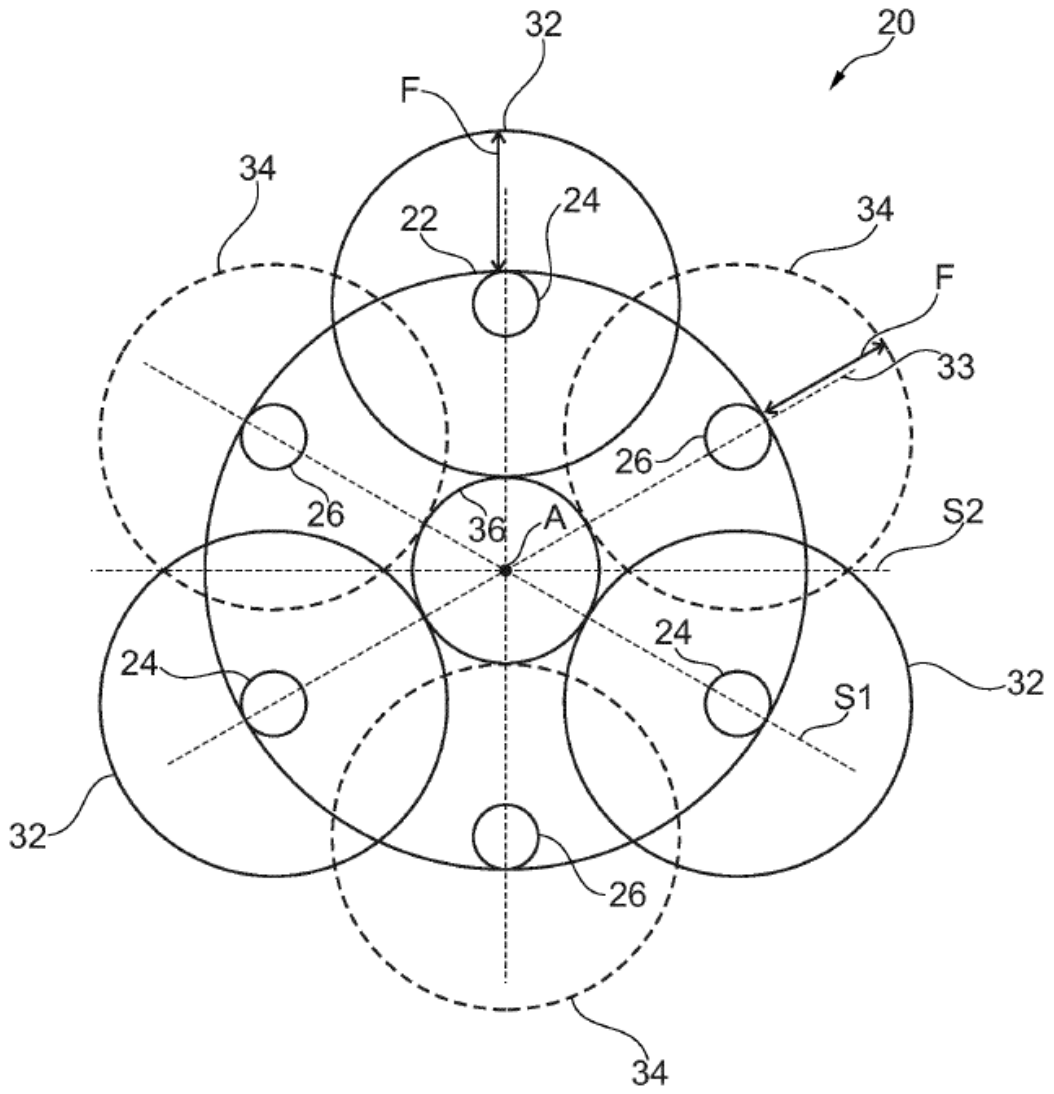


Fig. 3

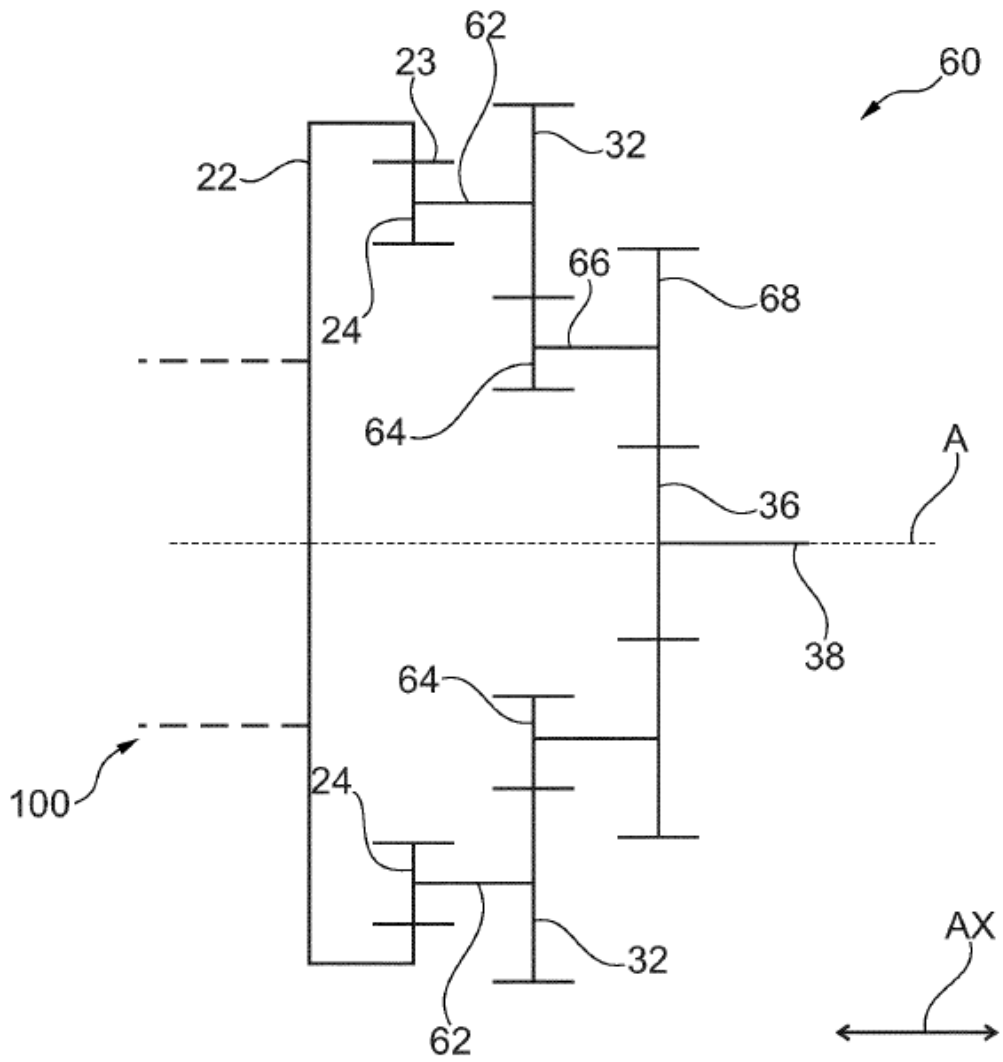


Fig. 4

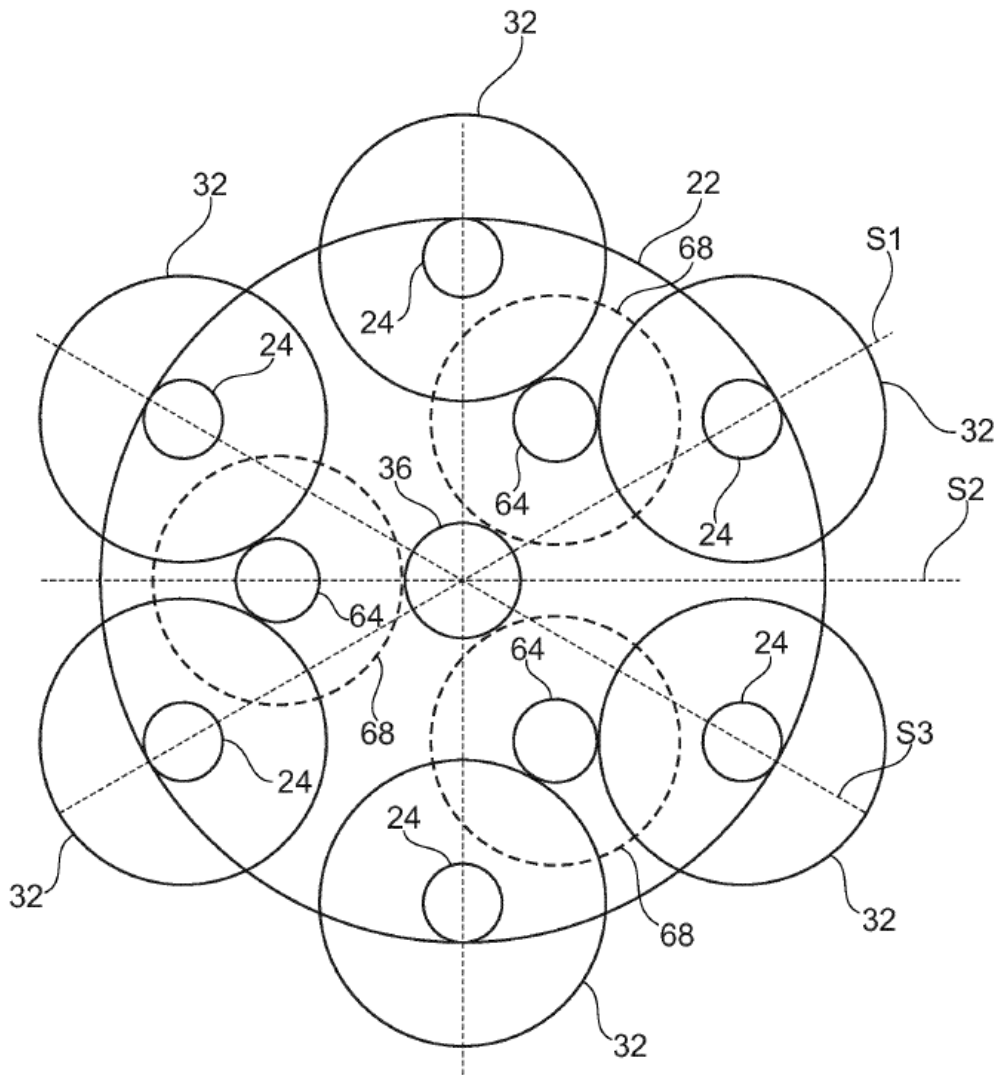


Fig. 5