

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 469**

51 Int. Cl.:

**F16C 23/04** (2006.01)

**F03D 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2014 PCT/DE2014/200409**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15058749**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2014 E 14765857 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3087281**

54 Título: **Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios**

30 Prioridad:

**21.10.2013 DE 102013221265**

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

**06.04.2020**

73 Titular/es:

**SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG  
(100.0%)  
Industriestrasse 1-3  
91074 Herzogenaurach, DE**

72 Inventor/es:

**GÜTTLER, ALEXANDER;  
PLOGMANN, MICHAEL;  
FORSTNER, CHRISTIAN y  
CLAUS, SVEN**

74 Agente/Representante:

**MORENO NOGALES, Ángeles**

ES 2 752 469 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**

Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios

5

**Campo de la invención**

La invención se refiere a un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios, que comprende un portaplanetas, en el que se proporciona un eje de rodamiento fijo, en ese eje de rodamiento se provee de forma que pueda girar un engranaje planetario a través de un rodamiento deslizante, que tiene una primera capa deslizante provista por el lado del eje y una segunda capa deslizante provista por el lado del engranaje.

10

**Antecedentes de la invención**

15

El documento DD289318A5 describe las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios se usa comúnmente en un conjunto de engranaje planetario. Tal conjunto de engranaje planetario generalmente consiste en al menos un engranaje solar, un engranaje anular y un portaplanetas en el que al menos un engranaje planetario está montado de forma giratoria en un eje de rodamiento. El engranaje solar, por ejemplo, acciona el engranaje planetario, en el que, en la mayoría de los casos, varios, por ejemplo, tres engranajes planetarios, se distribuyen equidistantemente, los cuales son accionados juntos a través del engranaje solar. El o los engranajes planetarios engranan con el engranaje anular, de modo que se proporciona la transmisión correspondiente.

20

25

Se conoce montar el engranaje planetario de forma giratoria a través de un rodamiento deslizante en el eje de rodamiento. Por lo general, los rodamientos se utilizan para crear cojinetes. Particularmente en el caso de transmisiones de conjuntos de engranajes planetarios grandes, se conoce el uso de un rodamiento hidrodinámico que se lubrica por medio de un lubricante adecuado, por ejemplo, aceite. A altas cargas y a bajas velocidades relativas, los compañeros de fricción del rodamiento deslizante se mueven en la llamada operación de fricción mixta. El compañero de fricción giratorio en este caso no está completamente soportado por la película lubricante intermedia, sino que se da, al menos parcialmente, un contacto superficial entre el compañero de fricción giratorio y el compañero de acoplamiento.

30

35

En general, el compañero de fricción, que lleva la carga periférica, por lo general el eje giratorio, debe tener una dureza más alta que el compañero de acoplamiento, también en su caso en lo que a dureza de la superficie se refiere. Debido a esta configuración, el contorno de la superficie del compañero de acoplamiento se adapta al contorno del compañero de fricción, que generalmente está diseñado como un árbol. Después del desgaste inicial, este ajuste del contorno causa un desgaste reducido al reducir la velocidad de fricción mixta o al cambiar el área de fricción mixta a velocidades más bajas. La fase de rodaje es absolutamente necesaria para los rodamientos deslizantes, tal y como se utilizan aquí. Sin embargo, en la operación hidrodinámica, la película lubricante transporta completamente al único compañero de fricción del rodamiento deslizante. Está separado del compañero de acoplamiento mediante esta película lubricante. El estado hidrodinámico se compara con el estado de fricción mixta, dado a velocidades relativas más altas (constante de presión) o presiones más bajas (constante de velocidad relativa).

40

45

En principio, la operación en el estado de fricción mixta sería conveniente, ya que en esta región se da el mínimo de la curva de Stribeck, que describe el curso de la fuerza de fricción o del coeficiente de fricción en función de la velocidad de fricción en el caso de una fricción hidrodinámica. Comenzando desde el mínimo de la curva Stribeck, la fuerza de fricción aumenta nuevamente a velocidades de fricción más altas, incluso cuando se aplica la fricción deslizante, debido al carácter creciente de la fricción del fluido.

50

En la mayoría de los casos, el dentado del engranaje planetario y el engrane con los dientes del engranaje anular es un dentado helicoidal. Por esta razón, una carga axial también actúa sobre el rodamiento deslizante, lo que induce un momento de inclinación. Esto significa que hay una presión de borde en el área del rodamiento deslizante, lo que favorece el desgaste. Esto se da todavía más, como suele ser el caso en las disposiciones conocidas de rodamientos deslizantes, en las que un compañero de fricción de la combinación de materiales del rodamiento cuenta con una capa superficial de metal blanco o bronce o está hecho del mismo, mientras que el otro compañero de fricción de la combinación de materiales tiene una superficie de acero sin endurecer o endurecido o una superficie dura cromada. Si se trata de una aplicación desigual de fuerza debido a razones operativas y, en consecuencia, a un momento de inclinación, esto afecta particularmente al compañero de fricción que consiste en metal blanco o bronce, ya que es el compañero de fricción más blando dentro de la combinación de materiales y, por lo tanto, es más susceptible al desgaste. Si el conjunto de engranaje planetario se diseña a gran tamaño, como suele ser el caso en las transmisiones que se utilizan en el campo de las turbinas eólicas, entonces hay considerables momentos de inclinación que favorecen el desgaste. Esto es especialmente problemático con engranajes planetarios grandes, ya que un componente de rodamiento desgastado no puede reemplazarse fácilmente o, si se hace, con gran esfuerzo.

55

60

65

**Resumen de la invención**

Por lo tanto, la invención se basa en el problema de proporcionar un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios que sea más resistente al desgaste en comparación con los conjuntos de rodamientos conocidos.

Para resolver este problema se proporciona un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios del tipo mencionado de acuerdo con la invención, de forma que una de las dos capas deslizantes tiene una superficie deslizante al menos parcialmente perfilada curvada para reducir la presión del borde en la región de deslizamiento.

El rodamiento deslizante de acuerdo con la invención se caracteriza en la región de deslizamiento por una superficie perfilada curvada especial sobre la cual se proporciona una de las dos capas deslizantes producidas respectivamente. La superficie tiene secciones perfiladas curvadas, por lo que solo se separa ligeramente en la región del borde, de modo que hay un juego mínimo, dentro del cual es posible una inclinación de los compañeros de fricción entre sí sin que la presión del borde aumente sobre ella. Como resultado, por un lado, las propiedades de deslizamiento se mantienen, aunque la superficie de deslizamiento activa, dentro de la cual está presente el estado de deslizamiento respectivo o la guía de deslizamiento activa, se reduce en cierta medida debido a la retracción del borde. Al mismo tiempo, sin embargo, incluso con fuerzas axiales y / o radiales introducidas de manera desigual y, por lo tanto, con un momento de inclinación, se produce una ligera inclinación sin aumentar la presión del borde o incluso con la reducción de la presión del mapa y, por lo tanto, sin un posible aumento local del desgaste.

En particular, un perfeccionamiento de la invención tiene el efecto de reducir el desgaste, de acuerdo con el cual una de las capas deslizantes, en particular la primera capa deslizante del lado del rodamiento, una capa de material duro depositada y la otra capa deslizante, en particular la segunda capa deslizante del lado del engranaje, es una capa superficial endurecida. Debido a como es el caso en las disposiciones conocidas de rodamientos deslizantes, en las que un compañero de fricción de la combinación de materiales del rodamiento cuenta con una capa superficial de metal blanco o bronce o está hecho del mismo, mientras que el otro compañero de fricción de la combinación de materiales tiene una superficie de acero sin endurecer o endurecido o una superficie dura cromada. En esta combinación de materiales, el funcionamiento frecuente del rodamiento deslizante en la región de fricción mixta, debido al alto desgaste de la superficie en el compañero de fricción que está hecho de metal blanco o bronce, conduce a un agotamiento temprano del volumen de desgaste, probablemente también a daños y, por lo tanto, a una falla temprana del rodamiento deslizante. La zona de fricción mixta descrita anteriormente se da, en particular, con cada arranque y recorrido del rodamiento deslizante, pero también a causa de las velocidades altamente cambiantes, especialmente las menores, y la alta dinámica de las cargas del rodamiento. Entonces, si se usa un engranaje planetario en aplicaciones donde se da un arranque frecuente de los rodamientos, se dan cargas de rodamientos fuertes que favorecen el desgaste. De acuerdo con la invención, ahora se proporciona una combinación de materiales especial en la región del rodamiento deslizante. La primera capa deslizante se forma por medio de una capa de material duro depositada, que se aplica, por ejemplo, mediante procedimientos PVD o PACVD. Esta capa de material duro puede ser, por ejemplo, un revestimiento de tipo diamante o similar a un diamante. En particular, está diseñada como una capa de carbono amorfo, como la llamada capa DLC o como capas de carbono dotadas con metal. Alternativamente al uso de capas de carbono amorfo, la capa de material duro también se puede producir por carbonitruración. Es particularmente adecuado un recubrimiento duro similar a un diamante con el nombre Triondur® del solicitante. Entre ellas se incluyen diferentes capas, por ejemplo, una capa de nitrito de cromo, una capa de carbono amorfo libre de hidrógeno o sistemas de capas a base de carbono que se distinguen por su extrema resistencia al desgaste y su muy buena humectación con aceite.

El segundo material del sistema tribológico propuesto de acuerdo con la invención es una capa superficial endurecida. Esto se produce preferentemente mediante un tratamiento térmico adecuado y, si dado el caso, la introducción de elementos de endurecimiento de capa adicionales, como el carbono y similares, en la capa superficial del respectivo compañero de fricción del rodamiento deslizante creada, que generalmente se forma como acero de cojinete o inserto de acero como 18CrNiMo7-6. En consecuencia, en el sistema tribológico de acuerdo con la invención, que consiste en una capa de material duro y una capa superficial endurecida, hay dos compañeros de fricción extremadamente duros. Debido a la baja tendencia de adhesión de la capa de material duro en contacto con la capa superficial endurecida, es decir, la capa de acero endurecido, se da un coeficiente de fricción muy bajo en el caso de lubricación con aceite. Como resultado, se produce un trabajo de muy baja fricción durante el deslizamiento y, como resultado, se produce menos calor en comparación con los sistemas convencionales de rodamientos deslizantes diseñados hidrodinámicamente basados en materiales de bronce y metal blanco. Además, el sistema tribológico propuesto de acuerdo con la invención se caracteriza por una protección contra el desgaste extremadamente alta, ya que ambas partes son extremadamente duras y, por lo tanto, resistentes al desgaste dentro de la combinación de materiales. Esto da como resultado la operación del deslizamiento con una adecuación de la fricción mixta muy alta, combinada con la capacidad de colocar el punto de operación cerca del mínimo de la curva de Stribeck, donde se da la proporción óptima de velocidad de rotación respecto a la fuerza de fricción. Incluso se pueden tolerar niveles más altos de fricción en estado sólido sin desgaste debido a los parámetros de las capas involucradas.

Otra ventaja es que, debido a la alta resistencia al desgaste, ya no tiene lugar la contracción clásica en el rodamiento deslizante integrado en el conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la presente invención. El sistema tribológico no se inicia y tiene lugar en un grado mucho menor una saturación de picos de rugosidad. Esto da

como resultado una mejor precisión de orientación, el momento de fricción del funcionamiento está listo desde el principio y no cambia la inversión. Esto está respaldado por la configuración preferida de las superficies del sustrato con rugosidades  $Rz < 1$ , que se aplica en particular a la capa de material duro, pero preferentemente también a la capa de superficie endurecida.

5 En consecuencia, si se usa dicha combinación de materiales, el resultado es una ejecución extremadamente resistente al desgaste en la operación de carga normal. Se aplica una carga desigual o se inclina el engranaje planetario dado al eje planetario, por lo que no promueven el desgaste, ya que la superficie perfilada curvada reduce la presión del borde. Incluso si en este caso se da una fricción mixta, y por lo tanto en el caso de que haya una ligera inclinación, los  
10 compañeros de fricción se mueven uno contra el otro y no hay un mayor desgaste, ya que la combinación de materiales contrarresta.

La superficie perfilada en sí misma puede formarse directamente en el eje de rodamiento, allí en un collar del rodamiento con el diámetro ligeramente más grande que el diámetro del eje y/o del engranaje planetario, allí en su la  
15 cara interior del orificio. Alternativamente, la superficie perfilada también puede formarse en un eje o manguito del lado del engranaje, que tiene la capa deslizante.

En este caso, se pueden proporcionar dos o más manguitos dispuestos axialmente sucesivamente, que están separados entre sí para formar uno o más espacios de recepción de lubricante y/o cada uno tiene una sección de  
20 espesor de pared reducido. En esta realización de la invención, el rodamiento deslizante en dos o más partes de al menos una mitad del cojinete, se realiza a través de dos o más manguitos dispuestos axialmente sucesivamente. Esto es ventajoso porque en el caso de cualquier flexión del eje de rodamiento o del engranaje planetario, no del rodamiento deslizante completo, respectivamente, la capa deslizante correspondiente se dobla, pero gracias la división del manguito se absorbe la tensión de flexión. Otra ventaja es la formación de espacios receptores de lubricante en el  
25 área de deslizamiento. Esto hace posible proporcionar depósitos de lubricante apropiados en esta región y poder lubricar siempre bien el rodamiento deslizante. En este caso, una ventaja particular especialmente del material que combina la capa de material duro / capa superficial endurecida descrita anteriormente es que se genera un calor significativamente menor, en comparación con los sistemas anteriores, lo que implica costos de enfriamiento mucho más bajos. El lubricante, es decir, el aceite, solo es necesario para humedecer, pero no para enfriar, en caso de  
30 contacto por fricción. Como resultado, las cantidades requeridas de lubricante son significativamente más bajas, ya no es necesario un suministro activo de lubricante por lubricación a presión o similares. Una lubricación de los contactos deslizantes ya es suficiente con solo sumergir el eje de rodamiento del engranaje planetario con el rodamiento deslizante y el engranaje planetario en la inmersión, es decir, en el sumidero de aceite de la transmisión. Así recibe una cantidad suficiente. Además, con la eliminación del suministro de lubricante activo, la susceptibilidad a la interferencia en la caja de engranajes planetarios también disminuye, lo que aumenta la fiabilidad operativa y la  
35 disponibilidad del equipo. Si ahora mediante la disposición adecuada de varios manguitos directamente en la región de deslizamiento se crean uno o más espacios de recepción de lubricante, se usan para una lubricación segura del rodamiento deslizante. Por supuesto, esto también se da si solo se proporciona un solo manguito, porque como se describe en particular cuando se usa la combinación de materiales descrita, se produce menos calor. Sin embargo, si esto no se usa y se recurre a combinaciones de materiales conocidas, por supuesto, se puede proporcionar un  
40 suministro activo de lubricante.

Al disponer una pluralidad de manguitos en el eje de rodamiento, el eje de rodamiento puede tener un orificio axial y un orificio radial guiado hacia él, que se abre en un espacio de recepción de lubricante. Así se puede conseguir un  
45 flujo de lubricante no solo en el lado frontal de la región de almacenamiento, sino virtualmente también en el eje de rodamiento, por lo que este flujo de entrada se puede realizar a través de un suministro de lubricante activo, o únicamente pasando a través del sumidero de lubricante.

Para apoyar al portaplanetas también axialmente en la absorción de las fuerzas axiales creadas, por ejemplo, en el  
50 dentado, se puede proporcionar al menos un rodamiento deslizante axial, a través del cual el engranaje planetario está montado contra el portaplanetas, en el que el rodamiento axial comprende al menos un disco axial, que está conectado al engranaje planetario y se desliza sobre el portaplanetas, o que está conectado al portaplanetas y funciona sobre el engranaje planetario, y en su lado orientado hacia el portaplanetas o hacia el engranaje planetario cuenta con una superficie perfilada al menos parcialmente curvada. Además, este rodamiento deslizante axial está provisto de acuerdo con la invención con una superficie perfilada curvada, que está diseñada y posicionada de manera que, en el  
55 caso de una pequeña inclinación del engranaje planetario con respecto al eje de rodamiento, tampoco en esta región de rodamiento plano se aumenta la presión del borde que promueve el desgaste. Dado que si el engranaje planetario está ligeramente inclinado, entonces también hay un cierto momento de inclinación en el rodamiento axial de deslizamiento. Sin embargo, esto se compensa con el perfil de superficie correspondiente, es decir, incluso en la región de rodamiento deslizante axial no existe una presión de borde excesiva que daría lugar al desgaste.

Aquí es especialmente ventajoso que el disco axial tenga una capa deslizante en forma de una capa de material duro depositada, que funcione en una capa deslizante formada en el portaplanetas o en el engranaje planetario en forma de una capa superficial endurecida. Esto significa que también en el lado del rodamiento axial se proporciona la combinación de material ventajosa de capa de material duro / capa superficial endurecida, la cual es resistente al  
60 desgaste. En consecuencia, en combinación con la separación del borde de acuerdo con la invención con respecto a la superficie curvada, se da también como resultado una resistencia extrema al desgaste en la región de rodamiento

de deslizamiento axial, ya sea en relación con la operación de deslizamiento normal o en relación con la reducción de la presión excesiva del borde.

5 La superficie perfilada arqueada puede tener una curvatura homogénea, es decir, una curvatura con un radio constante que, por supuesto, es muy grande. Alternativamente, la curvatura también puede tener un perfil logarítmico, es decir, se proporciona un retorno principalmente en la región del borde de la superficie, es decir, en las regiones del borde del rodamiento deslizante, mientras que la región intermedia es casi completamente cilíndrica. Esta región cilíndrica debe estar presente en al menos la mitad, preferentemente en al menos dos tercios de la longitud, de modo que, en última instancia, solo en la región del borde se dé una reducción de diámetro mayor.

10 La capa de material duro debe tener una dureza de al menos 800 HV, en particular de al menos 1000 HV hasta 4000 HV y preferentemente de 1100 HV a 3000 HV, mientras que la capa superficial endurecida alcanza una dureza de al menos 45 HRC, en particular al menos 53 HRC y preferentemente debe tener entre 55 HRC hasta 65 HRC. La capa de material duro debe tener una rugosidad superficial Rz de menos de 1,5, en particular de al menos 1. Además, la rugosidad superficial de la capa superficial endurecida asociada está preferentemente por debajo de Rz = 2, preferentemente por debajo de Rz = 1. El grosor de la capa de la capa de material duro debe ser preferentemente <20 µm, preferentemente está en el rango de 1-10 µm. El grosor de la capa superficial endurecida debe ser al menos igual, si no mayor, puesto que es más blanda que la capa dura y, por tanto, soporta una mayor presión.

20 Además del propio conjunto de cojinetes de engranajes planetarios, la invención se refiere además a un engranaje planetario, que comprende un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios del tipo descrito. Si en el lado del conjunto de engranaje planetario se proporcionan varios engranajes planetarios, obviamente estos se deberán colocar en una disposición correspondiente en un portaplanetas común o, si se proporcionan dos portaplanetas en forma de disco, en los ejes de rodamiento correspondientes. Cada una de estas disposiciones de rodamientos está diseñada o construida de la manera de acuerdo con la invención, tanto geométrica como también tribológicamente. Lo mismo se aplica a los respectivos cojinetes axiales separados de los engranajes planetarios individuales.

#### Breve descripción del dibujo

30 Una realización de la invención se ilustra en el dibujo y se describirá con más detalle a continuación. En este se muestra:

- La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un engranaje planetario de acuerdo con la invención,
- 35 La figura 2 muestra un engranaje planetario junto con un eje de rodamiento,
- La figura 3 muestra una vista en sección a través del conjunto de cojinete de acuerdo con la figura 2,
- La figura 4 muestra una vista en sección ampliada a través de un manguito con superficie perfilada sujeta al eje de rodamiento,
- La figura 5 muestra una vista detallada ampliada de la región V de la figura 3,
- 45 La figura 6 muestra una vista en sección ampliada a través de un manguito sujeto al eje de rodamiento de una segunda realización,
- La figura 7 muestra una vista en sección a través de un disco de rodamiento axial.
- La figura 8 muestra una vista en sección ampliada de la región VIII de la figura 3,
- 50 La figura 9 es una vista en sección a través de un engranaje planetario con caras finales curvas,
- La figura 10 muestra una vista ampliada de la región X de la figura 9,
- 55 La figura 11 es una vista en sección de un conjunto de cojinete de una segunda realización,
- La figura 12 es una vista en sección de un conjunto de cojinete de una tercera realización,
- 60 La figura 13 muestra un conjunto de cojinete de una cuarta realización.

#### Descripción detallada del dibujo

65 La figura 1 muestra un conjunto de engranajes planetarios 1 de acuerdo con la invención con un total de tres disposiciones de cojinetes de engranajes planetarios 2 de acuerdo con la invención. El conjunto de engranajes planetarios 1 comprende un engranaje anular 3 con un dentado interno y un portaplanetas 4 con tres engranajes planetarios 5 giratorios, que engranan con sus dientes externos de una manera conocida con el engranaje anular 3.

Cada engranaje planetario 5 está montado en un eje de rodamiento 6 conectado de manera fija al portaplanetas 4 de la manera descrita de acuerdo con la invención. El engranaje planetario es impulsado por un engranaje solar que no se muestra en detalle, engranándose con los engranajes planetarios 5.

5 Las Figuras 2 y 3 muestran una primera realización de un cojinete de engranaje planetario. La Figura 2 muestra el engranaje planetario 5 y el eje de rodamiento 6, que se fija de manera convencional en el portaplanetas 4 conocido a través de la Figura 1. En el eje de rodamiento 6 se fija un manguito 7. El manguito 7 tiene en su lado exterior una primera capa deslizante, por ejemplo en forma de una capa de material duro 8 depositada sobre el mismo, por ejemplo, una capa de la solicitante conocida con el nombre de Triondur®. Esta capa, que se deposita, por ejemplo, mediante procesos PVD o PACVD, tiene una dureza de al menos 800 HV, en particular de al menos 1000 HV hasta 4000 HV, preferentemente de 1100 HV a 3000 HV. Se considera como el único compañero de fricción de un rodamiento deslizante 9. El otro compañero de fricción es la segunda capa deslizante formada en la superficie interna del orificio 10 del engranaje planetario 5 en forma de una capa superficial endurecida 11, que se produce mediante procesos de endurecimiento conocidos por sí mismos. La capa superficial endurecida tiene una dureza de al menos 45 HRC, preferentemente de al menos 53 HRC, más preferentemente de al menos entre 55 HRC y 65 HRC. Por lo tanto, el rodamiento deslizante 9 se forma aquí a través del manguito 7 con su primera capa deslizante en forma de la capa de material duro 8 y el engranaje planetario 5 con su segunda capa deslizante en forma de la capa superficial endurecida 11. Dado que ambas partes de fricción o capas deslizantes son extremadamente duras, se trata de un desgaste insignificante, en comparación con los sistemas de rodamientos deslizantes previamente conocidos en la región del cojinete de engranaje planetario. El engranaje planetario 5 está hecho, por ejemplo, de acero de cojinete, que puede endurecerse extremadamente bien de una manera ya conocida. El manguito 7 también puede estar hecho de acero de cojinete, por ejemplo. Sin embargo, es importante que la placa de material duro aplicada sea tal y como se describe en este documento. En este punto cabe señalar, sin embargo, que se pueden seleccionar otros sistemas de capas de los descritos anteriormente.

25 Si, en particular, se usa el sistema de capas descrito anteriormente, no se requiere lubricación activa del rodamiento deslizante 9, es decir, de la región de deslizamiento. Más bien, el flujo de aceite es suficiente, lo que se da cuando el engranaje planetario 5 junto con el eje de rodamiento 6 durante una rotación del portaplanetas 4 pasa a través de un sumidero de aceite, de manera que absorbe el lubricante suficiente para la lubricación deslizante.

30 Para mejorar la lubricación, es posible suministrar lubricante desde un orificio central 13 del eje de rodamiento 6 y un orificio 14 que se extiende radialmente desde el interior. El orificio 14 continúa a través de un orificio 15 en el manguito 7, en el que en el orificio 15 se asignan las extensiones 16 aguas arriba y aguas abajo, que forman depósitos de lubricante. Dado que el lubricante también puede acumularse en la región del orificio 13, un suministro correspondiente al rodamiento deslizante 9 también se puede efectuar a través de la misma, aunque esto no es estrictamente necesario.

35 Además, en ambos lados, se proporcionan dos discos de rodamiento axial 17 en el engranaje planetario 5 en los receptáculos correspondientes 18, que se proporcionan en el lado frontal del engranaje planetario 5. Sobre estos discos axiales 17, el engranaje planetario 5 está soportado, por ejemplo, sobre cada respectivo portaplanetas 4, que se proporciona en cada caso a un lado del engranaje en esta realización, en la que los dos portaplanetas 4 están conectados a través del eje de rodamiento 6. Por lo tanto, se realiza un rodamiento de deslizamiento axial que soporta axialmente. También en este rodamiento deslizante axial se puede realizar el mismo sistema de capa deslizante que en la región del rodamiento deslizante 9, pero no es necesario. El disco axial 17 tiene preferentemente una capa de material duro correspondiente, en cuyo caso se puede usar el mismo material duro que para formar la capa de material duro 8. La superficie de apoyo correspondiente en el portaplanetas 4 también es una capa superficial endurecida, el portaplanetas 4 también puede estar hecho, por ejemplo, de acero de cojinete o similares, de modo que su endurecimiento también es fácilmente posible en grandes superficies. Esto significa que también se producen condiciones de deslizamiento apropiadas en la región de este rodamiento axial, que requieren muy poca lubricación. Nuevamente, el mero paso a través del baño de aceite es suficiente aquí para asegurar el suministro de lubricante.

40 En el conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la invención es fundamental que se tomen precauciones para reducir o evitar cualquier presión de borde en el caso de que una carga axial actúe sobre el engranaje planetario 5 y, por lo tanto, en un momento de inclinación dado. Tal carga se produce en particular porque el engranaje planetario tiene un dentado helicoidal, que se engrana con un dentado helicoidal correspondiente en el engranaje anular 3. Para evitar tal presión en el borde está en el ejemplo que se muestra, véase la figura 4, la superficie 19 del manguito 7, que lleva la capa de material duro 8, está perfilada. Obviamente, el grosor de la pared disminuye, especialmente en la región del borde. El perfil aquí es logarítmico, es decir, la superficie curvada en el ejemplo que se muestra tiene dos radios R1 y R2 de tamaños diferentes. Alternativamente, véase el manguito 7 que se muestra en la Figura 6, se puede usar una curvatura homogénea con un radio uniforme R.

50 La figura 5 muestra una vista en detalle ampliada del conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de la figura 3 en la región V. Se supone que el manguito mostrado en la figura 3 corresponde al manguito de acuerdo con la figura 4. Como puede verse, aquí se muestra un espacio separador circunferencial 20 que aumenta ligeramente desde el interior hacia el exterior, en particular en el área del borde, que se dibuja excesivamente grande aquí para fines de ilustración y claridad. La superficie inclinada del manguito 7 y la superficie cilíndrica 10 del engranaje planetario 5 son

opuestas entre sí. Si ahora el engranaje planetario 5 con carga axial se inclinase, incluso así no se produciría una presión superficial creciente, ya que los dos bordes están suficientemente separados entre sí.

Si el engranaje planetario 5 se inclina, los dos discos axiales 17 se inclinarían en consecuencia. Si estos están conectados conductivamente con el portaplanetas 4, allí también habría una mayor presión de borde. Para evitar una presión de borde alta que promueva el desgaste correspondiente también aquí, véase la figura 7, se toman las correspondientes precauciones en cada disco axial 17. También está la superficie 21 que, por ejemplo, lleva la capa de material duro, perfilada, por ejemplo, también en forma logarítmica, de acuerdo con el diseño del manguito 4, o con curvatura homogénea. Obviamente, también está el grosor del disco que disminuye hacia el borde.

La figura 8 muestra una vista de detalle ampliada del área VIII, que muestra el disco axial 7 instalado. Esto es, formando un rodamiento deslizante axial 22, en el portaplanetas 4, por ejemplo, tiene una capa superficial endurecida. Sin embargo, como se puede ver, aquí también resulta un espacio separador circunferencial 23 que se abre hacia afuera, que también se dibuja demasiado grande aquí. Si el engranaje planetario 5 se inclinara, el disco axial 17 se inclinaría, pero su borde no descansaría en el portaplanetas 4. Por lo tanto, aquí no se proporciona una presión de borde aumentada que promueva el desgaste.

Si bien la realización descrita anteriormente muestra un rodamiento deslizante axial 22 en el que se instala un disco axial 17 con perfilado de superficie, es posible prescindir de dicho disco axial 17 y usar el engranaje planetario 5 como elemento de rodamiento deslizante. Para este propósito, la cara frontal respectiva del engranaje planetario 5 puede tener una capa deslizante correspondiente, por ejemplo, la capa de material duro ya descrita. Para evitar la presión del borde en el caso de inclinación, la cara frontal respectiva 24 se perfila en consecuencia, como muestran las figuras 9 y 10. Como puede verse, la respectiva cara frontal 24 está retraída en la región radialmente externa, y aquí también puede proporcionarse un perfil logarítmico o una curvatura con un radio constante. Si hay una ligera inclinación, entonces aquí tampoco hay una mayor presión del borde. La región del hilo externo 25 también está ligeramente retraída, ya que, por supuesto, en caso de inclinación, se debe asegurar que el hilo externo 25 no se apoye contra el portaplanetas 4.

La figura 11 muestra una realización de un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios en la que, sin la interposición de un manguito, el engranaje planetario 5 está montado en el eje de rodamiento 6 a través de un rodamiento deslizante 9. Nuevamente, se supone que el eje de rodamiento 6 lleva la capa de material duro, mientras que el engranaje planetario está provisto en el interior con una capa superficial endurecida 11.

También se muestran dos portadores planetarios separados 4, que están conectados a través del eje de rodamiento 6.

En esta realización, la superficie circunferencial interna 10 del orificio de engranaje planetario se perfila para evitar una presión de borde aumentada. Puede haber una curvatura logarítmica o de radio constante. Como se puede ver, como se representa de forma aumentada, los dos bordes 26 se separan, de modo que resulta un espacio separador estrecho respectivo 27, lo que permite una inclinación del engranaje planetario 5 sin presión del borde.

Los dos discos axiales 17 mostrados aquí también están diseñados de manera correspondiente como se describe para la realización anterior.

La figura 12 muestra una realización adicional de un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios, en la que solo se muestran el engranaje planetario 5 y el eje de rodamiento 6 por cuestiones de simplicidad. Por supuesto, también se proporcionan aquí uno o dos portaplanetas y los correspondientes discos de rodamiento axial 17, etc.

El eje de rodamiento 6, en esta realización, lleva un collar de rodamiento radial 28, por ejemplo, la capa de material duro 8. Su superficie se perfila de nuevo, es decir, como la superficie 19 del manguito respectivo de acuerdo con las figuras 4 y 6, es decir, logarítmicamente o con un radio homogéneo. Esto da como resultado que los dos bordes 29 vuelvan a retirarse claramente, de modo que se forma un espacio separador correspondiente. Si el engranaje planetario 5 que tiene la capa superficial endurecida 11 se vuelca, aquí también se evita un aumento de la presión del borde.

Finalmente, la figura 13 muestra una realización adicional en la que el engranaje planetario 5, como en la realización descrita anteriormente, no está deformado, es decir, tiene una superficie circunferencial interna cilíndrica que tiene la superficie endurecida 11. En lugar de un solo manguito, aquí se proporcionan tres manguitos separados 7a, 7b y 7c. Cada uno de estos manguitos 7a, 7b, 7c tiene, a modo de ejemplo, una capa de material duro 8. Cada uno de los manguitos individuales 7a, 7b, 7c tiene una superficie perfilada correspondientemente, de modo que incluso allí se separan los bordes respectivos. Los manguitos 7a, 7b, 7c están dispuestos a una distancia uno del otro de manera que se forma un espacio de recepción de lubricante 30 entre cada par de manguitos. El orificio radial 14, que se abre en el orificio 13 del eje de rodamiento 6, se abre en uno de estos espacios de recepción de lubricante 30 para suministrar lubricante desde el interior. Por supuesto, dicho orificio radial adicional también se puede proporcionar en las realizaciones de acuerdo con las figuras 11 y 12.

El engranaje planetario 5 puede estar hecho de acero para cojinetes o acero cementado, por ejemplo 18CrNiMo7-6. El manguito respectivo, que forma el sustrato para la capa de material duro opcionalmente utilizado, o que está endurecido,

también puede estar hecho de acero para cojinetes o acero cementado tratado termoquímicamente (por ejemplo, 16MnCr5), pero también de acero templado (por ejemplo, 42CrMo4), acero para endurecimiento (por ejemplo, 100Cr6) o se puede utilizar acero de nitruración. El eje de rodamiento puede estar hecho de cualquier acero suficientemente endurecido, así como el portaplanetas, que también puede estar hecho de materiales fundidos como GG70, GG50 o GG40.

5

**Lista de referencias**

	1	Conjunto de engranajes planetarios
10	2	Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios
	3	Engranaje anular
	4	Portaplanetas
15	5	Engranaje planetario
	6	Eje de rodamiento
20	7	Manguito
	8	Capa de material duro
	9	Rodamiento deslizante
25	10	Superficie interior del orificio
	11	Capa superficial endurecida
30	12	-
	13	Orificio central
	14	Orificio radial
35	15	Orificio del manguito
	16	Extensión
40	17	Disco de rodamiento axial
	18	Receptáculo
	19	Superficie del manguito
45	20	Espacio separador
	21	Superficie del disco axial
50	22	Rodamiento deslizante axial
	23	Espacio separador
	24	Cara frontal
55	25	Hilo externo
	26	Borde
60	27	Espacio separador
	28	Collar de rodamiento
	29	Borde
65	30	Espacio de recepción de lubricante

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios, que comprende un engranaje planetario, en el que se proporciona un eje de rodamiento fijo, en el que un engranaje planetario está montado de forma giratoria mediante un rodamiento deslizante con una primera capa deslizante provista en el lado del eje y una segunda capa deslizante provista en el lado del engranaje, **caracterizado porque** una de las dos capas deslizantes (8, 11) se genera en una superficie perfilada curvada de una región deslizante (10, 19) exclusivamente en las regiones de borde.
- 10 2. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** una de las capas deslizantes es una capa de material duro depositada (8) y la otra capa deslizante es una capa superficial endurecida (11).
- 15 3. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie perfilada se forma directamente en el eje de rodamiento (6) o el engranaje planetario (5), o en al menos un manguito (7) dispuesto en el lado del eje o del engranaje.
- 20 4. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la reivindicación 3, en el que hay dos o más manguitos dispuestos axialmente sucesivamente (7a, 7b, 7c), que están separados entre sí para formar uno o más espacios de recepción de lubricante (30) y / o cada uno tiene una porción de espesor de pared reducido.
- 25 5. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** al disponer la pluralidad de manguitos (7, 7b, 7c) en el eje de rodamiento (6), el eje de rodamiento (6) tiene un orificio axial (13) y uno en este orificio radial guiado (14) que se abre en un espacio de recepción de lubricante (30).
- 30 6. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se proporciona al menos un rodamiento deslizante axial (22), a través del cual el engranaje planetario (5) está montado contra el portaplanetas (4), en el que el rodamiento axial (22) comprende al menos un disco axial (17), que está conectado al engranaje planetario (5) y se desliza sobre el portaplanetas (4), o que está conectado al portaplanetas (4) y funciona sobre el engranaje planetario (5), y en su lado orientado hacia el portaplanetas (4) o hacia el engranaje planetario (5) cuenta con una superficie perfilada al menos parcialmente curvada (21).
- 35 7. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el disco axial (17) tiene una capa deslizante en forma de una capa de material duro depositada, que funciona en una capa deslizante formada en el portaplanetas (4) o en el engranaje planetario (5) en forma de una capa superficial endurecida.
- 40 8. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** las caras finales (24) del engranaje planetario (5) tienen una superficie al menos parcialmente curvada.
- 45 9. Conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie perfilada curvada (19, 21) tiene una curvatura homogénea, o tiene un curso logarítmico.
10. Engranaje planetario, que comprende un conjunto de cojinetes de engranajes planetarios de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

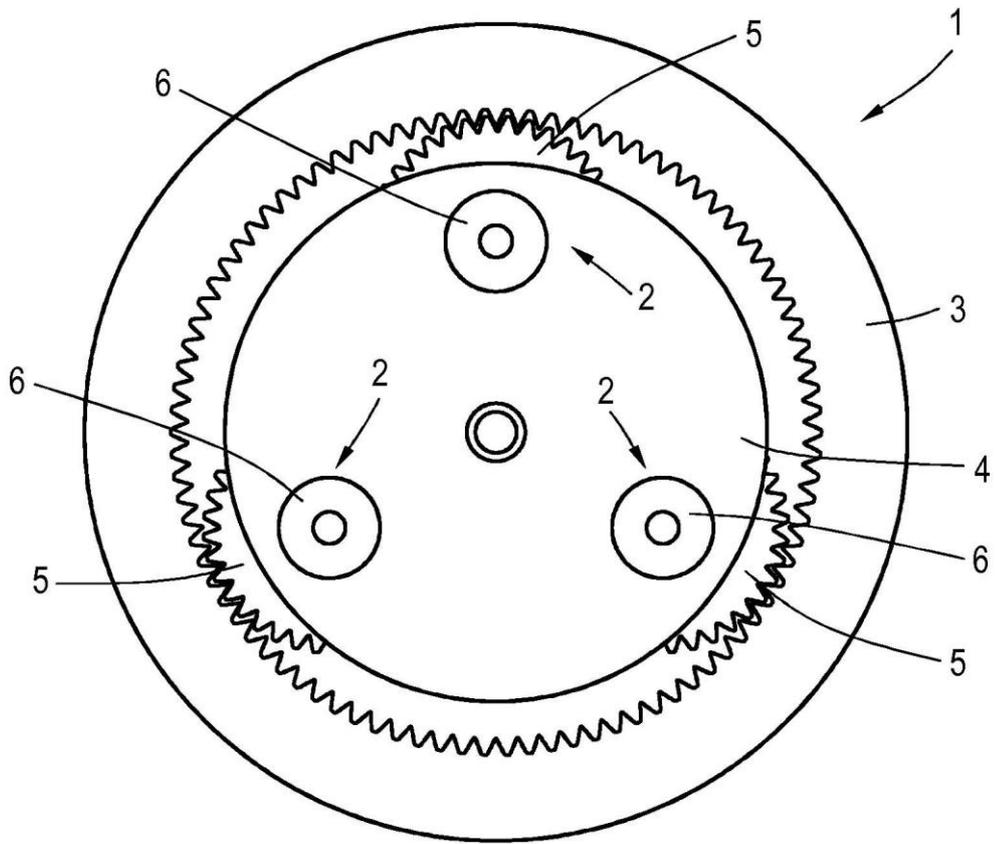


FIG. 2

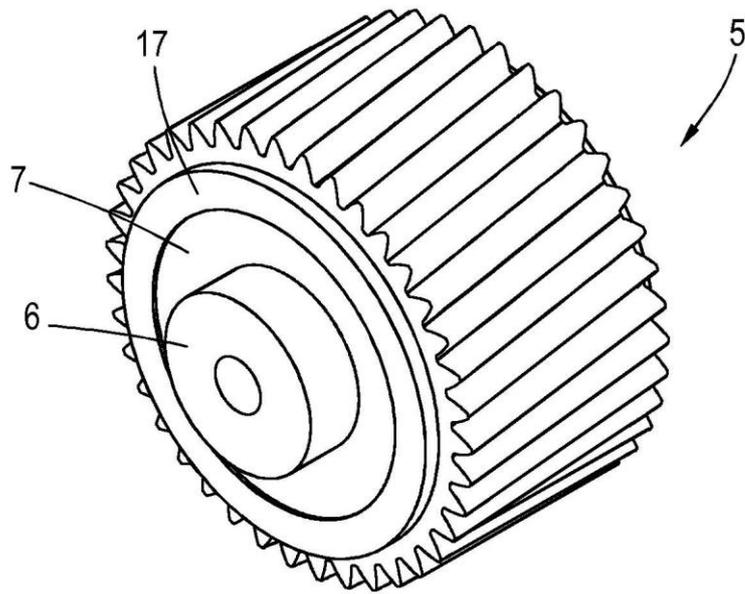


FIG. 3

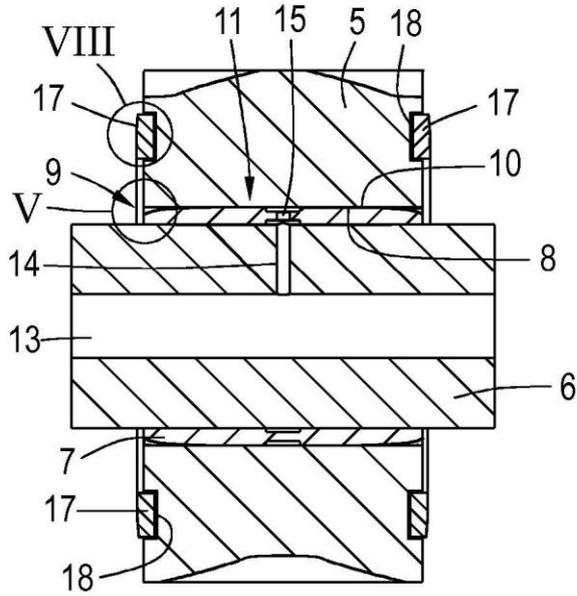


FIG. 4

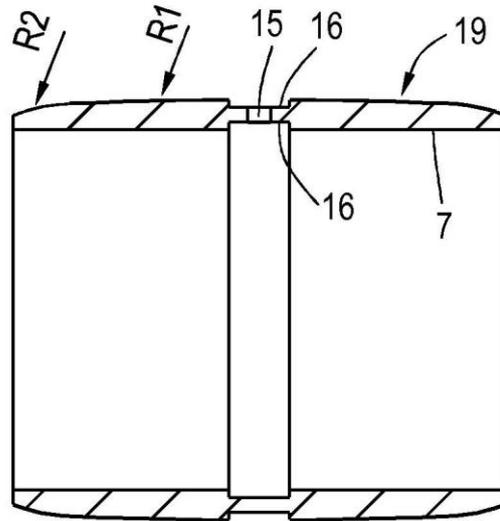


FIG. 5

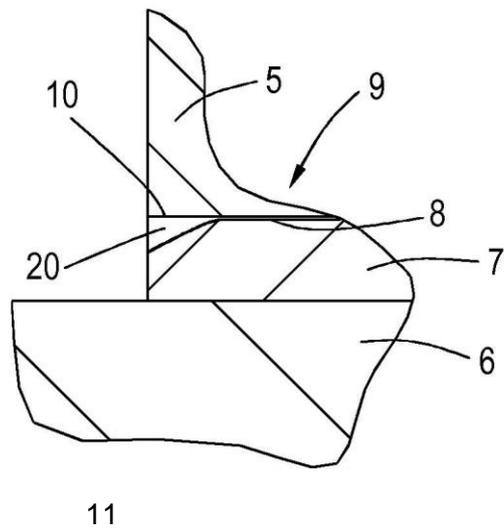


FIG. 6

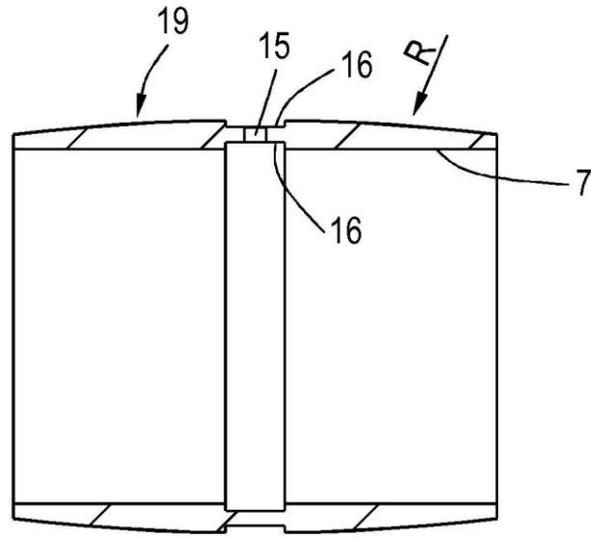


FIG. 7

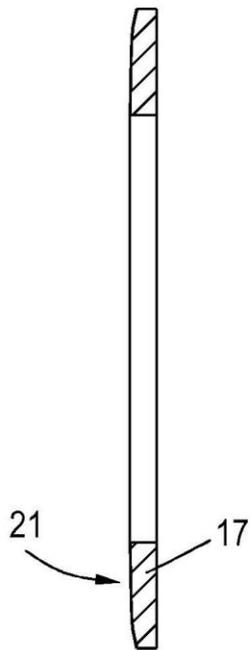


FIG. 8

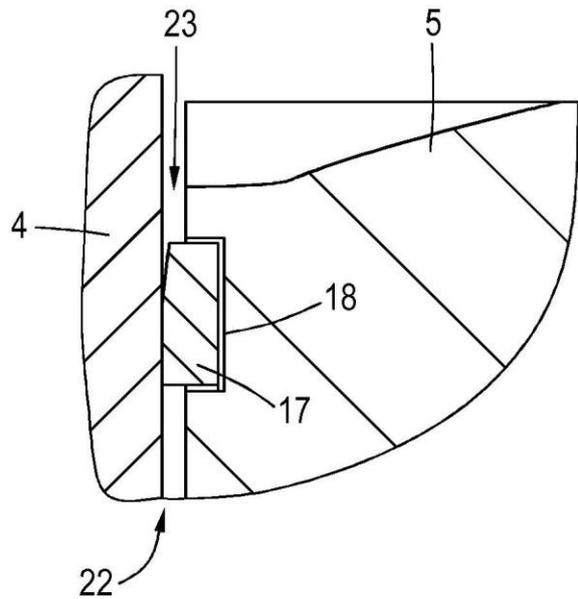


FIG. 9

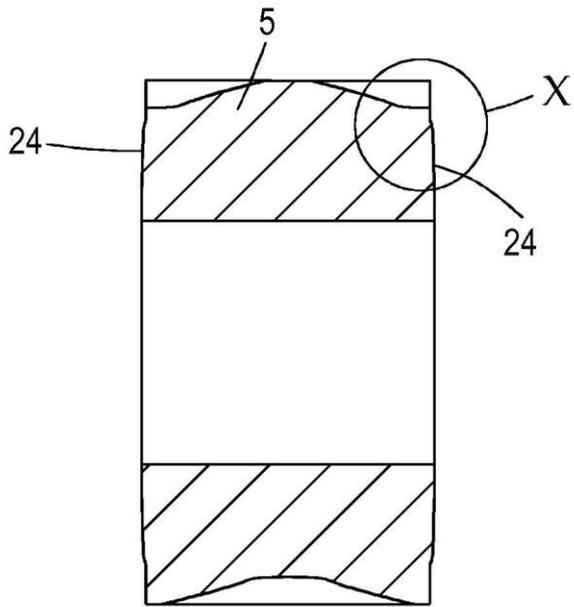


FIG. 10

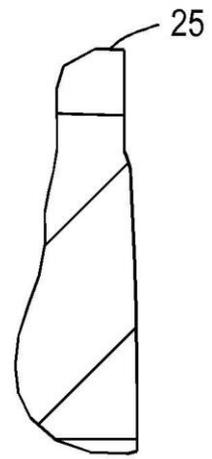


FIG. 11

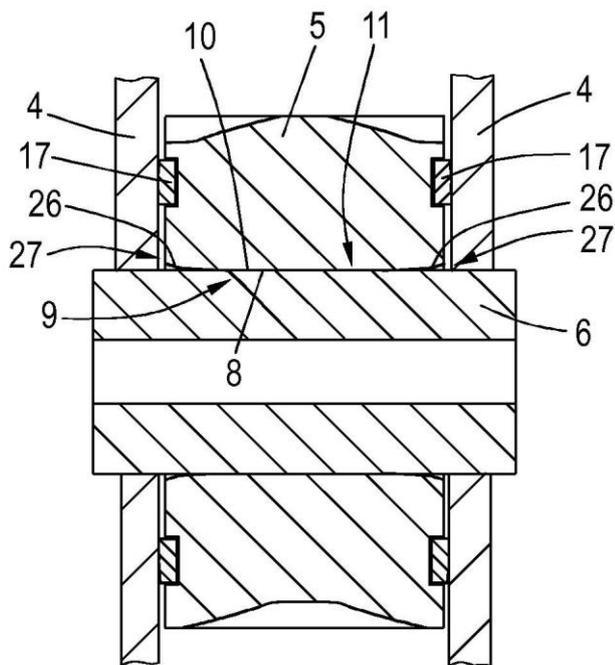


FIG. 12

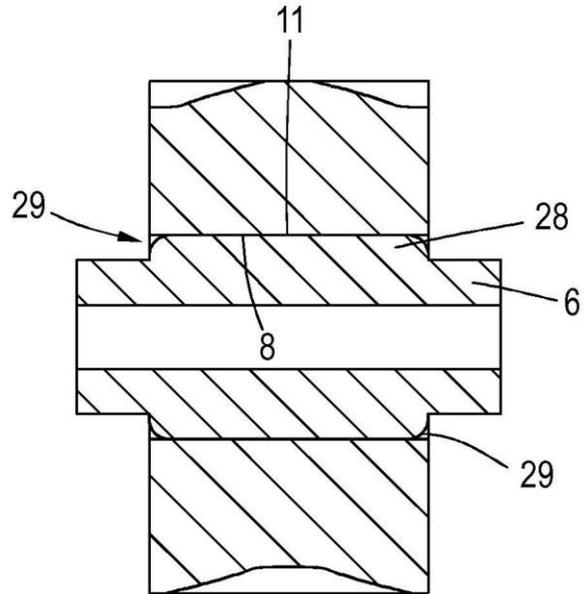


FIG. 13

