

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 850**

51 Int. Cl.:

F16C 33/10 (2006.01)

F16H 57/08 (2006.01)

F16H 57/04 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10004567 .3**

96 Fecha de presentación: **30.04.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2383480**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.11.2011**

54

Título: **Engranaje planetario (epicicloidal) para un aerogenerador**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

28.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

28.12.2012

73 Titular/es:

**WINERGY AG (100.0%)
Am Industriepark 2
46562 Voerde, DE**

72 Inventor/es:

**DINTER, RALF MARTIN;
KLEIN-HITPASS, ARNO y
MEYER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 393 850 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 (epicicloidal) para un aerogenerador

5 Hasta ahora los engranajes para aerogeneradores se han implementado de manera predominante con rodamientos o cojinetes. Los apoyos deslizantes se han empleado solo rara vez hasta ahora. Las razones para esto son las condiciones de operación transitorias que rigen muchas veces y las velocidades de deslizamiento extremadamente bajas temporalmente, al mismo tiempo que un desgaste operacional extremo de los apoyos deslizantes. Se usan apoyos deslizantes convencionales ante todo en condiciones de altas a muy altas revoluciones. Debido a esto, usualmente se usan, casi exclusivamente, cojinetes o rodamientos para los sitios de apoyo en los engranajes de aerogeneradores. A partir de JP 2006 170413 A1 y CN 101581284 A también es conocido el uso de apoyos deslizantes para soportar planetas en engranajes para aerogeneradores.

10 Materiales conocidos de apoyos deslizantes son, por ejemplo, metales blancos con componentes de aleación y aleaciones de bronce. En términos generales, los apoyos deslizantes se diseñan en aplicaciones industriales con una rendija para el lubricante de aproximadamente 15-20 mm en el punto de operación. Como presión dinámica permisible promedio se indica por parte de los fabricantes de cojinetes alrededor de 5MPa para metal blanco.

15 De la GB 1 550 789 A, que se considera como el estado de la técnica más cercano, se conoce un engranaje planetario (epicicloidal) con una rueda de sol, con una rueda dentada interior y un soporte epicicloidal, en el cual se encuentran montadas varias ruedas epicicloidales. Además, se proporcionan varios apoyos deslizantes radiales para soportar las ruedas epicicloidales, los cuales comprenden un mandril hecho de un material de apoyo deslizante. El mandril está sujetado como anillo interno sobre un eje de rueda epicicloidal o está montada como anillo externo en una perforación de una rueda epicicloidal. En tal caso un correspondiente anillo externo de cojinete o interno de cojinete está formado por la perforación de la rueda epicicloidal o por el eje de rueda epicicloidal. Además, el engranaje planetario (epicicloidal) descrito en GB 1 550 789 A comprende varios apoyos deslizantes axiales hacia el cojinete de las ruedas epicicloidales las cuales comprenden respectivamente un primer elemento de soporte de un material de apoyo deslizante. El material de apoyo deslizante se aplica en un área de contacto entre una brida de soporte epicicloidal y una parte frontal de una rueda epicicloidal ya sea sobre la brida de soporte epicicloidal o bien sobre la parte frontal de una rueda epicicloidal. Un correspondiente segundo elemento de soporte está formado por la parte frontal del planeta o por la brida de soporte epicicloidal.

20 El objetivo fundamental de la presente invención es desarrollar un engranaje planetario (epicicloidal) para un aerogenerador cuyo soporte de rueda epicicloidal pueda producirse de modo económico y presente una vida útil muy alta.

25 Este objetivo se logra según la invención mediante un engranaje planetario (epicicloidal) con las características indicadas en la reivindicación 1. Las modalidades ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes.

30 El engranaje planetario (epicicloidal) para un aerogenerador, según la invención, comprende además al menos una rueda solar, una rueda dentada interior y un soporte epicicloidal en la que se encuentran montadas varias ruedas epicicloidales, varios apoyos deslizantes radiales para soportar las ruedas epicicloidales. Los apoyos deslizantes radiales comprenden respectivamente un mandril hecho de un material de apoyo deslizante que, o bien está sujetado como anillo interno sobre un eje de rueda epicicloidal, o bien está montado como anillo externo en una perforación de una rueda epicicloidal. En tal caso se forma un correspondiente anillo externo o interno de soporte ya sea por la perforación de la rueda epicicloidal o bien por el eje de la rueda epicicloidal. Además se proveen varios apoyos deslizantes axiales para soportar las ruedas epicicloidales, los cuales comprenden respectivamente un primer elemento de soporte hecho de un material de apoyo deslizante. El material de apoyo deslizante está aplicado a un área de contacto entre una brida de soporte epicicloidal y una parte frontal de rueda epicicloidal, ya sea sobre la brida de soporte epicicloidal o sobre la parte frontal de la rueda epicicloidal. Un correspondiente segundo elemento de soporte se forma, o bien por el lado frontal del planeta, o bien por la brida de soporte epicicloidal. De esta manera pueden producirse de manera económica apoyos deslizantes tanto axiales como radiales para ruedas epicicloidales de un engranaje de aerogenerador y proporcionan una vida útil casi ilimitada con una lubricación suficiente.

35 Para lubricar por presión los apoyos deslizantes axiales y radiales, según la invención se provee un anillo distribuidor de aceite el cual circunda un eje de rueda solar y presenta una conexión con un canal de suministro de aceite en una carcasa de engranajes. En el soporte planetario se forma al menos un canal de distribución de aceite que está conectado con el anillo distribuidor de aceite y termina en un sitio de lubricación para un apoyo de rueda epicicloidal. En los ejes de ruedas epicicloidales están provistos respectivamente dos perforaciones que se extienden radialmente a partir de un segmento del canal distribuidor de aceite paralelo a un eje de la rueda epicicloidal. Los mandriles presentan según la invención respectivamente dos dispositivos de recolección de lubricante que se forman, por ejemplo, mediante boquetes en el mandril. Entre los dos dispositivos de recolección de lubricante los mandriles tienen respectivamente una ranura circunferencial de suministro de lubricante. De esta manera puede realizarse una lubricación particularmente efectiva de los apoyos deslizantes radiales.

De conformidad con una configuración preferida de la presente invención, para lubricar por inmersión los apoyos deslizantes axiales y radiales se provee respectivamente una perforación en las ruedas epicicloidales, la cual forma un reservorio de aceite destinado a llenarse al sumergir el respectivo eje de rueda epicicloidal en el depósito de aceite. Además, en los ejes de las ruedas epicicloidales pueden proveerse respectivamente dos perforaciones que se extienden radialmente, a partir del reservorio de aceite, que terminan en la cápsula.

La presente invención se ilustra a continuación en un ejemplo de realización por medio del dibujo.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un engranaje planetario (epicicloidal),

La figura 2 muestra un corte longitudinal a través de un soporte epicicloidal con rueda epicicloidal de conformidad con una primera variante de realización,

10 La figura 3 muestra una cápsula para un apoyo deslizante radial de una rueda epicicloidal según la figura 2,

La figura 4 muestra un corte transversal a través del soporte epicicloidal según la figura 2,

La figura 5 muestra un elemento de soporte para un apoyo deslizante axial de la rueda epicicloidal según la figura 2 en perfil,

La figura 6 muestra el elemento de soporte según la figura 5 en una vista de arriba,

15 La figura 7 muestra un elemento de soporte alternativo para un apoyo deslizante axial de la rueda epicicloidal según la figura 2 en perfil,

La figura 8 muestra el elemento de soporte según la figura 7 en vista desde arriba,

La figura 9 muestra un corte longitudinal a través de un soporte epicicloidal con rueda epicicloidal de conformidad con una segunda variante de realización.

20 De conformidad con la representación esquemática según la figura 1 un engranaje planetario (epicicloidal) comprende al menos una rueda solar 3 conectada con un primer árbol de transmisión 1, una rueda dentada interna 6 y un soporte epicicloidal 4, en el cual están montadas varias ruedas epicicloidales 5 y el cual está conectado con un segundo árbol de transmisión 7. La rueda dentada interna 6 puede estar integrada en una caja de transmisión de una o varias partes 9, la cual también tiene asientos de apoyo para cojinetes 2, 8 del primer y segundo árboles de transmisión 1, 7. Los asientos de apoyo pueden estar integrados a las tapas de carcasa, por ejemplo.

25 En la figura 2 está representado un soporte epicicloidal 5 con rueda epicicloidal 5 para un engranaje planetario (epicicloidal) según la figura 1 en corte longitudinal. Para soportar la rueda epicicloidal 5 se proveen varios apoyos deslizantes radiales que comprenden respectivamente una cápsula 108 hecha de un material de apoyo deslizante. De conformidad con una primera variante de realización el mandril 108 está sujetado como anillo interno sobre un eje de rueda epicicloidal 104. Un anillo externo de apoyo correspondiente se forma mediante una perforación de la rueda epicicloidal 5 hecha de un material para engranaje.

30 El mandril 108 puede conectarse a la fuerza, ajustándose por la forma o pegándose con el eje de rueda epicicloidal 104. Si el mandril 108 está conectado por pegamento con el eje de rueda epicicloidal 104, se forma preferentemente recubriendo el eje de rueda epicicloidal 104 con un material de apoyo deslizante. En el caso de una conexión de cierre a la fuerza, puede efectuarse una fijación adicional del mandril 108 por medio de uno o varios pernos de aseguramiento 115.

35 El eje de rueda epicicloidal 104 se fija cerrándose a la fuerza o ajustándose por la forma mediante bridas de soporte epicicloidales 106 y se asegura contra la torsión mediante un elemento cualquiera de aseguramiento que no se representa de modo explícito. La rueda epicicloidal 5 se guía axialmente mediante dos apoyos deslizantes axiales 105. Ambos apoyos deslizantes axiales 105 están conectados opcionalmente mediante cierre a la fuerza o ajuste por forma con las bridas de soporte epicicloidal 106. Mediante las partes frontales de la rueda epicicloidal 5 se forman de modo correspondiente áreas de deslizamiento en sentido contrario. De esta manera, los apoyos deslizantes axiales para soportar la rueda epicicloidal 5 comprenden respectivamente un primer elemento de apoyo hecho de un material de apoyo deslizante que puede aplicarse a un área de contacto entre una brida de soporte epicicloidal 106 y una parte frontal de una rueda epicicloidal 5, o bien sobre la brida de soporte epicicloidal 106, o bien sobre la parte frontal de la rueda epicicloidal 5. Por consiguiente, se forma un correspondiente segundo elemento de apoyo, o bien mediante la parte frontal de la rueda epicicloidal 5, o bien mediante la brida de soporte epicicloidal 106.

Para lubricar por presión los apoyos deslizantes axiales y radiales se provee un anillo distribuidor de aceite 102 que rodea radialmente un eje de rueda solar. El anillo distribuidor de aceite 102 tiene una conexión hacia un canal de conducción de aceite en una caja de transmisión o hacia un estator 101 fijo espacialmente, sujetado en la caja de transmisión. En el presente ejemplo de realización el anillo distribuidor de aceite 102 está dispuesto radialmente entre el estator 101 y un saliente anular 103 del soporte epicicloidal 4. Además, en el soporte epicicloidal 4 se proveen varios segmentos de canal distribuidor de aceite 110, 112, 114 que tienen por un lado una conexión hacia el anillo distribuidor de aceite 102 y por otra parte una conexión hacia los sitios de lubricación para los cojinetes de rueda epicicloidal. Un primer segmento de canal distribuidor de aceite 114 corre en una brida de soporte epicicloidal 106 y pasa a un segundo segmento de canal distribuidor de aceite 112, el cual corre paralelo al eje de rueda epicicloidal 104. Entre el segundo segmento distribuidor de aceite 112 y el mandril 108 se extienden otros dos segmentos de canal distribuidor de aceite 110. Los otros dos segmentos de canal distribuidor de aceite 110 atraviesan aquí el eje de rueda epicicloidal 104 y el mandril 108. Esto también puede inferirse de la representación en perspectiva del mandril 108 en la figura 3. En al menos dos sectores en los que finalizan los otros segmentos de canal distribuidor de aceite 110, el mandril 108 tiene respectivamente un dispositivo de recolección de lubricante 111. Los dispositivos recolectores de lubricante 111 se forman mediante boquetes en el mandril 108. Entre ambos dispositivos de recolección de lubricante 111 el mandril 108 tiene una ranura de suministro de lubricante 107.

En los lados frontales de la rueda epicicloidal 5, para asegurar una película de lubricante suficiente se proveen bordes de acumulación 117 en los respectivos apoyos deslizantes radiales. Los bordes de acumulación 117 pueden formarse integralmente en la zona de las perforaciones con la rueda epicicloidal 5 o en dirección de circunferencia con el eje de rueda epicicloidal 104.

Para lubricar por inmersión los apoyos deslizantes axiales y radiales se provee una perforación 113 en el eje de rueda epicicloidal 104 que forma un reservorio de aceite capaz de llenarse sumergiendo el eje de rueda epicicloidal 104 en un depósito de aceite. Tal como también puede inferirse de la figura 4, el eje de rueda epicicloidal 104 tiene al menos una perforación 116 que se extiende radialmente a partir del reservorio de aceite, la cual termina en el mandril 108. En esta región en el mandril 108 se provee además una bolsa recolectora de lubricante que corresponde a los dispositivos recolectores de lubricante 111 representados en la figura 3 y se forma por un boquete en el mandril 108. Para mantener en el reservorio de aceite el aceite usado para lubricación por inmersión después de una salida del eje de rueda epicicloidal 104 de un depósito de aceite, en el soporte epicicloidal 4 o en el eje de rueda epicicloidal 104 se provee un borde de acumulación 109 o una placa de retención. Mediante el borde de acumulación 109 en ciertos segmentos se reduce el diámetro de la perforación 113 para el reservorio de aceite.

En resumen, la lubricación de los apoyos deslizantes puede efectuarse de las 3 siguientes maneras.

1. Lubricación a presión para la operación con carga del engranaje. Los apoyos deslizantes se proporcionan por el eje de rueda epicicloidal 104 a través de aceite a presión. En tal caso, el suministro de presión se efectúa a cerca de 90° antes del máximo de la zona de carga del cojinete.

2. Lubricación por inmersión para la operación sin carga del engranaje. Los apoyos deslizantes se proporcionan con aceite en el eje de rueda epicicloidal 104 por medio de un reservorio de aceite. El reservorio de aceite se llena de aceite sumergiendo el eje de rueda epicicloidal 104 en el depósito de aceite y este aceite se conduce más allá al apoyo deslizante. El suministro de aceite se efectúa a cerca de 110° antes del máximo de la zona de carga del cojinete. Mediante conexión hidráulica de la lubricación a presión y de la lubricación por inmersión se asegura un desagüe del aceite.

3. Almacenamiento de aceite para la operación libre de carga del engranaje. Los apoyos deslizantes radiales se equipan con bordes de acumulación de aceite en las partes frontales de la rueda epicicloidal 5 de modo que siempre permanece un nivel de aceite definido en el apoyo deslizante radial. Para esto se garantiza una lubricación de los apoyos deslizantes radiales en estado libre de carga.

De conformidad con las figuras 5 a 8, los apoyos deslizantes axiales 105, 105', que están respectivamente ilustrados de perfil y en una vista desde arriba, pueden tener una forma geométrica determinada por una corrección del tipo de tejado de dos vertientes o rotacionalmente simétrica de su perfil. De esta manera, los apoyos deslizantes axiales 105, 105' se adaptan a las deformaciones de planetas, ejes epicicloidales (planetarios) o soportes de planetas que ocurren al operar el aerogenerador.

De acuerdo con la segunda variante de realización representada en la figura 9, se monta un mandril 208 o un manguito como anillo externo de apoyo deslizante radial en una perforación de una rueda epicicloidal 5. Por consiguiente se forma un correspondiente anillo interno de apoyo por el eje de la rueda epicicloidal 204. El mandril 208 puede estar conectado con cierre a la fuerza, con ajuste por forma o pegado con un material a la rueda epicicloidal 5. Si el mandril 208 está pegado con una sustancia a la rueda epicicloidal 5, éste se forma preferentemente recubriendo la rueda epicicloidal 5 con un material de apoyo deslizante. Además, el mandril 208 puede realizarse en una o varias piezas.

5 El mandril 208 tiene áreas frontales orientadas hacia las bridas de soporte planetario 206 y las cuales sirven como primeros elementos de apoyo de un apoyo deslizante axial. Ambas áreas frontales corren respectivamente contra discos guías 205, los cuales se conectan como segundos elementos de apoyo conectados con cierre a la fuerza o ajuste por forma a las bridas de soporte planetario 206. Los segundos elementos de apoyo también pueden formarse fundamentalmente mediante las mismas dos bridas de soporte planetario 206. El eje de rueda epicicloidial 204 se fija con cierre a la fuerza o ajuste por forma a través de las bridas de soporte 206 y se asegura contra torsión por medio de un elemento de aseguramiento cualquiera, no representado de manera explícita.

10 Tal como en el caso de la primera variante de realización, para lubricar por presión los apoyos deslizantes axiales y radiales se provee un anillo distribuidor de aceite 202. El anillo distribuidor de aceite 202 tiene una conexión con un estator espacialmente fijo 201 y se encuentra dispuesto radialmente entre el estator 102 y un saliente anular 203 del soporte planetario 4. Además, en el soporte planetario 4 se proveen varios segmentos de canal distribuidor de aceite 210, 212, 214 que tienen una conexión con el anillo distribuidor de aceite 202, por una parte, y por otra parte una conexión con los sitios de lubricación para los apoyos o cojinetes de la rueda epicicloidial.

15 El mandril 208 tiene en al menos dos sectores, en las que finalizan los segmentos de canal distribuidor de aceite 210, respectivamente un dispositivo recolector de lubricante 211. Los dispositivos recolectores de lubricante 211 se forman por boquetes en el eje de rueda epicicloidial 204 o en el mandril 208. En el presente ejemplo de realización el mandril 208 está configurado con dos piezas y comprende dos segmentos de mandril. Entre los dos segmentos de mandril 211 se forma una ranura de suministro de lubricante 207 que va en círculo.

20 Con el fin de que después de salir el eje de rueda epicicloidial 204 de un depósito de aceite el aceite usado para la lubricación por inmersión se mantenga en el reservorio de aceite formado por una perforación 213 en el eje de rueda epicicloidial 204, se proveen bordes de acumulación 209, 215 en el soporte planetario 4 y en la perforación 213. Tal como en el caso de la primera variante de realización, el eje de rueda epicicloidial 204 tiene al menos una perforación 216 que se extiende radialmente a partir del reservorio de aceite, la cual termina en el mandril 208.

25 Los apoyos deslizantes radiales pueden realizarse como apoyos cilíndricos circulares de una o varias piezas o como apoyo del tipo limón. Para los apoyos deslizantes axiales es posible una modalidad como disco de leva de una o varias piezas, apoyos de superficie de cuña mono- o multicomponentes para una dirección rotacional, apoyos de superficie de cuña mono- o multicomponentes para 2 direcciones rotacionales, apoyos de segmento de inclinación para una o dos direcciones rotacionales o como apoyos axiales con zapatos de deslizamiento circular.

30 Para los apoyos deslizantes axiales y radiales se usan preferiblemente aleaciones sin plomo como material de apoyo deslizante. Los dientes de las ruedas así como los apoyos pueden lubricarse con un aceite que tiene preferiblemente un grado de viscosidad de al menos 320 y de conformidad con una forma de realización preferida se provee con un aditivo de presión adicional.

35 Como materiales de apoyo deslizante para los apoyos deslizantes axiales y radiales también pueden usarse aleaciones de cobre-cinc con una fracción de cinc entre 6 % y 40 %. Como otros elementos de aleación pueden proveerse Al, Ni, Mn, Si y Fe. Como alternativa de esto, para los apoyos deslizantes axiales y radiales pueden usarse aleaciones de cobre-estaño con una fracción de estaño entre 4 % y 12 % como material de apoyo deslizante. Como otros elementos de aleación son posibles en tal caso Ni y Zn. De modo alternativo a las aleaciones de cobre-cinc o las aleaciones de cobre-estaño como materiales de apoyo deslizante para los apoyos deslizantes axiales y radiales también pueden usarse aleaciones de aluminio-estaño con una fracción de estaño entre 6 % y 40 %.

40 Una realización económica de los apoyos deslizantes resulta cuando el material de apoyo deslizante se chapea con rodillo respectivamente sobre un cuerpo de soporte de acero. Adicionalmente o de manera alternativa a esto, los apoyos deslizantes axiales y radiales pueden tener un recubrimiento por PVD (Deposición por vapor físico). A un nivel de recubrimiento superior, los apoyos deslizantes axiales y radiales pueden tener además una capa de penetración sintética o galvánica.

45 La aplicación de la presente invención no se restringe a los ejemplos de realización aquí descritos.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje planetario (epicicloidal) para un aerogenerador con
 - al menos una rueda solar (3), una rueda dentada interna (6) y un soporte epicicloidal (4), en el cual están montadas varias ruedas epicicloidales (5),
- 5 - varios apoyos deslizantes radiales para soportar la rueda epicicloidal (5), que tienen respectivamente un mandril (108; 208) hecho de un material de apoyo deslizante, el cual está, o bien sujetado como anillo interno sobre un eje de rueda epicicloidal (104;204), o bien está montado como anillo externo en una perforación de una rueda epicicloidal (5), en cuyo caso se forma un correspondiente anillo de soporte externo o interno, o bien por la perforación de la rueda epicicloidal (5), o bien por el eje de rueda epicicloidal (104;204),
- 10 - varios apoyos deslizantes axiales (105;205) para soportar la rueda epicicloidal (5), los cuales comprenden un primer elemento de apoyo hecho de un material de apoyo deslizante, el cual se aplica a un área de contacto entre una brida de soporte planetario (106;206) y un lado frontal de una rueda epicicloidal (5), o bien sobre una brida de soporte planetario (106;206), o bien sobre el lado frontal de la rueda epicicloidal (5), en cuyo caso se forma un correspondiente segundo elemento de apoyo, o bien por el lado frontal de la rueda epicicloidal (5), o bien por la brida de soporte planetario (106;206), caracterizado porque para lubricación por presión de los apoyos deslizantes axiales y/o radiales se provee un anillo distribuidor de aceite (102;202), el cual circunda radialmente un eje de rueda solar y tiene una conexión con un canal de suministro de aceite en un caja de transmisión (9), y se provee al menos un canal distribuidor de aceite (110;112;114; 210;212;214) en el soporte planetario (4), el cual está conectado con el anillo distribuidor de aceite (102;202) y termina en un sitio de lubricación para un apoyo de rueda epicicloidal, y porque en los ejes de rueda epicicloidal (104;204) se proveen respectivamente dos perforaciones que se extienden radialmente a partir de un segmento de canal distribuidor de aceite (112; 212), paralelo al eje de rueda epicicloidal (104; 204), y porque los mandriles (108;208) tienen respectivamente dos dispositivos recolectores de lubricante (111;211), y en el cual los mandriles (108;208) tienen respectivamente una ranura de suministro de lubricante (107;201) entre los dos dispositivos recolectores de lubricante (111;211).
- 15
- 20
- 25 2. Engranaje planetario (epicicloidal) según la reivindicación 1, en el que para lubricar por inmersión los apoyos deslizantes axiales y/o radiales se provee respectivamente una perforación (113;213) en los ejes de rueda epicicloidal (104;204), la cual forma un reservorio de aceite capaz de llenarse por inmersión del respectivo eje de rueda epicicloidal (104;204) e un depósito de aceite.
- 30 3. Engranaje planetario (epicicloidal) según la reivindicación 2, en el que, en los ejes de rueda epicicloidal (104;204), se provee respectivamente una perforación (116;216) que se extiende radialmente a partir del reservorio de aceite, la cual termina en el mandril (108;208).
4. Engranaje planetario (epicicloidal) según la reivindicación 3, en el cual los mandriles (108;208) tienen respectivamente un dispositivo de recolección de lubricante (111;211) en un sector en el que termina la perforación (116;216) que parte del reservorio de aceite.
- 35 5. Engranaje planetario (epicicloidal) según la reivindicación 4, en el que el dispositivo recolector de lubricante (111) se forma por un boquete en el mandril (108).
6. Engranaje planetario (epicicloidal) según una de las reivindicaciones 2 a 5, en el que en el que los ejes de rueda epicicloidal (104;204) tienen en un lado frontal respectivamente un borde de acumulación (109;209) que reduce por segmentos el diámetro de la perforación (113;213) para el respectivo reservorio de aceite.
- 40 7. Engranaje planetario (epicicloidal) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se proveen bordes de acumulación (117) en los lados frontales de las ruedas epicicloidales (5) para asegurar una película lubricante en los respectivos apoyos deslizantes radiales.
8. Engranaje planetario (epicicloidal) según la reivindicación 7, en el que los bordes de acumulación (117) se forman integralmente con la rueda epicicloidal (5) de modo respectivo en el sector de las perforaciones o en dirección circunferencial con los ejes de rueda epicicloidal (104).
- 45 9. Engranaje planetario (epicicloidal) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual los mandriles (108;208) están conectados respectivamente con cierre a la fuerza, ajustados por la forma o pegados con una sustancia con el respectivo eje de rueda epicicloidal (104;204) o la rueda epicicloidal (5).
- 50 10. Engranaje planetario (epicicloidal) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los mandriles (108;208) están conectados respectivamente por pegamento con sustancia con el respectivo eje de rueda epicicloidal

ES 2 393 850 T3

(104;204) o la respectiva rueda epicicloidial (5) y se forman por un recubrimiento del respectivo eje de rueda epicicloidial (104;204) o de la respectiva rueda epicicloidial (5) con un material de apoyo deslizante.

11. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que para los apoyos deslizantes axiales y/o radiales, como material de apoyo deslizante se usan aleaciones libres de plomo.

5 12. Engranaje planetario (epicicloidial) según la reivindicación 11, en el que los dientes de las ruedas y/o los cojinetes se lubrican con un aceite que tiene un grado de viscosidad de al menos 320.

13. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 11 o 12, en el que los dientes de las ruedas y/o los cojinetes se lubrican con un aceite que está provisto con un aditivo extra-pressure (de presión adicional).

10 14. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que para los apoyos deslizantes axiales y/o radiales se usan aleaciones de cobre-cinc con una fracción de cinc entre 6 % y 40 % como material de apoyo deslizante.

15. Engranaje planetario (epicicloidial) según la reivindicación 14, en el que como otros elementos de aleación se proveen Al, Ni, Mn, Si y/o Fe.

15 16. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que para los apoyos deslizantes axiales y/o radiales se usan aleaciones de cobre-estaño con una fracción de estaño entre 4 % y 12 % como material de apoyo deslizante.

17. Engranaje planetario (epicicloidial) según la reivindicación 16, en el que como otros elementos de aleación se proveen Ni y/o Zn.

20 18. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que para los apoyos deslizantes axiales y/o radiales se usan aleaciones de aluminio-estaño con una fracción de estaño entre 6 % y 40 % como material de apoyo deslizante.

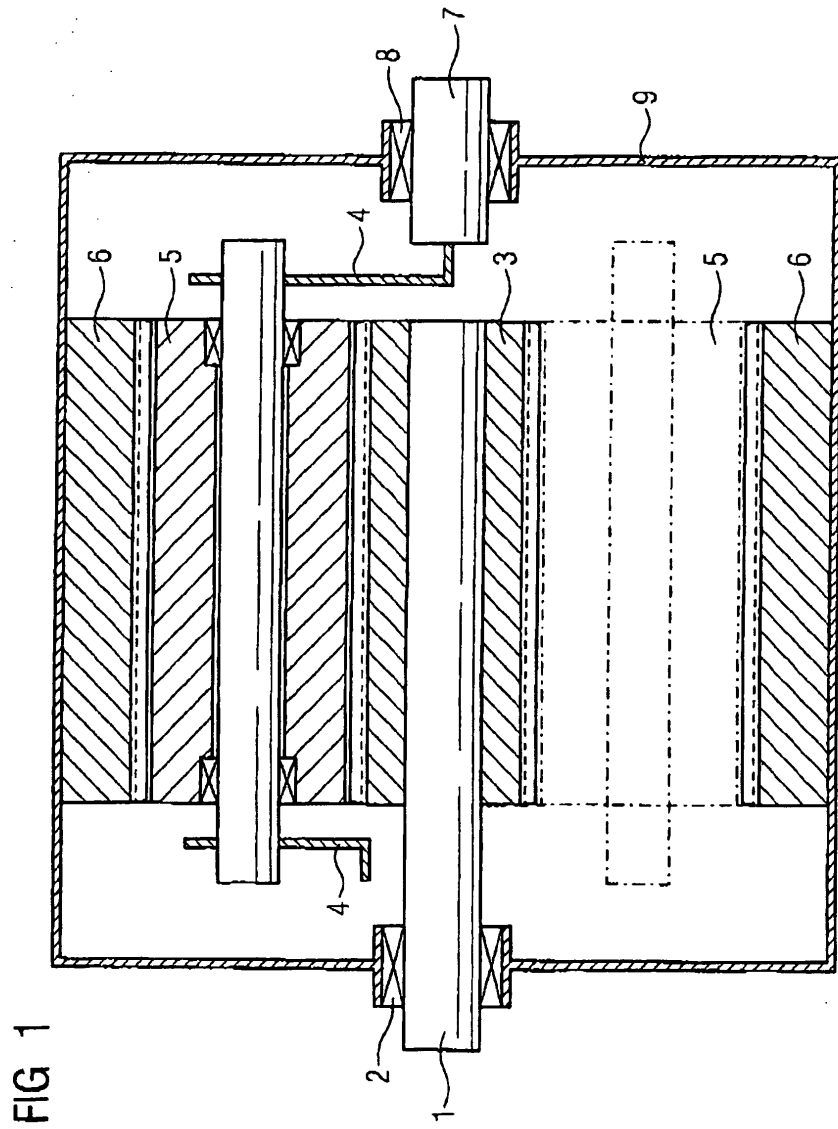
19. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 13 a 18, en el que el material de apoyo deslizante se chapea con rodillo respectivamente sobre un cuerpo de soporte de acero.

25 20. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 19, en el que los apoyos deslizantes axiales y/o radiales tienen un recubrimiento por PVD.

21. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 20, en el que los apoyos deslizantes axiales y/o radiales tienen una capa de penetración sintética o galvánica.

30 22. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 21, en el que los apoyos deslizantes axiales y/o los apoyos deslizantes radiales tienen una corrección de su forma geométrica derivada de una deformación de componentes colindantes.

23. Engranaje planetario (epicicloidial) según una de las reivindicaciones 1 a 22, en el que los apoyos deslizantes axiales tienen una forma geométrica que se determina por una corrección del tipo tejado de dos vertientes o rotacionalmente simétrica de su perfil.



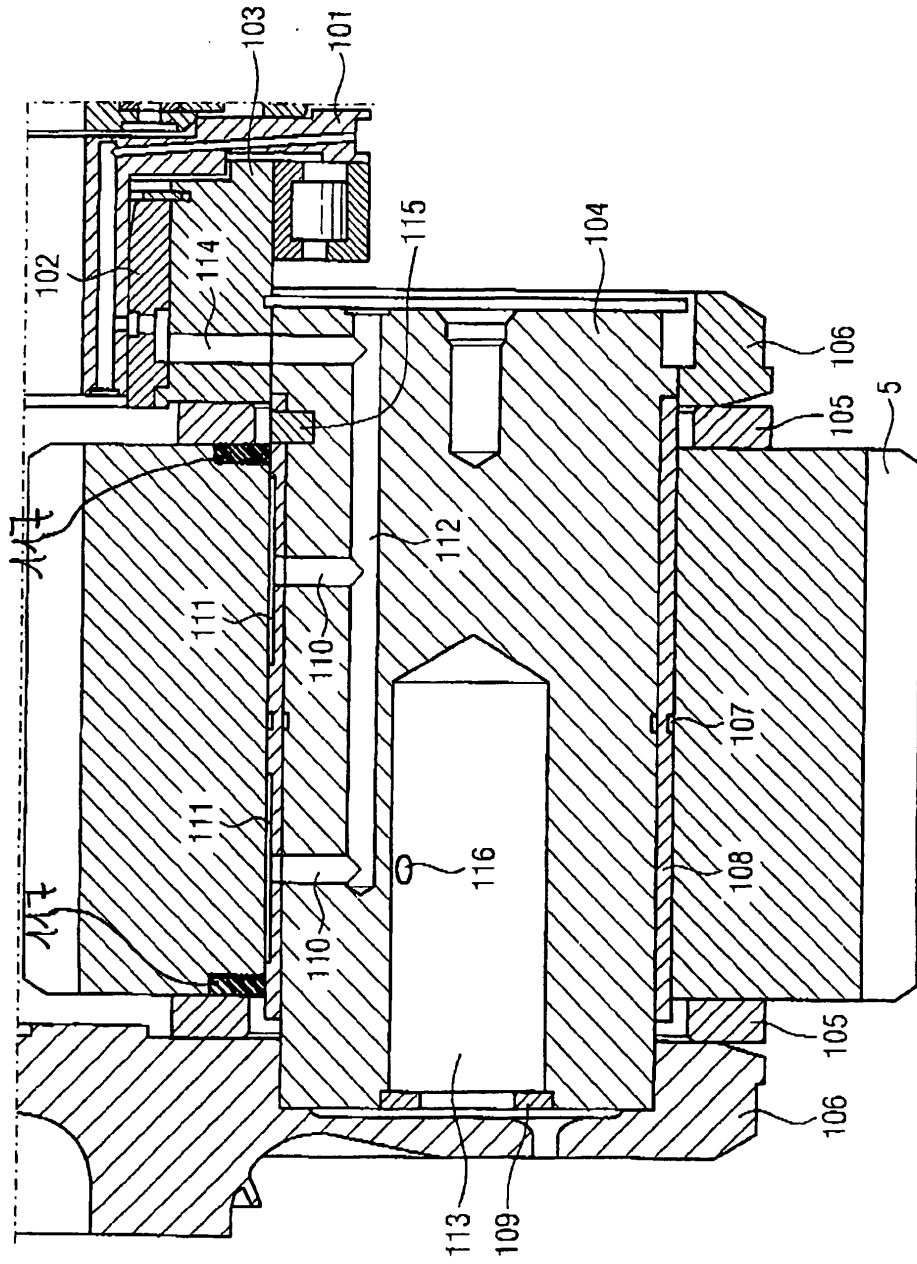


FIG 2

FIG 3

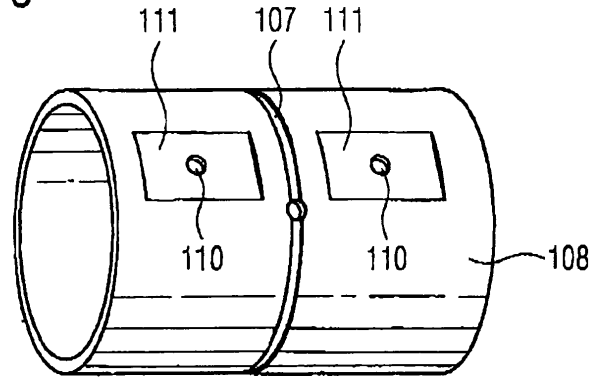


FIG 4

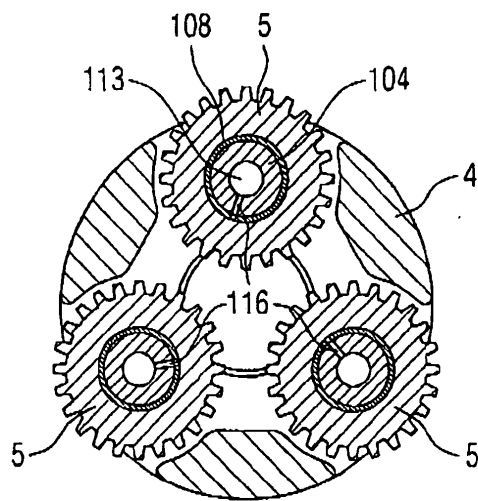


FIG 5

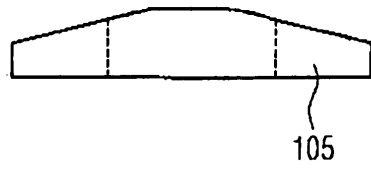


FIG 7

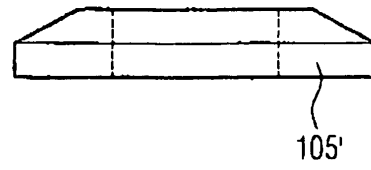


FIG 6

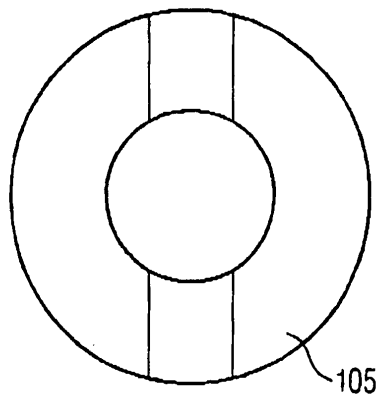
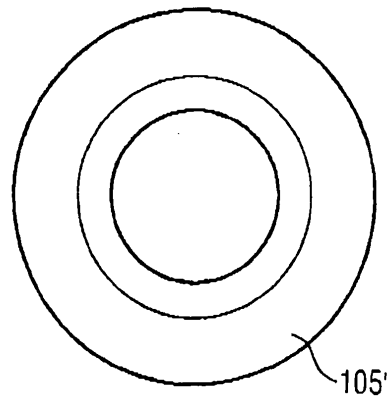


FIG 8



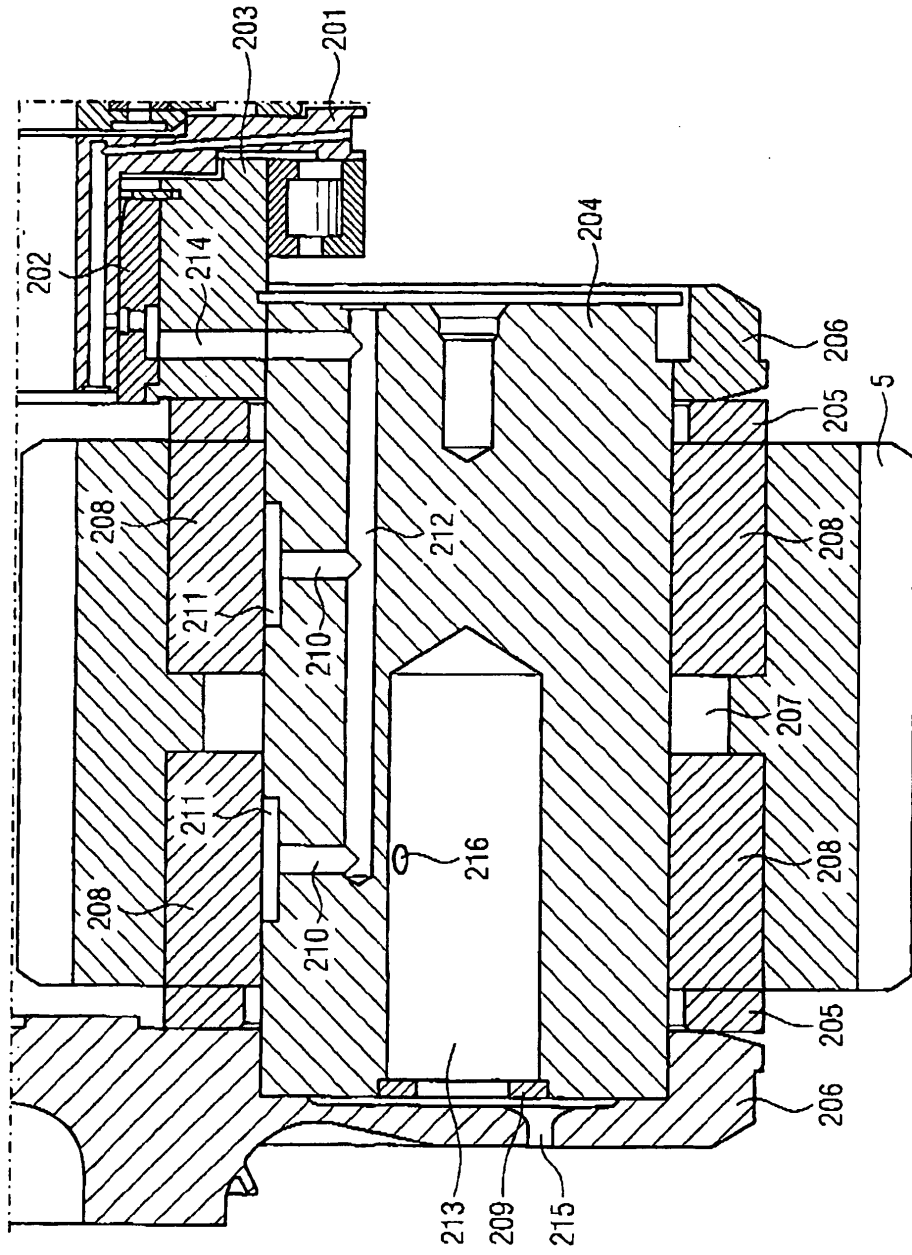


FIG 9