

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 177**

51 Int. Cl.:

F16H 57/08 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F16C 17/10 (2006.01)

F16C 25/02 (2006.01)

F16C 33/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2016 E 16187064 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 3290751**

54 Título: **Engranaje planetario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2021

73 Titular/es:

**FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Strasse 77
46395 Bocholt, DE**

72 Inventor/es:

MEYER, THOMAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 814 177 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

La presente invención hace referencia a un engranaje planetario, en particular, para una turbina eólica, con una carcasa de la transmisión, una rueda solar central, que se mantiene en la carcasa de la transmisión para que pueda girar alrededor de un eje de rotación de transmisión central y presenta un dentado externo; con una corona interna, que está dispuesta concéntricamente con respecto al eje de rotación de transmisión central en la carcasa de la transmisión y que presenta un dentado interno; con un portaplanetas que está montado de manera giratoria en la carcasa de la transmisión alrededor del eje de rotación de transmisión central; y múltiples ruedas planetarias que están montadas de manera giratoria en el portaplanetas alrededor de los ejes de rotación de rueda planetaria a través de un cojinete de rueda planetaria realizado como un cojinete de deslizamiento y que presentan dentados externos que están engranados con el dentado interno de la corona interna y con el dentado externo de la rueda solar.

Este tipo de engranajes planetarios sirven, por ejemplo, como engranajes de transmisión para la transferencia de una baja velocidad de un eje de entrada del engranaje planetario en una velocidad significativamente mayor de un eje de salida del engranaje planetario. En consecuencia, los engranajes planetarios se instalan con frecuencia, en turbinas eólicas, donde una velocidad baja del eje del rotor se traduce en una velocidad significativamente mayor del eje del generador. Cuando los engranajes planetarios se utilizan en turbinas eólicas, los mismos funcionan en gran medida en condiciones operativas muy cambiantes debido a las condiciones variables del viento. Debido a velocidades temporalmente extremadamente bajas del eje de accionamiento y al mismo tiempo fuerzas extremadamente altas que actúan sobre los cojinetes, en engranajes planetarios para turbinas eólicas se pueden instalar cojinetes de rodamientos para el soporte de las ruedas planetarias.

Alternativamente, los cojinetes de ruedas planetarias en engranajes planetarios para turbinas eólicas también pueden estar diseñados como cojinetes de deslizamiento. Un engranaje planetario de esta clase para una turbina eólica está descrito, por ejemplo, en la solicitud EP 2 383 480 A1 y presenta una carcasa de transmisión, en la cual una rueda solar central con dientes externos se mantiene giratoria alrededor de un eje de rotación de transmisión central. Además, en la carcasa de transmisión, concéntricamente al eje central de rotación de la transmisión se proporciona una corona interna con un dentado interno. En la carcasa de la transmisión también está montado un portaplanetas que puede girar alrededor del eje central de rotación de la transmisión. En el portaplanetas se sostienen múltiples ruedas planetarias. Las ruedas planetarias presentan dentados externos que engranan con el dentado interno de la corona interna y con el dentado externo de la rueda solar.

Las ruedas planetarias están montadas sobre cojinetes de rueda planetaria diseñados como cojinetes de deslizamiento radiales de manera giratoria alrededor de los ejes de rotación de rueda planetaria. Para un funcionamiento fiable de un cojinete de deslizamiento radial, su juego de cojinete debe considerar también el hecho de que durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento radial pueden presentarse dilataciones y/o deformaciones a causa de la temperatura y/o de la carga. Por lo tanto, los componentes del cojinete de deslizamiento radial y/o las superficies de rodadura de los engranajes planetarios montados se deben fabricar con alta precisión, es decir, con bajas tolerancias de fabricación, y/o ser mecanizados posteriormente durante el montaje, lo que está asociado con costes elevados.

Durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento radial, el juego del cojinete se modifica gradualmente como consecuencia del desgaste, lo cual puede conducir a un funcionamiento incorrecto o a una falla del cojinete de deslizamiento radial. Por lo tanto, cuando el juego de cojinete del cojinete de deslizamiento radial amenaza con dejar un rango admisible, resulta necesario un mantenimiento regular y, eventualmente, un recambio del cojinete de deslizamiento radial. Esto está vinculado con correspondientes tiempos de inactividad cuando se usa en turbinas eólicas.

Los cojinetes de deslizamiento radiales pueden transferir exclusivamente fuerzas radiales. Para guiar las ruedas planetarias también axialmente y evitar movimientos axiales de las ruedas planetarias, se requieren adicionalmente cojinetes de deslizamiento axiales, que deriven las fuerzas axiales que actúan sobre las ruedas planetarias. Dichos cojinetes de deslizamiento axial pueden estar conformados, por ejemplo, en la zona de contacto entre las mejillas del portaplanetas y los lados frontales de las ruedas planetarias aumentando también los costes de dichos cojinetes de ruedas planetarias.

Durante el funcionamiento del engranaje planetario, también se pueden presentar tensiones cuando se modifica un juego de cojinete. Esto a su vez puede conducir a un mayor desgaste y a un mayor juego de cojinete.

De la solicitud DE 10 2014 214 331 A1 se conoce un engranaje planetario, con un portaplanetas con dos paredes laterales que se extienden paralelas entre sí con orificios axiales opuestos; en donde una o más ruedas planetarias están dispuestas de manera giratoria entre las paredes laterales. Dicho engranaje planetario está caracterizado

porque en la rueda planetaria están proporcionados pasadores cónicos a ambos lados del rodamiento giratorio, porque los orificios axiales están realizados como perforaciones cónicas y porque cada pasador cónico está soportado de manera giratoria en el orificio cónico a través de un cojinete de rodamiento inclinado.

5 De la solicitud DE 10 2014 205 980 A1 se conoce un accionamiento planetario con al menos una rueda planetaria, que está montada de manera giratoria alrededor de un eje de rotación en un portaplanetas a través de dos pernos planetarios; en donde el portaplanetas está conformado por al menos dos elementos de soporte, de los cuales cada elemento de soporte es respectivamente una base de apoyo para uno de los pasadores planetarios; y en donde los pasadores planetarios están dispuestos coaxialmente opuestos entre sí sobre el eje de rotación y allí cada uno de los pasadores planetarios tipo pivotes sobresale parcialmente axialmente en un orificio de la rueda planetaria que
10 está alineado coaxialmente al pasador planetario, así como, con simetría rotacional al eje de rotación, para la conformación de un punto de apoyo para la rueda planetaria con una sección de soporte con simetría rotacional.

Un objeto de la presente invención consiste en crear un engranaje planetario que corresponda particularmente a la clase mencionada en la introducción, que permita un diseño constructivo sencillo, presente poco desgaste y/o resulta de manipulación sencilla; en donde, en particular, el juego interno de cojinete de los cojinetes de deslizamiento sea fácil de ajustar.
15

Una solución del objeto se consigue con un engranaje planetario según la reivindicación 1. Las configuraciones del engranaje planetario resultan de las reivindicaciones 2 a 21.

Un engranaje planetario, en particular, para una turbina eólica, con una carcasa de la transmisión, presenta una rueda solar central, que se mantiene en la carcasa de la transmisión para poder girar alrededor de un eje de rotación de transmisión central y presenta un dentado externo; una corona interna, que está dispuesta concéntricamente con respecto al eje de rotación de transmisión central en la carcasa de la transmisión y que presenta un dentado interno. El engranaje planetario presenta, en particular, un portaplanetas de una mejilla que está montado de manera giratoria en la carcasa de la transmisión alrededor del eje de rotación de transmisión central; y múltiples ruedas planetarias que están montadas giratoriamente en el portaplanetas alrededor de los ejes de rotación de rueda planetaria a través de un cojinete de rueda planetaria realizado como un cojinete de deslizamiento y presentan dentados externos que están engranados con el dentado interno de la corona interna y con el dentado externo de la rueda solar. El portaplanetas de una mejilla, en comparación con el portaplanetas de dos mejillas, presenta sólo una cara. El portaplanetas de doble mejilla presenta mejillas a ambos lados de las ruedas planetarias dispuestas en un plano, las cuales soportan o guían las ruedas planetarias.
20

30 Cada cojinete de rueda planetaria presenta dos cuerpos de cojinete anulares; en donde al menos uno de los cuerpos de cojinete anulares es atravesado por un eje de rueda planetaria y sujetado al mismo de manera rotacionalmente fija; en donde en la superficies circunferenciales exteriores de los cuerpos de cojinete están conformadas superficies de deslizamiento con forma superficial cónica de tal modo que los extremos estrechos de los cuerpos de cojinete apunten uno hacia el otro; y en donde en superficies circunferenciales internas de la rueda planetaria están conformadas superficies de rodadura que se corresponden a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria.
35

Un cojinete deslizante planetario cónico se puede realizar tanto en portaplanetas de una mejilla y de dos mejillas. En el caso de un portaplanetas de doble mejilla, se puede producir una tensión. De esta manera, puede ser que el eje de rueda planetaria se flexione entre sus puntos de sujeción en las mejillas. Esta deformación debe ser compensada o prevenida mediante refuerzos. Una torsión del portaplanetas de dos mejillas también puede causar un eje de engranaje planetario inclinado hacia las dos ruedas dentadas centrales, la corona interna y el piñón solar. Esto puede conducir a una distribución de carga no uniforme dentro del engranaje.
40

45 Cuando se utiliza un portaplanetas de una mejilla, se pueden evitar y/o resolver los problemas que pueden ocurrir con un portaplanetas de dos mejillas. En el caso de un portaplanetas de una mejilla, el eje de rueda planetaria solo está conectado en un lado con el portaplanetas. De esta manera resulta un extremo libre del eje en relación con la sujeción. Todo el grupo constructivo se puede montar utilizando un montaje de enchufe axial. Así, la complementariedad de forma de los cojinetes de deslizamiento cónicos ya no debería ser un problema.

50 En una configuración del engranaje planetario, el mismo presenta un primer lado frontal y un segundo lado frontal; en donde el portaplanetas de una mejilla está en la zona de un lado frontal, en particular, del primer lado frontal; en donde el, al menos un, cuerpo de cojinete anular, que es atravesado por el eje del engranaje planetario y se sujeta sobre él de manera rotacionalmente fija, está desacoplado mecánicamente de otra rueda planetaria, en el segundo lado frontal. El desacoplamiento resulta, en particular, del hecho de que no hay una segunda mejilla, que sirva como una cara invertida para portar una pluralidad de ruedas planetarias.

55 Esto ofrece como resultado una combinación de cojinetes de deslizamiento cónicos en conexión con el portaplanetas de una mejilla para, por ejemplo, etapas planetarias, engranajes industriales y/o eólicos. Así se

5 presenta la posibilidad de un montaje enchufable del grupo constructivo del engranaje planetario. También es posible una protección robusta contra la rotación de componentes sobre el eje. Además, se presentan al menos restricciones reducidas con respecto al diámetro de eje máximo del eje. Además, también puede resultar lo siguiente: ninguna restricción del soporte de montaje en el asiento del eje en el soporte y/o una mejor accesibilidad para ajustar el juego del cojinete.

10 Cuando en el engranaje planetario, cada cojinete de rueda planetaria presenta dos cuerpos de cojinete anulares que son atravesados por un eje de rueda planetaria y retenido allí de manera rotacionalmente fija y en cuyas superficies circunferenciales externas están conformadas superficies de deslizamiento cónicas con forma superficial cónica, entonces los mismos pueden estar diseñados de tal manera que sea posible ajustar sencillamente el juego de
15 cojinete de los cojinetes de deslizamiento y conseguir un diseño constructivo simple. Esto se basa en la consideración del uso de cojinetes de deslizamiento de doble cono divididos axialmente que pueden derivar tanto fuerzas axiales como radiales. Debido a la disposición opuesta de las dos superficies de deslizamiento cónicas, se puede fijar una rueda planetaria tanto en dirección axial como también en dirección radial. El juego de cojinete radial se puede ajustar de manera sencilla a través de un ajuste axial del cuerpo de cojinete cónico con respecto la rueda planetaria, que presenta las correspondientes superficies de rodadura cónicas. La resistencia a la torsión de los cuerpos de cojinete se puede generar, por ejemplo, encogiéndolos los cuerpos de cojinete fabricados con sobredimensionamiento tras su posicionamiento sobre el eje de rueda planetaria.

20 En una configuración del engranaje planetario está proporcionado un bloqueo de al menos un cuerpo de cojinete en el eje de la rueda planetaria para bloquear el, al menos un, cuerpo de cojinete. El, al menos un cuerpo de cojinete está fijado axialmente en el eje de rueda planetaria mediante el bloqueo.

En una configuración del engranaje planetario, un anillo de bloqueo bloquea al menos un cuerpo de cojinete sobre el eje de rueda planetaria.

En una configuración del engranaje planetario, el eje de rueda planetaria consiste en un pasador flexible con un cilindro hueco. El cilindro hueco soporta al menos uno de los cuerpos de cojinete.

25 En una configuración del engranaje planetario, el pasador flexible presenta un conducto de lubricante. En particular, la línea de lubricante también se guía a través del cilindro hueco para que el lubricante pueda entrar al cojinete de deslizamiento y entre las superficies de deslizamiento/ rodadura.

30 En una configuración del engranaje planetario, entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las correspondientes superficies de rodadura de la rueda planetaria montada hay una ranura de lubricación; en donde una primera de estas ranuras de lubricación es diferente de la segunda de estas ranuras de lubricación.

En una configuración del engranaje planetario, la primera ranura de lubricación y la segunda ranura de lubricación presentan una longitud axial diferente. De esta manera se puede influir, por ejemplo, en la distribución de carga.

En una configuración del engranaje planetario, al menos una de las ranuras de lubricación presenta alturas axialmente diferentes. Con ello, se puede influir, por ejemplo, en el transporte del lubricante.

35 En una configuración del engranaje planetario, la primera ranura de lubricación presenta una inclinación con respecto al eje de rotación de la rueda planetaria diferente que la segunda ranura de lubricación. De esta manera se puede influir en la distribución de carga en el cojinete.

40 En otra configuración, al menos un cuerpo de cojinete se puede ajustar en la dirección axial para ajustar una ranura de lubricación de altura definida entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las superficies de rodadura correspondientes de la rueda planetaria montada. Una altura óptima de la ranura de lubricación entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las correspondientes superficies de rodadura de la rueda planetaria montada es un requisito previo fundamental para un funcionamiento fiable del engranaje planetario.

45 En una configuración, un cuerpo de cojinete es ajustable mientras que el otro cuerpo de cojinete presenta una posición fija axialmente. El cuerpo de cojinete con posición axialmente fija puede funcionar como referencia para el ajuste del cuerpo de cojinete ajustable, lo cual resulta beneficioso para un ajuste simple y preciso de la altura óptima de la ranura de lubricación del cojinete de rueda planetaria.

50 En una configuración del engranaje planetario, la posición axial del cuerpo de cojinete fijado axialmente puede estar definido mediante un tope axial. Una mejilla del portaplanetas o un reborde anular radial conformado en el eje de rueda planetaria puede servir como tope axial.

En una configuración, para el ajuste axial, están asociados medios de ajuste a los cuerpos cojinete ajustables. Este tipo de medios de ajuste facilitan el ajuste y, en particular, también el reajuste cómodo de un engranaje planetario conforme a la invención en el marco de un mantenimiento cuando la altura de la ranura de lubricación del cojinete de deslizamiento ha cambiado debido al desgaste.

5 En una configuración del engranaje planetario, los elementos espaciadores están proporcionados como medios de ajuste, que están dispuestos entre los cuerpos de cojinete. Mediante la selección de un número adecuado de elementos espaciadores y su disposición en las posiciones axiales especificadas dentro del cojinete de deslizamiento, se puede ajustar una altura de la ranura de lubricación del cojinete de deslizamiento; en donde se pueden compensar imprecisiones de fabricación de los componentes de cojinete.

10 En una configuración del engranaje planetario, el cuerpo de cojinete ajustable está atornillado sobre el eje de rueda planetaria. Para ello, en el cuerpo de cojinete ajustable está conformada una rosca interna y en el eje de rueda planetaria, una correspondiente rosca externa. Con una unión roscada de este tipo, la posición axial del cuerpo de cojinete ajustable se puede ajustar continuamente mediante la rotación alrededor del eje de la rueda planetaria.

15 En este sentido puede estar proporcionada una protección antirrotación, mediante la cual se puede fijar el cuerpo de cojinete atornillado al portaplanetas o en la mejilla. Una protección antirrotación permite la fijación segura de la posición axial ajustada del cuerpo de cojinete ajustable. En el cojinete descrito se pueden utilizar anillos sobre el eje, cuyos diámetros exteriores son mayores que los orificios en el portaplanetas, no es necesario diseñar el eje escalonado.

20 En una configuración del engranaje planetario, también es posible una combinación de múltiples medios de ajuste diferentes para el ajuste de la altura óptima de la ranura de lubricación del cojinete de rueda planetaria.

25 En una configuración del engranaje planetario, en cada superficie de deslizamiento está conformada al menos una cavidad de lubricación, en la cual desemboca un canal de lubricante, que atraviesa radialmente el cuerpo de cojinete; en donde el canal de lubricante está conectado con un canal de alimentación de lubricante excéntrico que está conformado en el eje de rueda planetaria y lo atraviesa axialmente. Durante el funcionamiento normal del engranaje planetario, se suministra lubricante a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria en el marco de una lubricación a presión. El lubricante se introduce bajo presión en el canal de alimentación de lubricante excéntrico y desde allí fluye a través de los canales de lubricante a las cavidades de lubricación, desde donde se distribuye sobre las superficies de deslizamiento.

30 En otra configuración, entre los cuerpos de cojinete está dispuesto un anillo espaciador, que rodea el eje de rueda planetaria y define una distancia axial mínima entre los cuerpos de cojinete. Mediante un anillo espaciador de este tipo se puede evitar que la distancia axial y, por lo tanto, la altura de la ranura de lubricación se ajuste demasiado pequeña, lo que se opone a un funcionamiento de la rueda planetaria con el menor desgaste posible. En una configuración del engranaje planetario, en una superficie circunferencial interior del anillo espaciador puede estar conformada una ranura anular de acumulación de lubricante. Dicha ranura de acumulación de lubricante se puede utilizar para la distribución de lubricante entre los cuerpos de cojinete.

35 En una configuración del engranaje planetario, en el anillo espaciador está conformada una pluralidad de canales de lubricante que desembocan en la ranura de acumulación de lubricante. A través de dichos canales de lubricante puede fluir lubricante desde la ranura de acumulación de lubricante en la dirección de la ranura de lubricación.

40 En una configuración del engranaje planetarios, en el eje de rueda planetaria está conformado un canal de suministro de lubricante, que desemboca radialmente en la ranura de acumulación de lubricante del anillo espaciador. Tal canal de suministro de lubricante puede utilizarse para suministrar lubricante a la ranura de acumulación de lubricante proporcionada en el anillo espaciador en forma de una lubricación por rotación. La lubricación por rotación permite continuar operando el engranaje planetario en caso de emergencia cuando falla la lubricación a presión.

45 Otras características y ventajas de la presente invención se describen a modo de ejemplo mediante la descripción a continuación de diferentes ejemplos de ejecución del engranaje planetario conforme a la invención en relación con los dibujos incluidos. En las figuras se muestra:

Figura 1: una vista axial esquemática en corte transversal de un engranaje planetario según una primera forma de ejecución.

50 Figura 2: una vista en planta axial de un portaplanetas del engranaje planetario representado en la figura 1, a lo largo de la línea II-II.

Figura 3: una vista axial en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria del engranaje planetario representado en la figura 1.

Figura 4: una vista lateral en perspectiva de un cuerpo de cojinete del engranaje planetario representado en la figura 1.

5 Figura 5: un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria.

Figura 6: un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete híbrido.

Figura 7: una vista axial en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una segunda forma de ejecución de la presente invención.

10 Figura 8: una vista axial en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una tercera forma de ejecución de la presente invención.

Figura 9: una vista axial en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una cuarta forma de ejecución de la presente invención.

Figura 10: un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un pasador flexible.

15 Figura 11: recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un pasador flexible acortado.

Figura 12: un pasador flexible con un conducto de lubricante.

Figura 13: un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete asimétrico.

20 Figura 14: un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con una ranura de lubricación de altura diferente.

Las figuras 1 a 4 muestran un engranaje planetario 1 de acuerdo con una primera forma de ejecución de la presente invención. El engranaje planetario 1 presenta una carcasa de transmisión 2 que está respectivamente atravesada por un árbol de entrada 3 y un árbol de salida 4 en los lados frontales opuestos entre sí. En la carcasa de la
 25 transmisión 2, una rueda solar central 5 con un dentado externo 6 se mantiene giratoria en el eje de salida 4 alrededor de un eje de rotación de transmisión central 37. En la dirección axial correspondiente a la rueda solar 5, en la carcasa de transmisión 2 está dispuesta una corona interna 7 concéntrica al eje central de rotación de la transmisión 37, con un dentado interno 8, la cual está conectada fijamente con la carcasa de la transmisión 2 y que rodea la rueda solar 5. Sobre el eje de accionamiento 3, en la carcasa de transmisión 2 un portaplanetas 9 se
 30 mantiene giratorio alrededor del eje central de rotación de la transmisión 37. El portaplanetas 9 presenta una mejilla 9 en un primer lado frontal del engranaje planetario 1 o de las ruedas planetarias 13. Del segundo lado frontal 32 del engranaje planetario 1 o de las ruedas planetarias 13 no hay otra mejilla. La mejilla 9 soporta las ruedas planetarias. El portaplanetas 9 está diseñado de tal manera que el mismo sólo presenta una mejilla 9 del lado del eje de accionamiento 3. También existen engranajes planetarios en los cuales el portaplanetas presenta dos mejillas; en
 35 donde una mejilla está en la zona del primer lado frontal y la segunda mejilla, en la zona del segundo lado frontal. Las dos mejillas están conectas entre sí a través de ejes de ruedas planetarias. Entre estas dos mejillas del portaplanetas están dispuestos las ruedas planetarias. Sin embargo, esto no está representado en la figura 1. El ajuste del juego de cojinete de los cojinetes de deslizamiento cónicos para el portaplanetas de doble mejilla es complejo, al mismo tiempo, los componentes del cojinete de deslizamiento deben asegurarse contra la rotación sobre el eje. Esto se hace más difícil por el portaplanetas de dos mejillas y la complementariedad de forma de los
 40 cojinetes de deslizamiento cónicos, ya que el eje se introduce axialmente como el último componente que en el grupo constructivo del soporte. Por lo tanto, no es posible realizar una protección antirrotación de los componentes sobre el eje. El engranaje planetario 1 presenta, según la figura 1, sólo una mejilla.

En la figura 1 solamente se muestra un eje de rueda planetaria 36 para una mejor claridad en la representación. El
 45 portaplanetas 9 también puede soportar un número de ejes de rueda planetaria que sea distinto a tres. En cada eje de rueda planetaria 11, está proporcionado un cojinete de rueda planetaria 12, en el cual una rueda planetaria 13 está montada de forma giratoria alrededor de un eje de rotación de rueda planetaria 36. Las ruedas planetarias 13 presentan dentados externos 14 que engranan con el dentado interno 8 de la corona interna 7 y con el dentado externo 6 de la rueda solar 5. El cojinete de rueda planetaria 12 presenta un primer cuerpo de cojinete 12a y un
 50 segundo cuerpo de cojinete 12b.

En el portaplanetas de una mejilla 9, el eje de rotación de rueda planetaria 36 sólo está conectado en un lado con el portaplanetas 9. Esto ofrece como resultado un extremo libre del eje de rotación de rueda planetaria 36 con respecto a la sujeción. Este grupo constructivo ahora se puede montar mediante un montaje de enchufe axial. De esta manera, una unión por arrastre de los cojinetes de deslizamiento cónicos tampoco puede presentar ningún problema. El cuerpo del cojinete de deslizamiento 12a (también puede denominarse como anillo de cojinete de deslizamiento) se puede asegurar radialmente contra la rotación en el eje. Después, la rueda planetaria se monta axialmente sobre el extremo libre del eje de rotación de la rueda planetaria 36, antes de que el otro cuerpo de cojinete 12b se coloque axialmente. En el extremo libre del eje de rotación de rueda planetaria 36 hay un buen acceso para una rotación axial del cuerpo de cojinete 12b, así como un espacio libre suficiente para una medición y un ajuste del juego del cojinete. Esta solución también se puede conseguir con un pasador flexible; en donde la figura 1 no está representado un pasador flexible. Un pasador flexible 34 se muestra en las figuras 10 a 12. Así también se debe evitar una desalineación de la rueda planetaria.

Cada cojinete de rueda planetaria 12 presenta dos cuerpos de cojinete anulares 12a y 12b, los cuales son atravesados por el eje de rueda planetaria 11 y se mantienen allí de una manera rotacionalmente fija. En las superficies circunferenciales externas de los cuerpos de cojinete 12a, 12b, están conformadas superficies de deslizamiento con forma superficial cónica 16, cada una de las cuales sujeta con el eje de rotación de transmisión central 37 un ángulo agudo α , que alcanza preferentemente, entre 5° y 40° . En las zonas de borde axiales de las superficies de deslizamiento 16 pueden estar proporcionados biseles o similares para contrarrestar una conformación de bordes a causa del desgaste.

Cada cuerpo de cojinete 12a, 12b es atravesado radialmente por un canal de lubricante 17. El canal de lubricante 17 está conectado con un canal de alimentación de lubricante excéntrico 18 que atraviesa axialmente la rueda planetaria 11. El canal de lubricante 17 desemboca en una cavidad de lubricación 19, que está conformada como un aplanamiento o rebaje en una zona ligeramente cargada de la superficie de deslizamiento 16 del cuerpo de cojinete 12a, 12b. A través del canal de alimentación de lubricante 18, el canal de lubricante 17 y la cavidad de lubricación 19, las superficies de deslizamiento 16 reciben lubricante en forma de lubricación a presión durante la operación regular del cojinete de rueda planetaria 12.

Los extremos estrechos de los cuerpos de cojinete 12a, 12b se enfrentan entre sí; en donde en las superficies circunferenciales internas de la rueda planetaria 13 están conformadas superficies de rodadura 20 correspondientes a las superficies de deslizamiento 16 del cojinete de rueda planetaria 12.

Entre los cuerpos de cojinete 12a, 12b del cojinete de rueda planetaria 12 está dispuesto un anillo espaciador 21, que rodea el eje de rueda planetaria 11 y define una distancia axial mínima entre los cuerpos de cojinete 12a, 12b. En una superficie circunferencial interna del anillo espaciador 21 está conformada una ranura anular de acumulación de lubricante 22, en la cual desemboca una pluralidad de canales de lubricante 23 que atraviesan el anillo espaciador. En el eje de rueda planetaria 11 está conformado un canal central de suministro de lubricante 24 que se corresponde con la ranura de acumulación de lubricante 22, y que desemboca en la ranura de acumulación de lubricante 22 del anillo espaciador 21. A través del canal central de alimentación de lubricante 24, la ranura de acumulación de lubricante 22 y la pluralidad de canales de lubricante 23 se puede realizar una lubricación por rotación del cojinete de rueda planetaria 12, que es suficiente para el funcionamiento de emergencia del engranaje planetario.

Los anchos axiales b_1 y b_2 de los cuerpos de cojinete 12a y 12b y el ancho b_3 del anillo espaciador 21 cumplen con la relación $b_1 + b_2 + b_3 = B$; en donde B indica el ancho deseado del cojinete de la rueda planetaria 12. De esta manera, los cuerpos de cojinete 12a y 12b y el anillo espaciador 21 están fijados axialmente. La fijación axial también resulta por el anillo de bloqueo 30, a través del cual el ancho B está predeterminado.

Tras la fabricación del cojinete de deslizamiento, los cuerpos de cojinete 12a y 12b y el anillo espaciador 21 cumplen inicialmente la relación $b_1 + b_2 + b_3 > B$. En el montaje del cojinete de rueda planetaria 12, los anchos de los dos cuerpos de cojinete 12a y 12b y/o del anillo espaciador 21 se ajustan por mecanizado con arranque de viruta de tal manera que se cumpla tanto la relación $b_1 + b_2 + b_3 = B$ y que también se ajuste la altura requerida S de la ranura de lubricación 25 mediante la elección adecuada de los anchos b_1 , b_2 y b_3 . En este caso, entre un cambio en la altura ΔS de la ranura de lubricación 25 y un ajuste axial causado por el cambio en el ancho Δb del respectivo cuerpo de cojinete 12a o 12b se presenta la relación $\Delta S = \Delta b \cdot \sin(\alpha)$.

La representación según la figura 5 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria, en el cual el anillo de bloqueo 30 se enrosca en el eje de rueda planetaria 11 a través de una rosca 33. Mediante el anillo de bloqueo 30, los cuerpos de cojinete 12a y 12b con el anillo espaciador 21 entre ellos son presionados sobre el portaplanetas 9. En consecuencia, se presenta un cojinete de deslizamiento inclinado en una disposición X para el alojamiento de la rueda planetaria con un portaplanetas de una sola mejilla 9.

5 La representación según la figura 6 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete híbrido 9a. Cuando se compara el cuerpo de cojinete híbrido 9a de la figura 6, por ejemplo, con elementos de la figura 5, queda claro que el cuerpo de cojinete híbrido 9a integra las funciones de los elementos portaplanetas 9, cuerpo de cojinete 12a y eje de rueda planetaria 11 de acuerdo con la figura 5 en un componente 9a. Esto reduce la complejidad y puede aumentar la rigidez de la transmisión.

10 La representación según la figura 7 muestra un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1, de acuerdo con otra forma de ejecución del engranaje planetario. Entre el cuerpo de cojinete 12a y el anillo espaciador 21, así como, entre los cuerpos de cojinete 12a, 12b y los elementos adyacentes respectivamente, como el portaplanetas 9 o el anillo de bloqueo 30 se insertan elementos espaciadores 26. Los anchos axiales b_1 , b_2 y b_3 de los cuerpos de cojinete 12a, 12b y del anillo espaciador 21, por un lado, y D_1 , D_2 y D_3 de los elementos distanciadores 26, por otro lado, cumplen la relación $b_1 + b_2 + b_3 + D_1 + D_2 + D_3 = B$, de modo que los cuerpos de cojinete 12a, 12b, el anillo distanciador 26 y los elementos distanciadores 26 están fijados axialmente en su posición.

15 Después de la fabricación, los cuerpos de cojinete 12a, 12b y el anillo separador 21 cumplen inicialmente la relación $b_1 + b_2 + b_3 < B$ para ajustar la altura deseada S de la ranura de lubricación 25. Aquí b_1 , b_2 , b_3 y B son como se define en la forma de ejecución mostrada en la figura 3 y D_1 , D_2 y D_3 indican los anchos axiales de los elementos distanciadores 26.

20 En primer lugar, los anchos axiales del cuerpo de cojinete 12a, 12b y del anillo espaciador 21 cumplen la relación $b_1 + b_2 + b_3 < B$. Durante el montaje, en las posiciones mencionadas se introducen elementos distanciadores 26 de anchos adecuados D_1 , D_2 y D_3 de tal manera que el ancho axial sumado $D_1 + D_2 + D_3$ de todos los elementos distanciadores insertados 26 es igual a la diferencia entre el ancho de cojinete B y el ancho axial sumado $b_1 + b_2 + b_3$ de los cuerpos de cojinete 12a, 12b y del anillo espaciador 21 y la ranura de lubricación S presenta la altura requerida S .

25 La representación según la figura 8 muestra en un recorte un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1, de acuerdo con otra forma de ejecución. El cuerpo de cojinete ajustable 12a está atornillado sobre el eje de rueda planetaria 11. Para ello, en el cuerpo de cojinete ajustable 12a está conformada una rosca interna y en el eje de rueda planetaria 11, una correspondiente rosca externa. Esta unión roscada 27 permite un ajuste continuo de la posición axial del cuerpo de cojinete ajustable 12a sobre el eje de rueda planetaria 11. El cuerpo de cojinete fijado axialmente 12b está atornillado con un soporte del cuerpo de cojinete 10 con un tornillo 39. El soporte del cuerpo de cojinete está fijado axialmente a través del anillo de bloqueo 30, que se proyecta hacia el eje de rueda planetaria 11 y hacia el soporte del cuerpo de cojinete 10. Cuando se alcanza la altura requerida S de la ranura de lubricación 25, el cuerpo de cojinete 12a se fija en la posición axial correspondiente mediante una protección antirrotación 28. Como protecciones antirrotación 28 se pueden utilizar pasadores, pernos o similares. Cuando la altura S de la ranura de lubricación 25 cambia a lo largo del tiempo debido al desgaste operativo, el cuerpo de cojinete ajustable 12a se puede reajustar correspondientemente para restablecer la altura S requerida de la ranura de lubricación 25.

35 La representación según la figura 9 muestra un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1, de acuerdo con otra forma de ejecución. El cuerpo de cojinete ajustable 12b está atornillado a través de una rosca 27 al eje de rueda planetaria 11 y asegurado mediante una protección antirrotación 28. La unión roscada 27 permite posicionar el cuerpo de cojinete 12b en la dirección axial. Aquí también se pueden utilizar pasadores, pernos o similares como protecciones antirrotación 28. La posición axial del cuerpo de cojinetes axialmente fijo 12a está definida mediante un reborde anular radial 29 que funciona como tope axial que está conformado en el eje de rueda planetaria 11. Atornillando o desatornillando el cuerpo de cojinete ajustable 12b es posible ajustar la altura requerida S de la ranura de lubricación 25. Cuando la altura S de la ranura de lubricación 25 del cojinete de rueda planetaria 12 se ha desplazado como resultado del desgaste operativo, el cojinete de rueda planetaria 12 se puede reajustar de manera correspondiente ajustando axialmente el cuerpo de cojinete 12b.

Para una mayor flexibilidad al ajustar los cojinetes de ruedas planetarias, los procedimientos y diseños propuestos para el ajuste de una altura óptima de la ranura de lubricación 25 del cojinete de rueda planetaria 12 también se pueden combinar entre sí.

50 Durante el funcionamiento del engranaje planetario 1, el portaplanetas 9 es girado por el eje de accionamiento 3. Debido al acoplamiento de su dentado externo 14 en el dentado interno 8 de la corona interna 7, las ruedas planetarias 13 ruedan a lo largo del lado interno de la corona interna 7. A través de la rotación de las ruedas planetarias 13, debido al acoplamiento de su dentado externo 14 en el dentado externo 6 de la rueda solar 5, la rueda solar 5 es girada y con ella el eje de salida 4. Allí, el eje de salida 4 gira a una velocidad mayor que el eje de entrada 3 porque las ruedas planetarias 13 presentan una circunferencia más pequeña que el círculo que representan los ejes de rotación de rueda planetaria 36 en su rotación alrededor del eje central de rotación de la transmisión 37 del engranaje planetario 1.

Durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento, a los mismos se les suministra continuamente lubricante a través del canal central de alimentación de lubricante 24. El lubricante se distribuye en primer lugar en la ranura de acumulación de lubricante 22 del anillo espaciador 21 y después fluye a través del, al menos un, canal de lubricante 23 en la dirección de la ranura de lubricación 25 (véase la figura 3).

5 Una ventaja del engranaje planetario 1 descrito consiste en que, a diferencia de los cojinetes de deslizamiento cilíndricos, en este caso no es necesario proporcionar cojinetes de deslizamiento axiales adicionales para fijar el engranaje planetario 13 en la dirección axial. En consecuencia, el mecanizado de superficies de deslizamiento axiales adicionales se hace innecesario. Otra ventaja del cojinete de deslizamiento descrito consiste en el sencillo ajuste o reajuste de la altura S de la ranura de lubricación 25, que permite una mayor tolerancia de componentes en
10 la fabricación de los componentes requeridos para el cojinete de rueda planetaria. En general, cuando se utiliza un engranaje planetario de este tipo, se pueden conseguir ventajas económicas por los menores costes de fabricación y una mayor vida útil de los cojinetes de ruedas planetaria 12 por las posibilidades de reajustes.

15 La representación según la figura 10 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un pasador flexible 34, un cojinete de deslizamiento cónico con pasador flexible clásico. El pasador flexible 37 soporta un cilindro hueco 35. El cilindro hueco 35 soporta los cuerpos de cojinete 12a y 12b, así como, el anillo espaciador 21. Sobre el anillo espaciador 21 está conformado un canal de ranura 43. El cuerpo de cojinete 12a está posicionado axialmente a través de un tope 40. El anillo de bloqueo 30 sujeta el cuerpo de cojinete 12a y 12b, así como el anillo espaciador 21.

20 La representación según la figura 11 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un pasador flexible acortado 34. En comparación con el pasador flexible 34 según la figura 10, el pasador flexible 34 termina en una zona axialmente central del cilindro hueco 35. El pasador flexible 34 está desplazado al centro 42 de la rueda planetaria 13 por el desplazamiento 41. De esta manera, se puede conseguir una distribución de fuerza más simétrica. Debido a la menor masa del pasador flexible 34 según la figura 11, también se reduce la inercia.

25 La representación según la figura 12 muestra un pasador flexible 34 como eje para la rueda planetaria con un conducto de lubricante integrado 38. El conducto de lubricante 38 (por ejemplo, para el suministro de un aceite) también atraviesa el cilindro hueco 35 y desemboca en el canal de ranura 43. El conducto de lubricante 38 está desplazado hacia la pieza final 44 del pasador flexible 34. Así, resulta un desplazamiento 41a y 41b al centro 42 de la rueda planetaria. Los desplazamientos 41a y 41b son diferentes. La pieza final 44 cubre completamente el canal
30 de ranura 42.

Mediante el uso de un pasador flexible, se puede reducir y/o evitar el efecto de una deformación y/o torsión del eje del portaplanetas en una posición inclinada del dentado. La articulación cardán con el cilindro hueco (casquillo) se puede adaptar y ajustar a través del desplazamiento 41 (véase la figura 11) de la conexión desde el eje (pasador flexible) al cilindro hueco (casquillo del pasador flexible), dependiendo del grado de deformación.

35 La representación según la figura 13 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete asimétrico 12a y 12b. Con su longitud de eje b1, el cuerpo del cojinete 12a presenta una longitud de eje diferente al cuerpo de cojinete 12b (con la longitud de eje b2). El canal de ranura 43 está desplazado al centro 42 de la rueda planetaria por el desplazamiento 41. La primera ranura de lubricación 25a presenta un primer ángulo α_1 con respecto al eje de rueda planetaria 36. La segunda ranura de lubricación 25b
40 presenta un segundo ángulo α_2 con respecto al eje de rueda planetaria 36. El ángulo cónico α_1 y α_2 puede ser diferente para ambos cojinetes de deslizamiento cónicos. El cojinete de deslizamiento izquierdo con el cuerpo de cojinete 12a está diseñado más grande que el cojinete de deslizamiento derecho con el cuerpo de cojinete 12b. Esto también puede servir como una opción de ajuste para compensar las deformaciones asimétricas debidas a una carga no uniforme.

45 La representación según la figura 14 muestra un recorte de una vista en corte transversal de un cojinete de rueda planetaria con una ranura de lubricación de altura diferente 45a y 45b. La primera ranura de lubricación 25a presenta una altura 45a que aumenta desde el interior hacia el exterior. La segunda ranura de lubricación 25b también presenta una altura 45b que aumenta desde el interior hacia el exterior. Las alturas mínimas de las ranuras de lubricación 25a y 25b son idénticas. Las alturas máximas de las ranuras de lubricación 25a y 25b son diferentes
50 entre sí. Esto ofrece como resultado un cojinete de deslizamiento cónico asimétrico con corrección de ángulo. Los ángulos cónicos de las respectivas superficies funcionales del cojinete de deslizamiento están diseñados de manera diferente. Esto puede realizarse como una corrección geométrica de los cojinetes de deslizamiento cuando las deformaciones son lo suficientemente grandes.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje planetario (1), en particular, para una turbina eólica, con una carcasa de la transmisión (2), una rueda solar central (5), que se mantiene en la carcasa de la transmisión (2) para que pueda girar alrededor de un eje de rotación de transmisión central (37) y presenta un dentado externo (6); con una corona interna (7), que está dispuesta concéntricamente con respecto al eje de rotación de transmisión central (37) en la carcasa de la transmisión (2) y presenta un dentado interno (8); con un portaplanetas de una mejilla (9) que está montado de manera giratoria en la carcasa de la transmisión (2) alrededor del eje de rotación de transmisión central (37); y múltiples ruedas planetarias (13) que están montadas giratoriamente en el portaplanetas (9) alrededor de los ejes de rotación de rueda planetaria (36) a través de un cojinete de rueda planetaria (12) realizado como un cojinete de deslizamiento y presentan dentados externos (14) que están engranados con el dentado interno (8) de la corona interna (7) y con el dentado externo (6) de la rueda solar (5); en donde cada cojinete de rueda planetaria (12) presenta dos cuerpos de cojinete anulares (12a, 12b); en donde al menos uno de los cuerpos de cojinete anulares (12b) es atravesado por un eje de rueda planetaria (11) y sujetado al mismo de manera rotacionalmente fija; en donde en la superficies circunferenciales exteriores de los cuerpos de cojinete (12a, 12b) están conformadas superficies de deslizamiento con forma superficial cónica de tal modo que los extremos estrechos de los cuerpos de cojinete (12a, 12b) apunten uno hacia el otro; y en donde en superficies circunferenciales internas de la rueda planetaria (13) están conformadas superficies de rodadura (20a, 20b) que se corresponden a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12).
2. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 1, con un primer lado frontal (31) y un segundo lado frontal (32); en donde el portaplanetas de una mejilla (9) está en la zona del primer lado frontal (31); en donde el, al menos un, cuerpo de cojinete anular (12b) está desacoplado mecánicamente de otra rueda planetaria (13), en el segundo lado frontal (32).
3. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 1 ó 2, en donde los cuerpos de cojinete (12a, 12b) está dispuestos distanciados axialmente.
4. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un anillo de bloqueo (30) bloquea al menos un cuerpo de cojinete (12a, 12b) sobre el eje de rueda planetaria (11).
5. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el eje de rueda planetaria (11) es un pasador flexible (34) con un cilindro hueco (35).
6. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 5, en donde el pasador flexible (34) presenta un conducto de lubricante (38).
7. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde hay una ranura de lubricación entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12) y las correspondientes superficies de rodadura (20a, 20b) de la rueda planetaria montada (13); en donde una primera de estas ranuras de lubricación (25a) es diferente de la segunda de estas ranuras de lubricación.
8. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 7, en donde la primera ranura de lubricación y la segunda ranura de lubricación presentan una longitud axial diferente.
9. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 7 u 8, en donde al menos una de las ranuras de lubricación presenta axialmente alturas diferentes.
10. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones 7 a 9, en donde la primera ranura de lubricación presenta una inclinación con respecto al eje de rotación (36) de la rueda planetaria (13) diferente a la segunda ranura de lubricación.
11. Engranaje planetario según una de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos un cuerpo de cojinete (12a, 12b) se puede ajustar en la dirección axial para ajustar una ranura de lubricación (25) de altura (S) definida entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12) y las superficies de rodadura correspondientes (20) de la rueda planetaria montada (13).
12. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde exactamente un cuerpo de cojinete (12a, 12b) es ajustable y el otro cuerpo de cojinete (12a, 12b) presenta una posición fija axialmente.
13. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 12, en donde la posición axial del cuerpo de cojinetes axialmente fijo (12a, 12b) está definida por un tope axial (40), en particular, un reborde anular radial (29) del portaplanetas (9) conformado en el eje de rueda planetaria (11).

14. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado porque al cuerpo de cojinete ajustable (12a, 12b) están asociados medios de ajuste para el ajuste axial.
15. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque el cuerpo de cojinete ajustable (12a, 12b) está atornillado sobre el eje de rueda planetaria (11).
- 5 16. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 15, caracterizado porque está proporcionado una protección antirrotación (28), mediante la cual el cuerpo de cojinete ajustable (12a, 12b) se puede fijar axialmente.
17. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en cada superficie de deslizamiento está conformada al menos una cavidad de lubricación (19), en la cual desemboca un canal de lubricante (17), que atraviesa radialmente el cuerpo de cojinete (12a, 12b); en donde el canal de lubricante (17) está
10 conectado a un canal de alimentación de lubricante excéntrico (18) que está conformado en el eje de rueda planetaria (11) y lo atraviesa axialmente.
18. Engranaje planetario (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque entre los cuerpos de cojinete (12a, 12b) está dispuesto un anillo espaciador (21), que rodea el eje de rueda planetaria (11) y define una mínima distancia axial entre los cuerpos de cojinete (12a, 12b).
- 15 19. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 18, caracterizado porque en una superficie circunferencial interior del anillo espaciador (21) está conformada una ranura anular de acumulación de lubricante (22).
20. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 19, caracterizado porque en el anillo espaciador (21) se conforma una pluralidad de canales de lubricante (23) que desembocan en la ranura de acumulación de lubricante (22).
- 20 21. Engranaje planetario (1) según la reivindicación 20, caracterizado porque en el eje de rueda planetaria (11) está conformado un canal central de suministro de lubricante (24), que desemboca en la ranura de acumulación de lubricante (22) del anillo espaciador (21).

FIG 1

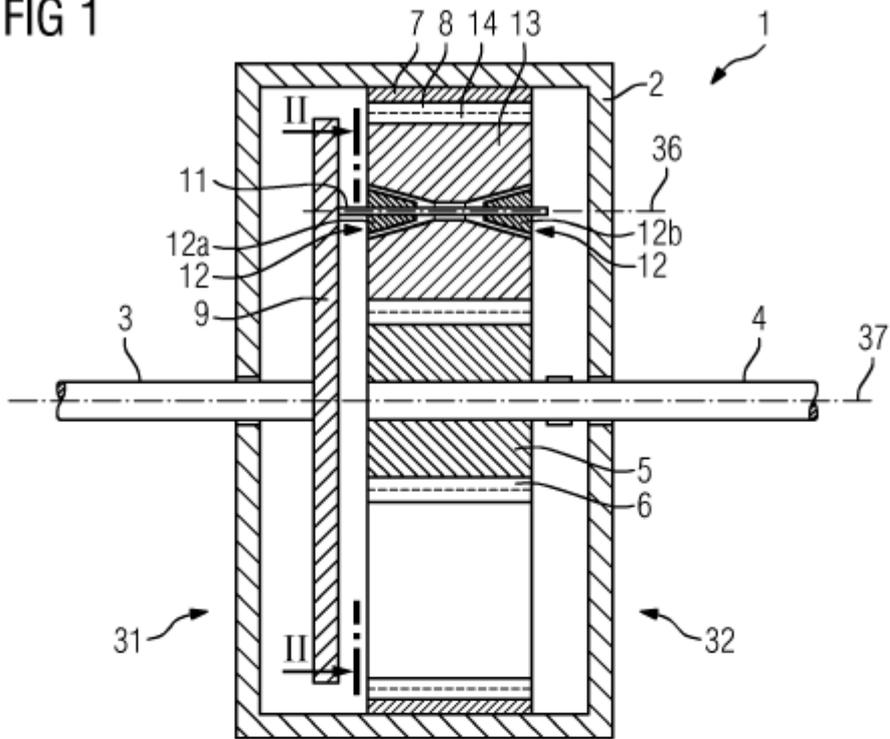


FIG 2

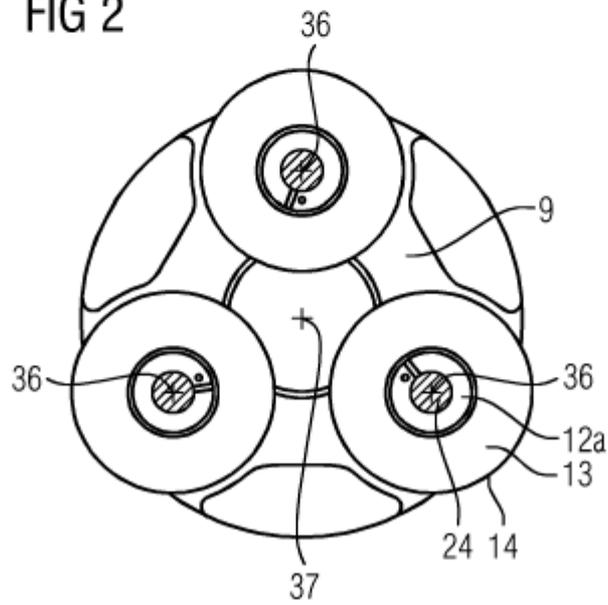


FIG 3

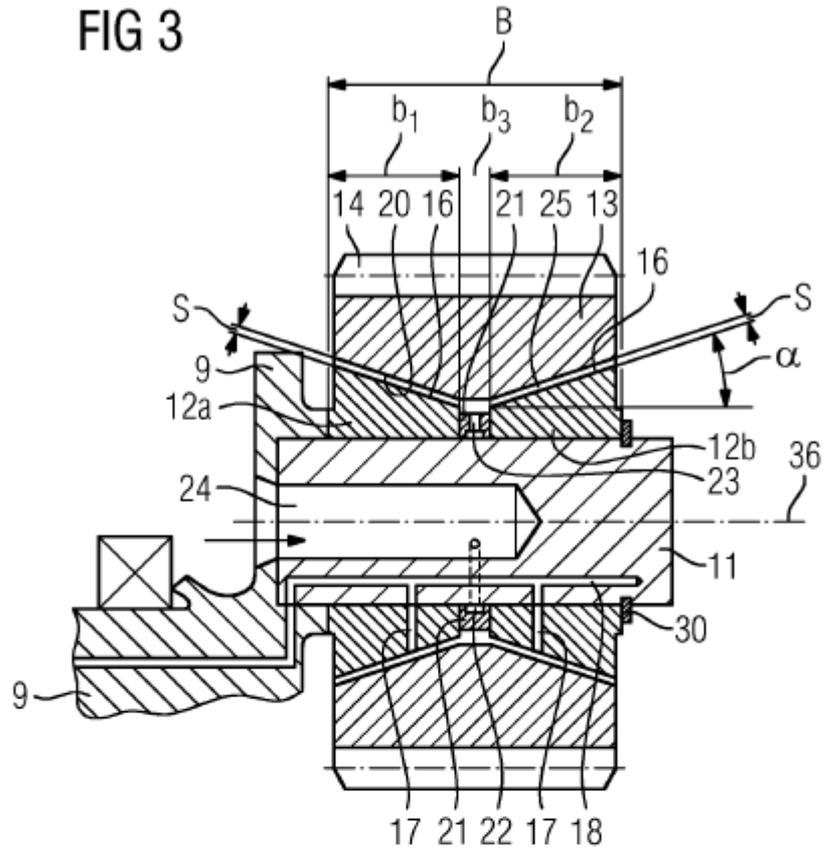


FIG 4

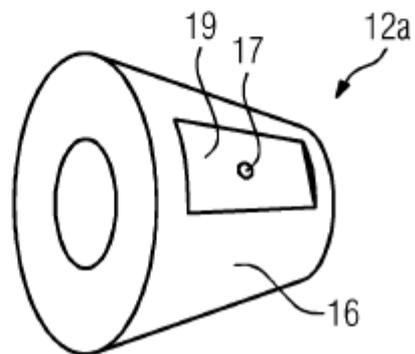


FIG 5

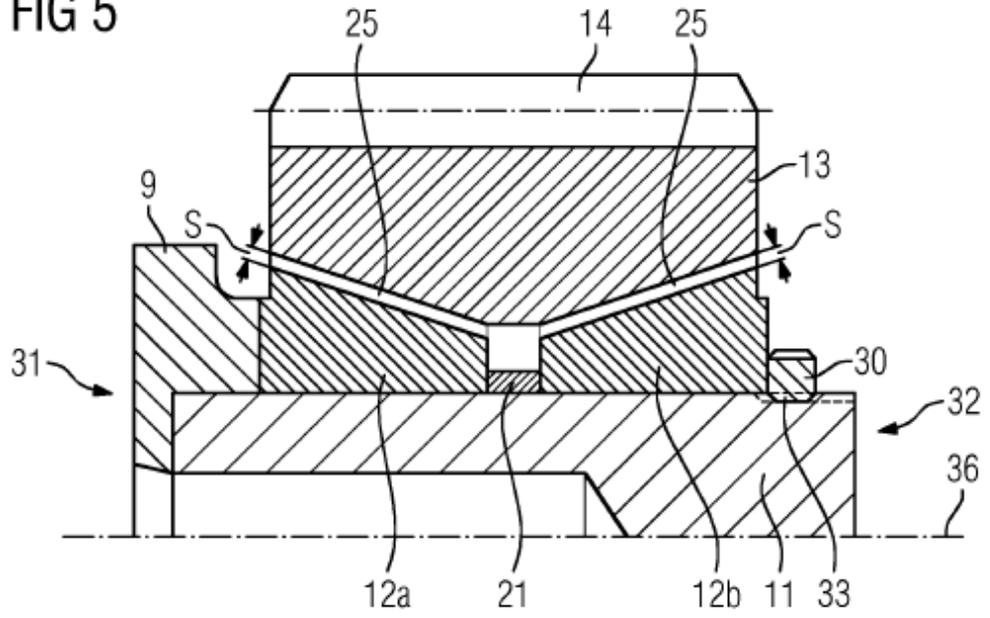
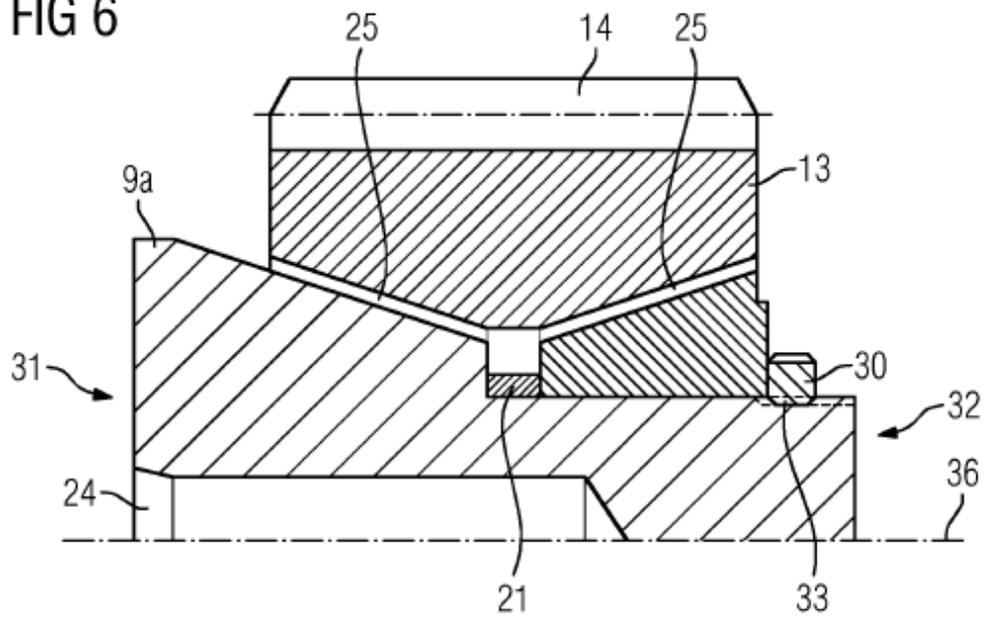


FIG 6



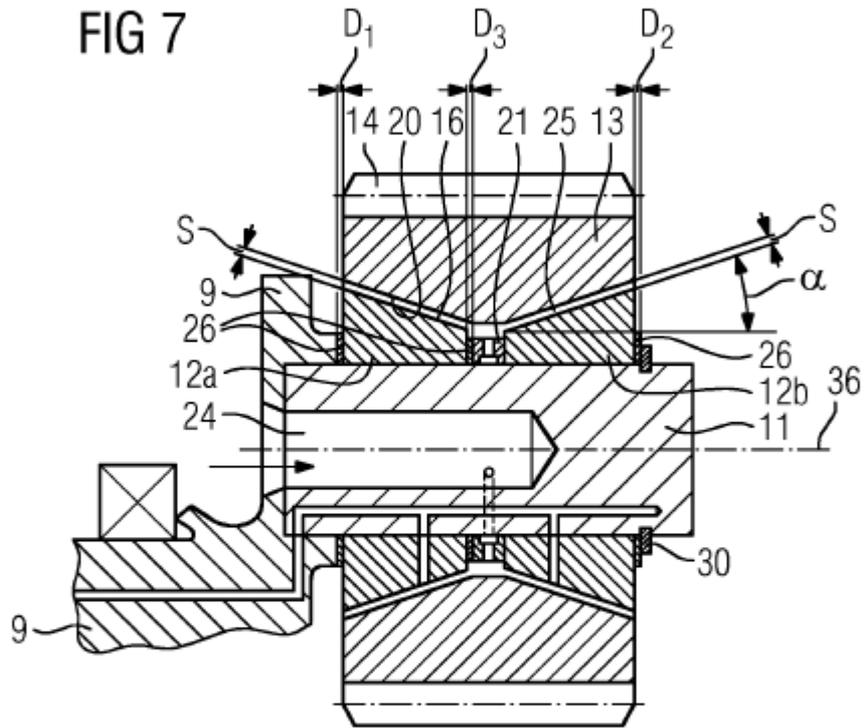


FIG 8

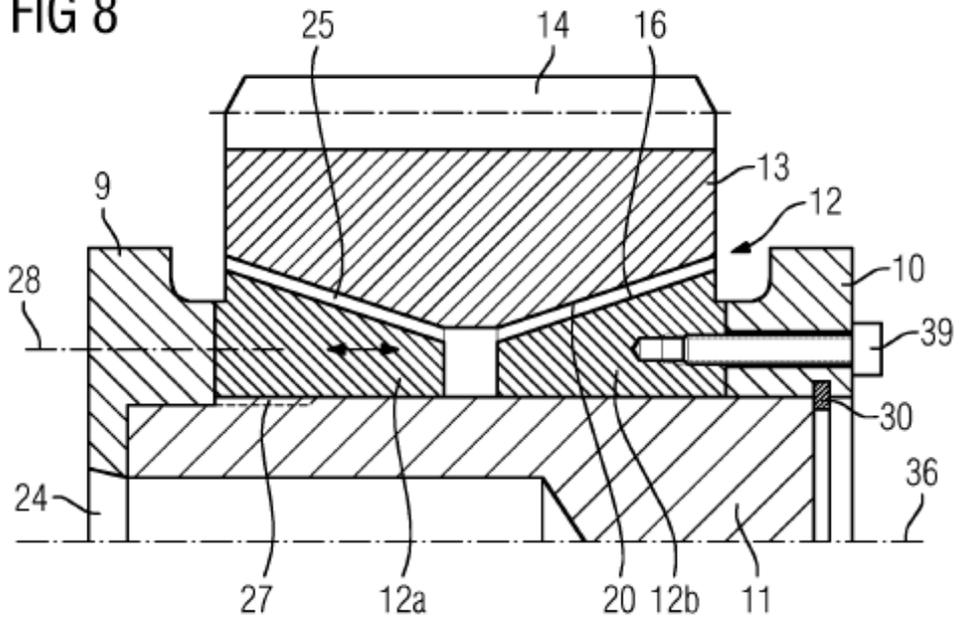


FIG 9

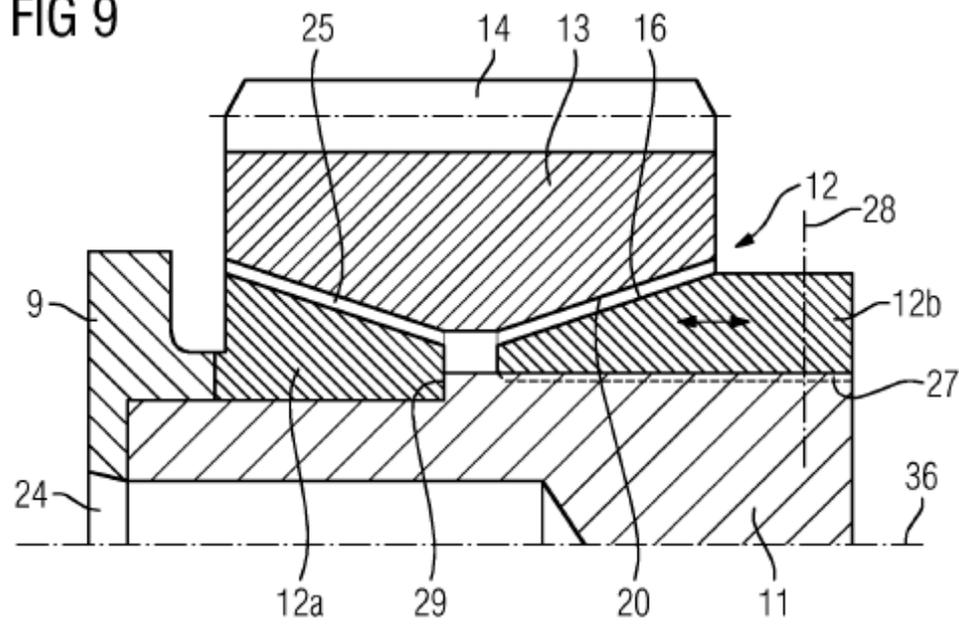


FIG 10

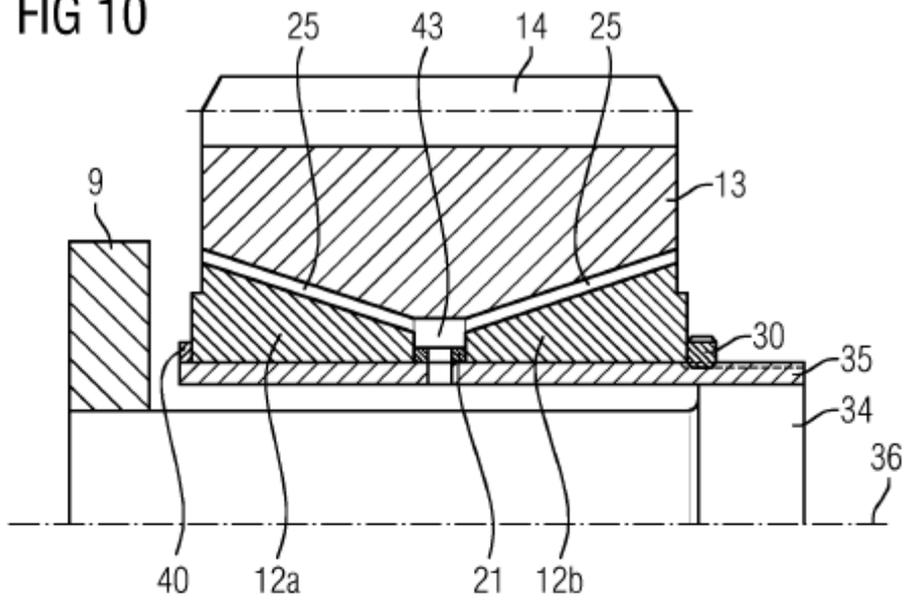


FIG 11

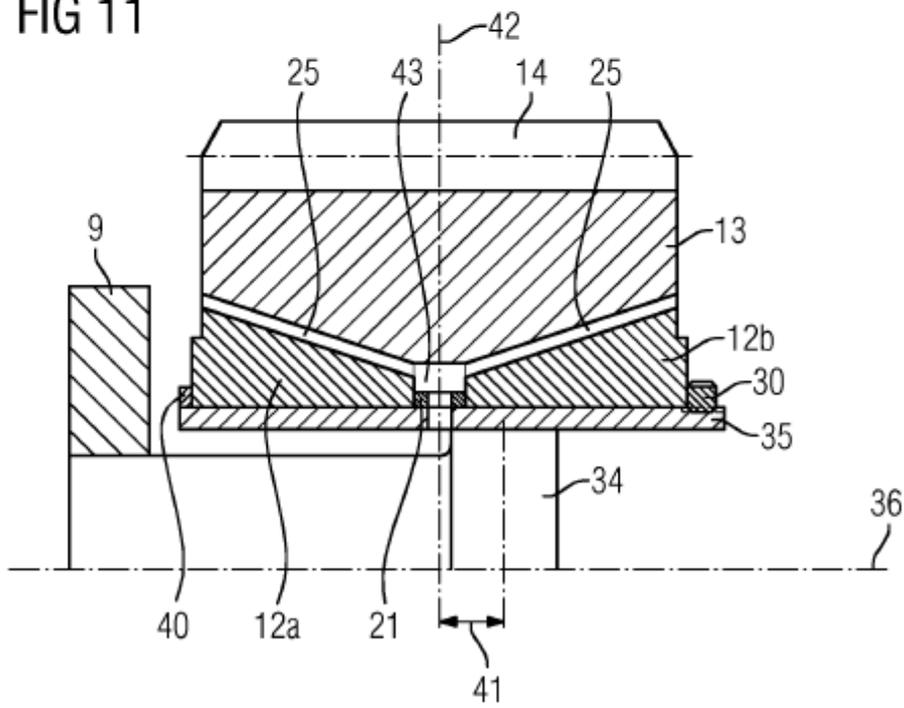


FIG 12

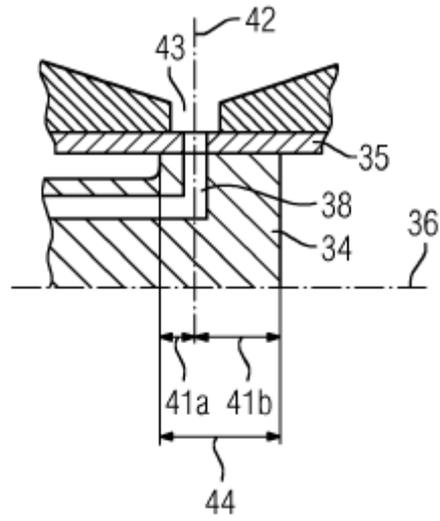


FIG 13

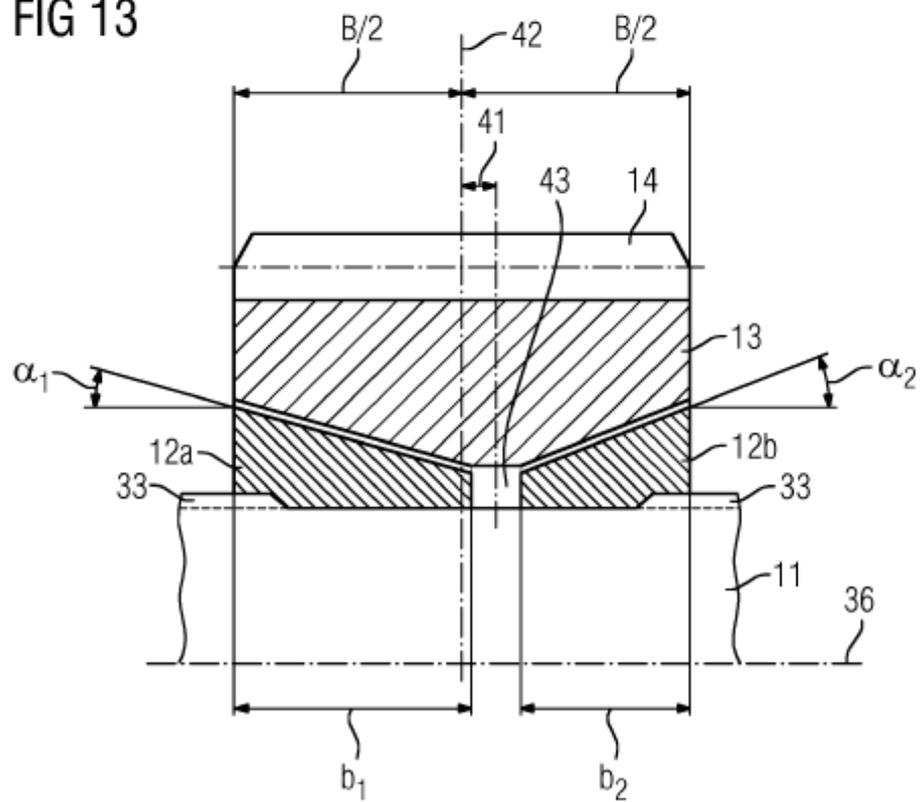


FIG 14

