

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 925 386**

51 Int. Cl.:

F16H 57/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2017 PCT/EP2017/071140**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18041671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2017 E 17761049 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2022 EP 3507526**

54 Título: **Engranaje planetario**

30 Prioridad:

02.09.2016 EP 16187064

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

17.10.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MEYER, THOMAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 925 386 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

- 5 La presente invención se refiere a un engranaje planetario, en particular para una instalación de energía eólica, con una caja de engranajes, una rueda principal central que está sujeta en la caja de engranajes de manera que puede girar alrededor de un eje de giro de engranajes central y que lleva un dentado exterior, y con una corona interior que está dispuesta de forma concéntrica al eje de giro de engranajes central en la caja de engranajes y presenta un dentado interior, y con un soporte planetario que está montado en la caja de engranajes de forma giratoria alrededor del eje de giro de engranajes central, y con varias ruedas planetarias que están montadas de forma giratoria en soporte planetario alrededor de ejes de giro de rueda planetaria por medio de cojinetes de rueda planetaria realizados como cojinetes de deslizamiento y que presentan dentados exteriores que están en engrane con el dentado interior de la corona interior y con el dentado exterior de la rueda principal.
- 10
- 15 Los engranajes planetarios de este tipo sirven, por ejemplo, como engranajes multiplicadores para multiplicar un bajo número de revoluciones de un árbol de accionamiento del engranaje planetario en un número de revoluciones significativamente mayor de un árbol de salida del engranaje planetario. Por consiguiente, los engranajes planetarios frecuentemente están instalados en instalaciones de energía eólica, donde un bajo número de revoluciones del eje de rotor se multiplica a un número de revoluciones significativamente mayor del árbol de generador. Cuando se usan en instalaciones de energía eólica, los engranajes planetarios se hacen funcionar principalmente en condiciones de funcionamiento muy cambiantes debido a las condiciones variables del viento. Como consecuencia de los números de revoluciones temporalmente extremadamente bajos del eje de accionamiento y, al mismo tiempo, la acción de fuerzas extremadamente altas sobre los cojinetes, en engranajes planetarios para instalaciones de energía eólica se pueden instalar rodamientos para soportar los satélites.
- 20
- 25 Pero alternativamente, los cojinetes de rueda planetaria en engranajes planetarios para instalaciones de energía eólica también pueden estar realizados como cojinetes de deslizamiento. Un engranaje planetario de este tipo para una instalación de energía eólica se describe, por ejemplo, en el documento EP 2 383 480 A1 y presenta una caja de engranajes en la que una rueda principal central con un dentado exterior está sujeta de forma giratoria alrededor de un eje de giro de engranajes central. Además, en la caja de engranajes está prevista de forma concéntrica al eje de giro de engranajes central una corona interior con un dentado interior. Asimismo, está montado en la caja de engranajes un soporte planetario de forma giratoria alrededor del eje de giro de engranajes central. En el soporte planetario están sujetos varias ruedas planetarias. Los satélites presentan dentados exteriores que están en engrane con el dentado interior de la corona interior y con el dentado exterior de la rueda principal.
- 30
- 35 Los satélites están montados de forma giratoria alrededor de ejes de giro de rueda planetaria en cojinetes de rueda planetaria realizados como cojinetes de deslizamiento radiales. Para un funcionamiento fiable de un cojinete de deslizamiento radial, su holgura de cojinete también debe tener en cuenta que durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento radial pueden producirse dilataciones y/o deformaciones debidas a la temperatura y/o la carga. Por lo tanto, los componentes del cojinete de deslizamiento radial y/o las superficies de rodadura de los satélites montados deben fabricarse con alta precisión, es decir, con reducidas tolerancias de fabricación, y/o ser repasados durante el montaje, lo que conlleva costes elevados.
- 40
- 45 Durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento radial cambia paulatinamente la holgura del cojinete como consecuencia del desgaste, lo que puede conducir a un mal funcionamiento o un fallo del cojinete de deslizamiento radial. Por lo tanto, es necesario un mantenimiento regular y, dado el caso, la sustitución del cojinete de deslizamiento radial si la holgura del cojinete de deslizamiento radial amenaza con abandonar el rango admisible. Particularmente en caso del uso en instalaciones de energía eólica, esto conlleva tiempos de parada correspondientes.
- 50
- 55 Los cojinetes de deslizamiento radiales pueden disipar exclusivamente fuerzas radiales. Para guiar también axialmente los satélites y evitar movimientos axiales de los satélites, se requieren adicionalmente cojinetes de deslizamiento axiales que disipen fuerzas axiales que actúen sobre los satélites. Tales cojinetes de deslizamiento axiales pueden estar realizados, por ejemplo, en la zona de contacto entre las partes laterales del soporte planetario y los lados frontales de los satélites y aumentan igualmente los costes de dichos cojinetes de rueda planetaria.
- 60
- 65 También pueden producirse tensiones durante el funcionamiento del engranaje planetario si ha cambiado la holgura del cojinete. Esto, a su vez, puede provocar un mayor desgaste y una mayor holgura del cojinete.
- El documento DE 10 2014 214 331 A1 da a conocer un engranaje planetario con un soporte planetario con dos paredes laterales que discurren paralelamente entre sí, con taladros axiales opuestos entre sí, estando dispuestas de forma giratoria una o varias ruedas planetarias entre las paredes laterales. Este engranaje planetario se caracteriza por que en el satélite están previstos a ambos lados pivotes cónicos que sirven para el soporte giratorio, por que los taladros axiales están realizados como taladros cónicos y por que cada pivote cónico está montado de forma giratoria en el taladro cónico a través de un rodamiento oblicuo.
- El documento EP 3091255 A1 divulga un engranaje planetario, en particular para una instalación de energía eólica,

con una caja de engranajes, una rueda principal central que está sujeta dentro de la caja de engranajes de manera que puede girar alrededor de un eje de giro de engranajes central y lleva un dentado exterior. Una corona interior está dispuesta dentro de la caja de engranajes concéntricamente al eje de giro de engranajes central. Varias ruedas planetarias están montadas de forma giratoria alrededor de ejes de giro de rueda planetaria por medio de soporte planetario configurados como cojinetes de deslizamiento. Cada cojinete de rueda planetaria comprende dos cuerpos de cojinete anulares que están atravesados por un eje de rueda planetaria y que están sujetos de manera resistente a la torsión en este y en cuyas superficies circunferenciales exteriores están realizadas superficies de deslizamiento en forma de camisa cónica de tal manera que los extremos estrechados de los cuerpos de los cojinetes estén orientados uno hacia otro, estando realizadas en las superficies circunferenciales interiores del satélite superficies de rodadura correspondientes a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria.

Por el documento EP 2383480 A1 se conoce un engranaje planetario para una instalación de energía eólica que, además de una rueda principal, una corona interior y un soporte planetario en el que están montados varias ruedas planetarias, comprende varios cojinetes de deslizamiento radiales para montar los satélites. Los cojinetes de deslizamiento radiales comprenden respectivamente un casquillo de un material de cojinete de deslizamiento, que o bien están fijados como anillo interior sobre un eje de rueda planetaria o están montados como anillo exterior en un taladro de un satélite. Está formado un anillo exterior de cojinete o un anillo interior de cojinete correspondientes o bien por el taladro del satélite o bien por el eje de rueda planetaria. Además, están previstos varios cojinetes de deslizamiento axiales para montar los satélites, que comprenden respectivamente un primer elemento de cojinete de un material de cojinete de deslizamiento. El material de cojinete de deslizamiento está aplicado en una superficie de contacto entre una parte lateral del soporte planetario y un lado frontal de un satélite, o bien sobre la parte lateral del soporte planetario o bien sobre el lado frontal del satélite. Un segundo elemento de cojinete correspondiente está formado o por el lado frontal del satélite o por la parte lateral del soporte planetario.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un engranaje planetario que corresponda en particular al tipo mencionado al principio, que permita una estructura sencilla, presente poco desgaste y/o sea fácil de manejar, pudiendo ajustarse fácilmente en particular la holgura de cojinete de los cojinetes de deslizamiento empleados.

Este objetivo se consigue con un engranaje planetario de acuerdo con la reivindicación 1. Formas de realización del engranaje planetario resultan de acuerdo con las reivindicaciones 2 a 23.

Un engranaje planetario, en particular para una instalación de energía eólica, con una caja de engranajes, presenta una rueda principal central que está sujeta dentro de la caja de engranajes de forma giratoria alrededor de un eje de giro de engranajes central y lleva un dentado exterior, una corona interior que está dispuesta concéntricamente con el eje de giro de engranajes central dentro la caja de engranajes y tiene un dentado interior. El engranaje planetario presenta, en particular, un soporte planetario de una sola parte lateral, que está montado en la caja de engranajes de forma giratoria alrededor del eje de giro de engranajes central, y varias ruedas planetarias que están montadas en el soporte planetario de forma giratoria alrededor de los ejes de giro de rueda planetaria por medio de cojinetes de rueda planetaria realizados como cojinetes de deslizamiento, y presentan dentados exteriores que están en engrane con el dentado interior de la corona interior y con el dentado exterior de la rueda principal. El soporte planetario de una sola parte lateral presenta solo una parte lateral en comparación con el soporte planetario de dos partes laterales. El soporte planetario de dos partes laterales presenta en ambos lados de los satélites dispuestos en un plano partes laterales que soportan o guían los satélites.

En el soporte planetario de una sola parte lateral, el eje de rueda planetaria está soportado por exactamente un soporte en exactamente un lado frontal del satélite. Esto es válido en particular para todos los satélites del engranaje planetario.

En el soporte planetario de una sola parte lateral, el satélite está sujeto solo a través de este único soporte planetario.

En el soporte planetario de una sola parte lateral, el satélite se apoya en un solo árbol, en particular el árbol de accionamiento o el árbol de salida del engranaje.

En el soporte planetario de una sola parte lateral, los satélites están sujetos por un solo soporte en un solo lado frontal de los satélites.

En un engranaje con un soporte planetario de una sola parte lateral, en un lado frontal de los satélites hay un soporte y en el otro lado frontal de los satélites no hay ningún soporte, de modo que solo hay como soporte el soporte planetario de una sola parte lateral.

Cada cojinete de rueda planetaria presenta dos cuerpos de cojinete anulares, estando atravesado al menos uno de los cuerpos de cojinete anulares por un eje de rueda planetaria y sujeto en este de manera resistente a la torsión, estando realizadas en las superficies circunferenciales exteriores de los cuerpos de cojinete superficies de deslizamiento cónicas de tal manera que los extremos estrechados de los cuerpos de cojinete están orientados uno hacia otro, y estando realizadas en las superficies circunferenciales interiores del satélite superficies de rodadura correspondientes a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria.

- Un cojinete de deslizamiento planetario cónico se puede realizar en soporte planetario tanto de una parte lateral como de dos partes laterales. En un soporte planetario de dos partes laterales puede producirse una tensión. Por tanto, puede suceder que el eje de rueda planetaria se doble entre sus puntos de sujeción en las partes laterales. Esta deformación debe ser compensada o evitada, por ejemplo, mediante refuerzos. Además, también por una torsión del
- 5 soporte planetario de dos partes laterales, un eje de rueda planetaria puede quedar ladeado con respecto a las dos ruedas dentadas centrales, la corona interior y el piñón solar. Esto puede conducir a una distribución irregular de la carga de ancho dentro de los engranes de dientes.
- En caso de usar un soporte planetario de una sola parte lateral, se pueden evitar y/o resolver los problemas que
- 10 pueden producirse con un soporte planetario de dos partes laterales. En el caso de un soporte planetario de una sola parte lateral, el eje de rueda planetaria está unido al soporte planetario solo unilateralmente. Resulta un extremo libre del eje frente a la sujeción. El módulo completo se puede montar por medio de un montaje por enchufe axial. Por lo tanto, la unión geométrica de los cojinetes de deslizamiento cónicos ya no tiene por qué suponer un problema.
- 15 En una forma de realización del engranaje planetario, este presenta un primer lado frontal y un segundo lado frontal, y el soporte planetario de una sola parte lateral está en la zona de un solo lado frontal, en particular el primer lado frontal, y el al menos un cuerpo de cojinete anular que está atravesado por el eje de rueda planetaria y sujeto en este de manera resistente a la torsión, está desacoplado mecánicamente de un satélite adicional en el segundo lado frontal. El desacoplamiento resulta en particular por el hecho de que no existe ninguna segunda parte lateral que sirva de
- 20 parte lateral en simetría especular para soportar una multiplicidad de satélites.
- Esto da como resultado una combinación de cojinetes de deslizamiento cónicos en combinación con el soporte planetario de una sola parte lateral para, por ejemplo, engranajes planetarios escalonados, engranajes industriales y/o eólicos. De ello resulta la posibilidad de un montaje por enchufe del módulo del engranaje planetario. También es
- 25 posible un seguro antitorsión robusto de componentes sobre el eje. Además, resultan al menos limitaciones reducidas con respecto a un diámetro de eje máximo del eje. Además, puede resultar lo siguiente: ninguna limitación de montaje del soporte sobre el asiento de eje en el soporte y/o una accesibilidad mejorada para un ajuste de la holgura del cojinete.
- 30 Si en el engranaje planetario, cada cojinete de rueda planetaria presenta dos cuerpos de cojinete anulares que están atravesados por un eje de rueda planetaria y sujetos en este de manera resistente a la torsión y en cuyas superficies circunferenciales exteriores están realizadas superficies de deslizamiento en forma de camisa cónica, estas pueden estar realizadas de tal manera que sea posible ajustar fácilmente la holgura de cojinete de los cojinetes de deslizamiento empleados y lograr una estructura sencilla. Esto se basa en la idea de utilizar cojinetes de deslizamiento
- 35 de doble cono divididos axialmente que son capaces disipar fuerzas tanto axiales como radiales. Por la disposición opuesta de las dos superficies de deslizamiento cónicas, un satélite puede inmovilizarse en dirección tanto axial como radial. En este caso, la holgura radial del cojinete se puede ajustar de manera sencilla mediante el ajuste axial de los cuerpos de cojinete cónicos con respecto al satélite, que tiene superficies de rodadura cónicas correspondientes. La resistencia al giro de los cuerpos de cojinete se puede conseguir, por ejemplo, de tal forma que cuerpos de cojinete
- 40 fabricados de forma sobredimensionada, después de su posicionamiento, se fijan por contracción sobre el eje de rueda planetaria.
- En una forma de realización del engranaje planetario, está prevista una retención de al menos un cuerpo de cojinete sobre el eje de rueda planetaria para retener al menos un cuerpo de cojinete. Por la retención, el al menos un cuerpo
- 45 de cojinete queda fijado axialmente sobre el eje de rueda planetaria.
- En una forma de realización del engranaje planetario, un anillo de retención retiene al menos un cuerpo de cojinete sobre el eje de rueda planetaria.
- 50 En una forma de realización del engranaje planetario, el eje de rueda planetaria es una clavija flexible con un cilindro hueco. El cilindro hueco lleva al menos uno de los cuerpos de cojinete.
- En una forma de realización del engranaje planetario, la clavija flexible presenta un conducto de lubricante. En particular, el conducto de lubricante también está guiado a través del cilindro hueco, para que pueda llegar lubricante
- 55 al cojinete de deslizamiento y entre las superficies de deslizamiento/de rodadura.
- En una forma de realización del engranaje planetario, entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las superficies de rodadura correspondientes del satélite montado hay un intersticio de lubricación, siendo el primero de estos intersticios de lubricación diferente del segundo de estos intersticios de lubricación.
- 60 En una forma de realización del engranaje planetario, un primer intersticio de lubricación y un segundo intersticio de lubricación presentan una longitud axial diferente. De esta manera, se puede influir, por ejemplo, en la distribución de la carga.
- 65 En una forma de realización del engranaje planetario, al menos uno de los intersticios de lubricación presenta axialmente diferentes alturas. De esta manera, por ejemplo, se puede influir en el transporte del lubricante.

En una forma de realización del engranaje planetario, el primer intersticio de lubricación presenta una inclinación diferente con respecto al eje de rotación del satélite que el segundo intersticio de lubricación. De esta manera, se puede influir en la distribución de fuerzas en el cojinete.

5 En otra forma de realización, al menos un cuerpo de cojinete se puede ajustar en dirección axial para ajustar un intersticio de lubricación de una altura definida entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las superficies de rodadura correspondientes del satélite montado. Una altura óptima del intersticio de lubricación entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria y las superficies de rodadura correspondientes del satélite montado es un requisito esencial para un funcionamiento fiable del engranaje planetario.

10 En una forma de realización, un cuerpo de cojinete es ajustable, mientras que el otro cuerpo de cojinete tiene una posición axialmente fija. El cuerpo de cojinete con la posición axialmente fija puede servir de referencia para ajustar el cuerpo de cojinete ajustable, lo que conduce a un ajuste sencillo y preciso de la altura óptima del intersticio de lubricación del cojinete de rueda planetaria.

15 En una forma de realización del engranaje planetario, la posición axial del cuerpo de cojinete axialmente fijo puede estar definida por un tope axial. De tope axial puede servir, en particular, una parte lateral del soporte planetario o un hombro anular radial realizado en el eje de rueda planetaria.

20 En una forma de realización, al cuerpo de cojinete ajustable están asignados medios de ajuste para el ajuste axial. Tales medios de ajuste facilitan el ajuste y en particular también el cómodo reajuste de un engranaje planetario de acuerdo con la invención durante el mantenimiento cuando la altura del intersticio de lubricación del cojinete de deslizamiento ha cambiado debido al desgaste.

25 En una forma de realización del engranaje planetario están previstos elementos distanciadores como medios de ajuste, que están dispuestos entre un cuerpo de cojinete y la parte lateral adyacente del soporte planetario y/o entre los cuerpos de cojinete. Eligiendo un número adecuado de elementos distanciadores y su disposición en las posiciones axiales indicadas dentro del cojinete de deslizamiento, se puede ajustar una altura del intersticio de lubricación del cojinete de deslizamiento, con lo que pueden compensarse imprecisiones de fabricación de los componentes del cojinete.

30 En una forma de realización del engranaje planetario, el cuerpo de cojinete ajustable está enroscado sobre el eje de rueda planetaria. Para ello, en el cuerpo de cojinete regulable está realizada una rosca interior y en el eje de rueda planetaria está realizada una rosca exterior correspondiente. Con una unión roscada de este tipo, la posición axial del cuerpo de cojinete ajustable se puede ajustar de manera continua mediante el giro alrededor del eje de rueda planetaria.

35 Alternativamente, el cuerpo de cojinete ajustable puede estar atornillado en una parte lateral adyacente del soporte planetario. Para ello, en el cuerpo de cojinete ajustable está realizada una rosca exterior y en una parte lateral adyacente del soporte planetario está realizada una rosca interior correspondiente. Con una unión roscada de este tipo, la posición axial del cuerpo de cojinete ajustable se puede ajustar de forma continua enroscándolo en una parte lateral adyacente de un soporte planetario.

40 En este caso, puede estar previsto un seguro antitorsión, por medio del cual se puede fijar el cuerpo de cojinete enroscado en el soporte planetario o en la parte lateral. Un seguro antitorsión permite la fijación segura de la posición axial ajustada del cuerpo de cojinete ajustable. Los anillos sobre el eje, cuyos diámetros exteriores son mayores que los taladros en el soporte planetario, pueden usarse en el cojinete descrito, ya que el eje no tiene que realizarse de forma escalonada.

45 En una forma de realización del engranaje planetario, también es posible una combinación de varios medios de ajuste diferentes para ajustar la altura óptima del intersticio de lubricación del cojinete de rueda planetaria.

50 En una forma de realización del engranaje planetario, en cada superficie de deslizamiento está realizada al menos una bolsa de lubricación, en la que desemboca un canal de lubricante que atraviesa radialmente el cuerpo de cojinete, estando comunicado el canal de lubricante con un canal de suministro de lubricante excéntrico que está realizado en el eje de rueda planetaria atravesándolo 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 la lubricación a presión. El lubricante se introduce bajo presión en el canal de suministro de lubricante excéntrico y fluye desde allí a través de los canales de lubricante a las bolsas de lubricación, desde donde se distribuye sobre las superficies de deslizamiento.

55 En otra forma de realización, entre los cuerpos de cojinete está dispuesto un anillo distanciador que envuelve el eje de rueda planetaria y define una distancia axial mínima entre los cuerpos de cojinete. Un anillo distanciador de este tipo puede evitar que la distancia axial y, por tanto, la altura del intersticio de lubricación se ajuste demasiado pequeña, lo que se opone a una rodadura con el menor desgaste posible del satélite.

En una forma de realización del engranaje planetario, en una superficie circunferencial interior del anillo distanciador puede estar realizada ranura colectora de lubricante anular. Esta ranura colectora de lubricante se puede usar para la distribución de lubricante entre los cuerpos de cojinete.

5 En una forma de realización del engranaje planetario, en el anillo distanciador está realizada una pluralidad de canales de lubricante que desembocan en la ranura colectora de lubricante. El lubricante puede fluir por estos canales de lubricante desde la ranura colectora de lubricante en dirección hacia el intersticio de lubricación.

10 En una forma de realización del engranaje planetario, en el eje de rueda planetaria está realizado un canal de suministro de lubricante que desemboca radialmente en la ranura colectora de lubricante del anillo distanciador. A través de un canal de suministro de lubricante de este tipo, a la ranura colectora de lubricante prevista en el anillo distanciador se puede suministrar lubricante en forma de una lubricación giratoria. La lubricación giratoria permite continuar operando el engranaje planetario en un modo de emergencia si falla la lubricación a presión.

15 Más características y ventajas de la presente invención se indican a modo de ejemplo en la siguiente descripción de diversos ejemplos de realización del engranaje planetario de acuerdo con la invención haciendo referencia al dibujo adjunto. En este, muestran

- 20 la figura 1 una vista en sección transversal axial esquemática de un engranaje planetario según una primera forma de realización;
- la figura 2 una vista en planta desde arriba axial de un soporte planetario del engranaje planetario representado en la figura 1 a lo largo de la línea II-II;
- la figura 3 una vista en sección transversal axial de un cojinete de rueda planetaria del engranaje planetario representado en la figura 1;
- 25 la figura 4 un alzado lateral en perspectiva de un cuerpo de cojinete del engranaje planetario representado en la figura 1;
- la figura 5 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria;
- la figura 6 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete híbrido;
- 30 la figura 7 una vista en sección transversal axial de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una segunda forma de realización de la presente invención;
- la figura 8 una vista en sección transversal axial de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una tercera forma de realización de la presente invención;
- 35 la figura 9 una vista en sección transversal axial de un cojinete de rueda planetaria de un engranaje planetario según una cuarta forma de realización de la presente invención; y
- la figura 10 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con una clavija flexible;
- la figura 11 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con una clavija flexible acortada;
- 40 la figura 12 una clavija flexible con un conducto de lubricante
- la figura 13 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con cuerpos de cojinete asimétricos; y
- la figura 14 un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con un intersticio de lubricación de distinta altura.
- 45

Las figuras 1 a 4 muestran un engranaje planetario 1 según una primera forma de realización de la presente invención. El engranaje planetario 1 presenta una caja de engranajes 2 que en lados frontales opuestos está atravesado respectivamente por un árbol de accionamiento 3 y un árbol de salida 4. En la caja de engranajes 2 está sujeta una rueda principal central 5 con un dentado exterior 6 en el árbol de salida 4, de forma giratoria alrededor de un eje de giro de engranajes central 37. En la dirección axial correspondiente a la rueda principal 5, en la caja de engranajes 2 está dispuesta una corona interior 7 concéntrica al eje de giro de engranajes central 37, con un dentado interior 8, que está unida fijamente a la caja de engranajes 2 y circunda la rueda principal 5. En el árbol de accionamiento 3, en la caja de engranajes 2 está sujeto un soporte planetario 9 de forma giratoria alrededor del eje de giro de engranajes central 37. El soporte planetario 9 presenta una parte lateral 9 en un primer lado frontal del engranaje planetario 1 o de los satélites 13. En un segundo lado frontal 32 del engranaje planetario 1 o de los satélites 13 no hay ninguna parte lateral adicional. La parte lateral 9 lleva los satélites. El soporte planetario 9 está realizado de tal manera que solo presenta una parte lateral 9 en el lado del árbol de accionamiento 3. También hay engranajes planetarios en los que el soporte planetario presenta dos partes laterales, estando una parte lateral en la zona del primer lado frontal y la segunda parte lateral en la zona del segundo lado frontal. Entonces, las dos partes laterales están unidas entre sí a través de ejes de rueda planetaria. Entre estas dos partes laterales del soporte planetario están dispuestos los satélites. Esto, sin embargo, no está representado en la figura 1. El ajuste de la holgura de cojinete de los cojinetes de deslizamiento cónicos para el soporte planetario de dos partes laterales es complicado, teniendo que asegurarse contra el giro al mismo tiempo los componentes del cojinete de deslizamiento sobre el eje. Esto se ve dificultado por el soporte planetario de dos partes laterales y la unión geométrica de los cojinetes de deslizamiento cónicos, ya que el eje es el último componente que se inserta axialmente en el módulo del soporte. Por lo tanto, no se puede realizar

ningún seguro antitorsión radial de los componentes sobre el eje. El engranaje planetario 1 de acuerdo con la figura 1 presenta solo una parte lateral.

En la figura 1, para mayor claridad, se muestra solo un eje de rueda planetaria 36. El soporte planetario 9 también puede llevar varios ejes de rueda planetaria distintos de tres. En cada eje de rueda planetaria 11 está previsto un cojinete de rueda planetaria 12 realizado como cojinete de deslizamiento, en el que está montado una rueda planetaria 13 de forma giratoria alrededor de un eje de giro de rueda planetaria 36. Los satélites 13 presentan dentados exteriores 14 que están en engrane con el dentado interior 8 de la corona interior 7 y el dentado exterior 6 de la rueda principal 5. El cojinete de rueda planetaria 12 presenta un primer cuerpo de cojinete 12a y un segundo cuerpo de cojinete 12b.

En el caso del soporte planetario de una sola parte lateral 9, el eje de giro de rueda planetaria 36 está unido solo unilateralmente al soporte planetario 9. De esta manera, resulta un extremo libre del eje de giro de rueda planetaria 36 con respecto a la sujeción. Este módulo ahora puede montarse ahora por medio de un montaje por enchufe axial. De esta manera, tampoco puede suponer un problema la unión geométrica de los cojinetes de deslizamiento cónicos. El cuerpo de cojinete de deslizamiento 12a (también denominado anillo de cojinete de deslizamiento) se puede asegurar radialmente contra el giro sobre el eje. Después, el satélite se monta axialmente sobre el extremo libre del eje de giro de rueda planetaria 36 antes de enchufar axialmente el cuerpo de cojinete 12b adicional. En el extremo libre del eje de giro de rueda planetaria 36 existe una buena accesibilidad para un seguro antitorsión axial del cuerpo de cojinete 12b, así como suficiente espacio libre para la medición y el ajuste de la holgura de cojinete. Esta solución también se puede lograr con una clavija flexible, no estando representada una clavija flexible en la figura 1. Una clavija flexible 34 está representada en las figuras 10 a 12. También de esta manera puede evitarse un ladeo del satélite.

Cada cojinete de rueda planetaria 12 presenta dos cuerpos de cojinete 12a y anular 12b que están atravesados por el eje de rueda planetaria 11 y están sujetos en este de manera resistente a la torsión. En las superficies circunferenciales exteriores de los cuerpos de cojinete 12a, 12b están realizadas superficies de deslizamiento 16 cónicas que con el eje de giro de engranajes central 37 forman respectivamente un ángulo α agudo que preferentemente se sitúa entre 5° y 40° . En zonas de borde axiales de las superficies de deslizamiento 16 pueden estar previstos biseles o similares para contrarrestar la formación de cantos provocada por el desgaste.

Cada cuerpo de cojinete 12a, 12b está atravesado radialmente por un canal de lubricante 17. El canal de lubricante 17 está comunicado con un canal de suministro de lubricante 18 excéntrico que atraviesa axialmente el eje de rueda planetaria 11. El canal de lubricante 17 desemboca en una bolsa de lubricante 19 realizada como aplanamiento o cavidad en una zona de baja carga de la superficie de deslizamiento 16 del cuerpo de cojinete 12a, 12b. A través del canal de suministro de lubricante 18, el canal de lubricante 17 y la bolsa de lubricación 19, las superficies de deslizamiento 16 son alimentadas de lubricante durante el funcionamiento regular del cojinete de rueda planetaria 12, en forma de una lubricación a presión.

Los extremos estrechados de los cuerpos de cojinete 12a, 12b están orientados uno hacia otro, estando realizadas en las superficies circunferenciales interiores de la rueda planetaria 13 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 distanciador 21 que envuelve el eje de rueda planetaria 11 y define una distancia mínima entre los cuerpos de cojinete 12a, 12b. En una superficie circunferencial interior del anillo distanciador 21 está formada una ranura de recogida de lubricante anular 22, en la que desemboca una pluralidad de canales de lubricante 23 que atraviesan el anillo distanciador. De manera correspondiente a la ranura colectora de lubricante 22 del anillo distanciador 21, en el eje de rueda planetaria 11 está realizado un canal de suministro de lubricante central 24 que desemboca en la ranura colectora de lubricante 22 del anillo distanciador 21. A través del canal de suministro de lubricante central 24, la ranura colectora de lubricante 22 y la pluralidad de canales de lubricante 23 puede tener lugar una lubricación giratoria del cojinete de rueda planetaria 12, que es suficiente para un 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 distanciador 21 cumplen la relación $b_1 + b_2 + b_3 = B$, donde B designa el ancho deseado del cojinete de rueda planetaria 12. De esta manera, los cuerpos de cojinete 12a y 12b y el anillo distanciador 21 quedan fijados axialmente. La fijación axial resulta también del anillo de retención 30, a través del cual está predefinida la anchura B.

Después de la fabricación del cojinete de deslizamiento, los cuerpos de cojinete 12a y 12b y el anillo distanciador 21 cumplen inicialmente la relación $b_1 + b_2 + b_3 > B$. Durante el montaje del cojinete de rueda planetaria 12, los anchos de los dos cuerpos de cojinete 12a y 12b y/o el anillo distanciador 21 se ajustan mediante un acabado con arranque de virutas de tal manera que se cumple la relación $b_1 + b_2 + b_3 = B$ y que a través de una elección adecuada de los anchos b_1 , b_2 y b_3 queda ajustada una altura S requerida del intersticio de lubricación 25. Entre un cambio en la altura ΔS del intersticio de lubricación 25 y un ajuste axial del respectivo cuerpo de cojinete 12a o 12b, causado por un cambio en el ancho Δb , existe la relación $\Delta S = \Delta b \cdot \tan(\alpha)$.

La representación según la figura 5 muestra un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria, en el que el anillo de retención 30 está enroscado sobre el eje de rueda planetaria 11 por medio de una

rosca 33. Por medio del anillo de retención 30, los cuerpos de cojinete 12a y 12b quedan presionados sobre el soporte planetario 9 con el anillo distanciador 21 situado entre ellos. Por lo tanto, se trata de un cojinete de deslizamiento aplicado en una disposición en X para el soporte de satélite con un soporte planetario de una sola parte lateral 9.

La ilustración según la figura 6 muestra un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con un cuerpo de cojinete 9a híbrido. Comparando el cuerpo de cojinete 9a híbrido de la figura 6, por ejemplo, con los elementos de la figura 5, queda claro que el cuerpo de cojinete 9a híbrido integra las funciones de los elementos soporte planetario 9, cuerpo de cojinete 12a y eje de rueda planetaria 11 según la figura 5 en un componente 9a. Esto reduce la complejidad y puede aumentar la rigidez del engranaje.

La representación según la figura 7 muestra un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1 según otra forma de realización del engranaje planetario. Entre el cuerpo de cojinete 12a y el anillo distanciador 21 así como entre los cuerpos de cojinete 12a, 12b y los elementos adyacentes respectivamente, como el soporte planetario 9 y el anillo de retención 30, están insertados elementos distanciadores 26. Los anchos axiales b_1 , b_2 y b_3 el cuerpo de cojinete 12a, 12b y el anillo distanciador 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 tal forma que el cuerpo de cojinete 12a, 12b, el anillo distanciador 26 y los elementos distanciadores 26 queden fijados axialmente en su posición.

Después de la fabricación, los cuerpos de cojinete 12a, 12b y el anillo distanciador 21 cumplen inicialmente la relación $b_1 + b_2 + b_3 < B$. para ajustar la altura deseada S del intersticio de lubricación 25. b_1 , b_2 , b_3 y B como se definen en la forma de realización representada en la figura 3 y D_1 , D_2 y D_3 indican los anchos axiales de los elementos distanciadores 26.

En primer lugar, los anchos axiales de los cuerpos de cojinete 12a, 12b y del anillo distanciador 21 cumplen la relación $b_1 + b_2 + b_3 < B$. Durante el montaje, en los puntos mencionados se insertan elementos distanciadores 26 de espesores D_1 , D_2 y D_3 adecuados de manera que el espesor axial $D_1 + D_2 + D_3$ sumado de todos los distanciadores 26 insertados es igual a la diferencia entre el ancho de cojinete B y el ancho axial $b_1 + b_2 + b_3$ sumado de los cuerpos de cojinete 12a, 12b y del anillo distanciador 21, y el intersticio de lubricación S tiene la altura S requerida.

La ilustración según la figura 8 muestra un fragmento de un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1 según otra forma de realización. El cuerpo de cojinete 12a ajustable está enroscado sobre al eje de rueda planetaria 11. Para ello, en el cuerpo de cojinete 12a ajustable está realizada una rosca interior y en el eje de rueda planetaria 11 está realizada una rosca exterior correspondiente. Esta unión roscada 27 permite un ajuste continuo de la posición axial del cuerpo de cojinete 12a ajustable sobre el eje de rueda planetaria 11. El cuerpo de cojinete 12b axialmente fijo está atornillado a un soporte de cuerpo de cojinete 10 con un tornillo 39. El soporte de cuerpo de cojinete está fijado axialmente a través del anillo de retención 30 que engrana en el eje de rueda planetaria 11 y en el soporte de cuerpo de cojinete 10. Una vez alcanzada la altura requerida S del intersticio de lubricación 25, el cuerpo de cojinete 12a se fija en la posición axial correspondiente mediante un seguro antitorsión 28. Como seguro antitorsión 28 pueden usarse espigas, pernos o similares. Si la altura S del intersticio de lubricación 25 varía con el paso del tiempo a causa del desgaste debido al funcionamiento, el cuerpo de cojinete 12a ajustable se puede reajustar de manera correspondiente para restaurar la altura S requerida del intersticio de lubricación 25.

La representación según la figura 9 muestra un cojinete de rueda planetaria 12 de un engranaje planetario 1 según otra forma de realización. El cuerpo de cojinete 12b ajustable está atornillado al eje de rueda planetaria 11 por medio de una rosca 27 y asegurado por medio de un seguro antitorsión 28. La unión roscada 27 permite posicionar el cuerpo de cojinete 12b en dirección axial. También aquí, como seguro antitorsión 28 se pueden usar espigas, pernos o similares. La posición axial del cuerpo de cojinete 12a fijo axialmente está fijada por un reborde anular radial 29 que está formado en el eje de rueda planetaria 11 y sirve como tope axial. La altura S requerida del intersticio de lubricación 25 se puede ajustar enroscando o desenroscando el cuerpo de cojinete 12b ajustable. Si la altura S del intersticio de lubricación 25 del cojinete de rueda planetaria 12 se ha desplazado como consecuencia del desgaste operativo, el cojinete de rueda planetaria 12 se puede reajustar correspondientemente mediante el ajuste axial del cuerpo de cojinete 12b.

Para una mayor flexibilidad al ajustar los cojinetes de rueda planetaria, los procedimientos y las realizaciones propuestos para ajustar una altura óptima del intersticio de lubricación 25 del cojinete de rueda planetaria 12 también se pueden combinar entre sí.

Durante el funcionamiento del engranaje planetario 1, el soporte planetario 9 se hace rotar por el árbol de accionamiento 3. Debido al engrane de su dentado exterior 14 en el dentado interior 8 de la corona interior 7, los satélites 13 ruedan a lo largo del lado interior de la corona interior 7. Por la rotación de los satélites 13, debido al engrane de su dentado exterior 14 en el dentado interior 6 de la rueda principal 5 se hace rotar a su vez la rueda principal 5 y ella el árbol de salida 4. Durante ello, el árbol de salida 4 gira con un número de revoluciones mayor que el árbol de accionamiento 3, porque los satélites 13 tienen una circunferencia menor que el círculo que describen los ejes de giro de rueda planetaria 36 durante su rotación alrededor del eje de giro de engranajes central 37 del engranaje planetario 1.

Durante el funcionamiento del cojinete de deslizamiento, se le suministra lubricante continuamente a través del canal de suministro de lubricante central 24. El lubricante se distribuye primero en la ranura colectora de lubricante 22 del anillo distanciador 21 y luego fluye a través del al menos un canal de lubricante 23 en dirección al intersticio de lubricación 25 (véase la figura 3).

5 Una ventaja del engranaje planetario 1 descrito es que, a diferencia de los cojinetes de deslizamiento cilíndricos, no es necesario prever cojinetes de deslizamiento axiales adicionales para fijar la rueda planetaria 13 en la dirección axial. Por consiguiente, esto permite prescindir del mecanizado formando superficies de deslizamiento axiales adicionales. Otra ventaja del cojinete de deslizamiento descrito es que la altura S del intersticio de lubricación 25 se
10 puede ajustar o reajustar fácilmente, lo que permite mayores tolerancias de los componentes en la fabricación de los componentes necesarios para el cojinete de rueda planetaria. Por lo tanto, en líneas generales, usando un engranaje planetario de este tipo se pueden lograr ventajas económicas por menores costos de producción y una vida útil más elevada de los cojinetes de rueda planetaria 12 gracias a las posibilidades de ajuste.

15 La ilustración según la figura 10 muestra un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con clavija flexible 34, un cojinete de deslizamiento cónico con clavija flexible clásica. La clavija flexible 37 lleva un cilindro hueco 35. El cilindro hueco 35 lleva los cuerpos de cojinete 12a y 12b, así como el anillo distanciador 21. Encima del anillo distanciador 21 está realizado un canal de ranura 43. El cuerpo de cojinete 12a queda posicionado axialmente por un tope 40. El anillo de retención 30 sujeta por apriete los cuerpos de cojinete 12a y 12b,
20 así como el anillo distanciador 21.

La representación según la figura 11 muestra un detalle de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con una clavija flexible 34 acortada. En comparación con la clavija flexible 34 según la figura 10, la clavija flexible 34 termina en una zona axialmente céntrica del cilindro hueco 35. La clavija flexible 34 está desplazada con
25 respecto al centro 42 de la rueda planetaria 13 por el desplazamiento 41. De esta manera, se puede lograr una distribución de fuerzas más simétrica. Debido a la menor masa de la clavija flexible 34 según la figura 11, también se reduce la inercia.

La representación según la figura 12 muestra una clavija flexible 34 como eje para el satélite con una tubería de lubricante 38 integrada. El conducto de lubricante 38 (p. ej., la alimentación de un aceite) también atraviesa el cilindro hueco 35 y desemboca en el canal de ranura 43. El conducto de lubricante 38 está desplazado con respecto a la pieza terminal 44 de la clavija flexible 34. Resulta un desplazamiento 41a y 41b con respecto al centro 42 del satélite. Los desplazamientos 41a y 41b son diferentes. La pieza terminal 44 cubre completamente el canal de ranura 42.

35 Mediante el uso de una clavija flexible, se puede reducir y/o evitar la influencia de una deformación del eje y/o una torsión del soporte planetario en un ladeo del dentado. La articulación cardánica con el cilindro hueco (casquillo) se puede adaptar y ajustar a través del desplazamiento 41 (véase la figura 11) de la conexión del eje (clavija flexible) al cilindro hueco (casquillo de clavija flexible), dependiendo del grado de deformación.

40 La ilustración según la figura 13 muestra un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con cuerpos de cojinete 12a y 12b asimétricos. El cuerpo de cojinete 12a presenta con su longitud axial b_1 una longitud de eje diferente al cuerpo de cojinete 12b (con la longitud de eje b_2). El canal de ranura 43 está desplazado con respecto al centro 42 del satélite por el desplazamiento 41. El primer intersticio de lubricación 25a presenta un primer ángulo α_1 con respecto al eje de rueda planetaria 36. El segundo intersticio de lubricación 25b presenta un
45 segundo ángulo α_2 con respecto al eje de rueda planetaria 36. Los ángulos de cono α_1 y α_2 pueden ser diferentes para los dos cojinetes de deslizamiento cónicos. El cojinete de deslizamiento izquierdo con el cuerpo de cojinete 12a está realizado de forma más grande que el cojinete de deslizamiento derecho con cuerpo de cojinete 12b. Esto también puede servir como posibilidad de ajuste para compensar deformaciones asimétricas como consecuencia de cargas desiguales.

50 La ilustración según la figura 14 muestra un fragmento de una vista en sección transversal de un cojinete de rueda planetaria con un intersticio de lubricación de distinta altura 45a y 45b. El primer intersticio de lubricación 25a tiene una altura 45a que aumenta desde dentro hacia fuera. El segundo intersticio de lubricación 25b también presenta una altura 45b que aumenta desde dentro hacia fuera. Las alturas mínimas de los intersticios de lubricación 25a y 25b son
55 las mismas. Las alturas máximas de los intersticios de lubricación 25a y 25b son diferentes. Esto da como resultado un cojinete de deslizamiento cónico asimétrico con corrección de ángulo. Los ángulos de cono de las respectivas superficies funcionales de cojinete de deslizamiento están realizados de forma diferente. Esto puede realizarse como corrección geométrica de los cojinetes de deslizamiento si las deformaciones son correspondientemente grandes.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje planetario (1), en particular para una instalación de energía eólica, con una caja de engranajes (2), una rueda principal central (5) que está sujeta en la caja de engranajes (2) de manera que puede girar alrededor de un eje de giro de engranajes central (37) y que lleva un dentado exterior (6), una corona interior (7) que está dispuesta de forma concéntrica al eje de giro de engranajes central (37) en la caja de engranajes (2) y presenta un dentado interior (8), **caracterizado por que** el engranaje planetario presenta un soporte planetario de una sola parte lateral (9), que está montado en la caja de engranajes (2) de manera que puede girar alrededor del eje de giro de engranajes central (37), y presenta varias ruedas planetarias (13) que están montadas en el soporte planetario (9) de manera que pueden girar alrededor de ejes de giro de rueda planetaria (36) por medio de cojinetes de rueda planetaria (12) realizados como cojinetes de deslizamiento, y presentan dentados exteriores (14) que están en engrane con el dentado interior (8) de la corona interior (7) y con el dentado exterior (6) de la rueda principal (5), presentando cada cojinete de rueda planetaria (12) dos cuerpos de cojinete anulares (12a, 12b), estando atravesado al menos uno de los cuerpos de cojinete anulares (12b) por un eje de rueda planetaria (11) y sujeto en este de forma resistente a la torsión, estando realizadas en las superficies circunferenciales exteriores de los cuerpos de cojinete (12a, 12b) superficies de deslizamiento cónicas de tal manera que los extremos estrechados de los cuerpos de cojinete (12a, 12b) están orientados uno hacia el otro, y estando realizadas en las superficies circunferenciales interiores de la rueda planetaria (13) superficies de rodadura (20a, 20b) correspondientes a las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12).
2. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 1, con un primer lado frontal (31) y un segundo lado frontal (32), en donde el soporte planetario de una sola parte lateral (9) está en la zona del primer lado frontal (31), y en donde el al menos un cuerpo de cojinete anular (12b) que está atravesado por el eje de rueda planetaria (11) y sujeto en este de manera resistente a la torsión, está desacoplado mecánicamente de una rueda planetaria (13) adicional en el segundo lado frontal (32).
3. Engranaje planetario (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que los cuerpos de cojinete (12a, 12b) están dispuestos distanciados axialmente.
4. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que un anillo de retención (30) retiene al menos un cuerpo de cojinete (12a, 12b) sobre el eje de rueda planetaria (11).
5. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el eje de rueda planetaria (11) es una clavija flexible (34) con un cilindro hueco (35).
6. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la clavija flexible (34) presenta un conducto de lubricante (38).
7. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12) y las superficies de rodadura (20a, 20b) correspondientes de la rueda planetaria (13) montada existe un intersticio de lubricación, siendo el primero de estos intersticios de lubricación diferente del segundo de estos intersticios de lubricación.
8. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el primer intersticio de lubricación y el segundo intersticio de lubricación presentan una longitud axial diferente.
9. Engranaje planetario (1) de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en el que al menos uno de los intersticios de lubricación tiene alturas axialmente diferentes.
10. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el primer intersticio de lubricación presenta una inclinación diferente con respecto al eje de rotación (36) de la rueda planetaria (13) que el segundo intersticio de lubricación.
11. Engranaje planetario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un cuerpo de cojinete (12a, 12b) puede ajustarse en dirección axial para ajustar un intersticio de lubricación de una altura (S) definida entre las superficies de deslizamiento del cojinete de rueda planetaria (12) y las superficies de rodadura (20) correspondientes de la rueda planetaria (13) montada.
12. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que exactamente un cuerpo de cojinete (12a, 12b) es ajustable y el otro cuerpo de cojinete (12a, 12b) tiene una posición axialmente fija.
13. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la posición axial del cuerpo de cojinete (12a, 12b) axialmente fijo está definida por un tope axial (40), en particular un reborde anular radial (29) del soporte planetario (9), formado en el eje de rueda planetaria (11).
14. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 13, **caracterizado por que** al cuerpo de

cojinete (12a, 12b) ajustable están asignados medios de ajuste (26,27,28) para el ajuste axial.

5 15. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** están previstos elementos distanciadores (26) como medios de ajuste que están dispuestos entre un cuerpo de cojinete (12a, 12b) y la parte lateral (10) adyacente del soporte planetario (9) y/o entre los cuerpos de cojinete (12a, 12b).

16. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado por que** el cuerpo de cojinete (12a, 12b) ajustable está enroscado sobre el eje de rueda planetaria (11).

10 17. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado por que** el cuerpo de cojinete (12a, 12b) ajustable está enroscado en la parte lateral (10) adyacente del soporte planetario (9).

15 18. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizado por que** está previsto un seguro antitorsión (28) por medio del cual el cuerpo de cojinete (12a, 12b) ajustable puede fijarse axialmente.

20 19. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en cada superficie de deslizamiento está realizada al menos una bolsa de lubricación (19), en la que desemboca un canal de lubricante (17) que atraviesa radialmente el cuerpo de cojinete (12a, 12b), estando comunicado el canal de lubricante (17) con un canal de suministro de lubricante (18) excéntrico que está realizado en el eje de rueda planetaria (11) atravesándolo axialmente.

25 20. Engranaje planetario (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** entre los cuerpos de cojinete (12a, 12b) está dispuesto un anillo distanciador (21) que envuelve el eje de rueda planetaria (11) y define una distancia axial mínima entre los cuerpos de cojinete (12a, 12b).

21. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizado por que** en una superficie circunferencial interior del anillo distanciador (21) está realizada una ranura colectora de lubricante anular (22).

30 22. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado por que** en el anillo distanciador (21) están realizados una pluralidad de canales de lubricante (23) que desembocan en la ranura colectora de lubricante (22).

35 23. Engranaje planetario (1) de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizado por que** en el eje de rueda planetaria (11) está realizado un canal de suministro de lubricante central (24) que desemboca en la ranura colectora de lubricante (22) del anillo distanciador (21).

FIG 1

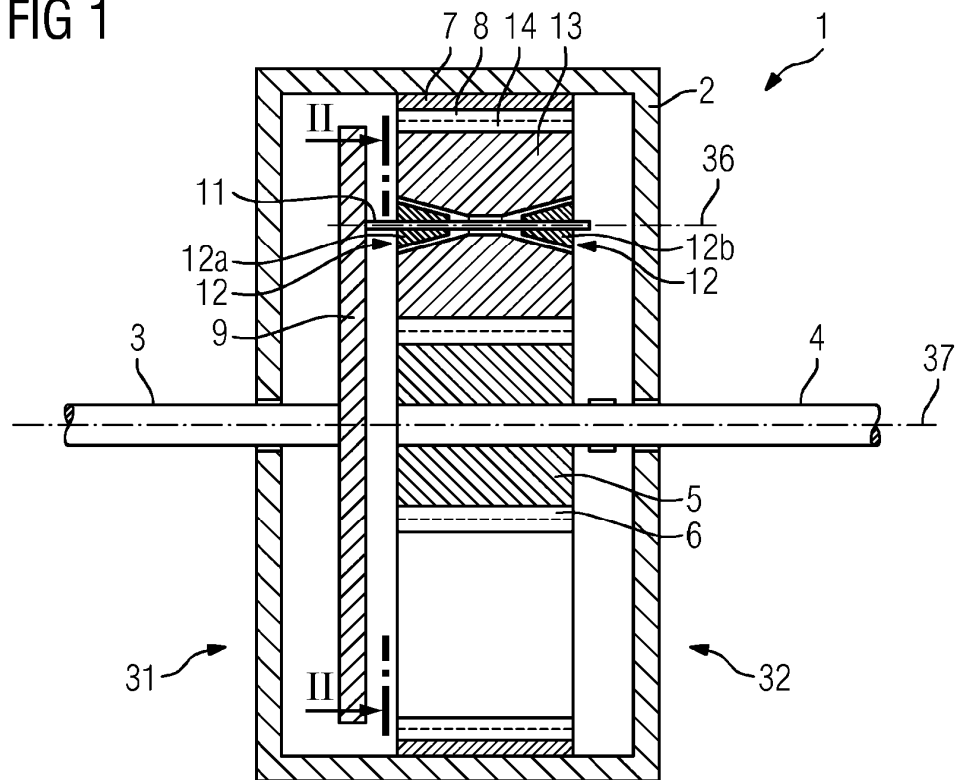


FIG 2

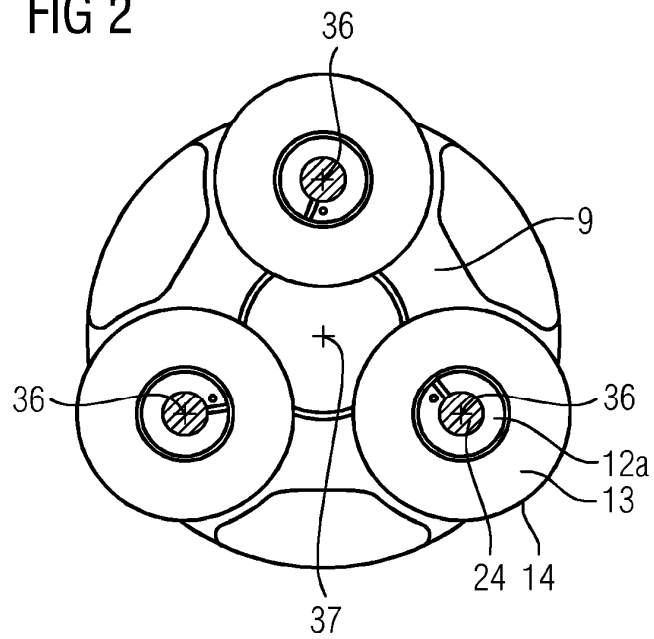


FIG 3

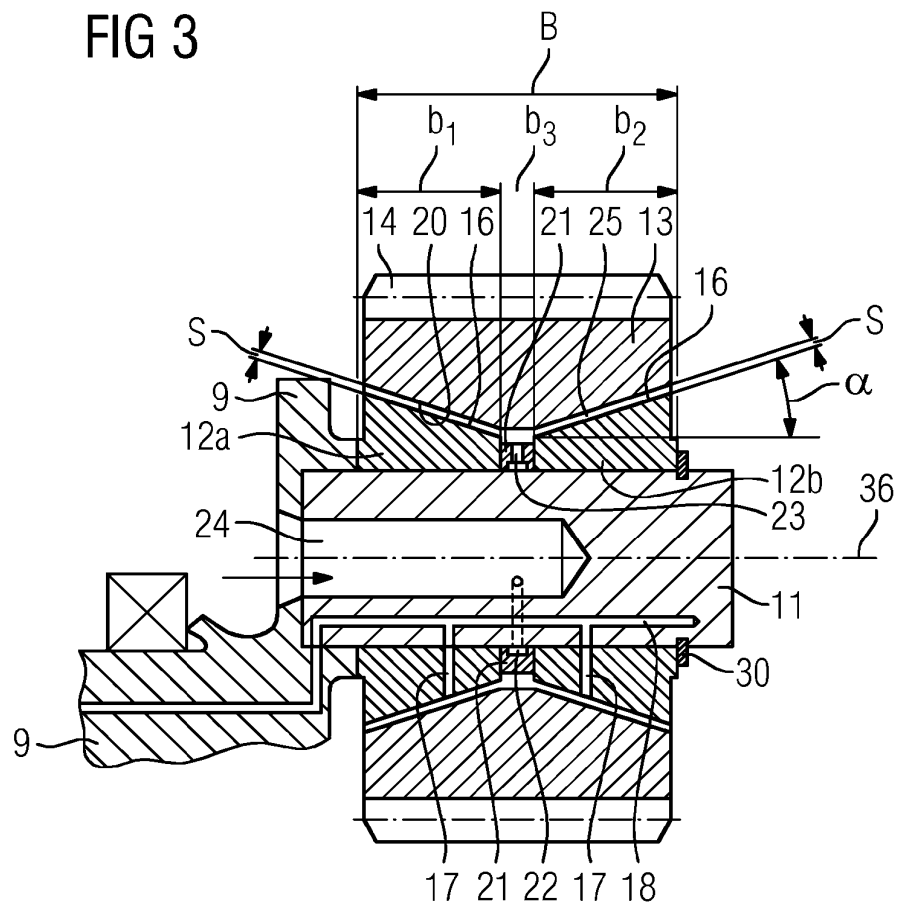


FIG 4

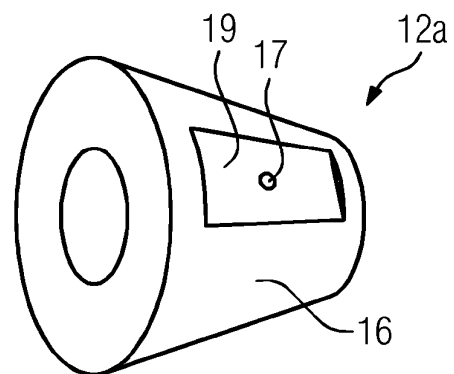


FIG 5

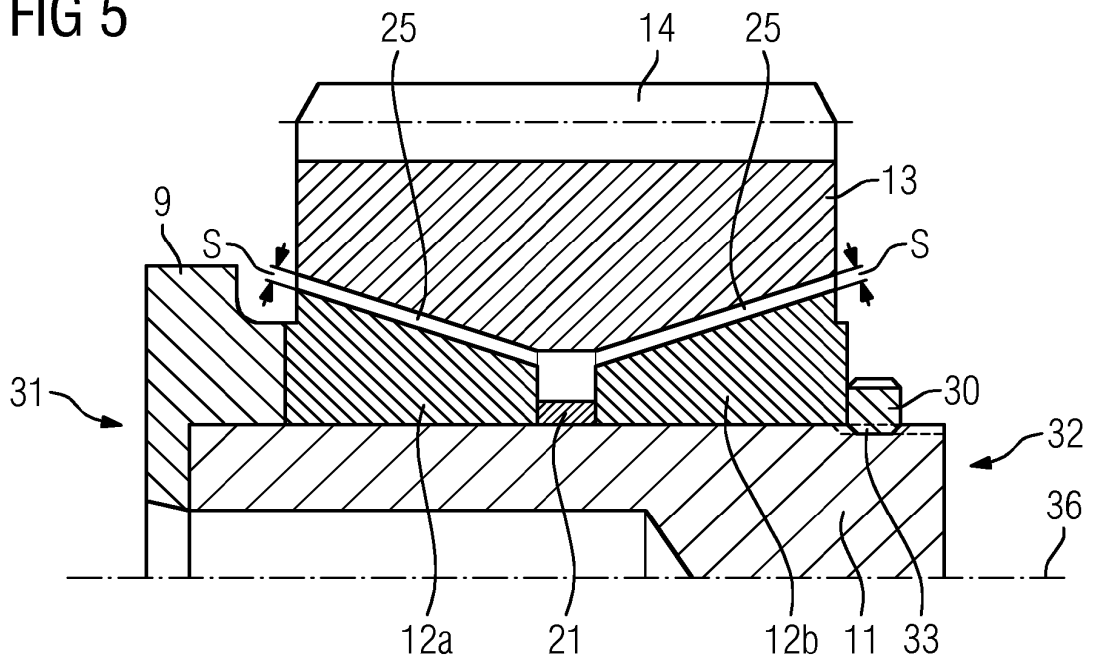


FIG 6

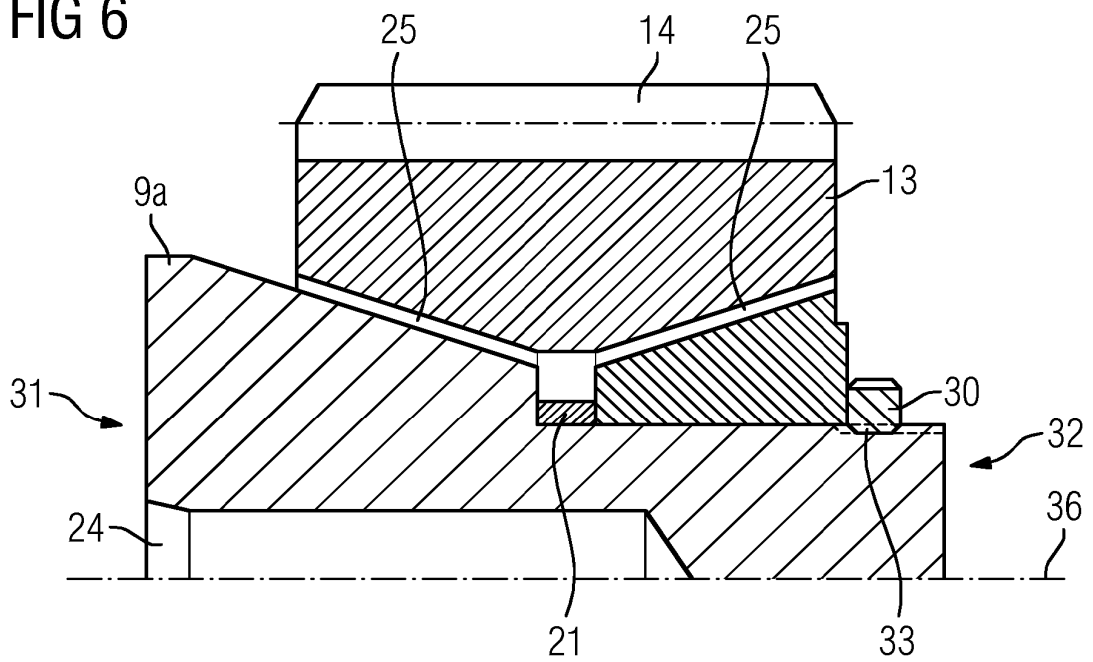


FIG 7

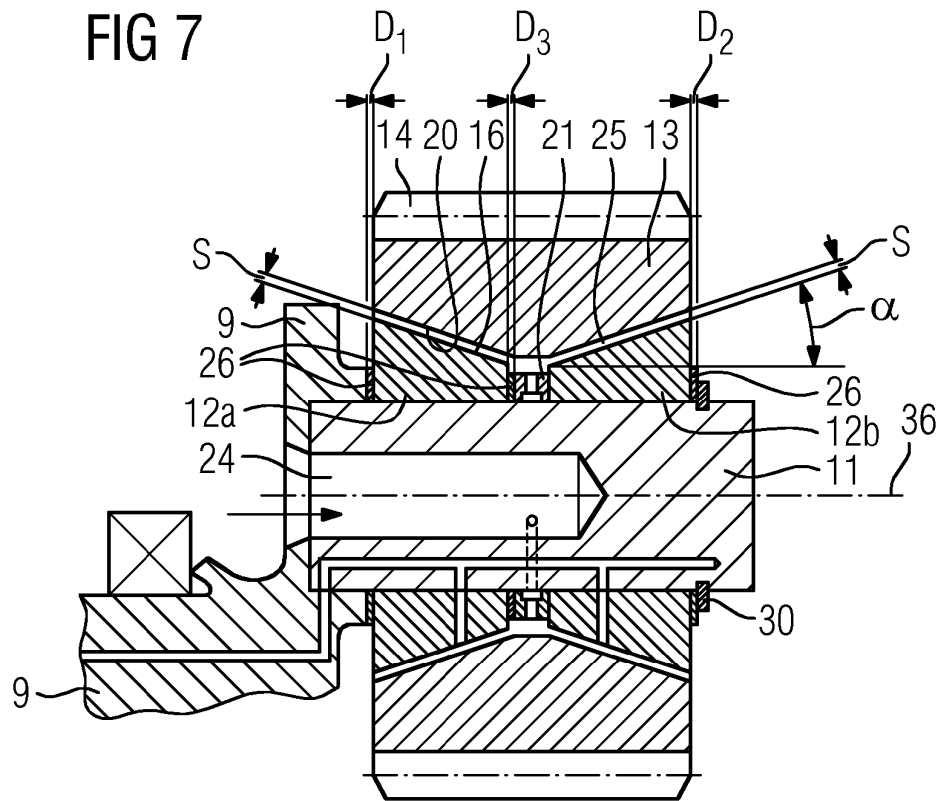


FIG 8

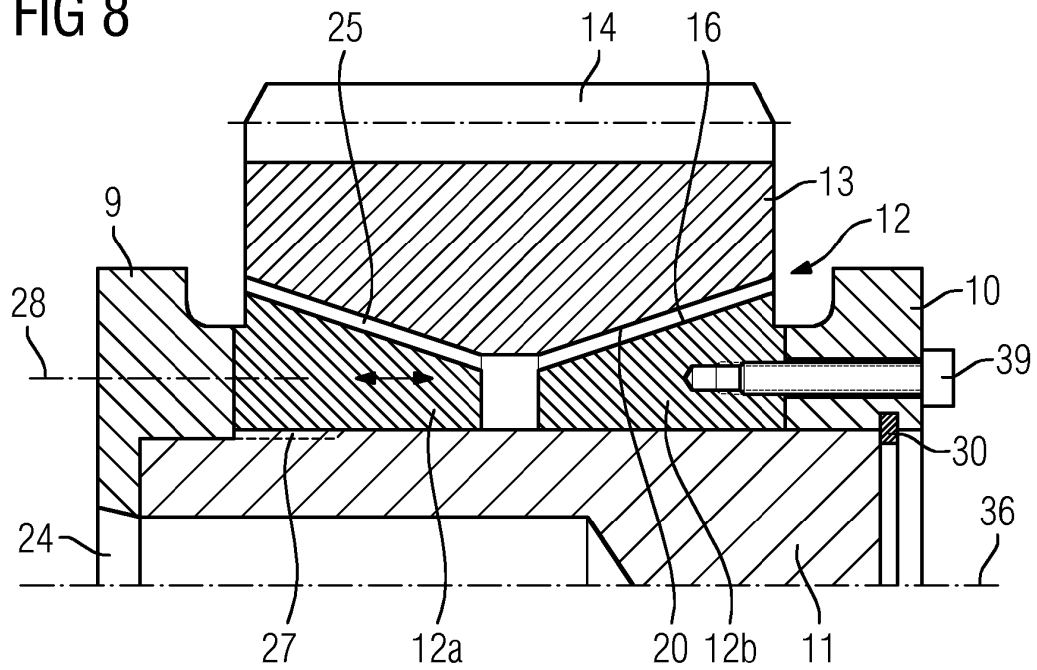


FIG 9

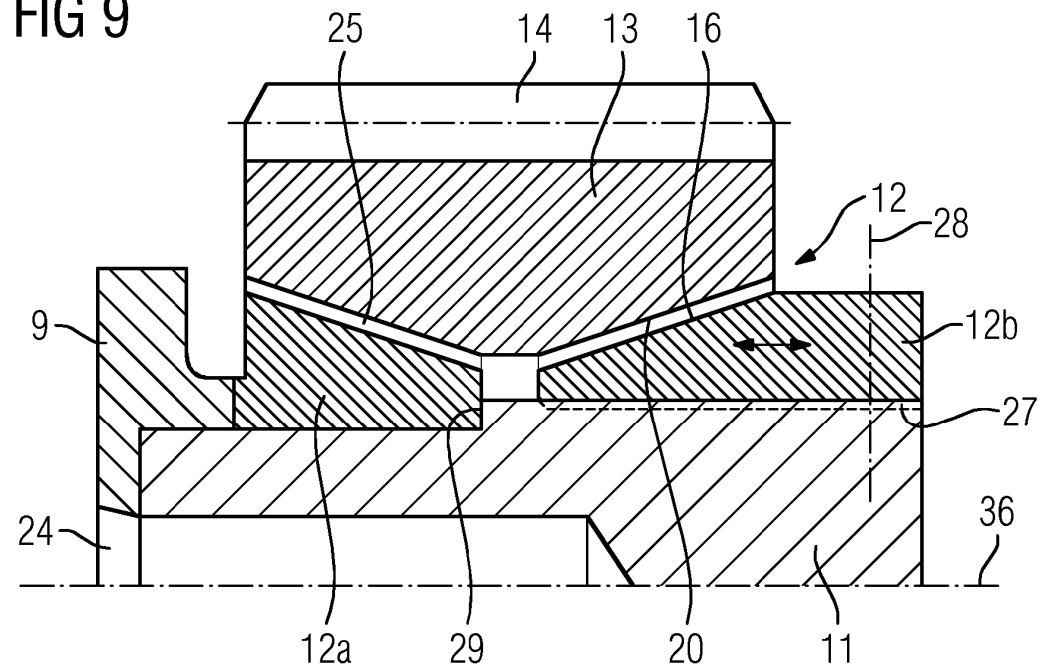


FIG 10

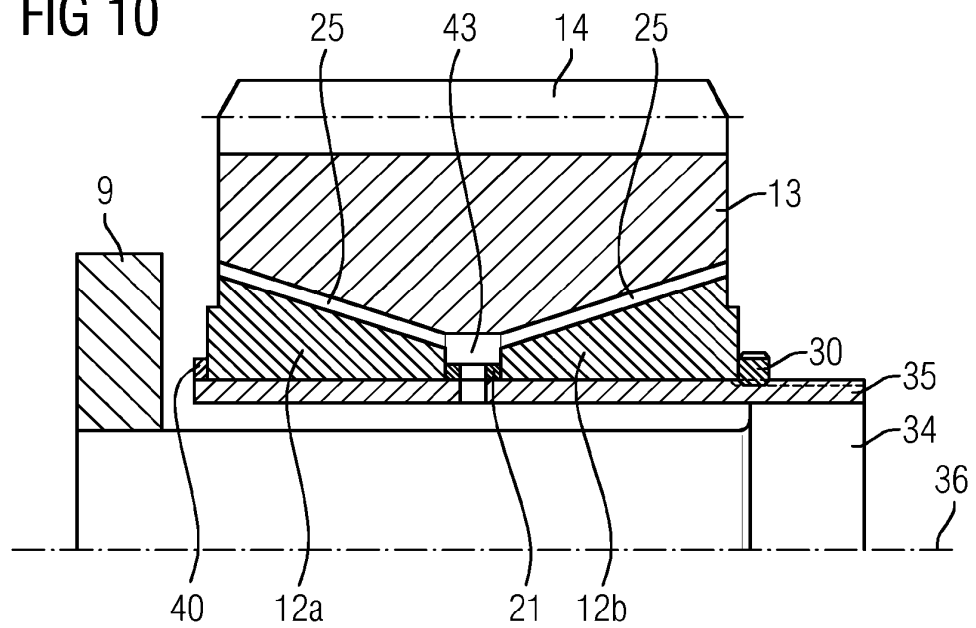


FIG 11

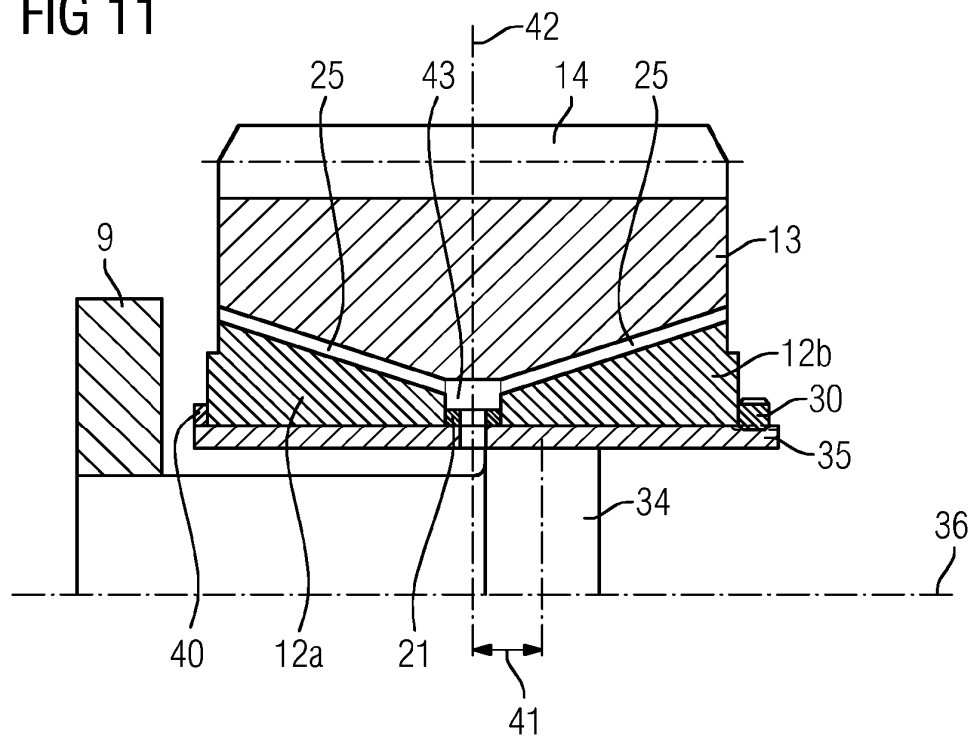


FIG 12

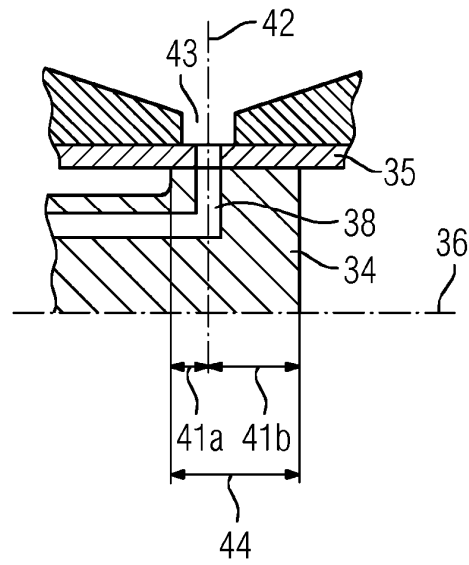


FIG 13

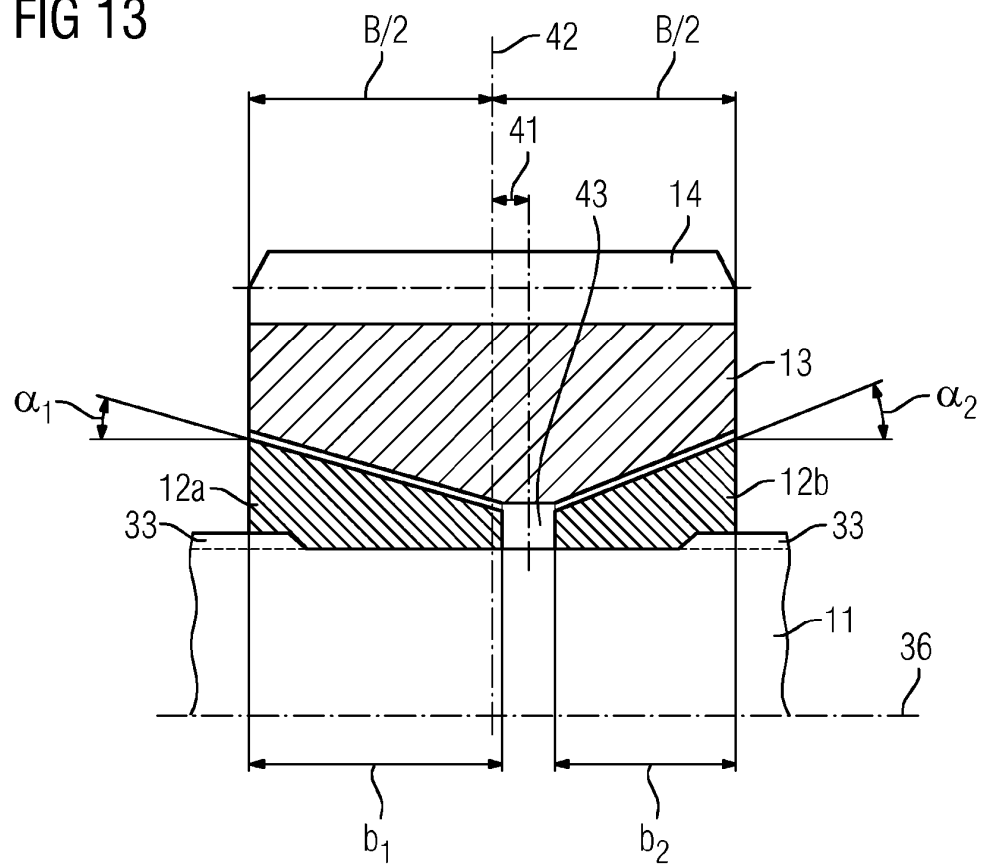


FIG 14

